

# **AMBITO 20**

## **Golfo della Spezia**

### **PIANO DI BACINO STRALCIO**

#### **PER LA TUTELA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO**

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



## **RELAZIONE GENERALE E PIANO DEGLI INTERVENTI**

<b>APPROVAZIONE</b>	<b>Delibera del Consiglio Provinciale della Spezia n. 34 del 31/03/2003</b>
<b>ULTIMA MODIFICA DELL'ELABORATO</b>	<b>Decreto del Segretario Generale n. 105 del 20/12/2023</b>
<b>ENTRATA IN VIGORE</b>	<b>Pubblicazione sul BURL n. 9 del 28/02/2024 – parte II</b>

<b>PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>1. QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>2</b>
1.1 QUADRO ISTITUZIONALE NORMATIVO ED AMMINISTRATIVO DI RIFERIMENTO .....	2
1.2 SITI NATURA 2000 E PROGETTO BIOITALY.....	4
<b>2. CARATTERISTICHE DEL BACINO</b> .....	<b>5</b>
2.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	5
2.2. GEOLOGIA.....	7
<i>Tettonica</i> .....	23
2.3. GEOMORFOLOGIA .....	26
<i>Acclività</i> .....	26
<i>Depositi alluvionali</i> .....	26
<i>Coltri detritiche</i> .....	27
<i>Forme e processi gravitativi</i> .....	28
<i>Zone sottoposte ad erosione diffusa</i> .....	37
<i>Il fenomeno carsico</i> .....	39
<i>Cave e miniere</i> .....	41
<i>Ex-cava Carlo Alberto nell'Isola Palmaria</i> .....	44
<i>Aree di discarica</i> .....	47
2.4. IDROGEOLOGIA .....	49
2.5. USO DEL SUOLO.....	50
2.6. DESCRIZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA ( <i>INTEGRATO CON DSG N. 105/2023</i> ).....	50
<i>Geografia</i> .....	50
<i>Descrizione della rete idrografica (INTEGRATO con DSG n. 105/2023)</i> .....	60
2.7. IDROLOGIA DI PIENA ( <i>SUPERATO NEL COMUNE DELLA SPEZIA CON DSG N. 105/2023</i> ).....	62
<i>Analisi delle piogge intense</i> .....	62
<i>Calcolo delle portate di piena</i> .....	69
<i>Portate di Piena (SUPERATO, NEL COMUNE DELLA SPEZIA, CON DSG n. 105/2023)</i> .....	70
<b>3. PROBLEMATICHE E CRITICITÀ DEL BACINO</b> .....	<b>79</b>
3.1 SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DEI VERSANTI .....	79
3.2 COMMENTO ALLA CARTA DELLA SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DEI VERSANTI .....	83
3.3 PROBLEMATICHE DI TIPO IDRAULICO ( <i>SUPERATO, NEL COMUNE DELLA SPEZIA, CON DSG N. 105/2023</i> ).....	84
<i>Aree storicamente inondate</i> .....	84
<i>Verifiche idrauliche</i> .....	84
<i>Metodologie di calcolo</i> .....	85
<i>Risultati</i> .....	88
<i>Aree inondabili e criticità idrauliche (SUPERATO NEL COMUNE DELLA SPEZIA CON DSG n. 105/2023)</i> .....	128
<i>Fasce di inondabilità (SUPERATO NEL COMUNE DELLA SPEZIA CON DSG n. 105/2023)</i> .....	130
<b>4. RISCHIO IDROGEOLOGICO</b> .....	<b>132</b>
4.1 PREMESSA.....	132
4.2 DETERMINAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO .....	132
ELEMENTI A RISCHIO .....	132
<i>Rischio geomorfologico</i> .....	133
<i>Rischio idraulico</i> .....	134
4.3 CARTE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO .....	135
<b>5. PIANO DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO</b> .....	<b>136</b>
5.1 INTERVENTI LUNGO I CORSI D'ACQUA. ( <i>SUPERATO NEL COMUNE DELLA SPEZIA CON DSG N. 105/2023</i> ) ..	137
5.2 INTERVENTI ( <i>PARAGRAFO MODIFICATO CON DSG 92/2021</i> ).....	138
<i>CATEGORIA A</i> .....	138
<i>CATEGORIA B</i> .....	140
<i>CATEGORIA C</i> .....	143
<i>CATEGORIA D</i> .....	143
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>147</b>

## PREMESSA

Il presente Piano è stato redatto quale piano di Bacino stralcio sul Rischio idrogeologico in adempimento a quanto disposto dal Decreto Legge 11 giugno 1998, n°180 convertito con modificazione nella Legge 3 agosto 1998 n° 267 e costituisce parte del Piano di Bacino di cui alla Legge 18 maggio 1989, n°183 e sue modificazioni ed integrazioni. Esso è, di conseguenza, uno stralcio funzionale che risponde, nei contenuti, prioritariamente a quanto richiesto dal citato D.L.180/98 e al relativo "atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1 comma 1 e 2 del Decreto-Legge 11 giugno 1998 n° 180/98", pubblicato sulla G.U. del 5 gennaio 1999.

Il percorso di formazione e approvazione 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 avvalso, per la parte idraulica, degli Studi Propedeutici affidati dalla Provincia allo Studio Associato di Ingegneria Ing. Rocca e Ing. Misurale di Genova.

L'Ufficio Piani di Bacino dall'Area 7 - Difesa del Suolo della Provincia della Spezia ha poi riveduto e riordinato i dati prodotti da tali studi propedeutici e si è occupato, con proprio personale e personale assegnato dalla Regione Liguria, della redazione di tutte le cartografie relative alla parte geologica, geomorfologica ed idrogeologica. In particolare questo lavoro è stato svolto con il coordinamento del funzionario dell'Ufficio Dott. Marco Del Soldato e dal personale assunto dalla Regione Liguria ai sensi del D.L. 180/98 ed assegnato alla Provincia, costituito dal Dott. Geol. Chiara Cento.

Con **Decreto del Segretario Generale** dell'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale n.105 del 20/12/2023 è stata approvata una variante che ha aggiornato il **quadro della pericolosità idraulica** dell'intero comune della Spezia, supportata da un corposo studio idraulico di dettaglio realizzato dalla società Hydrodata, su incarico del Comune; pertanto, per i corsi d'acqua ricadenti nel territorio comunale, le indicazioni contenute nella presente relazione sono da considerarsi superate ed è necessario far riferimento ai documenti dello studio idraulico di dettaglio aggiornato, allegati alla presente.

## 1. QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO

### 1.1 Quadro istituzionale normativo ed amministrativo di riferimento

Il quadro di riferimento normativo (generale) per la formazione del Piano di Bacino è rappresentato dalla **Legge Quadro 18 maggio 1989, n° 183** e più in generale da tutte le normative che definiscono l'ordinamento istituzionale, le attribuzioni di competenza e le relative responsabilità delle istituzioni rappresentate nelle Autorità di Bacino.

In particolare la Legge 183/89 *"Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo"* definisce le finalità, gli strumenti e le modalità dell'azione assegnata alla Pubblica Amministrazione in materia di difesa del suolo, introducendo importanti innovazioni nella normativa vigente e, soprattutto, nella filosofia con cui deve essere affrontato, in maniera più integrata ed organica, il complesso delle azioni intese a pianificare "il bacino" idrografico inteso come unità fisiografica, a prescindere dalle sue dimensioni.

Le finalità di tale Legge sono quelle di *"assicurare la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale e la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi"*.

Per gli aspetti connessi alla pianificazione dei bacini di rilievo regionale, quale è il caso dell'**Ambito 20 - Golfo della Spezia**, è necessario fare riferimento anche alla Legge Regionale 28 gennaio 1993, n° 9 che in buona sostanza recepisce la Legge 18 maggio 1983, n° 183, in materia di regionalizzazione dei contenuti, istituzione all'interno dell'Autorità di Bacino dei Comitati Tecnici Regionale e Provinciali ed affidamento a quest'ultimo del compito di redazione dei piani, ma conservando il percorso indicato dalla normativa statale relativamente al quadro istituzionale fondamentale.

Rilevanza particolare ha, inoltre, la Legge 4 dicembre 1993, n° 493 che integra l'art.17 della L. 183/1989 con l'art. 12 e, in particolare, il suo comma 6 ter che recita:

*"I Piani di Bacino idrografico possono essere redatti ed approvati anche per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali che in ogni caso devono costituire fasi sequenziali ed interrelate rispetto ai contenuti di cui al comma 3" (richiama l'art. 17 della Legge 18 maggio 1989, n° 183).*

Un ulteriore impulso alla pianificazione di bacino è stato dato dal **Decreto Legge 11 giugno 1998 n° 180, convertito con la 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 e convertito con modifiche nella Legge 262/99.

Tale decreto prevede, all'art.1 comma 1, che entro il termine del 30 giugno 1999 le Autorità di Bacino di rilievo nazionale ed interregionale e le Regioni per i restanti Bacini, adottino ove non si sia già provveduto, i Piani Stralcio di Bacino per l'assetto idrogeologico redatti ai sensi del comma 6-ter dell'art. 17 della Legge 183/89, e successive modificazioni, che devono contenere 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 all'art.1.comma 1 del D.L.180/98 sono stati forniti, come previsto dall'art.2 comma 2 del D.L. 180/98, *nell'Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art.1.comma 1 e 2* pubblicato sulla G.U. del 5 gennaio 1999. Esso in particolare stabilisce come **termine ultimo per l'adozione dei piani stralcio per il Rischio idrogeologico quello del 30 giugno 2001 e quello per l'approvazione il 30 giugno 2002**.

Il D.L. 180/98 ha inteso quindi dare un'accelerata agli adempimenti della L.183/89 soprattutto riguardo all'individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico.

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 del 2001 i Piani Stralcio sul Rischio Idrogeologico composti essenzialmente dalle due tematiche relative al rischio idraulico ed al rischio geomorfologico.

Trattandosi di uno *stralcio funzionale* non esaurisce tutte le tematiche previste da un Piano di Bacino completo (cioè redatto ai sensi della L. 183/89 per tutti gli aspetti previsti); questo tipo di piano, il quale viene svolto prioritariamente come adempimento al D.L.180/98, è uno stralcio funzionale che rappresenta una parte del piano stralcio per la difesa idrogeologica del quale risulterà parte integrante, così pure come sarà parte integrante del Piano completo.

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

I criteri seguiti per l'elaborazione dei Piani Stralcio sul Rischio idrogeologico sono quelli adottati dall'Autorità di Bacino di rilievo regionale, in particolare i criteri sono stati formalizzati nel documento *Criteri per l'elaborazione dei Piani di Bacino* approvato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino di rilievo regionale nella seduta del 20 dicembre 1994 e forniti all'Amministrazione Provinciale per iniziare il percorso di formazione dei Piani di Bacino; tali criteri sono stati poi integrati da una serie nutrita di raccomandazioni relative a problematiche specifiche.

Si sottolinea che ai sensi della L. 183/89 il Piano di Bacino è uno strumento sovraordinato agli altri strumenti di pianificazione settoriale ed urbanistica per le parti prescrittive, con effetto di

integrazione e di prevalenza in caso di contrasto nella pianificazione territoriale di livello regionale, provinciale e comunale.

## **1.2 Siti Natura 2000 e progetto Bioitaly**

**(direttiva habitat 92/43 del 21/5/92, direttiva 97/62 del 27/10/1997)**

**Direttiva 92/43/CEE:** lo scopo della direttiva “habitat” è quello di contribuire a salvaguardare, tenuto conto delle esigenze economiche, sociali e culturali locali, la biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali e seminaturali nonché della flora e della fauna selvatiche nel territorio comunitario. Negli allegati della direttiva si trovano gli elenchi relativi alle definizioni di habitat e specie di interesse comunitario. L’Unione Europea si fa particolare carico della responsabilità di salvaguardia delle specie in pericolo.

A questo fine gli stati sono tenuti all’individuazione dei siti di interesse comunitario (S.I.C.), intesi come aree da tutelare per perseguire i fini della direttiva, che ne stabilisce i modi e gli strumenti da utilizzare per la raccolta delle informazioni. Entro il giugno del 1995 (termine che si è prolungato fino al dicembre dello stesso anno), gli stati sono stati tenuti a presentare l’elenco di questi siti. La rete di queste aree costituisce la base del progetto di conservazione denominato **Natura 2000**.

**Progetto Bioitaly:** promosso dal Servizio Conservazione Natura del Ministero dell’Ambiente con il supporto delle regioni, delle istituzioni scientifiche, delle associazioni ambientaliste e dell’ENEA, ha individuato isole di natura da preservare. Finanziato dall’Unione Europea, è stato promosso in attuazione della direttiva habitat 92/43 del 21 maggio 1992 e in base alle disposizioni della legge quadro sulle aree protette, n°394 del dicembre 1991. Il progetto riguarda la raccolta, l’organizzazione e la sistemazione delle informazioni sull’ambiente ed in particolare sui biotopi, sugli habitat naturali e seminaturali di interesse comunitario al fine di individuare specifiche forme di tutela e di gestione. Nella zona di studio sono state individuate e proposte 10 aree con i requisiti del progetto Natura 2000.

I siti coprono una buona parte del territorio interessato dallo studio e riguardano zone marine, zone di litorale e zone dell’entroterra. Di seguito vengono elencati i 10 siti con la relativa codifica:

- **IT 1345005 Portovenere-Riomaggiore-San Benedetto**
- **IT 1345103 Isole Tino e Tinetto**
- **IT 1345104 Isola Palmaria**
- **IT 1345109 Montemarcello**
- **IT 1345114 Costa di Maralunga**

## 2. CARATTERISTICHE DEL BACINO

### 2.1. Inquadramento geografico.

L'Ambito di Bacino n° 20 - Golfo della Spezia è composto da 11 Bacini principali e da un insieme di Bacini minori. La superficie totale ricoperta è pari a 6070 ha che ricadono all'interno di quattro Comuni: Portovenere, La Spezia, Arcola, Lerici, Ameglia.

Le superfici dei Bacini possono essere così suddivise:

COMUNE	CORSO D'ACQUA	SUPERFICIE DEL BACINO (ha)
PORTOVENERE	Canale di Ria	Totale ..... 550
	Canale del Netto	
	Altri minori	
LA SPEZIA	Canale Lagora	620
	Torrente Biassa	650
	Torrente Colombano	710
	Torrente Nuova Dorgia	800
	Torrente Vecchia Dorgia	830
	Canale Fossamastra	870
	E altri minori	Totale ..... 4480
LERICI	Torrente Carbognano	Totale .....990
	Fosso Lizzarella	
	Canale del Lino	
	altri minori	
ARCOLA	altri minori	
AMEGLIA	altri minori	
		<b>Totale ..... 6070 ha</b>

**Tabella 1 - Superficie dei singoli sottobacini in cui si suddivide l'Ambito 20 - Golfo della Spezia.**

Si tratta di un ambito particolarmente vasto e molto variabile nei suoi aspetti geomorfologici che caratterizzano il territorio.

L'Ambito ad occidente è delimitato dalla fascia costiera che costituisce il promontorio occidentale che chiude il golfo della Spezia; lo spartiacque procede poi lungo il crinale rappresentato dal M.te della Madonna, M.te Frasci, M.te Verrugoli, per proseguire verso nord-est raggiungendo il M.te Parodi; da qui piega verso sud e incontra il M.te Biassa da cui prosegue nuovamente verso nord-est fino a raggiungere le località Sant'Anna, La Foce e Marinasco. Prosegue verso est raggiungendo la località Sarbia e poi piega verso nord fino a raggiungere M.te Albano e M.te Valeriano. A questo punto il crinale comincia a scendere a quote più basse fino a raggiungere la località il Termo della Spezia. In questa zona comincia il promontorio Orientale, il crinale risale a quote più alte fino a raggiungere il M.te Sorbolo e il Paese di Pitelli successivamente gira verso est fino a raggiungere il M.te Grosso, da qui prosegue verso sud-est a toccare l'abitato di Pugliola e poi risale verso il M.te Valestreri, il M.te la Rocchetta, tocca il M.te Gruzza, raggiunge il M.te Murlo, l'abitato di Montemarcello e poi si chiude in corrispondenza di Punta Bianca.

Il clima è caratterizzato da una distribuzione bimodale delle precipitazioni, con massimo principale autunnale (novembre con circa 164 mm) e secondario primaverile (aprile con circa 110 mm) e unimodale delle temperature che registrano il massimo in Luglio ( $T_{max}$  28°) e il minimo in Febbraio ( $T_{min}$  5°).

All'interno del Bacino sono presenti paesaggi notevolmente differenziati.

A cominciare da ovest prosegue, lungo il Promontorio occidentale, il litorale delle Cinque Terre caratterizzato da alte ed imponenti falesie sormontate da aree terrazzate, un tempo utilizzate per la coltivazione della vite, ma oggi in gran parte abbandonate: in quest'area sono presenti nuclei rurali sparsi.

La parte ad est del promontorio occidentale, che insiste verso il Golfo, è caratterizzata dalla presenza di piccoli centri abitati (Le Grazie, Fezzano, Cadimare, Marola) che sorgono a piedi delle colline e si affacciano direttamente sul mare.

Al centro del Golfo è presente un'ampia pianura che è occupata interamente dall'urbanizzazione della città della Spezia, per cui tale zona risulta essere altamente antropizzata con presenza di sporadiche zone dedicate a parchi urbani.

L'area est della città risulta altamente industrializzata (centrale ENEL, Alenia Difesa San Giorgio, ecc..) ed è l'area in cui risulta essere più sviluppato il porto e i cantieri navali, inoltre si evidenziano i grossi problemi ambientali a causa delle due maggiori discariche di RSU quella di Pitelli e M.te Montada.

Il Promontorio Orientale prosegue con la costa a grande rilevanza turistica di San Terenzo e Lerici, caratterizzata da versanti molto acclivi che degradano verso mare ricoperti da boschi di pini e lecci.

La parte più a sud del promontorio compresa tra Tellaro e Punta Bianca è caratterizzata dalla presenza di alte falesie continuamente erose dal mare.



**Figura 1 - Panoramica del Golfo della Spezia.**

## 2.2. Geologia

Dal punto di vista geologico il territorio dell'Ambito 20-Golfo della Spezia è costituito da terreni di facies toscana ricoperti dalle falde liguri.

La geologia della zona, estremamente complessa, può essere semplificata riunendo tutte le formazioni affioranti in 4 Unità principali:

- **Unità di Punta Bianca**
  - **Brecce tettoniche interposte**
- **Falda Toscana**
- **Complesso di Canetolo**
- **Unità del Gottero**

➤ **Unità di Punta Bianca:** è costituita da successioni metamorfiche di tipo toscano che sono correlabili con quelle presenti nel nucleo metamorfico delle Alpi Apuane. Le successioni in esame affiorano estesamente nelle aree comprese tra Punta Bianca e Montemarcello, tra Lerici e San Terenzo e sulle colline di Pitelli. Si tratta di formazioni epimetamorfiche che possono essere raggruppate in due principali sub-unità informali (Abbate, 1999): **a)** sub-unità di Bocca di Magra, **b)** sub-unità di Ameglia.

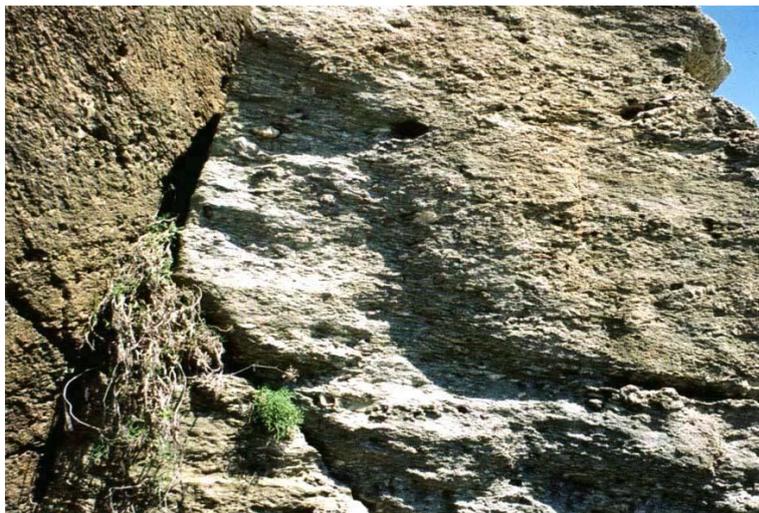
a) La sub-unità di Bocca di Magra è costituita da rocce del Basamento ercinico (Filladi e quarziti di Buti) sulle quali poggia in discordanza il ciclo sedimentario anisico-ladinico rappresentato da conglomerati alluvionali, da calcari di piattaforma, seguiti da depositi clastici e pelitici marini caratterizzati da corpi di brecce carbonatiche poligeniche, e da un evento vulcanico basico.

b) La sub-unità di Ameglia (Verrucano s.s.) è rappresentata da metasedimenti continentali del Ladinico sup./Carnico di natura filladico-quarzitica, nonché da metaconglomerati quarzosi (anageniti), ai quali seguono depositi silicoclastici e carbonatici di ambiente costiero-neritico (Scisti di San Terenzo).

Di seguito viene riportata una sintetica descrizione delle formazioni riconosciute e cartografate.

- **Metaconglomerati verdastrì (qz- MCG)**

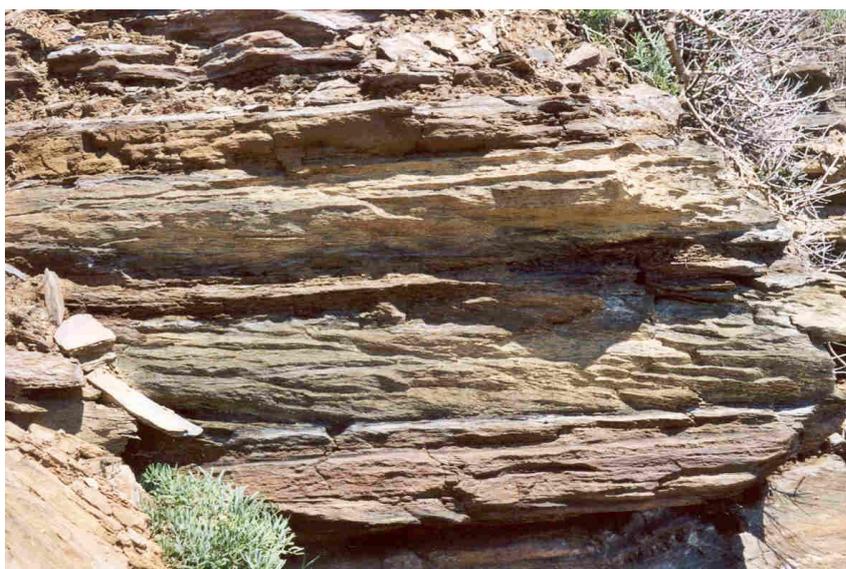
Metaconglomerati poco elaborati ad elementi filladici, subordinatamente carbonatici-ferruginosi legati da matrice filladico-quarzitica verdastra.



**Figura 2 - affioramento di metaconglomerati verdastrì in località Punta Bianca in corrispondenza del promontorio sotto le batterie.**

- **Metarenarie e metapeliti (qz-MAP)**

Metarenarie grigie talora con livelli basali di metaconglomerati minuti alternate a metasiltiti e filladi nerastre, verso l'alto sono presenti anche intercalazioni centimetriche di metacalcari grigio scuri localmente dolomitizzati.



**Figura 3 - metarenarie e metapeliti affioranti nella caletta ad ovest delle batterie.**

- **Metacalcari calcescisti e filladi (cs-MCF)**

Calcescisti e metacalcari grigi e grigio-scuro alternati a filladi nerastre passanti verso l'alto a metacalcari e metacalcareniti ben stratificate, di colore grigio fossilifere.

- **Marmi di Punta Bianca (cc-MAP)**

Costituiti da massicci strati di metabrecce calcaree alternati a metacalcareniti molto fini; i clasti sono costituiti prevalentemente da calcari a *Diplopora* e a *Crinoidi* spesso completamente ricristallizzati (saccaroidi); nella parte bassa sono presenti alternanze di calcari cristallini bianchi e filladi varicolori; nella parte alta si trovano metacalcari fossiliferi di colore grigio con intercalazioni filladiche grigio-verdi talora violacee.



**Figura 4 - vista panoramica dei calcari di Punta Bianca.**

- **Metabrecce poligeniche (bc-MBP)**

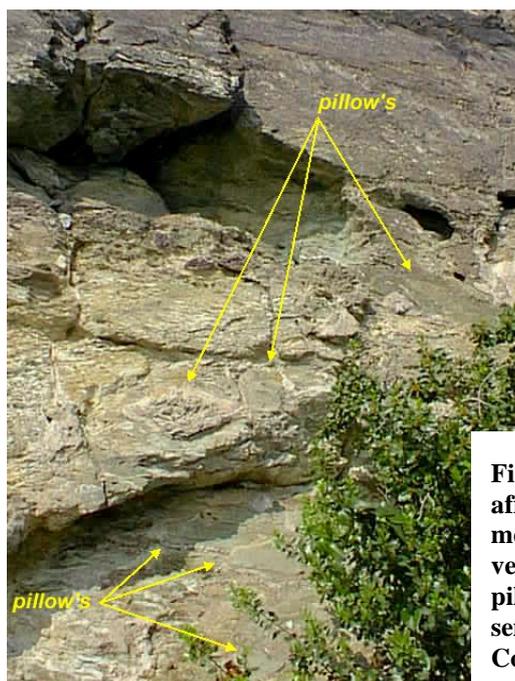
Metabrecce poligeniche con elementi carbonatici, varicolori, in matrice quarzítico-filladica violacea.



**Figura 5 - affioramento di Metabrecce Poligeniche lungo il sentiero per Punta Corvo.**

- **Metavulcaniti (mb-VMP)**

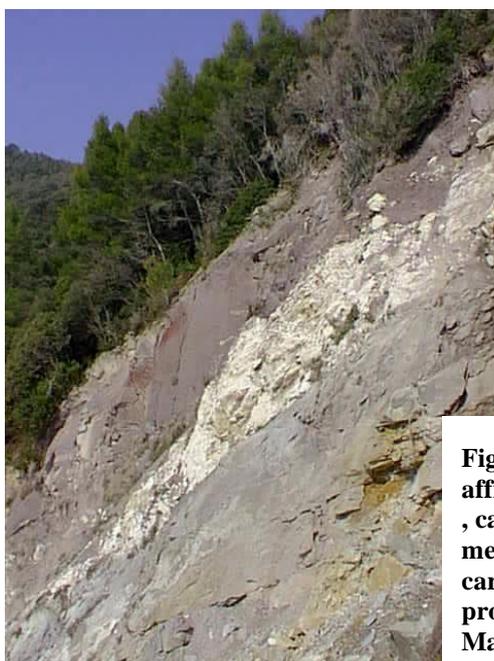
Sono costituiti da Prasiniti verdi con strutture a pillow, alle quali si associano orizzonti di metabrecce ad elementi basaltici.



**Figura 6 -  
affioramento di  
metabasalti di colore  
verde con strutture a  
pillow lungo il  
sentiero per punta  
Corvo.**

- *Filladi calcescisti e metabrecce carbonatiche (mf-FIM)*

Filladi grigio-verdastre e violacee con strati e banchi di calcescisti e metacalcari e metabrecce ad elementi calcarei biancastri.



**Figura 7 -  
affioramento di Filladi  
, calcescisti e  
metabrecce  
carbonatiche in  
prossimità di Cala  
Marola.**

- *Filladi violette (mf-FVI)*

Filladi e metasiltiti violacee con concrezioni ferruginose carbonatiche.

- *Anageniti (qz-ATI)*

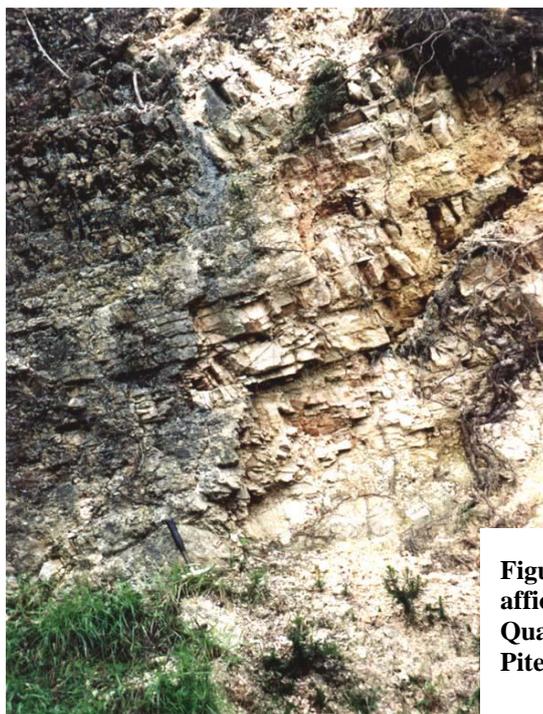
Metaconglomerati quarzosi e quarziti grigio chiare e rosate in strati e banchi.



**Figura 8 - affioramento di anageniti rinvenibili lungo la S.P. 29 Montemarcello - Bocca di Magra.**

- **Quarziti e filladi (qz- QFL)**

Quarziti grigio rosate ben stratificate, talora con livelletti microanagenitici; nella parte alta delle quarziti si intercalano filladi e metasiltiti grigie.



**Figura 9 - affioramento di Quarziti nei pressi di Pitelli.**

- **Scisti di San Terenzo (mf- STZ)**

Alternanze di filladi grigio verdastre e quarziti fini grigie. La porzione superiore presenta vari gradi di brecciatura tettonica.



**Figura 10 - affioramento di Scisti di San Terenzo in prossimità del Castello.**

➤ **Livelli di breccie tettoniche** (Calcere Cavernoso Auct.): costituiscono una sequenza di forte spessore (100 mt.) e sono interposti tra l'Unità di Punta Bianca e la sovrastante Falda Toscana; tali livelli sono derivati da formazioni carbonatiche triassiche, talvolta con presenza di solfuri, sottoposte a processi tettonici neocenici.

Sono distinguibili due intervalli: 1) *Breccie di Lerici*, 2) *Breccie di Maralunga*.

Si tratta, comunque, di breccie con clasti calcarei grigi e grigio-scuro dolomitici a spigoli vivi e cemento calcitico, che spesso mostrano la classica alterazione a cellette. Non è raro trovare anche clasti di scisti verdi e rossicci che rappresentano frammenti della sequenza terrigena originariamente sottostante ai calcari ed alle dolomie. Tali livelli sono interessati da estesi fenomeni carsici recenti.



**Figura 11 - Brecce di Maralunga affioranti in località Maralunga.**

➤ **Falda Toscana:** i terreni appartenenti a questa Unità affiorano in entrambi i promontori per un'estensione complessiva di circa 300 Km<sup>2</sup>. La Falda Toscana comprende tutti i termini compresi tra le Dolomie di Coregna e le Arenarie del Macigno, la cui descrizione sotto il profilo stratigrafico viene riportata di seguito. La Falda Toscana si identifica come unità tettonica durante l'Oligocene superiore (stadio ensialico dell'Orogenesi Appenninica) in quanto al meccanismo di subduzione della crosta continentale (basamento), allora in atto, si accompagna un movimento accessorio costituito dal distacco della copertura che rimane in superficie e si muove verso Ovest costituendo una nuova unità tettonica denominata appunto Falda Toscana (Boccaletti,1980). La successione è rappresentata dalle seguenti formazioni:

- *Dolomie di Coregna (do-DCR)*



Sono così **Figura 12 - Dolomie di Coregna affioranti nella località omonima.** litico di spessore compreso tra i 50 cm e 1 metro. Le strutture sedimentarie sono rappresentate da lamine incrociate e parallele di corrente trattiva. Le Dolomie di Coregna affiorano con buone

esposizione lungo la S.S. n 370 delle Cinque Terre, sul versante orientale del M.te Parodi e nella località omonima.

- **Formazione della Spezia (c -SZI)**

Questa formazione è stata divisa in due membri: Calcari e Marne di M.te S. Croce e Calcari di Portovenere. Tale formazione affiora lungo tutto il Promontorio Occidentale con buone esposizioni sull'Isola Palmaria, sul M.te Castellana e nella Valle di Biassa, e sul promontorio Orientale tra Tellaro e Punta Corvo.

1) **Membro dei Calcari e Marne di M.te S. Croce (c-SZI3):** sono costituiti da alternanze di calcari micritici grigio scuri e marne sottili che, nella sola parte superiore, presentano resti fossili di *Rhaetavicola contorta*. Nei calcari sono presenti lamine incrociate piano-parallele dovute a correnti trattive.



**Figura 13 -  
affioramento di  
Calcari e Marne  
del M.te Santa  
Croce in Località  
Case Bondoni.**

2) **Membro dei calcari di Portovenere (c- SZI2):** è costituito da strati sottili (10-20 cm) di calcare grigio scuro con subordinati intervalli marnosi. Gli interstrati possono contenere bioclasti sparsi e talvolta *lumachelle*. Nella parte superiore si riconosce un orizzonte caratteristico denominato *sequenza di Grotta Arpaia*, costituita da circa 20 mt. di calcari marnoso-argillosi neri con macrofossili.



Figura 14 - Calcari di Portovenere visibili in Piazza San Pietro.



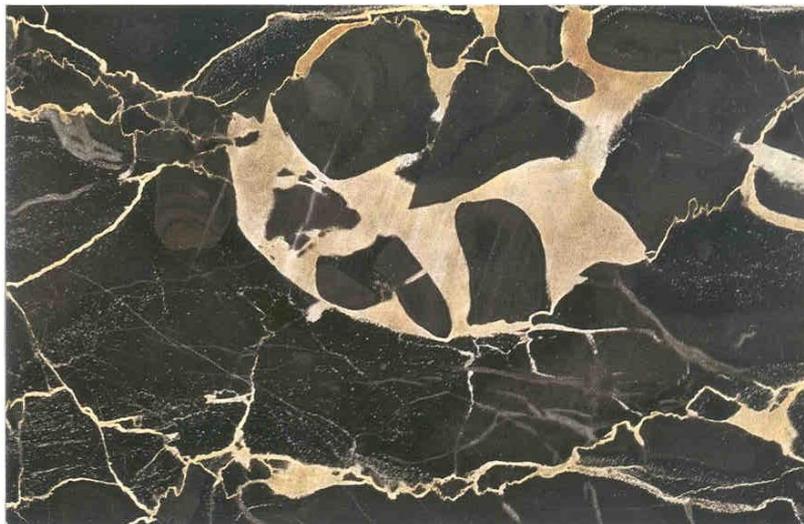
Figura 15 - bioturbazioni dovute ad organismi limivori visibili nei calcari di Portovenere.

3) Strati di Grotta Arpaia (ag-SZI1): Sopra ai calcari di Portovenere è presente un intervallo con spessore di circa 10 mt costituito da strati di argilliti e marne nerastre, il quale affiora con spessore costante dall'Isola del Tino fino a Casella. Tale membro si può ben osservare a Portovenere in corrispondenza di Grotta Arpaia. Qui sono presenti e noti numerosi fossili, ampiamente descritti da Capellini (1866), tra cui lamellibranchi, brachiopodi, coralli ed un'ammonite.

- **Portoro (c-PRT)**

Costituito da un calcare micritico nero, spesso nodulare con chiazze dolomitiche sia bianche che rosate che gialle, sono presenti anche giunti stilolitici rossi dovuti alla concentrazione di ossidi di ferro; le chiazze bianche sono costituite da dolomia saccaroide formatasi per un processo di dolomitizzazione tardiva.

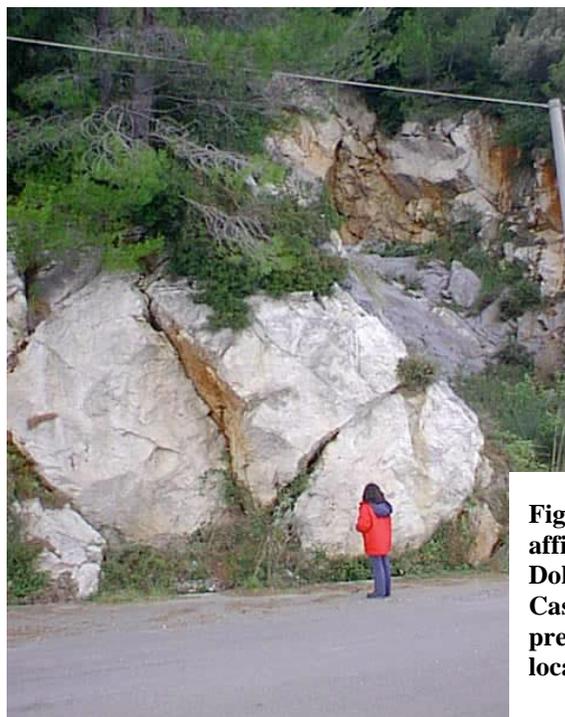
Il portoro viene utilizzato come pregiata pietra da rivestimento, differenziandolo in base alla dimensione delle venature presenti in due varietà: macchia larga e macchia fine.



**Figura 16 - lastra lucidata di "Marmo" Portoro varietà a "Macchia Larga" proveniente dalle cave del M.te Muzzerone.**

- *Dolomie del M.te Castellana (do-DMC)*

Dolomie saccaroidi biancastre, massive, in grossi banchi, legate a processi di dolomitizzazione tardiva, che contengono lembi residui di originari strati calcarei.



**Figura 17 - affioramento di Dolomie del M.te Castellana presenti nella località omonima.**

- *Formazione di Biassa (c-FBS)*

Dolomie calcaree e calcari dolomitici grigi, di spessore variabile da 10 cm a 4-5-mt., alternati a marne grigie, talvolta micacee, di spessore centimetrico.

- **Formazione di Ferriera (cm- FER)**

Calclutiti grigie in strati di spessore da 30 a 50 cm, regolarmente alternate a strati marnosi spessi 5-20 cm, spesso giallastri per alterazione; nella porzione centrale della formazione sono presenti subordinati livelli di marno-siltiti; presenza di granuli di quarzo delle dimensioni del silt.

Lo spessore della formazione è di circa 150 m. Presenti ammoniti in pirite di età hettangiana superiore.



**Figura 18 - affioramento della Formazione della Ferriera lungo la strada militare per il M.te Castellana.**

- **Rosso Ammonitico (c-RSA)**

Detta formazione si sviluppa prevalentemente sul promontorio occidentale, lungo una fascia ristretta che a volte sembra laminarsi. Sul promontorio orientale si riscontrano piccoli affioramenti in corrispondenza dell'abitato della Serra.

È costituito da calcilutiti di colore variabile dal rosso cupo al roseo, più raramente grigio o avana, con struttura nodulare; sono finemente stratificate (spessore di 20 -50 cm) e nodulari, alternate a livelli marnosi rosso scuri. La presenza di Ammoniti tra cui *Arietites* ed *Actractites*, ha permesso di datare la formazione al Sinemuriano-Pleisbachiano.



**Figura 19 - Calcarenite Rosso Ammonitico della cava abbandonata del M.te Parodi.**

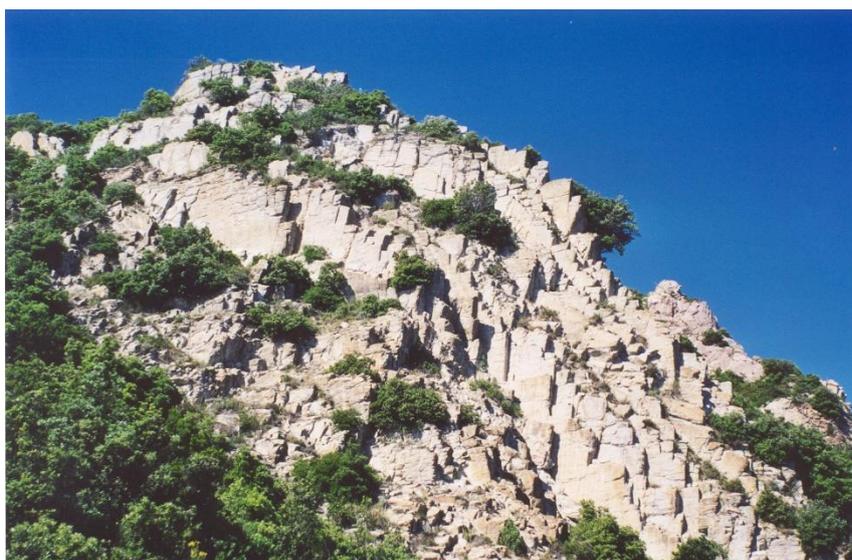
- *Calcarenite selcifera di Limano (c-LMN)*

Calcareniti grigio-chiare in strati di spessore variabile da 30 cm a 2 m. Leggermente marnosi, con noduli e liste di selce grigia e biancastra, sono spesso accompagnati da interstrati molto sottili di argille e marne fissili. Analogamente al Rosso Ammonitico anche il Calcarenite selcifera affiora per una fascia molto ristretta con spessori modesti, inferiori a 5 mt.

Alcune ammoniti piritizzate rinvenute sono indicative del Lias superiore.

- *Marne a Posidonia (ma-POD)*

Marne e calcari marnosi grigio-giallastri o avana talvolta selcifere, con livelletti di calcareniti a *filaments*; passanti verso l'alto a livelli di argilliti silicee. Lo spessore è di circa 180 m. Affiorano per una fascia piuttosto ampia lungo il promontorio occidentale tra la Costa Rossa ed M.te Parodi; nel promontorio orientale affiorano tra La Serra e Tellaro. L'età è compresa tra il Toarciano e il Calloviano.

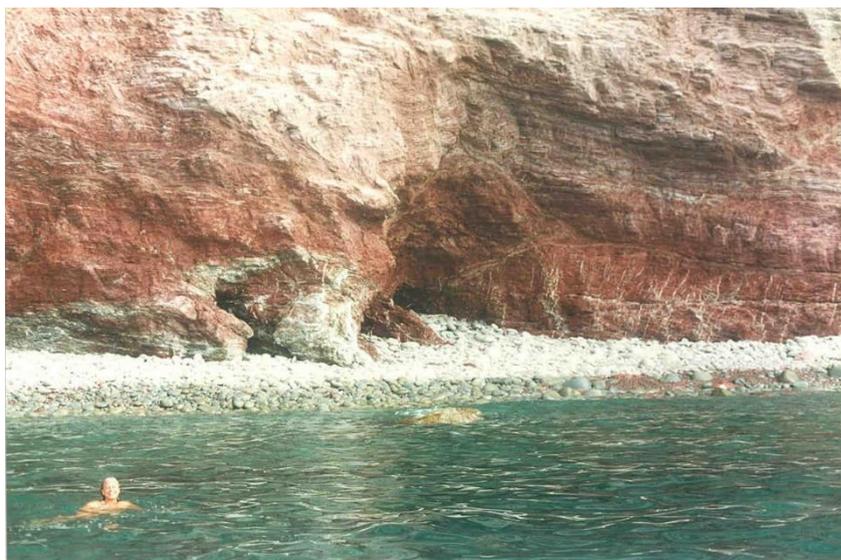


**Figura 20:  
Marne a Posidonia visibili in località Punta Pitone**

- *Diaspri Toscani (d-DSD)*

Radiolariti in strati sottili da 5 a 20 cm di spessore, di colore variabile dal rosa, al rosso al violetto, al verde ed al grigio, talora con fini interstrati argillitici. Presentano fratturazione prismatica secondo piani ortogonali alla stratificazione. La composizione è data da una matrice fine argillosa, con presenza di gusci di radiolari in percentuale variabile. La parte superiore della formazione è costituita da marne rosso scure con intercalazioni di calcari silicei bianchi e verdastrati.

Affiorano sul promontorio occidentale, al Termo della Spezia in un'area a nord di Via Sarzana, lungo la strada che porta a Baccano, e lungo una fascia sottile che va dalla Serra fino a Tellaro. L'età è compresa Calloviano/Oxfordiano-Titonico p.p.



**Figura 21 -  
affioramento di  
Diaspri sul  
promontorio  
orientale di fronte  
allo Scoglio  
Galera, incipiente  
su una spiaggia ad  
alta energia.**

- **Maiolica (c-MAI)**

Questa formazione è caratterizzata da spessori variabili, che vanno da un massimo di 15-20 metri a sud dell'abitato di Campiglia, fino a laminarsi in prossimità dell'abitato di Biassa. Negli affioramenti di maggiore entità possono distinguersi vari tipi litologici: si nota un primo livello costituito da calcilutiti bianche a frattura concoide con la presenza sporadica di liste di selce e noduli, un secondo livello di calcari più scuri con straterelli di selce neri ed un ultimo livello costituito da grossi banchi calcarenitici intercalati a calcari chiari a frattura concoide. Il passaggio ai sovrastanti Scisti Policromi avviene per graduale scomparsa degli strati calcarei e sostituzione da parte delle argilliti rosse.

Età: Titonico p.p. - Neocomiano.

- **Scisti Policromi (Scaglia Toscana) (ma-STO)**

Tale formazione è costituita da litofacies molto differenziate e legate da rapporti stratigrafici e sedimentologici complessi; sono presenti livelli di argilliti, marne e marne calcaree che vanno dal rosso vinato al rosa al verde, con interstrati di calcareniti fini e intercalazioni di calcilutiti silicee di colore bianco o verdiccio; al contatto col Macigno si rilevano livelli di marne siltose grigie.

Affiorano sul promontorio occidentale per un'ampia fascia tra la località Albana ed il M.te Verrugoli, nei pressi dell'abitato di Baccano in corrispondenza del M.te Sorbolo, e sul promontorio orientale tra l'abitato della Serra e il mare

La formazione ripete armonicamente le deformazioni delle sovrastanti Arenarie del Macigno.

In corrispondenza della località Albana si rileva una struttura monoclinale interessata da numerose pieghe secondarie stirate e laminate. Tale struttura interessa anche tutte le formazioni stratigraficamente sottostanti fino ai calcari selciferi.



Figura 22 - affioramento di Scisti Policromi in corrispondenza della Falesia sotto a case Boccardi.

- *Arenarie del Macigno*

Si tratta di una formazione torbiditica che è stata suddivisa in varie litofacies distinte sulla base di caratteri litologici e sedimentologici; nella sua facies più tipica è rappresentata da potenti strati arenacei grigi, gradati, con granulometria basale da grossolana a media; affiorano estesamente sul promontorio occidentale tra il crinale e il mare aperto, da P.ta Persico al M.te Verrugoli, nell'area a nord del Termo della Spezia fino a San Venerio e in piccoli lembi nelle colline di tra Lerici e Pitelli.

Le litofacies riconosciute nell'Ambito 20 sono le seguenti:

1. *Litofacies Arenacea (ar-MAC)*

La Facies è costituita da arenarie a grana medio-grossolana con spessore variabile da pochi decimetri fino a qualche metro alternate a siltiti argillose grigie frequentemente scagliose, tavola micacee. Negli strati la sequenza di Bouma manca degli intervalli "c,d,e", la base degli strati spesso è di tipo erosivo.

2. *Litofacies delle Arenarie Zonate (par-MACa)* indica una sequenza sedimentaria costituita da arenaria a grana fine alternata ritmicamente a palite con spessori medi degli strati di 10 centimetri, per cui sono riconoscibili due tipologie

- 2.1. il primo tipo è rappresentato da strati arenacei di spessore da centimetrico a decimetrico, a grana fine e base sovente erosiva; l'arenaria presenta strutture a laminazione incrociata, sovente a ripples sovrapposti. Il passaggio alla sovrastante pelite avviene in maniera netta; il rapporto arenaria/pelite varia da 1/3 a 1/10;

- 2.2. il secondo tipo è costituito da strati molto sottili, centimetrici, di arenaria che passano repentinamente alle peliti sia soprastanti che sottostanti. La laminazione è incrociata o parallela ed anche qui sono presenti treni di ripples e strutture sedimentarie evidenti. L'arenaria è sempre in subordine rispetto alla pelite.

Il colore chiaro della parte grossolana arenacea, alternato a quello scuro della parte pelitica determinano la tipica zonatura a bande chiare e scure in cui lo stacco di tonalità è brusco, perché il passaggio tra arenaria e pelite è netto e la parte siltosa è scarsamente rappresentata nel ritmo.



**Figura 23 - Arenarie del Macigno affioranti in località Punta Persico.**

3. *Litofacies conglomeratica (cg-MACd)* Tale facies, che affiora come intercalazione nell'arenaria; è visibile sul promontorio occidentale ed è costituita da ciottoli ben arrotondati di varie dimensioni e da arenarie quarzoso-feldspatiche molto grossolane. I tipi litologici riconosciuti nei conglomerati sono: graniti, gneiss, serpentiniti e subordinatamente calcari silicei e quarziti. La stratificazione è poco evidente, le variazioni granulometriche non suggeriscono nessuna gradazione.

### ➤ **Complesso di Canetolo**

I terreni che poggiano direttamente sulle formazioni torbiditiche del Dominio Toscano vengono indicati come unità alloctone subliguri e sono raggruppati nel Complesso di Canetolo. Sono costituiti da litologie prevalentemente argilloso-calcaree, alla base, che passano, nella parte superiore, a torbiditi arenaceo-pelitiche. Affiora estesamente tra M.te Pertico, M.te Beverone e l'abitato di San Venerio.

Il complesso di Canetolo è costituito dalle seguenti formazioni:

- *Argille e Calcari di Canetolo (ag-ACC)*

Si tratta di un complesso di base costituito da un'alternanza di argilliti nerastre con strati di calcari marnosi scuri, marne grigie e calcareniti laminate; nella parte sommitale compaiono livelli spessi di calcari bianchi talvolta marnosi (**Calcari di Groppo del Vescovo**).

- *Arenarie del Bratica (ar-ARB)*

Sono riconoscibili due facies. La prima è costituita da un flysch con arenarie quarzoso-feldspatiche a cemento carbonatico, leggermente micacee, gradate, grigie, in strati spessi fino a

qualche decimetro, alternate ad argilliti grigio scure. La seconda facies è costituita da siltiti in straterelli sottili di colore grigio-scuro alternati a calcareniti.

In vari affioramenti si presentano fratturate e alterate; talvolta le siltiti risultano completamente decalcificate, friabili e porose.

La formazione delle Arenarie del Bratica affiora estesamente tra M.te Pertico e S. Venerio.



**Foto 23 Arenarie del Bratica visibili presso l'abitato di San Venerio**

### ➤ **Unità del Gottero**

Appartiene al Dominio Ligure Interno.

Le falde liguri sono costituite da una serie di scaglie tettoniche impilate le une sulle altre, sovrapposte alla Falda Toscana e, talora, tettonicamente inserite in essa. Nell'ambito territoriale considerato l'Unità del Gottero affiora limitatamente alla formazione delle Arenarie del Gottero.

- **Arenarie del Gottero (ar-GOT)**

Per tale formazione si possono distinguere due litofacies:

1. **Litofacies arenacea:** costituita da torbiditi arenaceo-argillose formate da strati e banchi di grovacche feldspatiche a granulometria da grossolana a fine, con rapporto arenaria/pelite superiore a 4. Sono gradate e in strati spessi che vanno dal decimetro a più di 1 metro di spessore. La sequenza di Bouma più frequente è Ta-e.
2. **Litofacies arenaceo-pelitica:** gli strati arenacei presentano granulometria fine fino a siltitica, il rapporto arenaria/pelite è in genere inferiore a 1, presentano colore grigio scuro e sono estremamente fissili. La sequenza di Bouma più rappresentativa è Tb-e.

L'Arenaria del M.te Gottero ha, complessivamente, un assetto a monoclinale leggermente ondulata, con debole inclinazione verso nord.

Questa giacitura è complicata dalla presenza di una fascia rovesciata che si rileva tra le località Vailunga e Isola.

Le Arenarie del M.te Gottero costituiscono i rilievi collinari a nord della città della Spezia, a ovest sono a contatto con la Falda Toscana attraverso una faglia di notevole rigetto, mentre a est sono a contatto con le Arenarie del Bratica tramite faglie e contatti tettonici per sovrascorrimento.

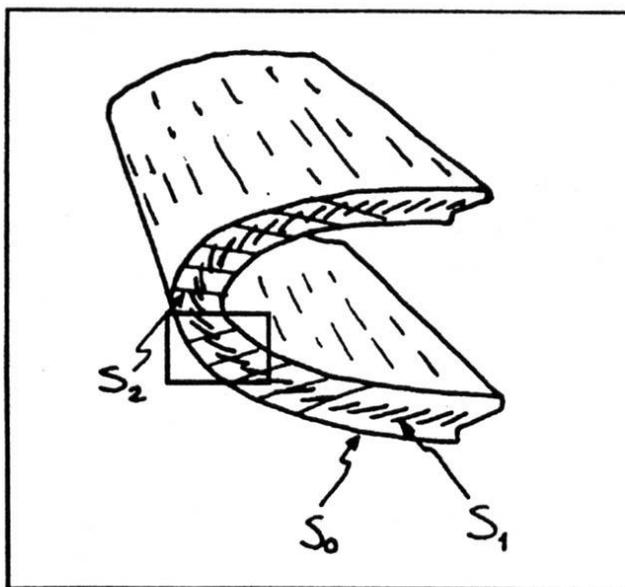
## Tettonica

Dal punto di vista tettonico i due promontori che chiudono il Golfo della Spezia sono caratterizzati da assetti strutturali diversi che verranno descritti separatamente.

Il promontorio occidentale è costituito da un'anticlinale coricata a vergenza tirrenica (*Piega della Spezia*) che coinvolge e ripiega sia i terreni appartenenti alla Falda Toscana che quelli sovrastanti dell'Unità sub-ligure di Canetolo (Giammarino S. e Giglia G., 1990). La piega si estende per circa 25 Km dalle isole Palmaria e Tino fino ai dintorni di Carrodano, l'asse ha una direzione N150°E con una leggera immersione verso NNW. L'interazione tra la topografia e l'assetto geologico-strutturale fa emergere il fianco rovesciato della piega lungo tutto il promontorio occidentale fino a Riccò del Golfo.

I terreni della serie Toscana implicati nel piegamento hanno mantenuto inalterato il loro spessore, con lievi variazioni che si riscontrano solo nelle unità pelitiche (Scisti Policromi); alla mesoscala sono presenti pieghe parassite coassiali alla principale.

All'interno delle formazioni pelitiche della falda toscana sono visibili tre tipi di clivaggio. Il primo, S<sub>0</sub>, è dato dalla stratificazione, poi si ha un clivaggio di prima fase S<sub>1</sub> dovuto allo scorrimento *strato su strato* in risposta ad una coppia di taglio, ed un secondo clivaggio S<sub>2</sub> disposto normalmente agli strati, che rappresenta la foliazione di seconda fase, associata alla piega della Spezia. Ciò dimostra che la successione è stata inizialmente interessata da uno scorrimento eterogeneo (*heterogeneous sliding*), strato su strato, e successivamente dalla fase di piegamento (Giammarino S. e Giglia G., 1990).



**Figura 24 - Schema della Piegatura di La Spezia. S<sub>0</sub>: superficie di strato; S<sub>1</sub>: foliazione di I fase (ripiegata passivamente assieme alla S<sub>0</sub>); S<sub>2</sub> foliazione di II fase associata alla Piegatura di La Spezia. Specialmente in cerniera e sul fianco normale, si nota l'incompatibilità con la Piegatura di La Spezia (da AA. VV., 1999)**



Figura 25 - le pieghe visibili all'Isola Palmaria in località Il Pozzale.

Il promontorio orientale è costituito da una piega antiforale (*Piega di Punta Bianca*) limitata da faglie normali; il forte ribassamento subito ad opera della tettonica distensiva post-miocenica ha portato la cerniera sotto il livello del mare ed oggi è possibile osservare solo il fianco normale della Piega (A. Robbiano, 1999). Dall'esame degli affioramenti si nota che la stratificazione  $S_0$  coincide con la scistosità di I fase  $S_1$ , la foliazione di II fase  $S_2$  è invece associata alla Piega ed è disposta a ventaglio rispetto al nucleo della piega stessa, inoltre al passaggio fra il Verrucano ed i metacalcari sono visibili una serie di pieghe coricate tirreno-vergenti fortemente asimmetriche, che costituiscono pieghe parassite del fianco normale della mega-piega di Punta Bianca.

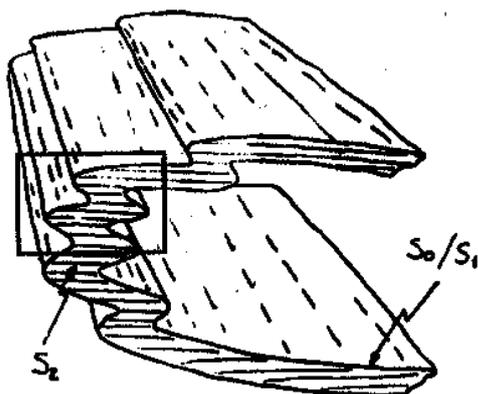


Figura 26 - schema strutturale del nucleo metamorfico con le superfici di strato ( $S_0$ ) coincidenti con la scistosità di prima fase ( $S_1$ ) e la foliazione di II fase ( $S_2$ ) associata alla piega di Punta Bianca. Nel rettangolo è indicata la posizione strutturale degli affioramenti di Punta Bianca (da AA. VV., 1999).

I due promontori che formano il Golfo della Spezia sono separati da due grandi faglie dirette che fanno parte del sistema di Graben presente in questa zona.

Tali faglie sono:

- ♦ la grande faglia della Spezia che dal Golfo della Spezia si prolunga in direzione NW per circa 20 Km con un rigetto di circa 3000 mt, mette a contatto la base della Falda Toscana con il

flysch del Gottero, questa frattura rappresenta la “Faglia Principale” del Graben della Val di Vara;

♦ la grande faglia del Magra si estende per circa 15 Km dalla confluenza con il fiume Vara fino alla foce, presenta un rigetto di circa 800 mt e immersione verso est.

Tra gli alti strutturali, che costituiscono gli Horst, si riconosce, ad est, parte della catena montuosa appartenente al settore nord-apuano, un alto minore è costituito dal promontorio di Punta Bianca ed infine ad ovest il promontorio di Portovenere (Raggi,1980). La piega della Spezia è delimitata da faglie dirette con immersione contraria sui due lati. In corrispondenza del litorale delle Cinque Terre, rilievi geofisici in mare aperto hanno evidenziato la presenza di gradinate di faglie dirette immergenti verso SW (Raggi, 1985).

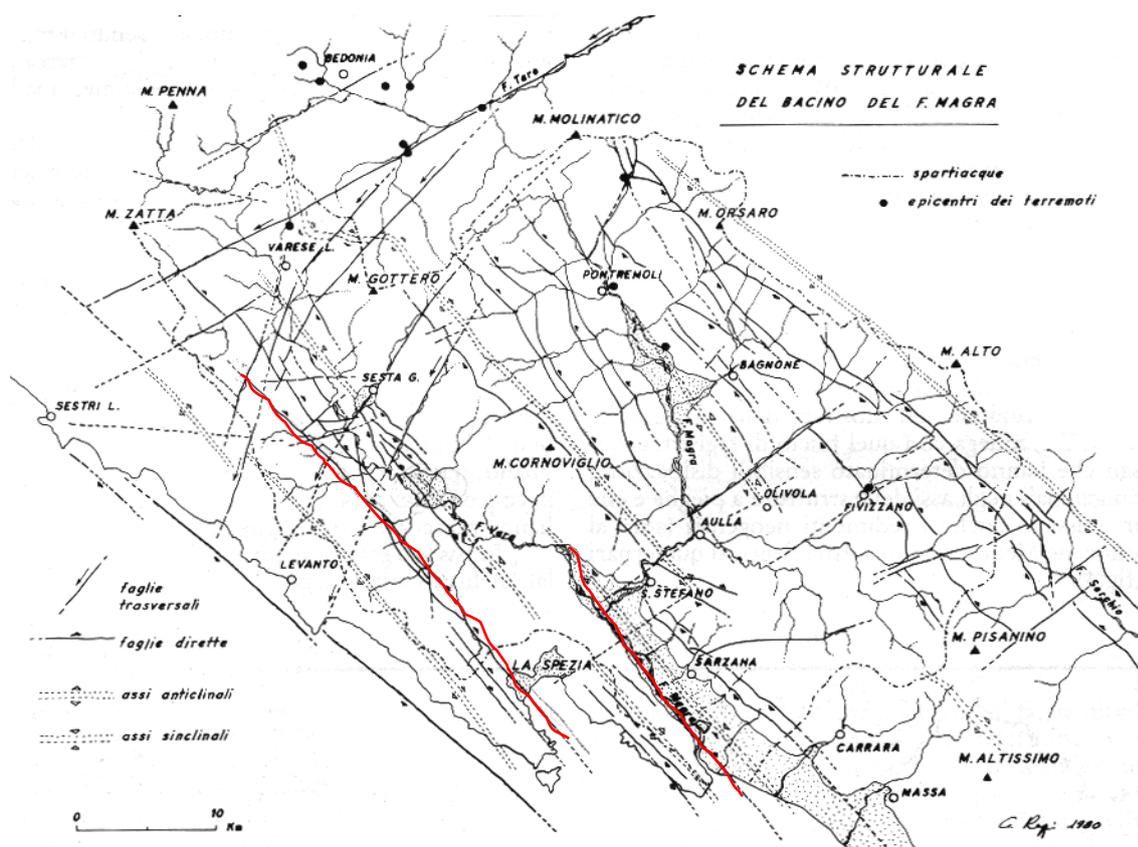


Figura 27 - schema tettonico della Provincia della Spezia (da Raggi, 1984-86).

Le pieghe si sono originate durante le fasi tettonogenetiche compressive culminate nel Miocene superiore. Successivamente, nel Pliocene superiore, si sono attivati i movimenti disgiuntivi collegati all'apertura del Tirreno; a questa nuova fase tettonica, tuttora in atto, sono da riferire le faglie dirette ed i sistemi di Horst e Graben presenti nell'area spezzina. (Raggi,1985).

### 2.3. Geomorfologia

Nella carta geomorfologica sono state prese in considerazione le fenomenologie naturali o prodotte dall'uomo che modificano il paesaggio e ne determinano l'evoluzione.

Nella prima fase si è proceduto all'analisi del territorio tramite foto aeree in scala 1:17.000, al fine di avere una visione globale dei principali fenomeni di modellamento del territorio; successivamente è stato effettuato un controllo a campione sul terreno.

Infine è stata redatta la carta geomorfologica, che riassume le fenomenologie più significative che si sono riscontrate sul territorio.

#### *Acclività*

Nella carta dell'acclività sono state evidenziate le zone a diversa pendenza divise secondo 7 classi riportate di seguito:

<i>classe 1</i>	pendenza del terreno compresa tra	0 ed il 10 %
<i>classe 2</i>	pendenza del terreno compresa tra	10 ed il 20 %
<i>classe 3</i>	pendenza del terreno compresa tra	20 ed il 35 %
<i>classe 4</i>	pendenza del terreno compresa tra	35 ed il 50 %
<i>classe 5</i>	pendenza del terreno compresa tra	50 ed il 75 %
<i>classe 6</i>	pendenza del terreno compresa tra	75 ed il 100 %
<i>classe 7</i>	pendenza del terreno superiore al	100 %

Dal punto di vista morfologico è possibile dividere il territorio dell'Ambito 20 in una zona collinare, che si sviluppa prevalentemente sui due promontori e alle spalle della città, e in una fascia di pianura dove si sviluppa l'abitato della Spezia.

La zona collinare è caratterizzata da pendenze maggiori del 35%; soltanto nelle zone di raccordo con la pianura si riscontrano estese aree a pendenza minore. Aree a classe di acclività minori, comprese tra il 20-35%, sono presenti in forma di *macchia di leopardo* sui rilievi collinari, concentrandosi in particolare modo lungo i crinali; in corrispondenza delle aree carsiche di Montemarcello e del M.te Parodi si riscontrano aree pianeggianti con valori di acclività inferiori al 20%.

#### *Depositi alluvionali*

♦ *Alluvioni Fluviali:* costituiscono quasi interamente la piana della Spezia e le altre aree pianeggianti presenti all'interno del Golfo (Piana di San Terenzo, Piana di Lerici). Si possono distinguere depositi alluvionali attuali mobili, localizzati negli alvei dei torrenti e depositi alluvionali terrazzati, costituiti da corpi tabulari pianeggianti di estensione variabile, ma per lo più limitata, che si localizzano a quote diverse, lungo i lati delle valli. Sono costituiti da accumuli detritici eterogenei dal punto di vista granulometrico e compositivo; la frazione granulometrica grossolana è costituita da ghiaie e ciottoli subarrotondati provenienti, principalmente, da formazioni arenacee e, subordinatamente (lungo ambedue i promontori), da formazioni calcaree afferenti alla "falda Toscana".

♦ *Alluvioni di origine prevalentemente marina:* affiorano nel tratto costiero del Golfo e sono maggiormente diffusi, per estensione, in corrispondenza della città della Spezia. Sono costituiti da litofacies prevalentemente sabbiose, con frazioni argillose e limose, e con scarsi ciottoli

subarrotondati di natura quasi esclusivamente arenacea e calcarea. Da sottolineare è la presenza di lembi di terrazzi marini che si presentano come ampie zone pianeggianti protese verso il mare; si sviluppano a quote variabili e sono maggiormente visibili nella zona occidentale del golfo.



**Figura 28 - terrazzo marino visibile sull'isola Palmaria in località Cala dello Schelotto.**

♦ *Depositi lacustri*: affiorano in prevalenza nella zona compresa tra le località *gli Stagnoni* e *Fossa Mastra*; probabilmente tale area era occupata da stagni costieri nei quali confluivano i corsi d'acqua provenienti dalle colline circostanti.

I depositi lacustri sono costituiti da livelli limo-sabbioso-argillosi con frequenti livelli torbosi. Al loro interno sono presenti abbondanti resti vegetali di ambiente paludoso e microfaune marine;

♦ *Conoidi*: nella carta geomorfologica sono state mappate le conoidi che, seppure inattive, mantengono almeno parzialmente la morfologia originaria anche se in alcuni casi sono interessate da intensa antropizzazione. Sono presenti conoidi formate da piccoli corsi d'acqua tributari del Torrente Nuova Dorgia, nella zona del Felettino - Bivio per Isola ed in corrispondenza dell'Abitato di San Terenzo; nella zona occidentale del capoluogo è stata evidenziata la conoide formata dal Torrente Biassa sulla quale è situato il quartiere di Pegazzano. La litologia dei materiali di accumulo dipende dalla composizione delle rocce attraversate dal corso d'acqua, per cui le conoidi presenti nella zona del Felettino hanno una composizione prevalentemente arenacea in matrice sabbioso-limoso, mentre le altre conoidi sono formate da materiali calcarei immersi in matrice argilloso-limo-sabbiosa.

### ***Coltri detritiche***

Le coltri sono originate dall'alterazione spinta della roccia in posto; il materiale così prodotto viene poi movimentato dalle acque dilavanti lungo il versante fino a ridepositarsi in aree diverse rispetto a quelle in cui si è generato.

Nella cartografia geomorfologica sono state indicate sia le coltri di spessore superiore ai 3 metri che quelle inferiori ai 3 mt, differenziandole in base alla granulometria. Le caratteristiche di queste coltri sono strettamente legate a quelle dell'ammasso roccioso che le ha generate, infatti le coltri situate al di sopra delle formazioni arenacee sono costituite da clasti arenacei di dimensioni

centimetriche immersi in matrice sabbioso-limosa, mentre quelle poste a copertura delle formazioni calcaree sono caratterizzati da clasti centimetrici in matrice limoso-argillosa; depositi caratterizzati da granulometria più grossolana (accumuli di ghiaie e sabbie) si ritrovano in corrispondenza delle falesie costiere.

### ***Forme e processi gravitativi***

Con questa terminologia sono stati indicati tutti i fenomeni franosi presenti sul territorio. Nella carta geomorfologica sono state distinte le frane attive, cioè quelle che hanno dato indizi di movimento riscontrati negli ultimi 10 anni, dalle frane quiescenti che rappresentano accumuli detritici attualmente in condizioni di equilibrio, ma potenzialmente instabili.

I fenomeni franosi presentano una diversa tipologia di movimento che dipende prevalentemente dalla litologia del materiale coinvolto. I diversi movimenti franosi sono stati distinti in base alla classificazione riportata nelle raccomandazioni dell'Autorità di Bacino Regionale n° 4 del 1996 relativa alla *Carta di dettaglio dei Movimenti Franosi* e si è riscontrato che in tutto l'ambito prevalgono le frane da scorrimento rotazionale, localizzate prevalentemente nelle Arenarie del Gottero e nelle formazioni del Complesso di Canetolo, seguite dalle frane di crollo e *debris flows* presenti nelle litologia fratturate quali le Arenarie del Macigno e nella Formazione della Spezia. Di seguito verranno descritti i fenomeni franosi più rilevanti presenti all'interno dell'Ambito.

#### ***Monesteroli.***

Si tratta di una zona di crinale, caratterizzata da diffuse problematiche geologiche, compresa fra due versanti dove si localizzano due fenomeni di debris flow attivi che giungono fino al livello del mare. La riattivazione di detti fenomeni è da attribuirsi principalmente all'azione erosiva del moto ondoso. Un possibile arretramento delle corone di frana potrebbe interessare il nucleo abitato di Monesteroli.

#### ***Fossola***

Il tratto di costa compreso tra Portovenere e Riomaggiore è caratterizzato dalla presenza di imponenti falesie in cui si verificano movimenti gravitativi di diversa entità. Il dissesto di Fossola riguarda un movimento che si sviluppa verso Monte fino a raggiungere l'abitato omonimo. La nicchia di distacco, che ha una lunghezza di circa 200 metri, giunge a lambire la Chiesa che si trova a valle dell'abitato.



**Figura 29 -  
Panoramica  
della grande  
frana di  
Fossola.**

Il dissesto è di tipo complesso ed è determinato dall'erosione marina al piede della falesia che provoca grandi fenomeni di crollo a cui si aggiungono processi di scivolamento che interessano la coltre di alterazione superficiale. Tale fenomeno franoso è stato inserito nel *Piano Straordinario volto alla mitigazione del rischio ai sensi del D.L.180/98* e contraddistinto sulla carta inventario dei fenomeni franosi come 015-067-R4.

Già nel 1995 il Comune di La Spezia aveva commissionato alla Soc. Eptaconsult s.c.r.l. uno Studio Geologico Tecnico sui fenomeni di dissesto interessanti i versanti della zona di Tramonti nel territorio comunale della Spezia, che di fatto ha riguardato lo studio dei fenomeni nel territorio compreso fra Grotta Colombaia, Seno di Fossola e fosso Pessina.

Uno dei dati salienti emersi dallo studio è stata la conferma dell'azione marina quale componente all'innescò dei fenomeni di dissesto, contemporaneamente allo stato di conservazione e fratturazione della roccia, all'azione delle acque di infiltrazione ed all'acclività dei versanti.

Il mare maggiormente incidente nel settore più occidentale (Punta Merlin), dov'è stata riconosciuta la presenza dei due ampi coni di deiezione rappresentati in Figura 30, è quello di Libeccio-Scirocco, seppure caratterizzato da eventi di onda di altezza maggiore di 3 metri molto limitati; al contrario il *debris flow* classificato R4 è soggetto all'azione di eventi con altezza di onda maggiore di 3 m in numero limitato ed afferenti a mare essenzialmente di Libeccio.

### ***Marinasco***

L'area interessata dai dissesti è localizzata in sinistra idrografica del fosso di Contrà, a valle di Via Montalbano e si estende lungo tutta la collina di Marinasco fino all'abitato di Strà. Le Arenarie del Gottero in questa zona si presentano fortemente fratturate e ridotte in blocchi, anche di piccole dimensioni, assimilabili ad un ammasso roccioso incoerente; lo spessore di questa fascia di alterazione può raggiungere anche i 10 metri. I movimenti sono riconducibili a scoscendimenti multipli lungo più superfici di taglio di forma arcuata, avvenuti in successione partendo dal basso e procedendo verso l'alto (G. Raggi, 1998).

L'instabilità dell'area è nota da sempre, prova ne sono i ripetuti interventi di restauro che hanno interessato la Pieve medievale di Santo Stefano.

La Pieve di Marinasco sorge sulla collina che domina il Golfo della Spezia alla quota di 258 m s.l.m. ca., in corrispondenza della corona dell'omonima frana.



**Figura 31 - Panoramica del fronte meridionale della Pieve di Marinasco, prospiciente al Piazzale di Santo Stefano ed al Golfo.**

L'esistenza della pieve, dedicata a Santo Stefano Protomartire, è documentata dal gennaio dell'anno 950<sup>1</sup>, anche se pare che nulla si sia conservato dell'edificio religioso anteriore all'anno Mille. La chiesa si presenta oggi nel suo aspetto gotico con tracce di una precedente fabbrica romanica, alterata, specie all'interno, da interventi moderni. L'instabilità che caratterizza anche la porzione più elevata del versante, su cui poggia la chiesa, rappresenta la causa principale degli interventi più volte arrecati alla pieve<sup>2</sup>, come conferma l'epigrafe posta sulla torre campanaria: fra il 1780 ed il 1784 fu necessario edificare il nuovo campanile e sistemarlo come poderoso sostegno alla chiesa, lungo il prospetto meridionale, nel tentativo di arginarne il rischio di crollo<sup>3</sup>. Tale intervento determinò, inoltre, l'inversione di orientamento di tutto l'edificio.

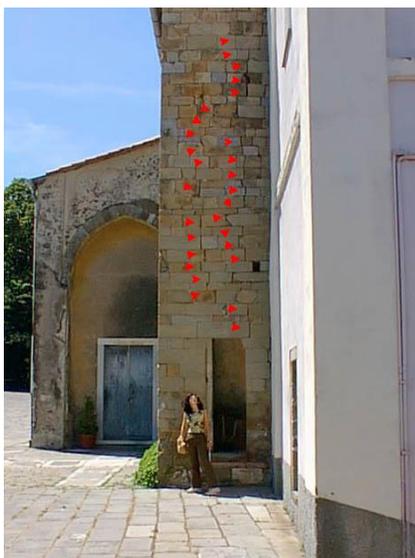
<sup>1</sup> SFORZA, *Bibliografia storica della città di Luni e suoi contorni*. Memorie R. Acc. Delle Scienze di Torino, S. II, T. LX, pp. 323.

Il documento è, in realtà, un atto con il quale Ildeberto d'Isola ottiene dal vescovo di Luni Adalberto un terreno sul quale sorgeva un castello. L'importanza dell'atto consiste nell'essere stato rogato presso la Pieve di Marinasco: *Actu ad plebe Sancti Stephani in Marinasco*.

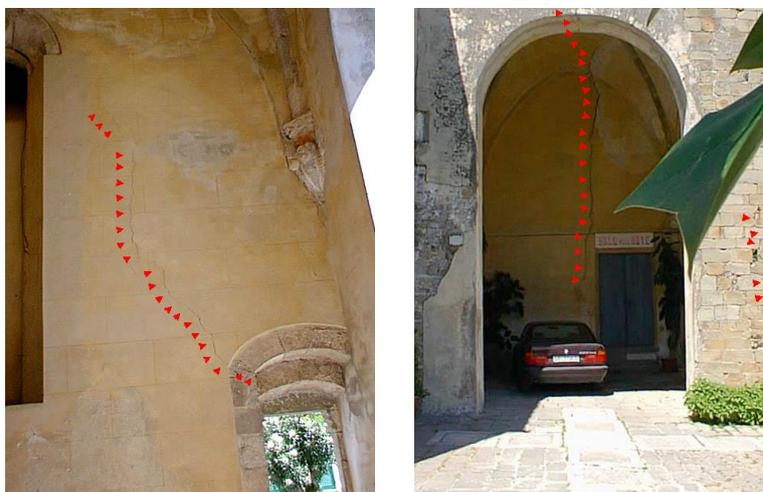
Il documento è stato pubblicato in parte dal PODESTA', *I vescovi di Luni dall'anno 895 al 1289* (Atti e Memorie della R. Deputaz. Di Storia Patria per le prov. Modenesi, S. IV, vol. VI, pp. 16) ed integralmente da LUPO-GENTILE in *Regesto del Cod. Pelavicino* (Atti della Soc. Lig. Di St. Patria, vol. XLIV, pp. 47) da cui l'ha tratto anche il Mazzini (MAZZINI U. *Alcune particolarità storico artistiche della Pieve di Marinasco*. Giornale Storico della Lunigiana, v. 14, pp. 153-165, 1913).

<sup>2</sup> *La chiesa poggia su un terreno mal fermo, che dovette produrle molte volte nel corso dei secoli guasti rilevanti, e fors'anche totali rovine. Un rifacimento completo avvenne certamente durante il '200, ed oggi il complesso dell'edificio è ancora quello, sebbene rimaneggiato. ... Verso la fine del XV secolo furono eseguiti lavori di una certa importanza, perché trovo notizia della spesa per una grossa partita di mattoni* (Arch. Stor. Com. della Spezia, Protocollo di Ser Paolo Ambrosini, 1491, c. 15); da MAZZINI, 1913, op. cit..

<sup>3</sup> *In quel tempo (1780-84) la chiesa doveva essere ridotta in male condizioni statiche per i continui lenti movimenti del suolo su cui sorge, che ne avevano sconquassato i muri, e forse ne minacciavano non lontana un'altra rovina: Fu per ciò che i massari pensarono ad un rimedio energico, e lo attuarono. Rovesciarono la chiesa come una manica; demolirono la facciata per girare quel muro ad abside, costruirvi il coro e collocarvi l'altare: e dall'abside antica fecero un pronao, aprendovi con un'arcata un ingresso dal lato di mezzogiorno. Contro il muro esterno poi dell'abside stessa fu addossata a guisa di enorme barbacane la grossa mole del campanile costruito ex novo, per impedire ulteriori movimenti dell'edificio da quella parte*); da MAZZINI, 1913, op. cit..



**Figura 32 - particolare del paramento orientale della Pieve di Marinasco con indicazione delle scollature a livello di paramento murario.**



**Figura 33 - Lesioni evidenti sulle pareti interne al porticato.**

Ancora oggi il monumento appare fortemente minacciato nella sua staticità; questa volta è il versante esposto a sud che manifesta cedimenti e fenomeni di collasso a causa della riattivazione di un'ampia paleofrana. Su tutta la struttura meridionale ed orientale del monumento sono distinguibili diffuse lesioni che si manifestano con scollature nei paramenti murari le quali accentuano gli accostamenti dei conci riquadrati di arenaria. Le scollature assumono andamento sub-verticale o inclinato; in quest'ultimo caso denotando tensioni al taglio. La presenza delle lesioni è evidente sia all'esterno che all'interno dell'edificio fino ad andare ad interessare pesantemente le strutture a volta del porticato.



**Figura 34 - Lesione in corrispondenza della volta del porticato.**

Anche in questo caso l'andamento, che di solito inizia in corrispondenza di una bucatura (porta o finestra) assume andamento sub-verticale o inclinato.

Altri elementi che denotano l'esplicitarsi di movimenti in atto sono i distacchi fra corpi disomogenei, realizzati in epoche diverse con tecniche costruttive differenti, che hanno così risposto in maniera difforme alle sollecitazioni subite.

Analogamente lesionati sono il prospiciente complesso edilizio dell'ex convento delle Suore di clausura (*Figura 35*) ed il contiguo cimitero sia nella porzione più antica che in quella estremamente recente.



**Figura 36 - L'ex convento. Evidenti scollature in corrispondenza dei pesanti conci in arenaria riquadrata di un muro di sostegno del ballatoio.**

L'edificio monastico, che in parte risente anche dell'abbandono seppure molto recente, si localizza immediatamente a occidente della Pieve, di rimpetto al Piazzale di Santo Stefano. Anche in questo caso le lesioni si manifestano con evidenza sia sui paramenti murari interni ed esterni, che sulle volte, che sugli elementi accessori.

Tali fenomeni franosi sono stati inseriti nel *Piano Straordinario volto alla mitigazione del rischio ai sensi del D.L.180/98* e contraddistinti sulla carta inventario dei fenomeni franosi come 015-011-R3 Marinasco I, 015-012-R1 Marinasco II, 015-013-R3 Marinasco III.

Successivamente, anche a seguito del verificarsi di nuove evidenti e pericolose lesioni lungo alcuni edifici moderni, dichiarati poi inagibili, il Comune della Spezia ha predisposto due progetti preliminari di intervento. La gravità della situazione ha condizionato l'Amministrazione Provinciale a richiedere un approfondimento di indagine, in considerazione della presenza in zona di altri interventi edilizi *in itinere* di approvazione e della realizzanda galleria connessa alla variante alla S.S. 1 Aurelia.



**Figura 37 -  
panoramica  
della frana  
di  
Marinasco.**

### **Strà**

L'area in frana ha un'ampiezza di circa 60.000 mq, con nicchia di distacco che si localizza a monte dell'Abitato di Strà, ed ha una lunghezza di 250 mt; il dissesto si estende verso valle fino a raggiungere il Canale della Guercia a 100 mt. di quota. La coltre di alterazione è costituita da terreno limo-sabbioso con grossi blocchi di arenaria. I recenti movimenti della frana di Strà interessano un ampio settore del versante dove sono presenti paleofrane e frane quiescenti con numerosi cenni di riattivazione.

La frana di Strà è stata inserita nel *Piano straordinario volto alla mitigazione del rischio ai sensi del D.L.180/98* e contraddistinta sulla carta inventario dei fenomeni franosi come 015-010-R3 Strà di Là.



**Figura 38 -  
panoramica  
della frana  
di Strà.**

Il movimento franoso è classificabile come scorrimento con superfici di scivolamento molto profonde. Una descrizione esauriente si trova a pag. 2 dello studio eseguito da G. Barla, R. Amici, D. Parisi e L. Vai, Geodes, per conto dell'A.N.A.S. nel luglio 1997: *S.S. 1 via Aurelia - Variante tra le località di Ortonovo e Borghetto Vara 1° lotto, Completamento della galleria MARINASCO - Confronto fra le problematiche geotecniche del precedente tracciato e di quello nuovo proposto.*

Il problema della galleria Marinasco si è presentato in diverse fasi dell'iter progettuale della cosiddetta "variante Aurelia". Già in uno studio esecutivo del marzo 1997 (G. Barla, R. Amici, D. Parisi e L. Vai, Geodes, per conto dell'A.N.A.S. nel marzo 1997: *S.S. 1 via Aurelia - Variante all'abitato di La Spezia, lotti 1° e 2° - Completamento della galleria MARINASCO - Progetto Esecutivo*) era stata rivolta particolare attenzione alla presenza, lungo il tracciato della galleria, di accumuli di frana con nicchie di distacco ben evidenziate e, talora, lesioni sul terreno, che trovavano riscontro in fessurazioni di edifici e di muri di sostegno. Assai grave è risultata la situazione del fenomeno di deformazione gravitativa di versante che intersecava e sottopassava la galleria, da poco oltre progressiva 1300 m sino quasi alla progressiva 1800 m.. Nella zona (località Strà) è stata ipotizzata la presenza di superfici di scivolamento profonde, tali da coinvolgere porzioni di versante molto estese, peraltro interessate dalla preesistenza di nuclei abitativi. È stato anche evidenziato come gli stessi versanti fossero sede di una superficie freatica che, sulla base delle misure piezometriche, è stata posta a circa 10 m dal piano campagna. Come attesta la relazione medesima la riattivazione del movimento franoso poteva essere stata innescata dallo scavo della *galleria-finestra*, ad andamento ortogonale al versante; conseguentemente veniva consigliata la sospensione dell'opera e la ricerca di un tracciato alternativo.

Nel tentativo di definire un nuovo tracciato che fosse il meno influente possibile con la situazione geologica descritta, sono state predisposte nuove indagini geotecniche e posa in opera di strumentazioni di monitoraggio (inclinometri) che hanno evidenziato un'evoluzione in atto, a livello di versante, con coinvolgimento di porzioni molto ampie di territorio. La presenza della falda freatica, inoltre, ha favorito l'esplicitarsi dei movimenti contribuendo, in maniera significativa, all'instabilità globale dei versanti.

Conseguentemente è stata studiata una nuova ipotesi progettuale esplicitasi con lo spostamento verso monte del tracciato in galleria. In tal modo l'interazione con le preesistenze doveva realizzarsi in condizioni di *alta copertura* (profondità della galleria dal p. di c. in ragione della sua dimensione). Secondo tali studi tutto il tracciato sotterraneo sarebbe stato scavato in roccia.

Tale situazione ha consentito la ripresa dei lavori lungo il nuovo tracciato sotterraneo e, conseguentemente, anche l'autorizzazione ad altre edificazioni, seppure nella citata relazione del luglio 1997 fossero stati calcolati come realistici e pur adottando una buona tecnica di avanzamento valori del cedimento massimo in superficie, nella sezione di minima copertura, pari a 13-26 mm. Durante la stesura della presente Relazione si sono verificate nuove situazioni di dissesto anche di ampia portata, con apertura della ricordata lesione lunga circa 200 metri in corrispondenza del crinale di Strà e risentimenti sulle strutture locali che hanno prodotto l'emanazione di un decreto di inagibilità per alcuni edifici.

Se dai monitoraggi in corso verrà confermata la complessità dei fenomeni e, soprattutto, la profondità delle superfici di scivolamento (*relazione Geodes del marzo 1997: in particolare i tubi I09, I15, I18, SF1, SF3 ed SF4 mostrano una direzione di spostamento verso monte, con valori di spostamento pluricentrici. Questa condizione fa supporre la presenza di potenziali superfici di scorrimento a profondità superiori a quelle raggiunte dai tubi inclinometrici, con richiamo del piede di questi ultimi*) sarà estremamente complesso prevedere interventi che abbiano una efficacia complessiva, per valore economico, e per impatto.

### **Sarbia**

Si tratta di una frana quiescente che ha un'ampiezza di circa 10.000 mq; la nicchia di distacco ha una lunghezza di circa 100 metri e lambisce l'abitato di Sarbia. Il corpo di frana si sviluppa verso sud-est fino a raggiungere il fosso sottostante l'abitato e interessa la formazione delle Arenarie del Gottero. Tale frana è stata inserita nel *Piano straordinario volto alla mitigazione del rischio ai sensi del D.L.180/98* e contraddistinto sulla carta inventario dei fenomeni franosi come 015-06-R3 Sarbia.

Il corpo di frana lambisce sia l'omonima frazione che un tratto della Strada Comunale per Isola. Si ritiene che il fenomeno debba essere monitorato mediante presidi sia sulle strutture edilizie (fessurimetri, crepemetri, mire topografiche) che sul corpo di accumulo (inclinometri, piezometri, centralina meteorologica) per un tempo non inferiore a tre anni

### **Santa Lucia - Salto del Gatto**

Si tratta di alcuni movimenti singolarmente di dimensioni modeste ma nel complesso indici di una situazione di dissesto diffusa.

Segnalazioni di crolli nella zona sono numerose:

- alcuni anni fa venne parzialmente interrotta la strada comunale La Chiappa-Marinasco in località Salto del Gatto (ancora oggi senza sistemazione) a causa di una frana in roccia con conseguente parziale coinvolgimento anche del canale naturale lì presente;
- a seguito degli eventi meteorologici estremi del novembre 2000 si è prodotta una frana che ha coinvolto sia la copertura detritica che la fase regolitica del substrato (per altro molto potente) interrompendo la viabilità pedonale lungo la medesima strada comunale in località Santa Lucia, ma evidenziando inoppugnabili segni di maggiore estensione laterale del dissesto;
- la chiesa di Santa Lucia è oggetto di monitoraggio da parte dell'A.N.A.S. che sta procedendo alla realizzazione della galleria della cosiddetta variante Aurelia.

In funzione della necessità di procedere all'aggiornamento del *Piano straordinario volto alla mitigazione del rischio ai sensi del D.L.180/98* in seguito agli eventi del novembre 2000 ed alla pericolosità della zona ai fini della pubblica e privata incolumità la frana è stata classificata con il n 015-500-R4 (D.G.R. 904 del 03.08.2001).

Anche tale situazione è inserita nel procedimento giudiziario che fa capo alle precedenti frane di Marinasco e Strà e, come in quei casi, la definizione delle linee guida progettuali e la relativa quantificazione economica non sono possibili in questa sede, almeno fino alla definizione dell'indagine della Magistratura.

### **Campiglia**

L'abitato di Campiglia è interessato dalla presenza di una frana quiescente che ha un'estensione di circa 62.000 mq, con nicchia di distacco ubicata proprio in corrispondenza dell'abitato; il corpo di frana si sviluppa verso nord-est fino a raggiungere il fosso della Fontanella a quota 325 mt.

Tale frana è stata inserita nel *Piano straordinario volto alla mitigazione del rischio ai sensi del D.L.180/98* e contraddistinto sulla carta inventario dei fenomeni franosi come 015-46-R3 Campiglia II.

Di questo dissesto non esistono, in letteratura, che pochi accenni anche per quanto concerne i riflessi sull'abitato. Conseguentemente si ritiene debba essere avviata una fase di studio finalizzata:

1. alla raccolta di tutti i dati disponibili ed alla verifica diretta della situazione in corrispondenza dell'abitato; conseguentemente predisposizione di un eventuale progetto di approfondimento e monitoraggio;
2. ad una fase di indagine diretta e monitoraggio con conseguente eventuale progetto di messa in sicurezza del versante e dell'abitato.

#### ***Cala del Pozzale (Isola Palmaria).***

Si tratta di una zona che rappresenta in parte una parete di falesia ed in parte una porzione di cava dismessa. L'area è soggetta a fenomeni di instabilità per caduta di blocchi sui sottostanti spiaggia e campeggio. Il risanamento si presenta relativamente poco oneroso poiché la litologia locale (Calcari di Portovenere) si presenta in strati di dimensioni tali da consentire la posa in opera di ancoraggi, tirantature e reti protettive.

Alla base è comunque indispensabile la posa di protezioni alla deambulazione sul litorale.

#### ***Zona Biassa-Scoglio.***

Si tratta di due ampi corpi di frana quiescente che interessano direttamente sia l'abitato che la strada di accesso.

Si ritiene indispensabile accertare lo stato di attività mediante la predisposizione di monitoraggi.

#### ***Zona Isola -Toracca.***

Si tratta di alcuni corpi di frana quiescente che interessano la viabilità, il cimitero urbano e la contigua chiesa, la frazione di Isola ed insediamenti di nuclei sparsi.

I corpi di frana si sviluppano in direzione sud, sud-ovest fino a raggiungere il fosso sottostante l'abitato e interessano la formazione delle Arenarie del Gottero.

Si ritiene indispensabile la predisposizione di un monitoraggio.

#### ***Zona Montepertico***

Si tratta di una frana quiescente che ha un'ampiezza di circa 120.000 mq ed interessa il quartiere di Montepertico ed un tratto della viabilità comunale. Il corpo di frana si sviluppa verso sud-est fino a raggiungere il tracciato della linea ferroviaria.

Si ritiene indispensabile la predisposizione di un monitoraggio.

#### ***Pegazzano***

Si tratta di una piccola frana quiescente il cui piede interessa una parte dell'abitato di Pegazzano e la viabilità comunale di collegamento con la frazione di Biassa. Il corpo di frana si sviluppa verso nord fino a raggiungere il sottostante Fosso.

Si ritiene indispensabile la predisposizione di un monitoraggio.

#### ***Fabiano***

Si tratta di una piccola frana quiescente il cui piede interessa una parte marginale dell'abitato di Fabiano.

Si ritiene indispensabile la predisposizione di un monitoraggio mediante presidi sia sulle strutture edilizie (fessurimetri, crepemetri, mire topografiche) che sul corpo di accumulo (inclinometri, piezometri, centralina metereologica), per un tempo non inferiore a tre anni.

#### ***Area Carozzo-Beverone.***

Si tratta di due ampi corpi di frana quiescente che interessano direttamente sia porzioni differenti dell'abitato storico che la strada di accesso.

Si ritiene indispensabile accertare la possibilità di riattivazioni in atto mediante la predisposizione di monitoraggi.

#### ***Pitelli-Macchietta***

Si tratta di due piccoli corpi di frana quiescente i cui piedi interessano una parte dell'abitato di Macchietta (Pitelli).

Si ritiene indispensabile la predisposizione di un monitoraggio.

#### ***Dissesto lungo la strada comunale Pugliola/Solaro in Comune di Lerici.***

La strada in oggetto ha subito numerosi piccoli diffusi problemi di dissesto in varie occasioni, alcuni dei quali sono stati oggetto di intervento di mitigazione, strutturale, da parte del Comune. Una zona in particolare evidenzia una problematica diffusa, a livello di versante, con ripercussioni dirette sulla carreggiata.

#### ***Zone sottoposte ad erosione diffusa***

Questa terminologia è stata utilizzata per campire le aree dove la distribuzione dei dissesti è talmente appressata che non è possibile distinguere il singolo fenomeno.

Si nota che questa fenomenologia è maggiormente evidente lungo versanti molto acclivi, con presenza di litologie fortemente alterate e fratturate.

All'interno dell'Ambito 20 queste zone costituiscono un'ampia fascia di contorno alle frane attive che si rilevano nelle falesie di entrambi i promontori.

#### ***Erosione Marina***

I litorali orientati ad ovest dei due promontori che chiudono il Golfo della Spezia sono caratterizzati da fenomeni di forte erosione marina che origina imponenti falesie dovute alla grande apertura delle coste al mare dominante di Scirocco, ma anche quello molto incisivo di Libeccio (proveniente da sud-est).

Seppure la presenza di onde con altezza maggiore di 3 m sia molto modesta, l'effetto del moto ondoso esercita un'azione disgregatrice sulle rocce, conseguentemente si generano grandi frane di crollo. Talvolta l'erosione operata al piede dei versanti, indotta dall'azione del mare, può mettere in movimento accumuli detritici già presenti sul territorio, generando imponenti *debris flow* visibili soprattutto sul lato ovest di entrambi i promontori che chiudono il Golfo.



**Figura 39 - L'ampio debris flow nella zona di Schiara**

Fattore aggravante consiste nel fatto che la fascia costiera è occupata da terrazzamenti antropici attualmente abbandonati. La mancanza di manutenzione di questi terreni modificati antropicamente, produce sempre più incisivi fenomeni di dilavamento con il conseguente peggioramento della stabilità dei versanti. La situazione è resa più grave dall'erosione marina che si manifesta al piede della falesia e che ingenera aree fortemente instabili all'interno delle quali sono presenti diffusi fenomeni di dissesto.

Le aree maggiormente colpite da queste fenomenologie complesse ed in continuo ampliamento, sono quelle di Fossola - Tramonti, nonché la zona Tellaro - Marosa - P.ta Bianca.

Si tratta prevalentemente di frane di crollo e *debris flow* lineari innescati da processi erosivi dovuti all'azione del mare che agisce al piede di accumuli già preesistenti di materiali sciolti, mobilizzati o falesie in roccia fortemente alterata e fratturata.

Gli accumuli di crollo posizionati al piede dei fenomeni maggiori, che occupano posizione prospiciente il mare, sono oggetto di forte affluenza durante il periodo balneare.

Seppure meno famose tutte queste aree presentano forti analogie con la zona di via dell'Amore (Riomaggiore):

- in tutti i casi le aree sono oggetto di forte affluenza turistica;
- in tutti i casi i fruitori sono soggetti ad analogo grado di pericolosità, tanto è vero che tutte le zone indicate sotto sono soggette a numerose ordinanze di divieto di transito e sosta emanate dalla Capitaneria di Porto;
- in alcuni casi, come ad esempio per la Grotta Byron, acquisiscono valenza storico-architettonica, indotta o costituiscono emergenze culturali; nel caso specifico la tradizione che il noto letterato inglese fosse solito a frequentarla ed a fare in bagno in quelle acque, oltre alle presenze della Chiesa medievale di San Pietro, del castello e dei coevi mulini.

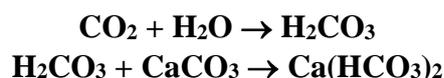
Conseguentemente alla classificazione della via dell'Amore come *zona a rischio molto elevato*, R4, (D.G.R. 904 del 03.08.2001) si è ritenuto, in questa sede, di estendere analoga

classificazione anche a tutte le spiagge presenti al piede delle falesie, comprese nell'Ambito 20, ed in particolare:

- seno di Fossola;
- quella sottesa alla località Costa di Schiara;
- quelle comprese fra le località Albana e Punta Persico;
- Grotta Byron;
- Cala del Pozzale;
- Cala della Fornace;
- Baia di Lerici;
- Valle della Marosa;
- tutto il tratto costiero comprese fra le località Zezzigiola e Punta Corvo;
- tutto il tratto costiero comprese fra le località Cala Marola e Punta Bianca.

### ***Il fenomeno carsico***

Il fenomeno carsico consiste nell'azione chimica e meccanica che l'acqua esercita su rocce calcaree fratturate; le fratture vengono gradualmente allagate dall'azione chimico-fisica delle acque, fino a diventare canali e cavità sotterranee. L'azione chimica viene esplicata dalle acque ricche in CO<sub>2</sub> secondo la reazione:



L'acido carbonico attacca il carbonato di calcio di cui è costituita la roccia e lo trasforma in bicarbonato di calcio solubile in acqua. All'azione chimica si aggiunge quella fisica che è rappresentata dall'azione erosiva esercitata sulle rocce dalle acque circolanti. L'attacco carsico si manifesta in superficie con la presenza di elementi morfologici particolari quali inghiottitoi e doline; l'idrografia superficiale è poco sviluppata e, con l'andare del tempo, viene sostituita dalla circolazione idrica profonda. Tale fenomeno è stato evidenziato nelle formazioni calcaree e dolomitiche tra cui: le Breccie di Maralunga, le Dolomie di Coregna, le Dolomie del M.te Castellana, la Formazione di Biassa, la Formazione della Ferriera, la Formazione della Spezia ed i Calcari di Groppo del Vescovo.

Nella carta geomorfologica sono state distinte le doline; esse si presentano come depressioni morfologiche con al fondo terre rosse di natura argilloso limosa. Le doline più importanti, localizzate sul promontorio occidentale, sono quelle del M.te Santa Croce, in località Pillo, che erano sede anche di piccoli laghetti. Sul promontorio orientale si hanno esempi di doline molto significativi e localizzati a Pian della Chiesa, sul M.te Murlo e nei pressi dell'abitato di Montemarcello.

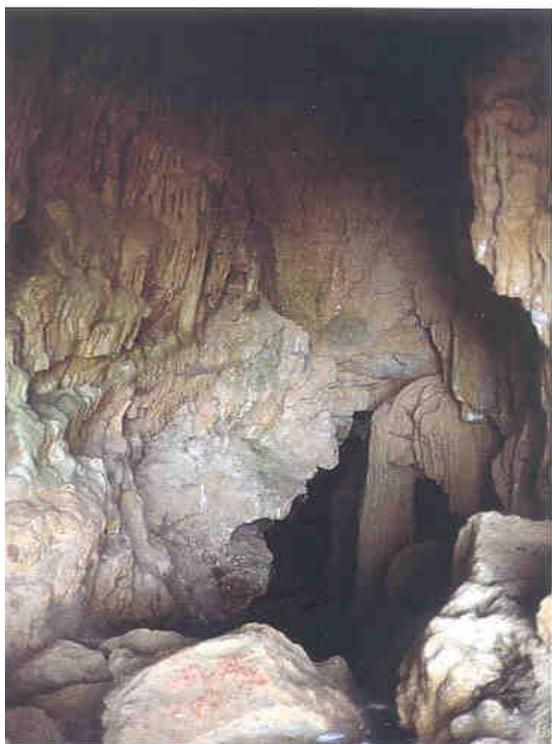


**Figura 40 - La dolina  
presente in prossimità  
dell'abitato di  
Montemarcello.**

Sulla cartografia geomorfologica sono state riportate anche le grotte come, secondo le indicazioni tratte dal "*Catasto delle cavità Carsiche della Provincia della Spezia*" di M. Barbagelata. I processi di dissoluzione carsica in zone particolarmente fratturate hanno prodotto con il tempo l'allargamento delle discontinuità fino a formare cavità sotterranee più o meno ampie. Alcune cavità danno luogo a sorgenti carsiche (*sprugole*) con portate estremamente variabili in relazione alle precipitazioni.



**Figura 41 - Esempio  
di campi solcati  
(*Karren*) nelle Dolomie  
di Coregna**



**Figura 42 - Concrezioni carsiche, all'interno della Grotta dell'Orso presso Pegazzano, La Spezia.**

### ***Cave e miniere***

Per quanto riguarda le Cave si precisa che la regolamentazione della materia è rimandata alle LL.RR. 12/79 e 63/93 e loro applicazioni (PTR attività di Cava), tuttavia la variazione del Piano territoriale regionale delle attività di cava, comportante l'inserimento di un polo estrattivo nel territorio interessante il Piano di Bacino, oppure la ripresa di un'attività di cava ai sensi degli art. 10 e 10 bis delle norme di attuazione del PTRAC, dovrà essere preventivamente valutata dall'Autorità di Bacino al fine di verificare ne la compatibilità con il piano di Bacino stesso.

Di grande impatto ed importanza, fino dall'antichità, è stata l'attività estrattiva impostata per la coltivazione del Portoro sia lungo il Promontorio Occidentale, fino alle Isole Palmaria e Tino, che, in misura estremamente minore, lungo il Promontorio Orientale.

Minore e molto più recente è stata l'attività impostata nella coltivazione del Rosso Ammonitico (soprattutto sul M.te Parodi), dell'arenaria (soprattutto nei dintorni di Biassa) e del calcare e/o dolomia destinati all'industria della calce, attività quest'ultima nata soprattutto quale integrazione alla ben più redditizia coltivazione del Portoro, per la necessità di limitare e soprattutto e riciclare lo sterile senza destinarlo a mera discarica, ammortizzando i costi di forzata produzione.



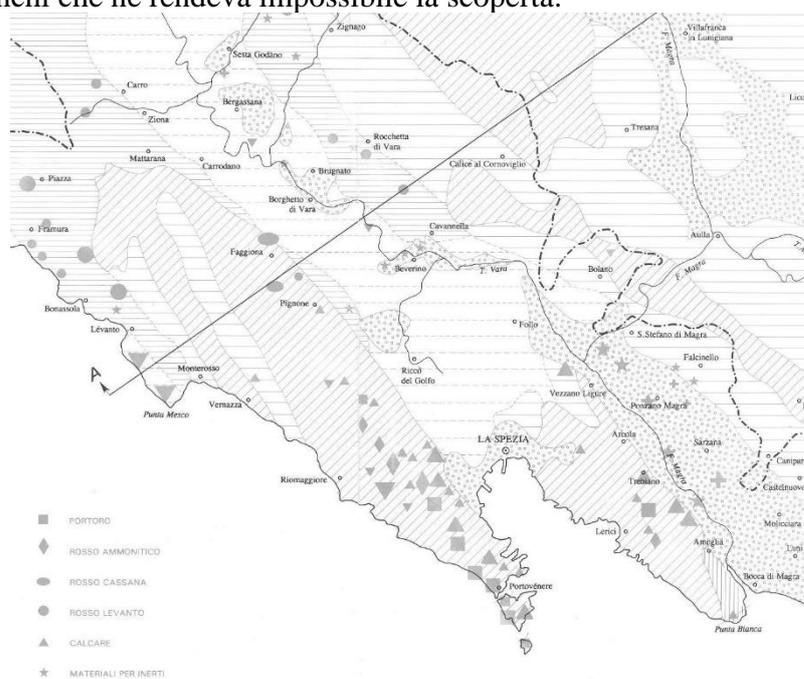
**Figura 43 - la cava del Monte Santa Croce.**

A livello industriale l'attività a maggiore reddito ed impatto ambientale è stata quella legata alla coltivazione e commercializzazione del Portoro.

La genesi del materiale, la giacitura dei banchi e l'associazione sovente molto stretta con la dolomia ne hanno profondamente condizionato sia i metodi che i sistemi di coltivazione.

Quando era possibile la coltivazione avveniva a cielo aperto, lasciando sul territorio ampi scavi visibili da molto lontano come si vede sull'imponente falesia del M.te Muzzerone. Si ha notizia dalla fonte storica che in alcune particolari condizioni ed epoche sia stata incentivata la coltivazione di alcune cave addirittura dalla Serenissima Repubblica di Genova, come nel caso di quelle all'intorno del castello di Portovenere. Qui, infatti, oltre alla "decima" sul materiale estratto e commercializzato, le cave addossate al castello rappresentavano un miglioramento strategico apportato alla fortezza, realizzato a costo nullo o meglio guadagnandoci sopra l'entità del balzello.

In altri innumerevoli casi la coltivazione del Portoro è avvenuta in sotterraneo condizionata dal repentino approfondimento dei banchi che ne rendeva impossibile la scoperta.



**Figura 44 - Distribuzione dei centri estrattivi più importanti nell'Ambito 20 Golfo della Spezia (da Del Soldato, Pintus e Zuffardi, 1992-1993).**

Dal punto di vista storico la coltivazione delle cave di Portoro si è protratta certamente a cominciare dal Medioevo, mentre non si ha prova scientificamente inconfutabile se è possibile retrocederne l'origine dello sfruttamento all'epoca romana. Si rimanda alla ampia bibliografia tecnica sull'argomento per una trattazione completa.



**Figura 45 - Una vecchia cava a cielo aperto abbandonata di marmo portoro sul Monte Muzzerone (a sinistra) ed una coltivazione ancora attiva in sotterraneo (a destra) nella medesima località.**



**Figura 46 - Vecchia cava di marmo Portoro con l'imbocco in corrispondenza della falesia della Palmaria. E' interessante la presenza della vecchia capra utilizzata per lizzare sulle chiatte i blocchi estratti.**

### **Ex-cava Carlo Alberto nell'Isola Palmaria**

L'areale in corrispondenza dell'ex-cava Carlo Alberto sull'Isola Palmaria è stato oggetto di una specifica variante al Piano di bacino approvata con il Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale n. 44 del 14/04/2022.



Immagine storica della cava ancora attiva

Fino ad alcuni decenni fa l'isola era utilizzata soprattutto per scopi militari e per l'estrazione del portoro, in parte era abitata e coltivata. Successivamente, caduti i vincoli militari, ha subito significativi processi di degrado.

Le attività di cava nell'ex-cava Carlo Alberto sono state interrotte senza un'adeguata sistemazione del fronte che presenta pareti pseudo-verticali con fenomeni d'instabilità diffusi e crolli di materiale lapideo.

Dal punto di vista geologico, l'area di intervento appartiene alla Formazione della Spezia, ed in particolare, al membro dei Calcari di Porto Venere con livelli di Portoro.

La formazione litoide è costituita da strati decimetrici, ma anche di potenza maggiore, di calcari grigio scuri, alternate a livelli metrici di marne e dolomie. La stratificazione è sub-orizzontale.

La zona risulta interessata da diversi sistemi di fratturazione ed è intensamente piegata in conseguenza dei movimenti tettonici relativi alla piega inversa che interessa tutto il promontorio occidentale del Golfo della Spezia.

Nell'ambito di un progetto di riqualificazione dell'areale interessato dall'ex-cava Carlo Alberto è stato predisposto uno studio geologico di dettaglio sviluppato in diverse fasi:

- Rilievo del fronte roccioso con tecnica laser scanner da 3 punti di stazione posti alla base della parete;
- Rilievo del fronte roccioso con tecnica laser scanner da punti esterni (Porto Venere) alla parete per ottenere una visione d'insieme;
- Rilievo con un drone dell'area alla base del fronte;
- Indagine geologico-strutturale diretta sulla parete eseguita con tecniche speleo-alpinistiche;
- Definizione della posizione e delle dimensioni dei blocchi accumulatisi alla base della parete;
- Indagine geofisica nell'area dell'ex-piazzale.

Le indagini di maggior dettaglio eseguite sono state finalizzate alla definizione di una zonizzazione del fronte roccioso rispetto alla sua pericolosità legata alla differente probabilità di accadimento della caduta massi, sia come singolo blocco sia come evento, coinvolgente la caduta di più blocchi contemporaneamente.

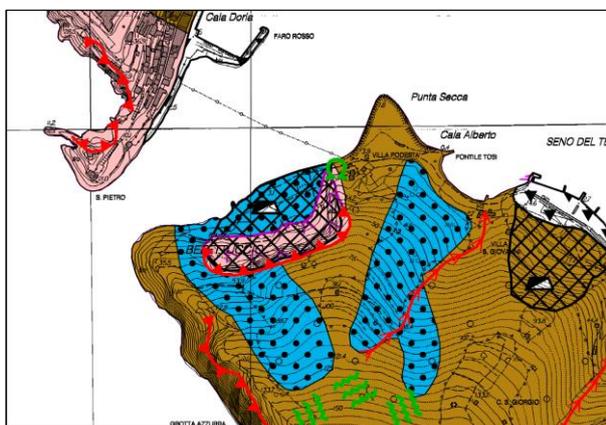
Sono stati così individuati 14 ambiti e, tra questi, identificati quelli più instabili e sono stati ipotizzati interventi di sistemazione sia attivi che passivi. Trattandosi di un'areale ricadente in un SIC, non è stato possibile ipotizzare la messa in sicurezza di tutto il fronte, pertanto l'unico intervento consentito sulla parete rocciosa consiste nella realizzazione, per un tratto di circa 40 metri, di quattro file di chiodature della lunghezza minima di 9.00m, distanti 2m con chiodi sfalsati tra le file di 1.00m, per cui si prevedono nel complesso circa 80 ancoraggi

In base alle risultanze del modello di simulazione caduta massi, al piede del fronte sarà realizzato un vallo con un rilevato posto ad una distanza variabile dalla base del fronte compresa tra i 10 e i 15 metri. Il rilevato, alta 5,6 metri, sarà costituito da 6 file di gabbioni e avrà una larghezza alla base di 6 metri ed in testa di 2 metri.

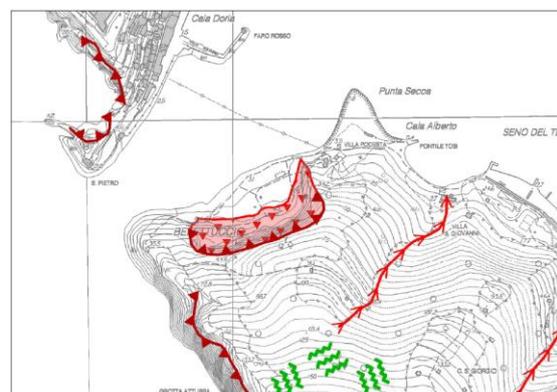
Alla luce delle considerazioni sopra riportate è stata aggiornata la “carta della suscettività al dissesto”, classificando come “area speciale di tipo B<sub>1</sub>” l'intero areale in corrispondenza dell'ex-cava Carlo Alberto nell'isola Palmaria e tutto il fronte roccioso come “Pg4-frana attiva” (si tratta di una frana di crollo come evidenziato anche negli stralci cartografici geomorfologici e di franosità reale riportati di seguito).

Per ragioni di sicurezza per la pubblica e privata incolumità, è stata classificata come “Pg4” anche una parte del piazzale stabilendo una fascia di rispetto di almeno 10 metri di larghezza a partire dalla base del rilevato previsto nel progetto di cui sopra nel mappale 379 verso mare. Per coerenza, alla luce della mancata indagine di dettaglio della restante parete rocciosa così come l'assenza di opere di difesa in previsione, la fascia di rispetto viene prolungata anche nelle porzioni confinanti ad est e ad ovest del mappale 379 seguendo la stessa curva di livello lato mare.

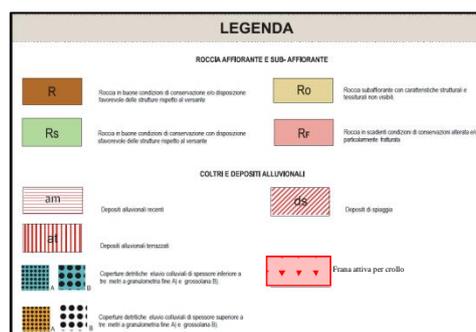
Infine, è stata classificata come “Pg1” la restante porzione del piazzale.



geomorfologia



franosità reale



Relativamente agli altri materiali oggetto di coltivazione:

- *il Rosso Ammonitico* è stato sfruttato in un paio di cave di dimensioni molto ridotte, innescando un'attività molto limitata sia nel tempo che a livello economico per due motivi essenziali: la limitatezza dei giacimenti e la relativa fragilità del materiale che non consentiva la lucidatura delle lastre, ma solo la finitura *al naturale*. Il mercato è stato molto circoscritto e locale;
- *l'arenaria*, soprattutto di Biassa, ha avuto dei momenti di fama notevole, extralocale, se si considera ad esempio che via Meravigli, a Milano, è stata lastricata con questa arenaria agli inizi del secolo scorso. Anche in questo caso la modestia dei giacimenti ne ha decretato la limitatezza dell'attività. Di tipo molto più ristretto è stata l'attività prettamente artigianale e sviluppatasi in maniera del tutto spontanea nei territori delle Cinque Terre, nell'ambito della locale arenaria, per l'approvvigionamento di materiale edilizio. Di tale attività, che più in generale ha interessato tutto il territorio ligure dov'era possibile reperire materiale idoneo all'edilizia spontanea e rurale (oltre che signorile), sono visibili tenue tracce in diverse località, nelle quali l'impatto e l'interesse nei confronti di tale Piano è nullo se non in un'eventuale ottica di salvaguardia di tipo archeologico-industriale;
- *il calcare e la dolomia* sono stati diffusamente estratti per la produzione, soprattutto, della calce e di materiali finalizzati all'edilizia. Il caso della calce è quello, forse, più impattante poiché ha condizionato sia lo sfruttamento di materiali di risulta, ma anche l'apertura o l'ampliamento di nuove cave e, soprattutto, l'imposta di specifici impianti.

Per quanto riguarda, infine, l'attività mineraria sono noti solo alcuni modestissimi assaggi operati, durante la seconda metà dell'Ottocento - inizi Novecento, nella località Baccano del Comune di Arcola. Si è trattato di modestissimi scavi condotti sia in trincea, a cielo aperto, che in galleria, ma che non hanno operato alcun seguito di tipo industriale.

### ***Detriti di Cava***

Sono concentrati soprattutto sul promontorio occidentale, all'interno delle formazioni calcaree e nelle Arenarie del Macigno, dove sono presenti la maggior parte delle cave presenti sul territorio; si tratta di scarti di lavorazione dell'attività estrattiva costituiti da materiale di pezzatura grossolana che originano grossi depositi detritici, *appesi* lungo i versanti.

### ***Riporti Artificiali***

Sono stati cartografati i materiali di riporto artificiali che coincidono con le aree industriali (Enel, ex IP, etc.), i forti militari, i maggiori rilevati stradali e ferroviari, nonché i riempimenti eseguiti lungo la fascia costiera per la realizzazione del Porto mercantile e dell'Arsenale militare. La composizione di questi materiali è estremamente variabile, ma con granulometria generalmente grossolana (ghiaie, sabbie e ciottoli).

### **Aree di discarica**

Sono situate sul promontorio orientale; i siti individuati sono i seguenti:

- Stoccaggio R.S.U. di M.te Montada;
- Discarica R.S. di Saturnia;
- Discarica R.S. della Sistemi Ambientali di Ruffino;
- Area stoccaggio R.S. ex IPODEC;
- Area “Campetto” di Via Pitelli (già discarica R.S.);
- Area “Tiro al Bersaglio” (già discarica R.S.).

### **Pitelli.**

La zona di Pitelli è stata sede, fra gli anni Settanta e Novanta, di diversi siti di discarica controllata per R.S.U. e residui speciali, ma anche oggetto di conduzione anomala dei medesimi. In conseguenza al tipo di conduzione delle imprese operanti nel settore sono state avviate, da parte della Magistratura, diverse procedure di indagine, confluite nelle note e lunghe vicende giudiziarie.

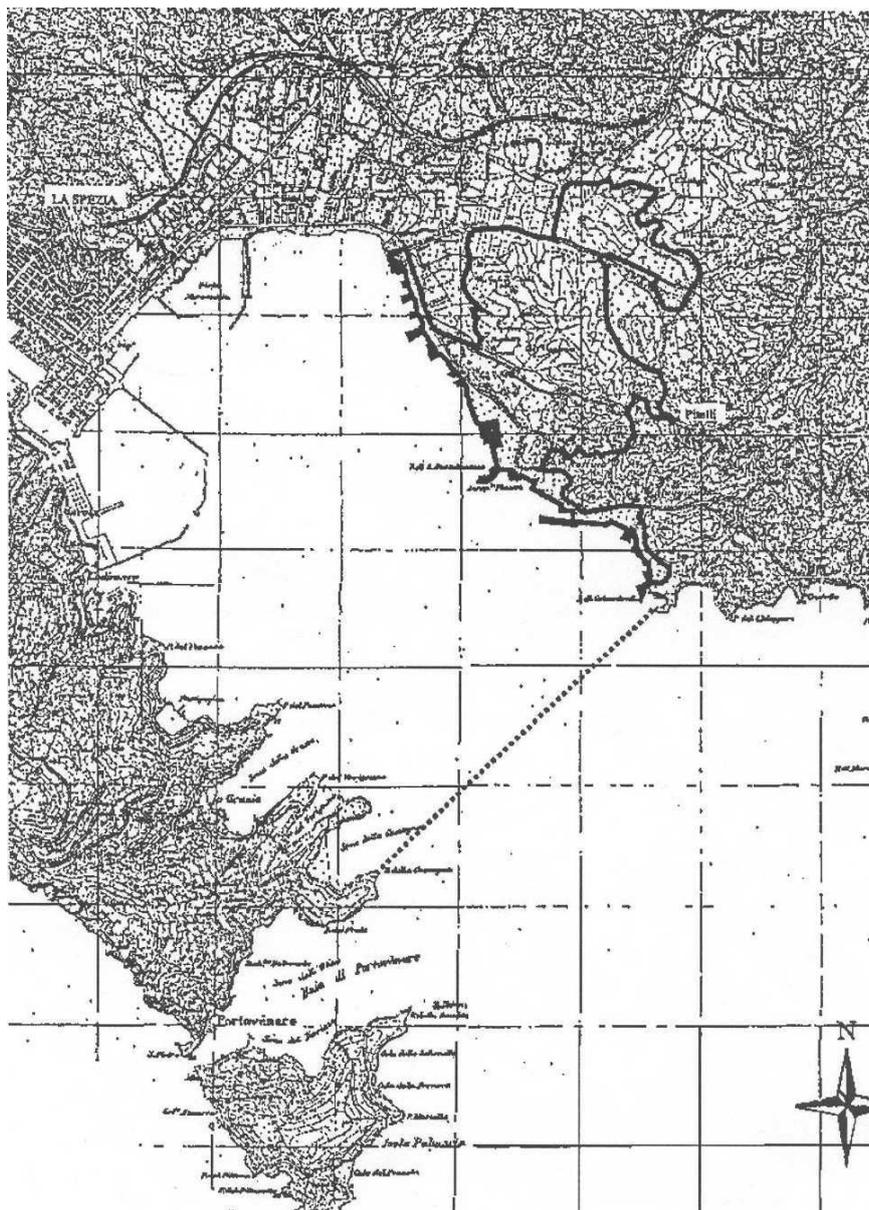
Lo scenario che emerge dalle millecinquecento pagine delle perizie è allarmante. *Le colline di Pitelli sono una stratificazione di sostanze chimiche scaricate nel corso di quasi un ventennio e la natura sta già presentando il conto del disastro attraverso l'inquinamento delle acque di falda. Mercurio, piombo, cadmio, cromo e nichel sono i metalli presenti ovunque. Si potrebbe dunque pensare a interramenti che risalgono a parecchi anni fa ma gli scavi più recenti di rifiuti portano alla luce la presenza di scarti dell'industria farmaceutica, classificati tossico nocivi, fanghi, ceneri, scorie contenenti metalli pesanti, che fanno risalire l'attività illecita a poco tempo prima dell'inizio dell'indagine. Secondo i periti, tra il '93 e il '95, qualcuno ha trasferito sostanze tossiche interrate negli anni ottanta. Ripetutamente. A Pitelli l'intreccio con la criminalità organizzata è provato (BIACCHESSI, 1999).*

Il rilievo nazionale della situazione è sottolineato dall'inserimento dell'area di Pitelli nell'elenco dei 14 siti più inquinati d'Italia e considerati di interesse prioritario dal Ministro dell'Ambiente (sulla base dei criteri di cui all'articolo 18, comma 1, lettera *n*), del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22 e successive modificazioni) per l'avvio di interventi di bonifica. I citati siti erano compresi in specifiche aree industriali o classificati ad alto rischio ambientale. La loro perimetrazione è stata eseguita concordemente ai comuni interessati. L'atto formale si materializza con la promulgazione della L. 426/98 che riporta, all'art.1, comma 3, l'elenco dei suddetti siti:

- a) Venezia (Porto Marghera);
- b) Napoli orientale;
- c) Gela e Priolo;
- d) Manfredonia;
- e) Brindisi;
- f) Taranto;
- g) Cengio e Saliceto;
- h) Piombino;
- i) Massa e Carrara;
- l) Casal Monferrato;
- m) Litorale Domizio-Flegreo e Agro aversano (Caserta-Napoli);
- n) Pitelli (La Spezia);**
- o) Balangero;
- p) Pieve Vergonte.

Con successivo provvedimento del Ministero dell'Ambiente (Decreto 10 gennaio 2000, Perimetrazione del sito di interesse nazionale di Pitelli) viene campito *l'ambito territoriale entro il quale procedere alla caratterizzazione ed alla successiva progettazione degli interventi di messa in sicurezza, bonifica e ripristino ambientale*.

Nella descritta situazione gli interventi necessari al risanamento sono soggetti a finanziamento statale e conseguente progettazione che, allo stato delle attuali conoscenze, non può essere definita neppure a scala preliminare, anche in ragione della non ancora definita indagine giudiziaria.



**Figura 47 - Perimetrazione provvisoria delle aree da sottoporre ad interventi di caratterizzazione, messa in sicurezza, bonifica, ripristino ambientale e attività di monitoraggio, a scala 1:50.000 (allegato al decreto Min. Ambiente 10 gennaio 2000).**

## 2.4. Idrogeologia

Nella carta idrogeologica sono stati indicati il tipo e il grado di permeabilità medio delle differenti litologie, comprese le coperture detritiche ed i depositi quaternari.

Il grado di permeabilità è determinato dall'ampiezza e dalla continuità dei pori per quanto concerne i materiali sciolti; negli ammassi rocciosi, invece, dipende dallo sviluppo (ampiezza, frequenza e sviluppo) delle discontinuità presenti all'interno delle varie litologie. Anche la composizione dell'ammasso roccioso influenza la permeabilità poiché materiali di alterazione possono penetrare nelle fratture occludendole e riducendo, di conseguenza, il grado di permeabilità.

Nella cartografia redatta le formazioni prevalentemente calcaree e dolomitiche, quali le i Marmi di Punta Bianca, le Breccie di Maralunga e le Breccie di Lerici, le Dolomie di Coregna, la Formazione della Spezia, le Dolomie del M.te Castellana, la Formazione di Biassa, la Formazione della Ferriera, Rosso Ammonitico, Maiolica ed i Calcari di Groppo del Vescovo sono state classificate *permeabili per carsismo*, perché dall'analisi geomorfologica è stato riscontrato che le fenomenologie carsiche cioè grotte, doline e campi solcati, si concentrano su queste litologie.

Sono stati classificati *permeabili per fratturazione*: i diaspri, gli Scisti di San Terenzo le Anageniti e Filladi violette, le Filladi, i calcescisti e metabrecce carbonatiche, le metavulcaniti, le metabrecce poligeniche, i metacalcari calcescisti e filladi, le metarenarie e metapeliti, i metaconglomerati verdastri. Anche le Arenarie del Gottero sono state analogamente classificate *permeabili per fratturazione* seppure occasionalmente i frequenti livelli argillitico-siltosi ne abbassino il grado di permeabilità, almeno localmente. Ad onor del vero si trovano affioramenti di queste arenarie in pessime condizioni di conservazione, almeno per una fascia superficiale limitata a pochi metri, condizione che ne aumenta il grado di permeabilità.

Le Arenarie del Macigno, il Calcare Selcifero, le Marne a Posidonia, Scisti Policromi ed sono considerati, invece, *semipermeabili* a causa della presenza di livelli marnoso-argillosi i quali abbassano il grado di permeabilità e producono l'intasamento delle fratture.

Sono state classificate *permeabili per porosità* tutte le coltri detritiche e i depositi alluvionali.

Dato che le quarziti si presentano spesso talmente fratturate ed alterate da essere assimilabili ad una coltre detritica, la permeabilità primaria risulta essere *per porosità*.

Tutta l'area antropizzata che coincide con la città capoluogo è stata classificata impermeabile come i depositi lacustri della zona Stagnoni - Fossa Mastra.

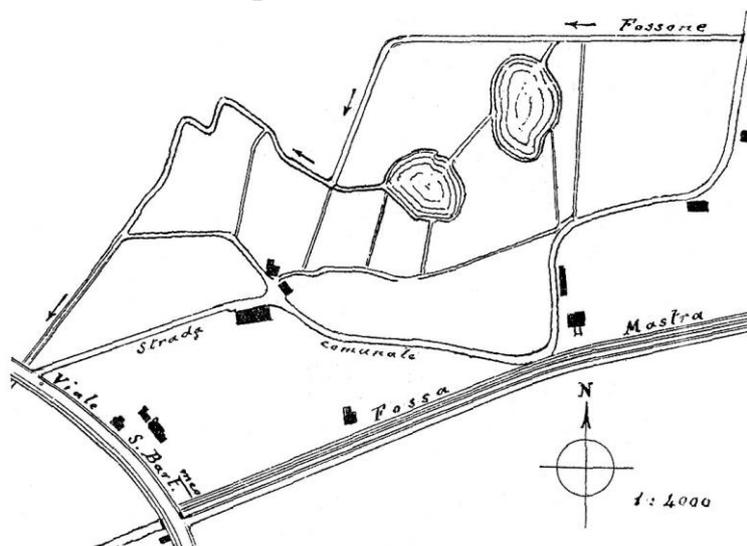


Figura 48 - Rappresentazione delle Profondare, i laghetti degli Stagnoni, come si presentavano all'inizio del Novecento (rilievo Ing. Farina, da Mazzini).

## 2.5. Uso del Suolo

(capitolo modificato con D.D.G. n. 2664 del 05/05/2021)

La carta dell'uso reale del suolo rappresenta il primo e principale strumento alla base di ogni razionale attività programmatoria; essa affianca l'attività di tipo pianificatorio e decisionale degli organi competenti in materia territoriale permettendo di:

- valutare quantitativamente e qualitativamente le caratteristiche attuali riguardo l'utilizzo umano della risorsa suolo;
- avere un primo quadro generale dei possibili equilibri tra la disponibilità della risorsa naturale e le richieste antropiche;
- indirizzare e programmare mediante incrocio con altre informazioni tematiche gli interventi correttivi necessari al razionale uso della risorsa suolo;
- essere di ausilio nel riconoscimento di problematiche legate all'utilizzo del suolo ed attivare studi a scala di maggior dettaglio.

La struttura della legenda della carta dell'uso reale del suolo, ricalca le classi e la struttura della carta originale Corine Land Cover. Nell'ambito della variante di aggiornamento del quadro del rischio (2021) la Carta dell'uso del suolo è stata aggiornata con l'utilizzo della "Carta di Uso del Suolo del territorio della Regione Liguria in scala 1:10.000" redatta dal Sitar/Regione Liguria nel 2009 con ultimo aggiornamento del 2015. A quest'ultima sono state apportate alcune correzioni/aggiornamenti specifici.

## 2.6. Descrizione della rete idrografica (integrato con DSG n. 105/2023)

### *Geografia*

#### *Fosso Ronchetta*

Il bacino del fosso Ronchetta è delimitato dal bacino del canale Capo d'Acqua a Nord e Nord-Ovest e da bacini minori a Est, Sud e Sud-Est.

L'area complessiva sottesa è 0.27 km<sup>2</sup>; il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di Lerici.

Partendo dalla foce e proseguendo in senso orario, lo spartiacque si sviluppa secondo una direttrice Sud-Ovest Nord-Est attraverso il monte Borela (365.8 m s.l.m.), per piegare poi verso Sud-Ovest, parallelamente alla direttrice precedente, passando per il monte Garana (354.8 m s.l.m.) e scendere infine sino al livello del mare.

Il bacino ha una forma approssimativamente rettangolare con il lato più lungo pari a circa 1.2 km e quello più corto tra i 100 e i 350 m; esso risulta urbanizzato nella parte terminale per una fascia di circa 0.4 km a monte della linea di costa.

L'asta principale ha una lunghezza di circa 0.6 km.

#### *Canale Capo d'Acqua*

Il bacino del canale Capo d'Acqua è delimitato dal bacino del fosso Ronchetta a Sud e dal bacino del canale del Lino a Nord e Nord-Ovest.

L'area complessiva sottesa è circa 0.64 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di Lerici.

Lo spartiacque è costituito dai crinali dei monti Gruzza (385 m s.l.m.), Borela (365.8 m s.l.m.) e dalle due direttrici Nord-Est Sud-Ovest pressoché perpendicolari alla costa.

Il canale Capo d'Acqua si forma alle pendici dei monti Gruzza e Borela; l'asta principale ha una lunghezza di circa 1.4 km.

La zona risulta urbanizzata solo in prossimità della costa per una fascia di circa 0.5 km.

### ***Canale del Lino***

Il bacino del Canale del Lino è delimitato dal bacino del canale Capo d'Acqua a Sud, dal bacino del fosso Casella ad Ovest e dal bacino del fiume Magra a Nord.

L'area complessiva sottesa è circa 1 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di Lerici.

La quota massima del bacino è rappresentata dal monte Rocchetta che raggiunge i 400 m s.l.m. circa.

Partendo dalla foce e proseguendo in senso orario, lo spartiacque si sviluppa secondo una direttrice S-N per poi piegare verso E passando per i monti Valestrieri (310.8 m s.l.m.), Rocchetta (400 m s.l.m.), Gruzza (385 m s.l.m) e successivamente verso Sud-Ovest scendendo progressivamente sino al livello del mare.

Il Canale del Lino ha un'affluente principale in sponda sinistra, denominato Fosso della Fontanella (0.24 km<sup>2</sup>), ed in prossimità della foce, in sponda destra, un'affluente secondario (0.23 km<sup>2</sup>).

Il bacino ha una forma approssimativamente triangolare con il lato più lungo pari a circa 1.5 km e quello più corto pari a circa 1 km; esso risulta urbanizzato in prossimità della costa ed in località Serra.

L'asta principale ha origine nella valle delimitata dai monti Valestrieri e Rocchetta ed ha una lunghezza di circa 1.4 km.

### ***Fosso di Casella***

Il bacino del fosso di Casella è delimitato dal bacino del Canale del Lino ad Est e dal bacino del canale Carbognano a Nord.

L'area sottesa è circa 0.2 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di Lerici.

Il bacino, di limitata estensione, è particolarmente urbanizzato in località Serra.

L'asta principale ha una lunghezza di circa 0.6 km.

### ***Canale Carbognano***

Il bacino del canale Carbognano si estende principalmente da Ovest verso Est ed è delimitato a Nord dal canale di Redarca (affluente del fiume Magra), a Sud dai bacini del fosso di Casella e del canale del Lino.

L'area complessiva sottesa è circa 0.6 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di Lerici.

Lo spartiacque si sviluppa secondo due direttrici Ovest-Est pressoché parallele; la quota massima del bacino è di circa 310 m s.l.m.

Il territorio è debolmente acclive ed è caratterizzato da un'elevata urbanizzazione in prossimità dell'abitato di Lerici.

L'asta principale ha una lunghezza di circa 1.2 km.

### ***Rio Molini***

Il bacino del rio Molini è situato a Sud del bacino del fosso della Costa, ha un'estensione molto modesta (circa 0.2 km<sup>2</sup>) e appartiene amministrativamente al Comune di Lerici.

L'asta del rio Molini ha una lunghezza di circa 0.2 km.

Il bacino risulta mediamente urbanizzato.

### ***Fosso della Costa***

Il bacino del fosso della Costa è situato tra i bacini del fosso Maccarani e del rio Molini ed è delimitato a Nord Est dal bacino del rio Maggio, affluente di sponda destra del fiume Magra.

L'area complessiva sottesa è circa 0.34 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di Lerici.

La quota massima del bacino è di circa 120 m s.l.m.

Partendo dalla foce e proseguendo in senso orario, lo spartiacque si sviluppa secondo una direttrice Sud-Nord per poi piegare verso Sud Est passando per l'abitato di Pugliola e successivamente verso Ovest sino al livello del mare.

Il fosso della Costa è composto da un'asta principale, di lunghezza 0.6 km che si estende da Nord verso Sud e da un'affluente in sponda sinistra che si sviluppa da Est verso Ovest.

Il bacino risulta urbanizzato in prossimità della costa e in località Pugliola.

### ***Fosso Maccarani***

Il bacino del fosso Maccarani si estende da Nord verso Sud ed è delimitato dal bacino del fosso Portiola a Ovest e dal bacino del fosso della Costa ad Est.

L'area complessiva sottesa è circa 0.22 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di Lerici.

La quota massima è circa 180 m s.l.m.; il bacino ha forma allungata con il lato più lungo equivalente alla lunghezza dell'asta (circa 0.8 km).

Esso è scarsamente urbanizzato tuttavia sono presenti alcune abitazioni lungo la strada che nella zona di monte attraversa il bacino stesso.

### ***Fosso Portiola***

Il bacino del Fosso Portiola è delimitato dal bacino del fosso Lizzarella ad Ovest, dal bacino del fosso Maccarani ad Est e dal bacino del fiume Magra a Nord-Est.

L'area complessiva sottesa è circa 0.35 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di Lerici.

Il bacino si estende da Sud verso Nord-Est e ha una forma approssimativamente rettangolare, con il lato più lungo pari a circa 1.3 km.

Il bacino è caratterizzato da due aste principali, fosso Portiola (1.1 km) e fosso del Pino (1 km), che confluiscono in prossimità della costa.

La quota massima è di circa 237 m s.l.m.; il bacino risulta mediamente urbanizzato.

### ***Fosso Lizzarella***

Il bacino del fosso Lizzarella è delimitato dal bacino del fosso Muggiano a Ovest, dal bacino del fosso Portiola ad Est e dal bacino del fiume Magra a Nord.

L'area complessiva sottesa è circa 1 km<sup>2</sup> e appartiene amministrativamente al Comune di La Spezia.

Partendo dalla foce e proseguendo in senso orario lo spartiacque si sviluppa secondo una direttrice Sud-Nord, per poi piegare verso Est, passando per il monte Grosso (224.2 m s.l.m.) e successivamente verso Sud scendendo progressivamente sino al livello del mare.

Il tratto terminale si forma dalla confluenza di tre canali. Il fosso Lizzo di lunghezza 1 km ed il fosso Castiglioni di lunghezza 1.1 km confluiscono in un tratto coperto (di circa 0.4 km) che in prossimità dello sbocco a mare si unisce, in sponda destra, con il fosso Lizzarella; l'asta di quest'ultimo ha una lunghezza di 1 km.

I fossi Lizzo e Castiglioni hanno origine alle pendici del monte Grosso; il fosso Lizzarella in prossimità del monte Castiglione.

La zona risulta urbanizzata solo in prossimità della fascia costiera per un'estensione di circa 0.7 km.

### ***Fosso del Muggiano***

Il bacino del fosso del Muggiano è delimitato dal bacino del fosso Lizzarella a Sud-Est e dal bacino del fosso Pezzogrande a Ovest e Nord-Ovest.

L'area complessiva sottesa è circa 0.4 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di La Spezia.

La quota massima del bacino è di circa 190 m s.l.m.

Il bacino ha una forma approssimativamente rettangolare con il lato più lungo pari a circa 1.2 km e quello più corto pari a circa 0.3 km; il suo territorio risulta scarsamente urbanizzato.

L'asta principale ha una lunghezza di circa 1.2 km; il tratto finale di circa 0.7 km è tombinato.

### ***Fosso Pezzogrande***

Il bacino del fosso Pezzogrande è delimitato dal bacino del Fossamastra a Nord e dal bacino del fosso del Muggiano a Sud-Est.

L'area complessiva sottesa è circa 0.5 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di La Spezia.

Il bacino risulta mediamente urbanizzato, la quota massima è circa 190 m s.l.m., l'asta principale ha una lunghezza di circa 1.2 km.

### ***Fosso Canalone***

Il bacino del fosso Canalone è delimitato dal bacino del fosso Isolone a Sud-Est, dal bacino del fosso Pezzogrande a Nord-Est, dal bacino del canale Fossamastra a Nord e dal Bacino del fosso Pagliari a Nord-Ovest.

L'area complessiva sottesa è circa 0.36 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di La Spezia.

La quota massima del bacino è rappresentata dal monte Soglio che raggiunge i 181 m s.l.m. circa.

La zona risulta urbanizzata solo in prossimità della fascia costiera, l'asta principale ha una lunghezza di circa 1.1 km.

### ***Fosso di Pagliari***

Il bacino del fosso Pagliari si estende da Nord-Ovest verso Sud-Est ed è delimitato dal bacino del fosso Canalone a Sud-Est e dal bacino del canale Fossamastra a Nord.

L'area complessiva sottesa è circa 0.66 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di La Spezia.

La quota massima è circa 125 m s.l.m.; il bacino ha forma allungata in direzione Est- Ovest. Il fosso Pagliari è composto da un'asta principale, di lunghezza 1.3 km, che si estende da Ovest verso Sud-Est e da un'affluente in sponda destra di lunghezza 0.7 km. Il bacino risulta mediamente urbanizzato.

### ***Canale Fossamastra***

Il bacino del Canale Fossamastra è delimitato dai bacini dei fossi Canalone e Pezzogrande a Sud, dal bacino del fiume Magra ad Est e a Nord, dal bacino del torrente Vecchia Dorgia a Nord-Ovest e dal bacino del fosso Melara a Sud-Ovest.

L'area complessiva sottesa è circa 7.67 km<sup>2</sup> e appartiene amministrativamente al Comune di La Spezia.

Partendo dalla foce e proseguendo in senso orario lo spartiacque si sviluppa secondo una direttrice Sud-Nord, per poi piegare verso Est, proseguire verso Sud e successivamente piegare verso Ovest fino al mare.

La quota massima del bacino è circa 300 m s.l.m.

Il bacino è caratterizzato da due aste principali, canale Fossamastra (3.7 km) e fosso Calcinara (2.1 km), che confluiscono circa 1.2 km dalla foce.

Il bacino risulta fortemente urbanizzato ed è attraversato in direzione Ovest-Est dalla linea ferroviaria Roma Genova e dall'autostrada A10.

### ***Fosso Melara***

Il bacino del Fosso Melara è delimitato dal bacino del canale Fossamastra a Sud, Est e Nord-Est e da aree scolanti minori a Nord e Ovest.

L'area complessiva sottesa è circa 0.54 km<sup>2</sup> e appartiene amministrativamente al Comune di La Spezia.

La quota massima del bacino è circa 90 m s.l.m. e la lunghezza dell'asta è circa 0.7 km.

Il bacino risulta totalmente urbanizzato.

### ***Torrente Vecchia Dorgia***

Il bacino del torrente Vecchia Dorgia è delimitato dal bacino del canale Fossamastra a Est, dal bacino del canale Bottagna (affluente del fiume Vara) a Nord e dal bacino del torrente Nuova Dorgia a Ovest.

L'area complessiva sottesa è circa 1.64 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di La Spezia.

La quota massima del bacino è circa 250 m s.l.m. circa; la lunghezza dell'asta principale è di circa 2.7 km.

I suoi affluenti principali sono il fosso Ponticelli e il fosso San Rocco, rispettivamente con bacini di 1.3 km<sup>2</sup> e 0.8 km<sup>2</sup>.

Il bacino è attraversato dalla linea ferroviaria Roma Genova ed è fortemente urbanizzato a valle della ferrovia.

Una delle situazioni più eclatanti emerse dallo studio idraulico di corredo al presente Piano è quella relativa alla zona della Pieve di San Venerio in Antoniano, anche per la valenza storica, archeologica e architettonica indotta sull'area dal monumento medesimo.

La chiesa di San Venerio di Migliarina è dedicata al monaco eremita vissuto fra il VI e il VII secolo nell'isola del Tino. Le sue reliquie sarebbero state poi traslate, intorno alla metà del VII secolo, nella chiesa di terraferma, e più di due secoli dopo, a causa delle incursioni saracene, trasportate per maggior sicurezza a Reggio in Emilia.

Il sito della presunta deposizione fu fatto oggetto di un rinnovato fervore di culto nella metà del secolo XI, allorché la chiesa antica, che la tradizione dice esser stata distrutta, venne ricostruita nelle attuali forme protoromaniche.

Furono i Signori di Vezzano a disporre la ricostruzione nel 1084, facendone quasi un santuario di famiglia affidato al monastero di San Venerio del Tino.

La chiesa romanica si appoggia ad una massiccia torre campanaria antecedente di circa 50 anni. Nel suo paramento murario sono disinvoltamente reimpiegati, nelle decorazioni, laterizi romani ed inoltre la presenza di una scala *in spessore* appare del tutto eccezionale per l'epoca.

Il complesso monumentale sorge circondato, come in antico, da un cimitero sito ai piedi dei rilievi collinari della costa orientale del golfo della Spezia, a ridosso della confluenza di due fossati che discendono dalla displuviale del M.te Beverone.

Si tratta di un'area percorsa da un'antica viabilità di collegamento fra la vallata della Magra e i tracciati viari di mezzacosta del lato orientale del golfo, raccordabili ad una viabilità marittima. Negli anni '80 dello scorso secolo è stato infatti rinvenuto materiale ceramico che attesta, nell'area più a monte della chiesa, la presenza di un insediamento dell'età del ferro finale (VI sec. a. C.), aperto anche a scambi commerciali con l'Etruria, da cui s'importava ceramica pregiata come il bucchero pisano, tappa perciò di un itinerario marittimo che giungeva nel nostro golfo.

La successiva colonizzazione fondiaria romana, promossa probabilmente dalla vicina colonia di Luni già nel I sec. a. C., è confermata dalla toponomastica (l'area si chiamava Antoniano, toponimo prediale), e da un robusto muro di recinzione in *opus incertum*, di epoca tardo repubblicana, raffrontabile con un consimile nella villa rustica del Varignano: esso è ancor oggi visibile, grazie ad una botola, a livello delle fondazioni della chiesa romanica.

Il monumento oggi versa in condizioni disastrose:

- i danni cagionati alla copertura conseguenti alla caduta di un fulmine, hanno prodotto l'emanazione di un'ordinanza dei Vigili del Fuoco con la relativa chiusura della chiesa a partire dal giorno di Natale del 1998. Da allora il degrado è in fase di violento incremento causato dal materiale che continua a cadere dal tetto pericolante, dalla pioggia, dalla polvere del vicino cantiere, dai corpi dei piccioni che vanno a morire nell'edificio;
- lo spiazzo antistante la Pieve, il contiguo oratorio e l'ingresso del cimitero ha subito un discutibilissimo intervento di *restyling* che ne ha snaturato completamente la collocazione tradizionale e storica;
- immediatamente a monte è stato disposto un accumulo di materiale a ridosso dell'argine sinistro del Vecchia Dorgia che appare in posizione non autorizzabile per il mancato rispetto delle distanze da un corso di acqua pubblico ed anche pericoloso perché in parte instabile poiché soggetto ad erosione spondale;
- le dimensioni degli attraversamenti sui torrenti Vecchia Dorgia e Fosso Ponticelli non risultano verificati al transito della massima piena con tempo di ritorno di 200 anni ed in alcuni casi neppure a quella con tempo di ritorno di 50 anni;
- lo sbocco della copertura del torrente Vecchia Dorgia, a monte del complesso monumentale è diretta a ridosso di una porzione non protetta del terrapieno: in caso di portata di piena si manifesteranno fenomeni di erosione del piede del deposito con conseguente successivo collasso di parte del rilevato che andrà ad ostruire parzialmente o totalmente la sezione di uscita della copertura e l'alveo con conseguente esondazione e possibile interessamento anche dell'area monumentale.

### ***Torrente Nuova Dorgia***

Il bacino del torrente Nuova Dorgia è delimitato dal bacino del torrente Vecchia Dorgia a Est, dal bacino del canale Bottagna (affluente del fiume Vara) a Nord Nord-Ovest e dai bacini dei fossi Cappelletto e Rossano a Sud.

L'area complessiva sottesa è circa 4.05 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di La Spezia.

La quota massima del bacino è circa 360 m s.l.m.; l'asta principale è lunga circa 4.6 km.

Partendo dalla foce e proseguendo in senso orario, lo spartiacque si sviluppa secondo una direttrice S-N, piega verso Ovest passando per i monti Pertego e Arsò, prosegue verso Nord e successivamente verso Ovest passando per il monte Valeriano e quindi verso Sud scendendo fino al mare.

I suoi affluenti principali sono il fosso Buonviaggio e il fosso Pelizzaro rispettivamente con bacini di 0.7 km<sup>2</sup> e 0.5 km<sup>2</sup>.

Il bacino è attraversato dalla linea ferroviaria Roma Genova ed è fortemente urbanizzato a valle della confluenza con il fosso Buonviaggio.

### ***Fosso Rossano***

Il bacino del fosso Rossano è delimitato dal bacino del torrente Nuova Dorgia a Nord, dal bacino del fosso Cappelletto a Ovest e da aree scolanti minori a Est

L'area complessiva sottesa è circa 1.22 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di La Spezia.

La quota massima del bacino è circa 200 m s.l.m.; l'asta principale è lunga circa 2.3 km.

Il suo affluente principale è il fosso Andreino (0.23 km<sup>2</sup>).

Il bacino è attraversato dalla linea ferroviaria Roma Genova ed è fortemente urbanizzato a valle della ferrovia ed è interessato dall'ex area IP nella parte superiore.

### ***Fosso Cappelletto***

Il bacino del fosso Cappelletto è delimitato dal bacino del fosso Rossano a Est, dal bacino del torrente Nuova Dorgia a Nord, dal bacino del torrente Durasca (affluente del fiume Vara) a Nord-Ovest e dal bacino del canale Lagora e da aree scolanti minori a Ovest.

L'area complessiva sottesa è circa 1.62 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di La Spezia.

La quota massima del bacino è circa 280 m s.l.m.; l'asta principale è lunga circa 2.9 km.

Il suo affluente principale è il fosso Quaresima (0.45 km<sup>2</sup>).

Il bacino è attraversato dalla linea ferroviaria Roma Genova ed è fortemente urbanizzato a valle della ferrovia ed è interessato dall'ex area IP nella parte superiore.

### ***Canale Lagora***

Il bacino del canale del Lagora è delimitato dal bacino del fosso Cappelletto e da aree scolanti minori a Est, dal bacino del torrente Durasca (affluente del fiume Vara) a Nord e a Nord - OvestNord e dal bacino del torrente Caporacca a Sud e Sud-Est.

L'area complessiva sottesa è circa 14.57 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di La Spezia.

La quota massima del bacino è circa 730 m s.l.m.; l'asta principale è lunga circa 6.1 km.

Partendo dalla foce e proseguendo in senso orario, lo spartiacque si sviluppa secondo una direttrice S-SO passando per punta di Coregna, piega verso Nord-Ovest passando per i monti della Madonna e monte Fraschi, prosegue verso Nord passando per monte Verrugoli, piega verso Est e infine verso Sud scendendo fino al mare.



**Figura 49 - Il canale Lagora in una immagine dei primi del secolo scorso.**

I suoi affluenti principali sono seguendo lo stesso andamento dello spartiacque il fosso Fabiano (1.94 km<sup>2</sup>), il fosso Porzano (0.54 km<sup>2</sup>), il fosso Murlo (0.64 km<sup>2</sup>), il fosso Ligurzano (1.16 km<sup>2</sup>), il torrente Colombaro (1.35 km<sup>2</sup>), il fosso Borzonasca (1.05 km<sup>2</sup>) e il fosso Stagno (0.58 km<sup>2</sup>)

Il bacino è in parte attraversato dalla linea ferroviaria Roma Genova ed è fortemente urbanizzato in tutta la porzione valliva e nella zona Nord a ridosso della città.

Dalle verifiche idrauliche risulta che le sezioni non sono sempre in grado di smaltire la portata cinquantennale e l'esposizione al rischio è incrementata dalle deprecabili condizioni di manutenzione in cui versa tutta l'asta idrica. A queste si aggiungono le immissioni in alveo di alcuni scarichi fognari, in parte probabilmente abusivi, e per tale circostanza non depurati o non sufficientemente depurati.

La zona è oggetto, nonostante tutto, di due progetti di sistemazione, ancora allo stato di idea o preliminare, che prevederebbero:

1. la copertura del canale al fine di realizzare un ampliamento della prospiciente strada e creazione di posti auto;
2. il dragaggio, la rinaturalizzazione e la trasformazione in porto-canale del tratto focivo.

Fermo restando il principio secondo il quale la vigente normativa non consente la realizzazione di nuove coperture, si ritiene impercorribile anche la strada dell'ampliamento della copertura esistente sotto qualunque forma dato che comunque sarebbe un intervento finalizzato all'ottenimento del medesimo risultato. Bisogna aggiungere che l'esistente copertura è già stata realizzata a sbalzo e che l'ulteriore ampliamento non potrebbe prescindere dalla realizzazione di un appoggio in alveo.

Il primo progetto è pertanto impercorribile.

Relativamente alla seconda ipotesi progettuale è sicuramente più attuabile, almeno fino al punto in cui prevede il dragaggio completo dei rami del Canale Lagora lungo via Amendola, via Fieschi e via Nazario Sauro, per alcuni motivi:

1. viene previsto il ripristino delle originarie sezioni di deflusso che, secondo notizie locali, erano completamente lastricate in pietra dello stesso tipo e della stessa epoca delle mura dell'Arsenale militare. Tale intervento porterebbe all'approfondimento medio di circa 50 cm per ciascuna sezione con punte, nella parte fociva, di oltre un metro ed acquisirebbe anche valore di restauro dell'opera direttamente e strettamente connessa all'Arsenale;
2. si ridurrebbe il numero dei manufatti che presentano criticità al deflusso delle piene considerate limitando, conseguentemente, il numero di manufatti da adeguare o demolire;
3. eliminerebbe una fonte di inquinamento che la città subisce ormai da numerosi anni sia per l'eliminazione degli scarichi (intervento a carico dell'Amministrazione Comunale) ma anche quello di ipotizzati cloruri derivanti dallo scarico, in epoca remota, di materiali vari.

La destinazione successiva del canale, se renderlo parzialmente navigabile o utilizzarlo come porto-canale, esula dalle indicazioni demandate al presente Piano.

### ***Torrente Caporacca***

Il bacino del torrente Caporacca è delimitato dal bacino del canale del Netto a Est, da aree scolanti minori nel golfo di La Spezia a Nord, dal bacino del canale Lagora a Nord-Ovest e a Ovest e a Sud da aree scolanti minori del tratto costiero alle spalle del golfo di La Spezia.

L'area complessiva sottesa è circa 2.76 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di La Spezia.

La quota massima del bacino è circa 550 m s.l.m.; l'asta principale è lunga circa 3.3 km.

Il bacino risulta urbanizzato solo in prossimità della costa.

### ***Canale del Netto***

Il bacino del canale del Netto è delimitato dal bacino del canale Fezzano a Est e Sud-Est e dal bacino del torrente Caporacca a Sud-Ovest e Ovest.

L'area complessiva sottesa è circa 0.95 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente ai Comuni di La Spezia e Portovenere.

La quota massima del bacino è circa 450 m s.l.m.; l'asta principale è lunga circa 1.3 km.

Il bacino risulta urbanizzato solo in prossimità della costa.

#### ***Canale Fezzano***

Il bacino del canale Fezzano è delimitato dal bacino del fosso Baccioni a Sud-Est, dai bacini dei fossi Cassà e Panigaglia Nord a Est, dal bacino del canale del Netto a Ovest e dal bacino del torrente Caporacca a Sud.

L'area complessiva sottesa è circa 0.42 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di Portovenere.

La quota massima del bacino è circa 510 m s.l.m.; l'asta principale è lunga circa 1.3 km.

Il bacino risulta scarsamente urbanizzato.

#### ***Fosso Panigaglia Nord***

Il bacino del fosso Panigaglia Nord è delimitato dal bacino del fosso Cassà a Sud e a Est e dal bacino del Canale Fezzano a Nord e a Ovest.

L'area complessiva sottesa è circa 0.11 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di Portovenere.

La quota massima del bacino è circa 209 m s.l.m.; l'asta principale è lunga circa 0.35 km.

Il bacino risulta scarsamente urbanizzato.

#### ***Fosso Cassà***

Il bacino del fosso Cassà è delimitato dal bacino del fosso Mortena a Est, dal bacino del fosso Panigaglia Nord a Nord-Ovest, dal bacino del Canale Fezzano a Ovest e dal bacino del fosso Baccioni a Sud.

L'area complessiva sottesa è circa 0.63 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di Portovenere.

La quota massima del bacino è circa 510 m s.l.m.; l'asta principale è lunga circa 1.0 km.

Il suo affluente principale è il fosso Panigaglia Sud (0.19 km<sup>2</sup>).

Il bacino risulta urbanizzato solo in prossimità della costa dove ha sede uno stabilimento SNAM.

#### ***Fosso Mortena***

Il bacino del fosso Mortena è delimitato dal bacino del fosso Cassà a Ovest e da aree scolanti minori a Sud-Ovest, Est e Nord-Est.

L'area complessiva sottesa è circa 0.08 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di Portovenere.

La quota massima del bacino è circa 131 m s.l.m.; l'asta principale è lunga circa 0.3 km.

Il bacino risulta scarsamente urbanizzato.

#### ***Fosso Baccioni***

Il bacino del fosso Baccioni è delimitato dal bacino del canale Ria ad Est e Sud-Est e dai bacini del fosso Cassà e da aree scolanti minori a Nord.

L'area complessiva sottesa è circa 0.33 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di Portovenere.

La quota massima del bacino è circa 510 m s.l.m.; l'asta principale è lunga circa 0.9 km.

Il bacino risulta scarsamente urbanizzato ad eccezione della zona costiera.

#### ***Canale di Ria***

Il bacino del Canale Ria è delimitato da aree scolanti minori a Est, Ovest e Sud, dal bacino del fosso L'Olivo a Sud-Est.

L'area complessiva sottesa è circa 0.9 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di Portovenere.

La quota massima del bacino è circa 510 m s.l.m.; l'asta principale è lunga circa 1.5 km.

Il bacino risulta scarsamente urbanizzato ad eccezione della zona costiera.

#### ***Fosso l'Olivo***

Il bacino del fosso L'Olivo è delimitato da aree scolanti minori a Sud, Est e Nord e dal bacino del canale di Ria a Nord-Ovest.

L'area complessiva sottesa è circa 0.22 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di Portovenere.

La quota massima del bacino è circa 320 m s.l.m.; l'asta principale è lunga circa 0.8 km.

Il bacino risulta scarsamente urbanizzato.

#### ***Fosso Martina***

Il bacino del fosso Martina è delimitato da aree scolanti minori a Sud, Ovest e Nord.

L'area complessiva sottesa è circa 0.11 km<sup>2</sup>, il suo territorio appartiene amministrativamente al Comune di Portovenere.

La quota massima del bacino è circa 320 m s.l.m.; l'asta principale è lunga circa 0.5 km.

Il bacino risulta scarsamente urbanizzato.

**Descrizione della rete idrografica (INTEGRATO con DSG n. 105/2023)****Schematizzazione del reticolo idrografico**

La schematizzazione è stata condotta suddividendo i diversi bacini in unità fisiografiche elementari che formano i sottobacini principali e secondari.

Le unità fisiografiche elementari sono state scelte in base a criteri d'omogeneità con particolare riferimento, all'area drenata e alla lunghezza e alle caratteristiche dell'asta.

La distanza media tra due chiusure successive è stata determinata in modo da poter considerare costante il valore della portata al colmo, lungo tutto il tratto.

Per ciascuna delle chiusure individuate sono stati tracciati i limiti di bacino individuando i relativi spartiacque sulla cartografia tecnica regionale in scala 1:5000 ed è stata assegnata una lettera di riferimento.

La suddivisione dei sottobacini e le relative sezioni di chiusura sono indicati nella cartografia in scala 1:10.000 riportata in Tav.7- Carta del Reticolo Idrografico.

**Determinazione dei parametri caratteristici dei bacini e sottobacini**

Basandosi sulla schematizzazione descritta precedentemente si è proceduto alla determinazione, per ciascuna chiusura individuata, di una serie di parametri caratterizzanti dal punto di vista fisico ed idrologico il bacino sotteso.

I parametri fisici, oltre a fornire utili indicazioni sulle caratteristiche fisiche e morfologiche dei bacini, risultano anche necessari alla determinazione di parametri idrologici, quali, ad esempio, il tempo di corrivazione  $t_c$ .

I parametri idrologici, come appena detto, dipendono dalle caratteristiche fisiche e morfologiche del bacino e consentono l'identificazione e la taratura della risposta idrologica del bacino stesso alle sollecitazioni pluviometriche.

Per ciascun nodo di chiusura sono stati determinati i seguenti parametri:

- Area sottesa  $A$  [ $km^2$ ]
- Quota media  $H_m$  [ $m$  s.l.m.]
- Quota massima  $H_{max}$  [ $m$  s.l.m.]
- Pendenza media dei versanti  $i_v$  [%]
- Lunghezza dell'asta principale  $L$  [ $km$ ]
- Quota massima dell'asta principale  $H_a$  [ $m$  s.l.m.]
- Quota dell'asta principale alla chiusura  $H_0$  [ $m$  s.l.m.]
- Pendenza media dell'asta principale  $i_a$  [%]

Come base cartografica di riferimento per la determinazione di tali parametri è stata utilizzata la cartografia tecnica regionale in scala 1:5000.

L'area  $A$  sottesa a ciascuna chiusura è stata calcolata come media di più misure effettuate con planimetro digitale.

La determinazione della quota media  $H_m$  è stata effettuata suddividendo ciascun sottobacino in fasce altimetriche con scansione ogni 100 m di dislivello, calcolando l'area sottesa da ciascuna fascia e quindi la quota media con la:

$$H_m = \frac{\sum H_i \cdot A_i}{A_t}$$

dove  $H_i$  rappresenta la quota media di ciascuna fascia altimetrica,  $A_i$  la relativa area sottesa e  $A_t$  l'area complessiva del sottobacino.

La quota massima  $H_{max}$  di ciascun bacino è stata ricavata direttamente dalla cartografia tecnica regionale.

Con procedura analoga a quella utilizzata nella determinazione della quota media dei bacini è stata calcolata la pendenza media dei versanti  $i_v$ .

La lunghezza dell'asta principale  $L$ , intesa come il percorso più lungo dalla sorgente alla sezione di chiusura, è stata calcolata con l'ausilio di un curvimetro per il rilevamento delle distanze sulle carte geografiche.

Le quote massima  $H_a$  e alla chiusura  $H_0$  dell'asta principale sono state ricavate direttamente dalla cartografia tecnica regionale.

La pendenza media dell'asta principale  $i_a$ , con riferimento alla simbologia già descritta precedentemente, è stata calcolata con la:

$$i_a = \frac{H_a - H_0}{L}$$

Tutti i valori dei parametri di cui sopra sono stati riassunti, per ciascuna sezione di chiusura, in una serie di schede riportate nell'Allegato I2.

## 2.7. Idrologia di Piena (SUPERATO NEL COMUNE DELLA SPEZIA CON DSG n. 105/2023)

### Analisi delle piogge intense

Sono stati raccolti i dati storici delle precipitazioni di massima intensità e breve durata registrati dalla stazione pluviometrica di La Spezia del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale.

Anno	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	1h	3h	6h	12h	24h
1935			26.4	26.8	27.2	27.6	30.0	45.0	52.8	69.2	104.0
1936	6.6			19.6			27.0	53.6	68.6	106.0	119.0
1937		17.2		40.6			48.8	72.4	78.0	78.8	94.0
1938						36.0	42.0	46.2	47.8	48.0	75.8
1939		15.8					46.8	62.6	81.4	91.2	96.6
1940						36.6	39.6	52.6	56.8	75.6	94.4
1941		13.8	14.2	21.8			33.0	55.2	65.6	84.6	101.8
1942											
1943						40.0	46.0	60.4	62.0	71.4	73.8
1944						24.8	30.6	45.0	50.0	80.0	88.4
1945						19.4	22.6	37.2	45.8	57.6	63.2
1946						21.0	31.0	51.0	70.0	75.0	92.4
1947						30.0	34.0	43.6	68.0	99.0	165.0
1948						37.0	58.6	83.4	84.4	85.0	88.8
1949						41.0	56.6	85.6	87.0	91.0	116.4
1950						32.2	46.2	80.6	86.8	90.8	114.8
1951		8.0					22.4	41.4	53.6	53.8	85.6
1952		12.0				26.0	45.0	69.8	112.8	126.0	135.0
1953		15.0					34.0	72.2	86.6	91.2	150.2
1954							57.0	90.0	139.4	146.0	156.0
1955						20.0	31.0	33.4	40.8	57.8	106.8
1956											
1957		8.6	10.4				18.8	38.4	46.6	89.6	111.8
1958											
1959		11.4	12.9	14.4			37.2	64.4	82.6	84.0	92.6
1960		13.0		20.0			29.6	61.6	88.6	111.2	119.0
1961		15.4	15.7	16.0		25.0	38.2	44.4	52.2	77.2	110.2
1962		11.0					18.8	29.6	32.8	37.2	51.0
1963							46.8	49.8	52.6	67.6	98.4
1964			24.0			27.6	32.8	47.0	60.4	61.6	80.8
1965				20.0			33.0	38.0	47.8	88.8	113.0
1966		15.0					21.0	32.2	41.0	54.4	80.8
1967				22.0			38.4	67.6	74.8	86.0	91.0
1968				37.0			68.2	70.8	93.0	109.4	147.0
1969		13.0		21.8			39.0	51.8	61.8	71.4	78.0
1970							54.4	64.0	89.8	104.6	106.0
1971	19.0	20.0					45.0	67.0	89.6	89.6	89.6
1972		10.0		17.0	18.2	19.5	22.0	41.4	66.6	81.0	93.8
1973				27.6			36.0	38.2	38.2	39.8	61.8
1974		10.0					29.0	33.6	35.8	48.6	56.2
1975											
1976	9.8	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	16.7	29.5	49.3	61.7	75.6
1977		7.8	7.8	11.7	11.7	11.7	11.8	28.8	35.0	50.4	53.0
1978					10.4	10.8	15.8	34.8	56.0	91.2	105.8
1979		11.0	14.4		22.8	27.2	40.4	50.4	66.8	86.2	96.6
1980		10.2	11.6	13.0	14.4	15.8	20.2	36.8	39.0	53.4	53.4
1981											
1982		10.6	11.2	11.8	12.4	13.0	17.2	38.2	47.0	51.6	58.2
1983				11.2	12.6	14.0	27.0	29.4	29.4	36.0	53.4
1984											
1985		11.0	12.6	14.2	15.6	15.8	17.0	21.8	30.4	51.0	74.2
1986							18.4	40.0	44.0	63.8	73.8

**Tabella 2 - Valori annui delle precipitazioni massime per le durate di 5, 10, 15, 20, 25, 30 minuti e 1, 3, 6, 12, 24 ore.**

Di tale stazione, che risulta essere la più rappresentativa della piovosità dell'area in esame, sia per la sua vicinanza in linea d'aria, sia per la sua ubicazione geografica prossima alla linea di costa, sono disponibili in forma discontinua i dati storici di precipitazione di massima intensità e breve durata per il periodo 1935 - 1986.

Nella tabella seguente sono riportati anno per anno i valori delle precipitazioni massime annuali per le durate di 5, 10, 15, 20, 25, 30 minuti e 1, 3, 6, 12, 24 ore.

Come si può notare per le durate superiori a 1 ora è disponibile una serie di 46 anni di osservazioni, mentre le serie che rappresentano le precipitazioni intense di breve durata (inferiori a 1 ora) risultano non omogenee e di minore consistenza.

Data la natura e la consistenza dei campioni disponibili, l'andamento delle piogge intense di breve durata è stato allora ricostruito attraverso l'analisi delle precipitazioni con durata pari a 10,

20 e 30 minuti che rappresentano i campioni più consistenti e affidabili tra quelli con durata inferiori a 1 ora.

Tali valori, unitamente a quelli relativi alle durate superiori a 1 ora, hanno fornito la base dell'analisi probabilistica finalizzata alla determinazione delle curve di probabilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno.

Le elaborazioni sono state condotte regolarizzando le altezze di pioggia massime annuali per ciascuna durata utilizzando diverse leggi probabilistiche ed individuando quella che meglio si adatta a rappresentare il fenomeno.

In particolare, indicando con  $h[mm]$  la variabile altezza di pioggia, con  $P(h)$  la sua probabilità cumulata, con  $m(h)$  la media e con  $s(h)$  lo scarto quadratico medio, sono state utilizzate:

*Distribuzione asintotica del massimo valore del tipo I (di Gumbel):*

$$P(h) = \exp[-\exp[-a \cdot (h - u)]]$$

con:

$$a = \frac{1.283}{s(h)}$$

$$u = m(h) - \frac{0.577}{a}$$

*Distribuzione log-normale a due parametri (di Galton):*

$$P(h) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2} \cdot u^2} \cdot du$$

con:

$$u = a \cdot \ln(h) + b$$

$$a = \left[ \ln \left( 1 + \left( \frac{s(h)}{m(h)} \right)^2 \right) \right]^{-0.5}$$

$$b = \frac{0.5}{a} - a \cdot \ln(m(h))$$

*Distribuzione Gamma a due parametri (di Pearson):*

$$P(h) = \frac{\alpha^\gamma}{\Gamma(\gamma)} \cdot \int_0^h e^{-\alpha \cdot h} \cdot h^{\gamma-1} \cdot dh$$

con:

$$\alpha = \frac{m(h)}{s^2(h)}$$

$$\gamma = \left[ \frac{m(h)}{s(h)} \right]^2$$

$$\Gamma(\gamma) = \int_0^\infty e^{-u} \cdot u^{\gamma-1} \cdot du$$

Per le serie di ciascuna durata e per ognuna delle tre distribuzioni di probabilità si sono dedotte le stime dei parametri caratteristici utilizzando per la stima di  $m(h)$  e  $s(h)$  il metodo dei momenti; successivamente sono state ricavate le stime delle funzioni di probabilità cumulata  $P(h)$ . Per il calcolo delle frequenze osservate è stata utilizzata la formula di Gringorten per la stima della *plotting position*:

$$F(i) = \frac{i - 0.44}{N + 0.12}$$

dove  $i$  è il numero d'ordine delle osservazioni e  $N$  il numero totale delle osservazioni.

Dovendo identificare la distribuzione teorica che porge globalmente la miglior regolarizzazione dei campioni sperimentali si è eseguito il test d'adattamento del chi-quadro (o di Pearson). In particolare per ciascuna durata si è suddiviso il campo di esistenza della variabile altezza di precipitazione in un numero di intervalli tali da rispettare il principio di equiprobabilità, in modo che ogni classe individuata contenesse almeno cinque osservazioni sperimentali. I risultati delle verifiche sono riassunti nella tabella seguente, in cui per ciascuna distribuzione e per ciascuna durata esaminata sono riportati i valori della variabile  $\chi^2$  risultante e della sua probabilità di superamento per le due distribuzioni a  $(k-1)$  e  $(k-1-n)$  gradi di libertà, avendo indicato con  $k$  il numero delle classi e con  $n$  il numero dei parametri della distribuzione.

Stazione di: <b>La Spezia</b>							
Test del CHI-QUADRO		Distribuzione di Gumbel					
Durata	$\chi^2$	gradi di lib.	$\chi^2$ (95%)	P1	gradi di lib.	$\chi^2$ (95%)	P2
10 min	1.64	3	7.82	0.651	1	3.84	0.127
20 min	2.00	2	5.99	0.368	-	-	-
30 min	1.00	3	7.82	0.801	1	3.84	0.317
1 ora	5.65	8	15.51	0.686	6	12.59	0.463
3 ore	5.65	8	15.51	0.686	6	12.59	0.463
6 ore	9.57	8	15.51	0.297	6	12.59	0.144
12 ore	18.96	8	15.51	0.015	6	12.59	0.004
24 ore	8.78	8	15.51	0.361	6	12.59	0.186

Stazione di: <b>La Spezia</b>							
Test del CHI-QUADRO		Distribuzione Log-normale a due parametri					
Durata	$\chi^2$	gradi di lib.	$\chi^2$ (95%)	P1	gradi di lib.	$\chi^2$ (95%)	P2
10 min	1.64	3	7.82	0.651	1	3.84	0.201
20 min	2.00	2	5.99	0.368	-	-	-
30 min	1.00	3	7.82	0.801	1	3.84	0.317
1 ora	7.22	8	15.51	0.513	6	12.59	0.301
3 ore	4.87	8	15.51	0.771	6	12.59	0.561
6 ore	9.17	8	15.51	0.328	6	12.59	0.164
12 ore	18.17	8	15.51	0.020	6	12.59	0.006
24 ore	9.57	8	15.51	0.297	6	12.59	0.144

Stazione di: <b>La Spezia</b>							
Test del CHI-QUADRO		Distribuzione Gamma a due parametri					
Durata	$\chi^2$	gradi di lib.	$\chi^2$ (95%)	P1	gradi di lib.	$\chi^2$ (95%)	P2
10 min	1.64	3	7.82	0.651	1	3.84	0.201
20 min	2.00	2	5.99	0.368	-	-	-
30 min	1.00	3	7.82	0.801	1	3.84	0.317
1 ora	5.65	8	15.51	0.686	6	12.59	0.463
3 ore	3.30	8	15.51	0.914	6	12.59	0.770
6 ore	7.61	8	15.51	0.473	6	12.59	0.268
12 ore	12.30	8	15.51	0.138	6	12.59	0.056
24 ore	8.39	8	15.51	0.396	6	12.59	0.211

$\chi^2$ = valore del chi-quadro risultante dal calcolo

$\chi^2$  (95%)= valore del chi-quadro al livello di significatività 0.05

P1= probabilità di superamento della variabile chi-quadro per K-1 gradi di libertà (K=n° classi)

P2= probabilità di superamento della variabile chi-quadro per K-3 gradi di libertà (K=n° classi)

Dall'analisi dei risultati dei test la condizione di probabilità di superamento della variabile  $\chi^2$  superiore a 0.05 (livello di significatività del test, corrispondente alla probabilità di rifiutare l'ipotesi giusta) risulta soddisfatta nella quasi totalità dei casi esaminati.

La distribuzione che porge globalmente i valori inferiori della variabile  $\chi^2$  è la distribuzione Gamma per tutte le durate.

Verificata la bontà dell'adattamento delle leggi probabilistiche adottate ai valori storici osservati sono state costruite le curve di probabilità pluviometrica per diversi periodi di ritorno nella forma:

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

dove  $h[mm]$  rappresenta l'altezza di pioggia per la durata  $t[ore]$  dell'evento, mentre  $a$  ed  $n$  sono parametri rappresentativi della stazione.

I valori di  $a$  e di  $n$  sono stati ricavati per i tempi di ritorno di 10, 25, 50, 100 e 200 e 500 anni mediante interpolazione ai minimi quadrati dei valori di  $h[mm]$  al variare della durata  $t[ore]$  per un prefissato valore di  $T[anni]$ .

t [min]	50 [anni]	100 [anni]	200 [anni]	500 [anni]
10	22.5	24.1	25.6	27.5
20	34.5	37.1	39.7	42.9
30	44.3	47.9	51.2	55.5
40	52.9	57.3	61.5	66.8
50	60.7	65.9	70.8	77.0
60	68.0	73.8	79.4	86.6
70	70.9	76.9	82.7	90.1
80	73.6	79.8	85.7	93.3
90	76.0	82.3	88.5	96.2
100	78.2	84.7	91.0	98.9
110	80.3	86.9	93.3	101.4
120	82.2	89.0	95.5	103.7
130	84.1	90.9	97.5	105.9
140	85.8	92.8	99.5	108.0
150	87.4	94.5	101.3	109.9
160	89.0	96.2	103.1	111.8
170	90.5	97.8	104.8	113.6
180	91.9	99.3	106.4	115.3
190	93.3	100.8	107.9	116.9
200	94.6	102.2	109.4	118.5
210	95.9	103.5	110.8	120.0
220	97.2	104.8	112.2	121.5
230	98.4	106.1	113.5	122.9
240	99.5	107.3	114.8	124.3
250	100.6	108.5	116.1	125.6
260	101.7	109.7	117.3	126.9
270	102.8	110.8	118.5	128.2
280	103.8	111.9	119.6	129.4
290	104.8	112.9	120.7	130.6
300	105.8	114.0	121.8	131.7
310	106.8	115.0	122.9	132.9
320	107.7	116.0	124.0	134.0
330	108.6	117.0	125.0	135.1
340	109.5	117.9	126.0	136.1
350	110.4	118.8	126.9	137.2
360	111.3	119.7	127.9	138.2
720	134.6	144.4	153.8	165.6
1440	162.9	174.1	184.9	198.4
<b>a</b>	67.97	73.81	79.41	86.56
<b>n1</b>	0.617	0.625	0.632	0.64
<b>n2</b>	0.275	0.27	0.266	0.261

**Tabella 3 - Curve di probabilità pluviometrica in forma numerica**

In particolare sono stati ricavati due diversi valori  $n_1$  e  $n_2$  del parametro  $n$  validi per durate rispettivamente inferiori e superiori ad 1 ora, mantenendo inalterato il valore del parametro  $a$ . Nella tabella precedente sono riportate in forma numerica tali curve per i diversi periodi di ritorno con evidenziati i valori dei parametri  $a$ ,  $n_1$  ed  $n_2$ .

A titolo di confronto sono state inoltre calcolate le curve di probabilità pluviometrica per associato tempo di ritorno risultanti della procedura di regionalizzazione contenuta nello studio

*Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena dei bacini liguri*, redatto dal Centro di Ricerca in Monitoraggio Ambientale (CIMA) dell'Università di Genova per conto della Regione Liguria.

Tale procedura consente di determinare i parametri della curva di probabilità pluviometrica per assegnato periodo di ritorno in funzione della sua ubicazione espressa in termini di longitudine.

La curva risulta in particolare esprimibile come:

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

dove  $E[H_{12}]$  [mm] è il valore atteso di precipitazione massima annuale per la durata di 12 ore, assunta quale pioggia indice,  $K_T$  è un coefficiente moltiplicativo tabellato in funzione del periodo di ritorno  $T$ [anni],  $t$ [ore] è la durata di riferimento,  $n$  è l'esponente della curva, assunto costante per tutti i tempi di ritorno, pari a 0.39.

Il metodo consente il calcolo di  $E[H_{12}]$  a partire dal valore di  $E[H_1]$ , tabellato in funzione della longitudine, attraverso la relazione:

$$E[H_{12}] = \frac{E[H_1]}{12^{0.39}}$$

Per l'area del golfo di La Spezia, a fronte di una longitudine media di  $9^\circ 50'$ , risulta un valore del parametro  $E[H_1]$  pari a 37.1 mm, a cui corrispondono le curve di probabilità pluviometrica riportate in forma numerica nella tabella 4 in funzione dei diversi periodi di ritorno.

I valori di precipitazione massima così ricavati risultano mediamente superiori di una percentuale variabile tra il 30% e il 70% circa rispetto a quelli ricavati dall'analisi statistica diretta dei dati storici della stazione di La Spezia. Lo scostamento aumenta all'aumentare del tempo di ritorno e della durata di pioggia.

I valori della pioggia indice  $E[H_{12}]$  nei due casi esaminati risultano pari a 76.6 mm dall'analisi dei dati storici e 97.8 mm dall'applicazione della procedura di regionalizzazione del CIMA, con uno scostamento del 30% circa.

t [min]	50 [anni]	100 [anni]	200 [anni]	500 [anni]
10	38.7	44.8	51.3	60.5
20	50.8	58.7	67.2	79.3
30	59.5	68.8	78.7	92.9
40	66.5	77.0	88.1	103.9
50	72.6	84.0	96.1	113.3
60	77.9	90.2	103.1	121.7
70	82.7	95.7	109.5	129.2
80	87.2	100.9	115.4	136.1
90	91.3	105.6	120.8	142.5
100	95.1	110.0	125.9	148.5
110	98.7	114.2	130.6	154.1
120	102.1	118.1	135.2	159.5
130	105.3	121.9	139.4	164.5
140	108.4	125.5	143.5	169.3
150	111.4	128.9	147.4	174.0
160	114.2	132.2	151.2	178.4
170	116.9	135.3	154.8	182.7
180	119.6	138.4	158.3	186.8
190	122.1	141.3	161.7	190.8
200	124.6	144.2	164.9	194.6
210	127.0	146.9	168.1	198.4
220	129.3	149.6	171.2	202.0
230	131.6	152.3	174.2	205.5
240	133.8	154.8	177.1	209.0
250	135.9	157.3	179.9	212.3
260	138.0	159.7	182.7	215.6
270	140.1	162.1	185.4	218.8
280	142.1	164.4	188.1	221.9
290	144.0	166.7	190.7	225.0
300	145.9	168.9	193.2	228.0
310	147.8	171.1	195.7	230.9
320	149.7	173.2	198.1	233.8
330	151.5	175.3	200.5	236.6
340	153.2	177.3	202.9	239.4
350	155.0	179.3	205.2	242.1
360	156.7	181.3	207.4	244.8
720	205.3	237.6	271.8	320.7
1440	269.1	311.4	356.2	420.3
<b>a</b>	77.91	90.153	103.138	121.688
<b>n</b>	0.39	0.39	0.39	0.39

**Tabella 4 - Curve di probabilità pluviometrica, per la zona della Spezia, riportate in forma numerica.**

### **Calcolo delle portate di piena**

La determinazione delle portate di piena per associato tempo di ritorno è stata effettuata con riferimento alla procedura di regionalizzazione contenuta nello studio *Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena dei bacini liguri*, redatto dal Centro di Ricerca in Monitoraggio Ambientale (CIMA) dell'Università di Genova per conto della Regione Liguria.

Per ciascun corso d'acqua e per ciascuna sezione di chiusura individuata nell'ambito della schematizzazione del reticolo idrografico, sono state calcolate con tale metodologia le portate per i tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni.

Data la modesta estensione dei bacini allo studio, i valori così ricavati sono stati confrontati con i corrispondenti valori di portata calcolati tramite l'applicazione della *Formola Razionale*.

Di seguito si riporta la descrizione delle metodologie di calcolo utilizzate.

#### **Metodo CIMA**

La procedura di regionalizzazione proposta dal CIMA consente il calcolo delle portate di piena per assegnati tempi di ritorno in una sezione qualunque di un corso d'acqua ligure in funzione della sua ubicazione e della sua area sottesa.

Per i bacini più significativi con superficie superiore a 5 km<sup>2</sup>, vengono riportati direttamente in apposite tabelle i valori delle portate di piena per assegnati tempi di ritorno alla foce e nelle principali confluenze

Per le sezioni di tali bacini la cui portata non è direttamente tabellata la metodologia proposta consente il calcolo della portata di piena per assegnati periodi di ritorno mediante la formula:

$$Q = c A^{0.75}$$

dove A [km<sup>2</sup>] è l'area del bacino e c è un parametro tabellato in funzione del tempo di ritorno e dell'ubicazione della sezione lungo l'asta del corso d'acqua.

Per i corsi d'acqua con superficie maggiore o uguale a 2 km<sup>2</sup>, la cui portata non risulti tabellata o non possa essere ricavata mediante interpolazione nel modo precedentemente descritto, è applicabile invece la seguente formulazione:

$$Q = 0.3 \cdot K_T \cdot A \cdot C_F \cdot a_{2,9}^{4/3} \cdot t_b$$

dove A [km<sup>2</sup>] è la superficie del bacino sotteso,  $K_T$  è un fattore di frequenza tabellato in funzione del tempo di ritorno, e gli altri parametri sono invece calcolabili secondo le seguenti espressioni:

$$C_F = \frac{3}{4} \cdot \left( 4 \cdot 25.4 \cdot \frac{1000 - 10 \cdot CN}{CN} \right)^{-1/3}$$

$$a_{2,9} = 1.06 \cdot E[H_1]$$

$$t_b = 0.25 + 0.27 \cdot A^{1/2}$$

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

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

Il parametro  $E[H_I]$  rappresenta il valore della pioggia indice tabellato in funzione della longitudine.

Infine per i corsi d'acqua non tabellati, con superficie inferiore a 2 km<sup>2</sup>, vale la relazione semplificata:

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

dove  $A[\text{km}^2]$  è la superficie del bacino sotteso,  $K_T$  è un fattore di frequenza tabellato in funzione del tempo di ritorno e  $U_{A=2}[\text{m}^3 \text{ s}^{-1} \text{ km}^2]$  rappresenta il contributo unitario per area pari a 2 km<sup>2</sup> tabellato in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica.

### **Metodo Razionale**

Il "metodo razionale" consente il calcolo della portata di piena per assegnati periodi di ritorno attraverso la seguente formulazione:

$$Q(T) = \frac{c \cdot A \cdot h_c(T)}{t_c}$$

dove  $t_c[\text{min}]$  è il tempo di corrivazione del bacino,  $h_c[\text{mm}]$  è l'altezza critica di precipitazione che nella formulazione del metodo corrisponde al tempo di corrivazione,  $A[\text{km}^2]$  è la superficie del bacino,  $c$  è un parametro che esprime, a meno di un fattore numerico dipendente dalla trasformazione delle unità di misura, il cosiddetto "coefficiente di deflusso".

Il tempo di corrivazione è stato stimato attraverso l'applicazione della formula del Viparelli:

$$t_c = 16.667 \cdot \frac{L}{v}$$

dove  $L[\text{km}]$  è la lunghezza dell'asta principale  $v[\text{m/s}]$  è la velocità media di percorrenza dell'asta. Date le modeste pendenze dei bacini e delle aste dei corsi d'acqua, la velocità media di percorrenza  $v$  è stata assunta pari a 1 m/s per tutti i corsi d'acqua esaminati.

Il coefficiente di deflusso è stato assunto ovunque pari a 0.8 per tener conto dell'elevato grado d'urbanizzazione delle superfici drenate.

Quali valori di riferimento per le precipitazioni sono stati assunti quelli risultanti dalle curve di probabilità pluviometrica ricavata dai dati storici della stazione di La Spezia, riportate nei paragrafi precedenti.

### **Portate di Piena (SUPERATO, NEL COMUNE DELLA SPEZIA, CON DSG n. 105/2023)**

Di seguito si riportano in forma tabellare, per ciascun corso d'acqua e per ciascuna sezione di chiusura individuata nell'ambito della schematizzazione del reticolo idrografico, i valori di portata per diversi tempi di ritorno risultanti dall'applicazione delle metodologie sopra descritte,

unitamente ai valori della superficie del bacino sotteso e del corrispondente tempo di corrivazione.

Nelle tabelle sono evidenziati da uno sfondo grigio i valori di portata assunti come riferimento nelle successive verifiche idrauliche.

La determinazione delle portate di calcolo è stata effettuata con riferimento alle seguenti assunzioni.

Al fine di adattarne la metodologia alla specifica situazione locale, nell'applicazione del metodo CIMA è stato assunto quale valore della pioggia indice  $E[H_{12}]$  quello effettivo risultante dall'analisi dei dati storici della stazione di La Spezia, pari a 76.6 mm a fronte di quello risultante dalla procedura di regionalizzazione, pari a 97.8 mm.

Per i bacini caratterizzati da superfici inferiori a 2 km<sup>2</sup>, sono stati adottati i valori risultanti dall'applicazione del metodo razionale, che risultano generalmente superiori a quelle derivanti dall'applicazione del metodo CIMA.

Ciò è dovuto in parte al fatto che per quest'ultimo metodo il contributo unitario rimane costante per bacini dello stesso tipo con superfici al di sotto di 2 km<sup>2</sup>.

Per bacini di superficie uguale o superiore a 2 km<sup>2</sup> è stato invece ovunque adottato il metodo del CIMA, che fornisce in genere valori superiori; è il caso di alcune sezioni del Canale Fossamastra, del Canale Lagora, del torrente Nuova Dorgia e della sola sezione terminale del torrente Caporacca.

#### **Canale Ronchetta**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Canale Ronchetta	A	0.27	15	6.9	3.6	7.9	5.3	8.6	6.3

#### **Fosso Capo d'Acqua**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=500		T=200		T=50	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Fosso Capo 'Acqua	A	0.64	25	16.9	15.0	15.6	12.5	13.5	8.6

#### **Canale del Lino**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Canale del Lino	B	0.98	20	22.5	13.2	25.9	19.1	28.0	23.0
Affluente	C	0.23	10	6.9	3.1	7.8	4.5	8.4	5.4
Canale del Lino	D	0.75	20	17.3	10.1	19.8	14.6	21.4	17.6
Canale del Lino	E	0.50	15	12.8	6.7	14.7	9.7	15.8	11.7
Canale del Lino	F	0.27	10	8.1	3.6	9.2	5.3	9.9	6.3
Fosso della Fontana	G	0.24	15	6.2	3.2	7.1	4.7	7.6	5.6

**Fosso di Casella**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Fosso di Casella	A	0.20	10	6.0	2.7	6.8	3.9	7.3	4.7

**Canale Carbognano**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Canale Carbognano	A	0.59	20	13.6	8.0	15.6	11.5	16.9	13.8

**Fosso Molini**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Fosso Molini	A	0.05	10	1.5	0.9	1.7	1.3	1.8	1.5

**Fosso della Costa**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Fosso della Costa	A	0.34	15	8.7	6.2	10.0	9.0	10.8	10.8

**Fosso Maccarani**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Fosso Maccarani	A	0.22	15	5.7	3.0	6.5	4.3	7.0	5.2

**Fosso Portiola**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Fosso Portiola	A	0.35	20	8.1	4.7	9.3	6.8	10.0	8.2

Fosso Portiola	B	0.33	20	7.6	4.4	8.7	6.4	9.4	7.7
Fosso Portiola	C	0.16	20	3.7	2.2	4.2	3.1	4.6	3.8
Fosso del Pino	D	0.17	15	4.4	2.3	5.0	3.3	5.4	4.0

**Fosso Lizzarella**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Fosso Lizzarella	A	1.05	15	27.0	14.2	30.9	20.5	33.3	24.6
Fosso Lizzarella	B	0.33	15	8.5	4.4	9.7	6.4	10.5	7.7
Fosso Lizzo	C	0.73	25	15.4	9.8	17.8	14.2	19.2	17.1
Fosso Lizzo	D	0.58	20	13.3	7.8	15.3	11.3	16.6	13.6
Fosso Castiglioni	E	0.26	20	6.0	3.5	6.9	5.1	7.4	6.1
Fosso Lizzo	F	0.32	15	8.2	4.3	9.4	6.2	10.1	7.5

**Fosso del Muggiano**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Fosso del Muggiano	A	0.40	20	9.1	5.3	10.4	7.7	11.3	9.3

Sui seguenti corsi d'acqua, ricadenti nel comune della Spezia, fare riferimento allo studio idraulico di dettaglio allegato alla presente (Hydrodata 2021).

**Fosso Pezzogrande**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Fosso Pezzogrande	A	0.49	20	11.3	6.6	13.0	9.6	14.0	11.5

**Fosso Canalone**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Fosso Canalone	A	0.36	20	8.3	4.9	9.5	7.0	10.3	8.4

**Fosso di Pagliari**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Fosso di Pagliari	A	0.66	20	15.2	8.9	17.4	12.9	18.9	15.5
Fosso di Pagliari	B	0.24	10	7.2	3.2	8.2	4.7	8.8	5.6

*Canale Fossamastra*

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
C. Fossamastra	A	7.67	60	115.9	91.5	135.3	132.3	147.5	159.2
C. Fossamastra	B	6.63	45	111.8	81.2	130.1	117.4	141.4	141.3
Fosso Calcinara	C	1.29	35	26.9	17.4	30.9	25.2	33.4	30.3
C. Fossamastra	D	5.34	45	90.1	67.9	104.8	98.2	113.9	118.1
Fosso Calcinara	E	1.07	20	24.6	14.4	28.3	20.9	30.6	25.1
Fosso Calcinara	F	0.85	20	19.6	11.5	22.5	16.6	24.3	19.9
Fosso Calcinara	G	0.70	20	16.1	9.4	18.5	13.6	20.0	16.4
Fosso di Piaggia	H	0.15	15	3.9	2.0	4.4	2.9	4.8	3.5
C. Fossamastra	I	2.55	30	50.2	36.5	58.1	52.8	63.0	63.6
C. Fossamastra	L	0.41	20	9.4	5.5	10.8	8.0	11.7	9.6
C. Fossamastra	M	2.14	30	42.2	31.5	48.7	45.5	52.8	54.8

*Fosso Melara*

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Fosso Melara	A	0.54	10	16.2	13.1	18.4	18.9	19.8	22.8

N.B.: a tali valori va sommato il contributo della portata di scarico del depuratore, stimato in c.a. 0.2 m<sup>3</sup>/s.

*Torrente Vecchia Dorgia*

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
T. Vecchia Dorgia	A	1.64	45	27.7	28.9	32.2	41.8	35.0	50.3
T. Vecchia Dorgia	B	0.93	20	21.4	16.4	24.6	23.7	26.6	28.5
F. Gavatro	C	0.12	10	3.6	2.1	4.1	3.1	4.4	3.7
T. Vecchia Dorgia	D	0.81	20	18.6	14.3	21.4	20.7	23.1	24.9
T. Vecchia Dorgia	E	0.71	20	16.3	12.5	18.8	18.1	20.3	21.8
F. Ponticelli	F	0.21	15	5.4	3.7	6.2	5.4	6.7	6.4
T. Vecchia Dorgia	G	0.50	20	11.5	8.8	13.2	12.8	14.3	15.3

*Torrente Nuova Dorgia*

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
T. Nuova Dorgia	A	4.05	75	52.0	49.0	60.7	70.9	66.1	85.3
T. Nuova Dorgia	B	3.39	45	57.2	42.2	66.5	61.1	72.3	73.5
T. Nuova Dorgia	C	1.95	45	32.9	26.4	38.3	38.2	41.6	46.0
Fosso Buonviaggio	D	1.44	20	30.4	19.0	35.1	27.5	38.0	33.1
Fosso Buonviaggio	E	1.26	10	29.0	16.6	33.3	24.1	36.0	28.9
Fosso Pellizzaro	F	0.53	25	11.2	7.0	12.9	10.1	14.0	12.2

Fosso Buonviaggio	G	0.73	10	18.8	9.6	21.5	13.9	23.1	16.8
Fosso della Quercia	H	0.66	10	17.0	8.7	19.4	12.6	20.9	15.2
Affl. F.Buonviaggio	I	0.19	10	5.7	2.5	6.5	3.6	7.0	4.4
Fosso Buonviaggio	L	0.47	10	12.1	6.2	13.8	9.0	14.9	10.8

*Fosso Rossano*

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Fosso Rossano	A	1.22	35	22.7	21.5	26.3	31.1	28.5	37.4
Fosso Rossano	B	0.56	15	14.4	9.9	16.5	14.3	17.7	17.2
Fosso Rossano	C	0.33	15	8.5	5.8	9.7	8.4	10.5	10.1
Fosso Andreino	D	0.23	15	5.9	4.1	6.8	5.9	7.5	7.1

*Fosso Cappelletto*

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Fosso Cappelletto	A	1.62	50	26.2	21.8	30.6	31.6	33.3	38.0
Fosso Cappelletto	B	1.09	20	25.1	14.7	28.8	21.3	31.1	25.6
Fosso Quaresima	C	0.45	15	11.6	6.1	13.2	8.8	14.3	10.6
Fosso Cappelletto	D	0.64	20	14.7	8.6	16.9	12.5	18.3	15.0

*Canale Lagora**In assenza di scolmatore*

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Canale Lagora	A	14.57	100	161.6	183.0	188.2	264.7	204.8	318.5
Canale Lagora	B	13.77	85	161.6	174.8	188.2	252.9	204.8	304.3
Canale Lagora	C	2.71	50	43.9	34.9	51.1	50.6	55.7	60.8
Canale Lagora	D	11.06	85	134.8	146.4	157.1	211.8	171.1	254.8
Canale Lagora	E	2.59	50	41.9	33.6	48.9	48.7	53.2	58.5
Canale Lagora	E1	2.05	40	36.2	27.6	42.0	39.9	45.6	48.0
Fosso Porzano	E2	0.54	20	12.4	7.3	14.3	10.5	15.4	12.7
Fosso Fabiano	F	1.94	40	34.2	26.1	39.7	37.8	43.2	45.5
Fosso Fabiano	F1	0.85	20	19.6	10.1	22.5	14.6	24.3	17.5
Canale Lagora	G	10.49	75	134.8	107.3	157.1	155.3	171.1	186.8
Fosso Stagno	H	0.58	30	11.4	12.2	13.2	17.7	14.3	21.3
Torrente Colombaro	J	9.91	70	133.9	102.5	156.2	148.2	170.1	178.4
Canale Lagora	I	9.91	75	127.3	102.5	148.5	148.2	161.6	178.4
Canale Lagora	Y	6.08	70	83.4	68.7	97.3	99.3	106.1	119.5
Torrente Colombaro	J1	3.82	50	61.9	61.0	72.1	88.2	78.5	106.1
Torrente Colombaro	J2	3.62	45	61.0	58.3	71.0	84.3	77.2	101.4
Torrente Colombaro	J3	2.46	45	42.3	42.1	49.2	60.9	53.4	73.2
Torrente Colombaro	J4	2.40	40	42.3	41.2	49.2	59.6	53.4	71.7

Fosso Borzonasca	J5	1.05	30	20.7	18.5	23.9	26.8	25.9	32.2
Torrente Colombaro	J6	1.35	40	23.8	23.8	27.7	34.4	30.0	41.4
Torrente Colombaro	J7	1.11	30	21.9	19.6	25.3	28.3	27.4	34.1
Fosso Guarzedo	J8	0.42	15	10.8	7.4	12.3	10.7	13.3	12.9
Torrente Colombaro	J9	0.69	20	16.7	12.2	19.1	17.6	20.6	21.2
Torrente Colombaro	J10	0.65	15	16.7	11.5	19.1	16.6	20.6	19.9
Torrente Colombaro	J11	0.19	15	4.9	3.3	5.6	4.8	6.0	5.8
Fosso Contra	J12	0.44	15	11.3	7.8	12.9	11.2	13.9	13.5
Fosso Contra	J13	0.18	10	5.4	3.2	6.1	4.6	6.6	5.5
Fosso Contra	J14	0.26	15	6.7	4.6	7.6	6.6	8.2	8.0
Fosso Ligurzano	K	1.16	30	23.0	15.6	26.5	22.6	28.7	27.2
Fosso Ligurzano	K1	1.09	25	23.0	14.7	26.5	21.3	28.7	25.6
Fosso Ligurzano I	K2	0.35	10	10.5	4.7	11.9	6.8	12.8	8.2
Fosso Ligurzano	K3	0.74	25	15.6	10.0	18.0	14.4	19.5	17.4
Canale Lagora	L	5.85	65	83.4	66.5	97.3	96.2	106.1	115.8
Fosso Murlo	M	0.74	25	15.6	10.0	18.0	14.4	19.5	17.4
Fosso Murlo	M1	0.64	20	14.7	8.6	16.9	12.5	18.3	15.0
Fosso Murlo	M2	0.38	20	8.7	5.1	10.0	7.4	10.9	8.9
Fosso Murlo	M3	0.26	15	6.7	3.5	7.6	5.1	8.2	6.1
Canale Lagora	N	5.11	65	72.8	59.5	85.0	86.0	92.6	103.5
Fosso Cavinella	O	3.76	35	69.8	46.0	80.9	66.6	87.8	80.1
Fosso Cavinella	P	2.45	35	45.5	32.1	52.7	46.4	57.2	55.8
Fosso Sarron	Q	1.31	30	25.8	15.5	29.8	22.5	32.3	27.0
Fosso Cavinella	R	1.98	25	41.8	26.7	48.2	38.6	52.2	46.4
Fosso Tessonaro	S	0.56	25	11.8	7.5	13.6	10.9	14.8	13.1
Fosso di Piazza	T	1.42	25	30.0	16.8	34.6	24.4	37.4	29.3

*In presenza di scolmatore*

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Canale Lagora	A	-	-	134.0	165.2	157.6	237.5	173.4	286.7
Canale Lagora	C	-	-	12.3	10.3	13.8	13.7	15.0	17.0

*Torrente Caporacca*

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Torrente Caporacca	A	2.76	55	43.1	35.5	50.3	51.3	54.8	61.8
Fosso Caporacca	B	1.59	20	36.6	21.4	42.0	31.0	45.4	37.3
Fosso della Chiappa dei Vecci	C	0.80	20	18.4	10.8	21.2	15.6	22.9	18.8
Fosso della Chiappa dei Vecci	D	0.75	20	17.3	10.1	19.8	14.6	21.4	17.6
Fosso della Chiappa dei Vecci	E	0.49	20	11.3	6.6	13.0	9.6	14.0	11.5
Fosso della Fontanella	F	0.26	15	6.7	3.5	7.6	5.1	8.2	6.1
Fosso Caporacca	G	0.79	20	18.2	10.6	20.9	15.4	22.6	18.5

*Canale del Netto*

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Canale del Netto	A	0.95	20	21.9	12.8	25.1	18.5	27.1	22.3

**Canale Fezzano**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Canale Fezzano	A	0.42	20	9.7	5.7	11.1	8.2	12.0	9.9

**Canale Panigaglia Nord**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
C. Panigaglia Nord	A	0.11	10	3.3	1.5	3.8	2.1	4.0	2.6

**Fosso Cassà**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Fosso Cassà	A	0.63	15	16.2	8.5	18.5	12.3	20.0	14.8
Fosso Cassà	B	0.50	15	12.8	6.7	14.7	9.7	15.8	11.7
Fosso Cassà	C	0.31	15	8.0	4.2	9.1	6.0	9.8	7.3
Fosso Panigaglia Sud	D	0.19	10	5.7	2.6	6.5	3.7	7.0	4.5
Fosso Panigaglia Sud	E	0.09	10	2.7	1.2	3.1	1.8	3.3	2.1

**Fosso Mortena**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Fosso Mortena	A	0.08	10	2.4	1.1	2.7	1.6	2.9	1.9

**Fosso Baccioni**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Fosso Baccioni	A	0.33	15	8.5	4.4	9.7	6.4	10.5	7.7

**Canale di Ria**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Canale di Ria	A	0.90	25	19.0	12.1	21.9	17.5	23.7	21.1

**Fosso L'Olivo**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Fosso Olivo	A	0.22	15	5.7	3.0	6.5	4.3	7.0	5.2

**Fosso Martina**

Corso d'acqua	Sezioni	Area [km <sup>2</sup> ]	t <sub>c</sub> [min]	T=50		T=200		T=500	
				Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]	Metodo Razionale [m <sup>3</sup> /s]	Metodo CIMA modificato [m <sup>3</sup> /s]
Fosso Martina	A	0.11	10	3.3	1.5	3.8	2.1	4.0	2.6

### 3. PROBLEMATICHE E CRITICITÀ DEL BACINO

Gli studi finora condotti hanno permesso di valutare le peculiarità geomorfologiche ed idrauliche dei bacini afferenti l'Ambito 20 considerato e, di conseguenza, le loro criticità.

Nell'ambito del presente piano la pericolosità è stata valutata sulla base della componente idraulica e geomorfologica.

Per quanto riguarda la pericolosità geomorfologica essa è costituita dalla suscettività al dissesto dei versanti che determina la propensione di una determinata area all'innescio di movimenti gravitativi che dipende sia dalle caratteristiche dei materiali coinvolti che dall'esposizione agli agenti morfogenetici.

L'analisi incrociata delle carte di suscettività al dissesto dei versanti, della franosità reale, delle fasce di inondabilità e dei tiranti idrici permette di determinare le caratteristiche idrogeologiche del bacino a cui si dovrà riferire la pianificazione territoriale.

Nella fase di redazione di un Piano di Bacino completo ai sensi della Legge 183/89 sarà necessario effettuare opportuni approfondimenti che tengano conto delle interazioni tra dinamica dei versanti, ed evoluzione dei corsi d'acqua. A tale scopo diviene necessario acquisire dati sperimentali di supporto alle analisi geomorfologiche ed idrogeologiche.

A tale proposito si può evidenziare l'utilità di effettuare le seguenti integrazioni a livello di Ambito:

- creazione di una rete di stazioni pluviometriche uniformemente distribuite a scala di Ambito e monitoraggio delle portate per i corsi d'acqua principali;
- sistema di monitoraggio del trasporto solido;
- campagna geognostica di monitoraggio dei fenomeni franosi di particolare rilevanza; nel caso in cui un monitoraggio strumentale sia già in essere su un corpo di frana attivo, attivare un contatto con la Ditta o l'Ente gestore del monitoraggio medesimo per la trasmissione dei dati strumentali alla Provincia, Servizio Piani di Bacino;
- approfondimento dei rilevamenti geologico-strutturali per meglio definire le caratteristiche giaciture e lo stato di fratturazione della roccia;
- organizzazione di un piano di revisione della cartografia e delle *banche dati* che preveda un periodico aggiornamento della franosità reale.

Di seguito saranno descritte le metodologie utilizzate per la redazione della Carta di Suscettività al Dissesto dei versanti e quella delle fasce di inondabilità.

#### 3.1 Suscettività al dissesto dei versanti

Nell'ambito dell'analisi del territorio afferente all'Ambito di bacino 20 è stata valutata la suscettività al dissesto dei versanti applicando la metodologia proposta dalla Autorità di Bacino Regionale che si basa sulla discretizzazione di elementi poligonali elementari ottenuti tramite l'incrocio di diversi tematismi ad ognuno dei quali viene attribuito un peso. Ogni poligono sarà quindi caratterizzato da un numero 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 associata al poligono elementare.

La metodologia predisposta per la realizzazione della CSDV, prevede l'analisi incrociata dei seguenti tematismi di base:

- acclività
- litologia
- geomorfologia
- carta di dettaglio dei movimenti franosi (o franosità reale)

- uso del suolo
- idrogeologia

<i>Tematismo</i>	<i>Variabile</i>	<i>Tipo</i>
Carta geolitologica	Litologia	Principale
	Contatti	Aggravante
Carta geomorfologica	Coltri potenti	Principale
	Coltri sottili	Principale
	Granulometria delle coltri	Principale
	Stato della roccia	Principale
	Erosione concentrata di fondo	Aggravante
	Erosione spondale	Aggravante
	Ruscellamento diffuso	Aggravante
Carta dell'acclività	Classi di acclività	Principale
Carta idrogeologica	Permeabilità del substrato	Principale
Carta dell'uso del suolo	Uso del suolo	Principale
Carta della franosità reale	Frane attive	Principale
	Frane quiescenti	Principale
	Franosità diffusa	Principale
	D.G.P.V.	Aggravante

**Tabella 5 - tabella riepilogativa delle aggravanti considerate.**

Le variabili associate a ciascun tematismo considerato nelle fasi di *overlay* risultano strutturate nei livelli informativi definiti nelle Raccomandazioni emanate dall'Autorità di Bacino di rilievo regionale e sono illustrate nella Tabella 2.

N.B.: le variabili di tipo "principale" sono definite come quelle ritenute 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.

Di seguito si riporta lo schema procedurale della metodologia utilizzata precisando che la CSDV è stata sviluppata con l'ausilio del GIS Cartha for Windows, adattando a tale sistema quello predisposto nell'ambito del progetto PDB\_MGE, dal SITAR della Regione Liguria.

L'attribuzione dei pesi alle litologie è avvenuta su base statistica eseguita sulla formulazione di Guida et Al., che consente di individuare in maniera oggettiva un peso di suscettività sulla base della franosità reale ( $\psi$ ):

$$\psi = (1 / K) \times \varphi$$

dove:

<b>K</b>	=	$\Sigma A^n / A_T$
<b><math>\varphi</math></b>	=	$A^n / A^n$
<b><math>A^n</math></b>	=	Aree parziali di primo ordine: area totale di presenza della litologia $n$ [km <sup>2</sup> ]
<b><math>A^n</math></b>	=	Aree parziali di secondo ordine: aree interessate da movimenti franosi in atto o recenti all'interno delle $A^n$ [km <sup>2</sup> ]
<b><math>A_T</math></b>	=	Area totale del bacino [km <sup>2</sup> ]

Si è stabilito di normalizzare a 10 il valore di  $\psi$  massimo all'interno dell'Ambito di bacino e, conseguentemente, di rapportare a questo valore i pesi ottenuti per le altre litologie.

<i>Litologia</i>	<i>Peso</i>
Arenarie del Gottero	8
Arenarie del Bratica	9
Calcari di Groppo del Vescovo	4
Argille e Calcari di Canetolo	10
Arenarie del Macigno	4
Scisti Policromi (Scaglia Toscana)	6
Maiolica	1
Diaspri	1
Marne a Posidonia	6
Calcere Selcifero	1
Rosso Ammonitico	3
Formazione della Ferriera	3
Formazione di Biassa	3
Dolomie del M.te Castellana	0
Strati di Grotta Arpaia	7
Calcari di Portovenere	1
Calcari e Marne di M.te Santa Croce	6
Dolomie di Coregna	0
Brecce di Lerici e Brecce di Maralunga	1
Scisti di San Terenzo	5
Quarziti e Filladi	9
Anageniti	3
Filladi Violette	3
Calcescisti e metabrecce carbonatiche	3
Metavulcaniti	3
Metabrecce poligeniche	3
Marmi di Punta Bianca	3
Metacalcari e calcescisti	3
Metarenarie e metapeliti	3
Metaconglomerati verdastri	3

**Tabella 6 - distinta dei pesi assegnati alle litologie distinte nella Carta Geolitologica.**

I valori così ottenuti sono stati presi come punto di riferimento per l'assegnazione dei pesi alle altre variabili che sono esposti nelle successive tabelle.

I pesi relativi alle coltri sono stati differenziati oltre che sulla base della potenza e della granulometria, anche tenendo conto della tipologia del substrato, soprattutto in relazione alla sua permeabilità; pertanto si è ritenuto opportuno assegnare un peso maggiore alle coltri potenti fini su substrato impermeabile in quanto in condizioni di forte impregnazione presenterebbero un drenaggio scarso ed una potenziale superficie di scorrimento in corrispondenza del passaggio al substrato. Le coltri indistinte da un punto di vista granulometrico sono state assimilate a quelle fini, adottando il criterio di porsi nelle condizioni maggiormente negative.

Lo stesso peso delle coltri potenti fini su substrato impermeabile è stato assegnato anche alle aree con substrato affiorante fratturato (RF).

<i>Stato della roccia</i>	<i>Peso</i>
Roccia subaffiorante con caratteristiche strutturali non visibili, <b>R0</b>	0
Roccia massiccia, non fratturata o con disposizione favorevole rispetto al versante, <b>R</b>	0
Roccia con disposizione sfavorevole rispetto al pendio, <b>Rs</b>	2
Roccia fratturata, <b>RF</b>	5

**Tabella 7 - pesi assegnati allo stato di conservazione della roccia.**

<i>Tipologia delle coltri</i>	<i>Peso</i>
-------------------------------	-------------

Coltri potenti a granulometria fine su argille e calcari di Canetolo o su Scisti Policromi	5
Coltri sottili a granulometria fine su argille e calcari di Canetolo o su Scisti Policromi	4
Coltri potenti a granulometria fine indipendentemente dal substrato	4
Coltri potenti a granulometria grossolana indipendentemente dal substrato	2
Coltri sottili a granulometria fine indipendentemente dal substrato	2
Coltri sottili a granulometria grossolana indipendentemente dal substrato	1

**Tabella 8 - pesi assegnati alle tipologie di coltri detritiche distinte nella Carta Geomorfologica.**

Questa scelta deriva dal fatto che si è osservato come in corrispondenza di queste aree si verifici la maggior concentrazione di frane, prevalentemente di tipo puntuale.

Fra i fattori peggiorativi è stato attribuito un peso più elevato alla DGPV a seguito delle medesime considerazioni espresse per la roccia fratturata nel precedente capoverso.

<i>Classe di acclività</i>	<i>Peso</i>
Acclività < 20% su substrato affiorante	-5
Acclività 20% - 35% su substrato affiorante	0
Acclività 35% - 50% su substrato affiorante	0
Acclività 50% - 75% su substrato affiorante	0
Acclività 75% - 100% su substrato affiorante	1
Acclività > 100% su substrato affiorante	3
Acclività < 20% su coltre	-3
Acclività 20% - 35% su coltre	0
Acclività 35% - 50% su coltre	2
Acclività 50% - 75% su coltre	6
Acclività < 20% su alluvioni	-5
Acclività > 20% - 50% su alluvioni	3

**Tabella 9 - attribuzione dei pesi alle differenti classi di acclività in funzione delle litologie.**

Per quanto riguarda i pesi assegnati alla carta dell'acclività è stata introdotta l'assegnazione di pesi negativi per le aree meno acclivi (< 20%), in ragione del fatto che nelle aree con queste caratteristiche di pendenza i dati raccolti consentono ragionevolmente di escludere l'innescio di movimenti di massa.

I pesi attribuiti ai fattori di uso del suolo derivano da un'analisi delle fonti bibliografiche e dalla taratura effettuata in campagna sulla loro reale consistenza e rappresentatività. In particolare le aree urbanizzate sono state considerate sfavorevoli per l'alterazione indotta nei processi idrologici; similmente anche il bosco, le aree terrazzate, le aree prative e gli ex-coltivi, risultano soggetti ad un abbandono generalizzato che ne inficia le caratteristiche di "efficienza idrogeologica". Relativamente agli oliveti, ubicati in prevalenza nella parte medio bassa del bacino, sono risultati in buono stato di manutenzione e tuttora utilizzati a fini agricoli; pertanto pur essendo disposti su fasce terrazzate è stato attribuito loro un contributo favorevole alla stabilità.

<i>Classe uso del suolo</i>	<i>Peso</i>
Urbanizzato continuo e discontinuo	0
Cave	0
Seminativo	0
Ex coltivi	2
Oliveti terrazzati	-1
Terrazzi	-1
Prati e pascoli	0
Roccia affiorante o subaffiorante	-2
Arbusteti	0
Boschi	0

**Tabella 10 - pesi assegnati alle diverse classi di uso del suolo.**

Attraverso gli incroci dei tematismi precedenti si deriva una carta estremamente frammentata e suddivisa in poligoni, di dimensioni anche molto limitate, ad ognuno dei quali è assegnato un valore numerico derivante dalla somma dei valori associati alle aree dall'intersezione delle quali essi sono stati generati.

<b>CLASSI DI SUSCETTIVITA' AL DISSESTO DEI VERSANTI</b>			
			<b>PESI</b>
<b>CLASSE (AA)</b>		<b>MOLTO ALTA</b>	
<b>CLASSE A</b>		<b>ALTA</b>	<b>&gt; 15</b>
<b>CLASSE M</b>		<b>MEDIA</b>	<b>9 - 15</b>
<b>CLASSE B</b>		<b>BASSA</b>	<b>2 - 9</b>
<b>CLASSE MB</b>		<b>MOLTO BASSA</b>	<b>&lt; 2</b>
<b>Per i seguenti tematismi vi è una associazione diretta a:</b>			
<b>Frane quiescenti</b>	<b>Classe A</b>		
<b>Frane attive</b>	<b>Classe (AA)</b>		

**Tabella 11 - corrispondenza delle classi di suscettività con i pesi assegnati.**

Dopo aver esaminato la suddetta carta si sono estrapolati i valori massimo e minimo fra i diversi poligoni, quindi il *range* di valori dato dalla loro differenza viene suddiviso in 4 classi di suscettività (ALTA, MEDIA, BASSA e MOLTO BASSA) tramite l'accorpamento dei poligoni contenuti nella carta.

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

Come già detto prendendo a riferimento il massimo valore di peso attribuito alla litologia, sono stati derivati i contributi degli altri "elementi", nei confronti della suscettività al dissesto dei versanti; in particolare:

<b>Tematismo</b>	<b>Peso massimo</b>
Acclività	peso massimo pari al 70% del valore di litologia
Stato della roccia	peso massimo pari al 50% del valore di litologia
Coltri di copertura	peso massimo pari al 50% del valore di litologia
Uso del suolo	peso massimo pari al 30% del valore di litologia
Elementi "Aggravanti"	peso massimo pari al 30% del valore di litologia, per ciascuno di essi

**Tabella 12 - peso massimo in percentuale rispetto ad ogni tematismo.**

### 3.2 Commento alla carta della suscettività al dissesto dei versanti

A seguito dell'applicazione di un'analisi territoriale di tipo *iterativo* si è proceduto a un controllo generale e alla correzione manuale delle aree che non presentavano un risultato soddisfacente e corrispondente allo stato del territorio. Inoltre sono state modificate piccole aree che si presentavano come frammenti (*slivers*) con suscettività differente rispetto alle aree limitrofe.

Tale scelta persegue l'obiettivo di arrivare ad un risultato quanto più possibile attinente alla realtà del territorio che dipende anche dalla conoscenza e dall'esperienza del rilevatore e che non sia solo il prodotto di una procedura informatizzata.

Dall'analisi della carta ottenuta si vede che le aree a suscettività al dissesto molto alta e alta, a parte le frane attive e le frane quiescenti che sono state diffusamente descritte nel capitolo relativo alla geomorfologia, risultano quelle delle falesie costiere comprese tra Punta Merlino e Portovenere e tra Tellaro e Punta Bianca.

### **3.3 Problematiche di tipo idraulico** (*superato, nel comune della Spezia, con DSG n. 105/2023*)

Il quadro delle problematiche idrauliche dell'area d'interesse è stato ottenuto da una serie di analisi e valutazioni riguardanti sostanzialmente la *pericolosità idraulica*.

Le indagini hanno portato a definire un quadro *completo* della pericolosità, attraverso una serie di verifiche idrauliche con portate di piena con assegnato tempo di ritorno. Nell'ambito degli studi idraulici è infatti possibile prendere in considerazione la probabilità d'accadimento attraverso la stima del tempo di ritorno della portata di piena.

A tal proposito sono stati utilizzati valori del tempo di ritorno di 50, 200 e 500 anni in accordo alle raccomandazioni regionali.

#### ***Aree storicamente inondate***

Per la determinazione delle aree storicamente inondate si è fatto riferimento alla Deliberazione della Giunta Regionale n. 2615 del 28/12/1998 e s.m. "Approvazione, ai sensi dell'art. 6 della L.R. n. 45 del 21/10/1996, della mappa di rischio d'inondazione presente sul territorio regionale".

Le parti di tale mappatura (riportata sulla cartografia regionale in scala 1:25000) relative alla porzione di territorio interessata dal presente piano, sono riportate nella Tavola **7 Aree storicamente inondate**.

#### ***Verifiche idrauliche***

Obiettivo primario delle verifiche è stato quello di determinare il livello di criticità idraulica complessiva dei singoli tratti d'alveo e/o dei manufatti d'attraversamento esaminati.

Le verifiche idrauliche dei vari tronchi d'alveo esaminati sono state condotte secondo due tipi d'approccio, uno a carattere più esteso, riferito al tratto d'alveo nel suo insieme, e l'altro a carattere locale, riferito ad un singolo manufatto o una singola sezione critica, con i tre valori di portata di massima piena 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale riportati, per diverse sezioni di chiusura (vedi Tavola 6 - Contenente la Carta del Reticolo Idrografico) e per ogni corso d'acqua.

Le verifiche di tipo esteso hanno riguardato i tratti medio-vallivi dei bacini di maggior rilevanza per i quali si disponeva di un rilievo sufficientemente esteso ed affidabile dell'asta principale, come il Canale Carbognano in comune di Lerici, il torrente Nuova Dorgia e il Canale Lagora in Comune di La Spezia ed il Canale di Ria in comune di Portovenere.

Le verifiche di tipo locale hanno riguardato singole sezioni in prossimità di ponti e tombature lungo i tratti medio vallivi dei corsi d'acqua minori e lungo i tratti dei rivi principali per i quali non sia stato possibile effettuare altri tipi di verifiche.

Nella Tavola 8 contenente l'Ubicazioni delle sezioni idrauliche, sono riportati i tratti d'alveo e le sezioni indagate.

Per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali dell'alveo e dei manufatti con esso interferenti, si è fatto riferimento ad una serie di rilievi topografici, effettuati da diversi Enti o soggetti proponenti, nell'ambito di studi (pianificazione territoriale, simulazioni idrauliche,

esperienze su modello fisico, ecc.) e progetti (viabilità spondale, manufatti d'attraversamento, opere idrauliche, ecc.), nel corso degli ultimi dieci anni.

I rilievi di dettaglio sono stati integrati con la cartografica tecnica disponibile (Carta Tecnica Regionale in scala 1:5000, cartografia tecnica in scala 1:2000 del comune di La Spezia) e con una serie di rilievi diretti in sito effettuati nel corso dei sopralluoghi di ricognizione.

L'indagine dei corsi d'acqua effettuata con verifiche puntuali costituisce un primo livello di studio delle problematiche di tipo idraulico. Tale approccio è da considerarsi base di partenza per una mappatura delle criticità indicate, base che dovrà essere approfondita fino alla modellazione idraulica in moto permanente dei tratti dei corsi d'acqua ritenuti significativi. Questa seconda fase, con particolare riferimento alle Convenzioni stipulate tra Provincia della Spezia e Comune della Spezia per l'esecuzione dei progetti finanziati al Comune della Spezia negli interventi di cui alla DGR 347/02, condurrà alla trasformazione delle verifiche puntuali in verifiche estese, così come definite nei paragrafi seguenti.

### **Metodologie di calcolo**

Di seguito sono brevemente descritte le diverse metodologie di calcolo utilizzate.

#### **Verifiche a carattere esteso**

Le verifiche idrauliche di tipo globale sono state effettuate mediante l'ausilio di un *software*<sup>4</sup> per il calcolo dell'andamento dei profili di rigurgito in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali o canali artificiali che consente anche la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali, ecc.

La determinazione del profilo teorico è ottenuta tramite l'applicazione del cosiddetto *Standard step method* che si basa sulla semplice equazione mono-dimensionale del contenuto energetico della corrente:

$$H_1 - H_2 = h_f + h_e$$

dove  $H_1[m]$  ed  $H_2[m]$  sono i carichi totali della corrente nelle sezioni di monte e di valle del tronco d'alveo considerato,  $h_f[m]$  sono le perdite di carico dovute all'attrito del fondo e delle sponde, mentre  $h_e[m]$  è un termine che tiene conto degli effetti dovuti alla non cilindricità della corrente.

In particolare  $h_f$  dipende principalmente dalla scabrezza del tratto d'alveo considerato ed è esprimibile come:

$$h_f = j_f \cdot L$$

con  $j_f$  pendenza motrice nel tratto di lunghezza  $L[m]$ .

Il calcolo di  $j_f$  è effettuabile con diverse formulazioni, in funzione della pendenza motrice  $J$  in corrispondenza delle sezioni d'inizio e fine di ciascun tratto.

Il calcolo del termine  $J$  nella singola sezione è effettuato mediante la:

---

<sup>1</sup>. HEC-RAS, Haestad Methods Inc. - Waterbury USA

$$J = \left[ \frac{Q}{K} \right]^2$$

dove  $Q[m^3/s]$  è la portata di calcolo e  $K$  (denominato *conveyance*) è ricavabile attraverso la seguente espressione:

$$K = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}}$$

dove  $A[m^2]$  l'area della sezione liquida,  $R[m]$  il raggio idraulico e  $n[m^{-1/3} s]$  è il parametro rappresentativo della scabrezza del fondo e delle sponde di Manning.

Il termine  $h_e$  dipende invece dalla variazione del carico cinetico della corrente tra le sezioni 1 e 2 dovuta al cambio di geometria delle sezioni stesse ed è a sua volta esprimibile come:

$$h_e = \beta \cdot \left| \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2 \cdot g} - \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2 \cdot g} \right|$$

dove  $\beta$  è un coefficiente di contrazione o espansione dipendente dalle condizioni geometriche del tratto considerato,  $V_1$  e  $V_2 [m/s]$  sono i valori delle velocità medie agli estremi del tronco e  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$  sono i coefficienti correttivi dell'energia cinetica.

Il modello consente di suddividere la sezione in più zone in cui assegnare un valore diverso del parametro  $n$  di scabrezza; in particolare è possibile individuare tre zone principali: quella centrale dell'alveo inciso (denominata *main channel*) e due zone laterali golenali (denominate *right and left overbanks*).

Il programma consente la simulazione del deflusso attraverso ponti e tombature (*culvert*) mediante la loro schematizzazione geometrica (impalcato, pile, setti, ecc.).

La procedura di calcolo utilizzata consente di simulare il deflusso a pelo libero al di sotto dell'impalcato, il deflusso in pressione al di sotto dell'impalcato e la combinazione del deflusso in pressione e del deflusso con scavalamento dell'impalcato stesso (funzionamento a stramazzo).

Per il deflusso a pelo libero il modello consente la scelta fra diversi metodi di calcolo quali il metodo del bilancio energetico (*Standard step method*), il metodo dei momenti (*Momentum Balance*), la formula di Yarnell per correnti lente.

Il funzionamento in pressione è simulato mediante la formulazione propria dell'efflusso da luce:

$$Q = C \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

dove  $Q[m^3/s]$  è la portata defluita attraverso la luce di area  $A[m^2]$ ,  $H[m]$  è il dislivello tra il carico totale di monte ed il pelo libero a valle e  $C$  è il cosiddetto coefficiente di efflusso.

Il programma prevede la messa in pressione della struttura quando, secondo la scelta dell'utente, il carico totale o la quota del pelo libero risultano superiori alla quota dell'intradosso dell'impalcato.

Il funzionamento a stramazzo è simulato attraverso la formulazione standard

$$Q = C \cdot L \cdot H^{\frac{3}{2}}$$

dove  $Q[m^3/s]$  è la portata defluita sulla soglia di larghezza  $L[m]$  e  $H[m]$  è il dislivello tra il carico totale di monte e la quota della soglia e  $C$  è il coefficiente di efflusso, variabile in funzione del tipo di stramazzo e del carico sopra la soglia.

Nel caso di funzionamento combinato di moto in pressione con scavalco del ponte (stramazzo) l'entità delle portate stramazze e defluenti al di sotto dell'impalcato viene determinata attraverso una procedura iterativa combinando le equazioni che regolano i due fenomeni.

### *Verifiche a carattere locale*

In assenza di variazioni significative della forma e delle dimensioni dell'alveo sono state determinate le caratteristiche della corrente nelle condizioni critiche e in moto uniforme.

La verifica della sezione è stata effettuata con riferimento alle condizioni più sfavorevoli.

Poiché le sezioni esaminate sono risultate prevalentemente di forma regolare, per semplicità di calcolo sono state assimilate a sezioni rettangolari equivalenti, ad eccezione di quelle di forma circolare, che sono state verificate rispettando le loro dimensioni originarie.

Le condizioni di moto uniforme sono state determinate mediante la formulazione di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i_f}$$

dove  $Q$  [ $m^3/s$ ] è la portata,  $\chi$  [ $m^{1/2} s^{-1}$ ] il coefficiente di attrito,  $A$  [ $m^2$ ] l'area della sezione liquida,  $R$  [ $m$ ] il raggio idraulico,  $i_f$  la pendenza dell'alveo.

Per il calcolo di  $\chi$  è stata adottata la formula di Manning:

$$\chi = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

dove  $n$  [ $m^{-1/3} s$ ] è il coefficiente dimensionale di scabrezza definito in funzione della natura dell'alveo; in particolare è stato adottato un valore del parametro  $n$  pari a 0.028 nel caso di alveo naturale (ponti o manufatti isolati) e 0.02 nel caso di alveo plateato e/o rivestito per lunghi tratti (tombinature).

La determinazione della profondità di moto uniforme è stata effettuata per pendenze del fondo sino al 10%, considerato il valore limite per l'applicabilità del metodo.

Le condizioni critiche sono determinabili imponendo uguale a 1 il numero di Froude della corrente:

$$\frac{Q}{A} = \sqrt{g \cdot \frac{A}{b}}$$

dove  $Q$  [ $m^3/s$ ] è la portata,  $A$  [ $m^2$ ] l'area e  $b$  [ $m$ ] la larghezza del pelo libero,  $g$  [ $m/s^2$ ] l'accelerazione di gravità.

Nel caso di sezioni rettangolari è possibile calcolare direttamente la profondità critica  $Y_c$  [ $m$ ] mediante la

$$Y_c = \sqrt[3]{\frac{1}{g} \cdot \left(\frac{Q}{b}\right)^2}$$

In presenza di restringimenti dovuti alla particolare conformazione dell'alveo o alla presenza di manufatti artificiali, si è ipotizzato il moto con transizione attraverso lo stato critico all'interno della sezione ristretta ed è stata calcolata la profondità nella sezione di monte dovuta al rigurgito in corrente lenta.

Il calcolo è stato eseguito mediante l'utilizzo della formula di Marchi, valida per sezioni rettangolari:

$$Y_m = K \cdot \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot b_m^2 \cdot F_L^2}}$$

dove  $K$  è un fattore di forma,  $b_m$  [m] è la larghezza della sezione di monte e  $F_L$  è il valore del numero di Froude limite tabulato in funzione del rapporto di restringimento.

Il valore di  $K$  è stato assunto per tutte le verifiche uguale a 1.14, corrispondente alla situazione più sfavorevole di pile con fronti squadrati.

### **Risultati**

**Per i corsi d'acqua ricadenti nel comune della Spezia è necessario fare riferimento allo studio idraulico di dettaglio allegato alla presente (Hydrodata 2021).**

In generale nelle verifiche di tipo locale, quale parametro di riferimento per la determinazione della verificabilità o meno di ciascuna sezione analizzata, è stato assunto un franco minimo di 0.5 m rispetto all'intradosso.

Nei casi di verifica in moto uniforme e in condizioni critiche, sono stati considerati verificati quei manufatti in cui il franco risultava rispettato in entrambe le condizioni e nei casi in cui era rispettato per una delle due condizioni e per l'altra risultava non inferiore a 0.4 m.

Nelle sezioni a volta si è assunta un'altezza media della sezione pari all'altezza dei piedritti aumentata dei 2/3 dell'altezza dell'arco; in caso di presenza di bauletti o altri tipi di restringimento si è considerata una sezione di calcolo opportunamente ridotta.

Per le sezioni circolari si sono considerati verificati i manufatti con rapporto d'invaso minore o uguale a 0.75.

Di seguito si riporta per ciascun corso d'acqua la descrizione dei risultati delle verifiche effettuate.

## **FOSSO RONCHETTA**

### **Copertura finale (ROROCF01)**

È costituita da una struttura in muratura a sezione rettangolare con volta ad arco di larghezza variabile tra 1.3 m all'imbocco e 1.5 m allo sbocco, con altezza media da 0.8 m a 1.25 m, al cui interno è ubicato un bauletto in calcestruzzo delle dimensioni di 0.5x0.5 m che ne parzializza la sezione.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

### **Passerella pedonale (ROROPT01)**

Si tratta di una passerella pedonale in c.a. a campata unica, con larghezza di circa 1.3 m e luce libera di deflusso di circa 0.4 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

## **CANALE CAPO D'ACQUA**

### ***Passerella pedonale (CQCQPT01)***

È costituita da una struttura in c.a. a sezione rettangolare della larghezza di 3.3 m per 3.1 m di altezza.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

### ***Copertura (CQCQCP01) (imbocco)***

È costituita da una tombinatura a sezione rettangolare con larghezza di circa 2.7 m e luce libera di deflusso di circa 2.0 m.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

### ***Ponte (CQCQPT02)***

Si tratta di un ponte ad arco con larghezza variabile tra 2.8 m a monte e 1.95 m a valle, con una luce libera di deflusso variabile tra 1.9 m a monte e 2.5 m a valle.

Il manufatto risulta adeguato per le portate 50-ennale e 200-ennale.

### ***Copertura (CQCQCP02) (imbocco)***

È costituita da una condotta DN 1000.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

## **CANALE DEL LINO**

### ***Copertura (FIFICP01)***

È costituita per la maggior parte da una tombinatura a sezione rettangolare delle dimensioni di 4.5 m di larghezza per 2.3 m di altezza. Il primo tratto a monte è invece costituito da una sezione di 1.7 m di larghezza per 2.0 m di altezza.

Il tratto di valle risulta adeguato per tutte le portate considerate, mentre il tratto a monte è insufficiente.

### ***Copertura (FIFICP02) (sbocco)***

È costituita da una sezione rettangolare con volta ad arco, con larghezza di circa 4.2 m e luce libera di deflusso di circa 4.0 m.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

### ***Ponte carrabile per accesso abitazioni (FIFIPT01)***

È costituita da una struttura in c.a. a campata unica della larghezza di 3.3 m con luce libera di deflusso di 3.3 m.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

## **CANALE CARBOGNANO**

### *Verifiche a carattere esteso*

#### Tratto terminale coperto

È stata effettuata la verifica del tratto terminale coperto dallo sbocco a mare verso monte, per una lunghezza complessiva di circa 100 m.

Per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali dell'alveo, si è fatto riferimento ad un rilievo topografico, effettuato dal comune di Lerici nell'ambito del progetto *Intervento di pulizia e ripristino della sezione di deflusso della copertura esistente nel tratto focivo del torrente Carbognano del 1997*.

Ai fini delle verifiche in moto permanente sono state individuate una serie di sezioni trasversali in funzione delle caratteristiche geometriche e morfologiche dell'alveo (larghezza, pendenza).

Le sezioni dei singoli tratti sono state numerate in senso crescente da valle verso monte senza soluzione di continuità.

All'interno del modello di calcolo utilizzato le singole sezioni sono state integrate con una serie di sezioni intermedie, ottenute per interpolazione, con passo massimo di soli 5 m.

La verifica è stata effettuata mediante integrazione del profilo di moto permanente con i tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale riferiti al nodo di valle del tratto (nodo A del reticolo idrografico).

I risultati di ciascuna verifica sono riassunti in forma numerica e grafica nei seguenti elaborati:

- Profili di rigurgito in scala 1:500/1:50
- Sezioni trasversali di calcolo in scala 1:50 con l'indicazione delle quote del pelo libero
- Tabelle riassuntive dei risultati

#### ***Descrizione del tratto***

Il tronco d'alveo oggetto di verifica costituisce il tratto terminale coperto del Canale Carbognano, compreso tra lo sbocco a mare ed una sezione posta circa 100 m a monte, al di sotto della piazza antistante il porticciolo di Lerici.

Esso è caratterizzato da due tratti rettilinei raccordati mediante una curva verso sinistra, con andamento prevalente E-O, e da una sezione rettangolare a due fornici di larghezza pari a 1.8 m ciascuno e 1.6 m di altezza; la pendenza è pari a circa l'1%.

#### ***Risultati***

La verifica è stata eseguita integrando il profilo per entrambe le condizioni di corrente lenta da valle verso monte e di corrente veloce da monte verso valle.

Quali condizioni al contorno sono state assunte le condizioni critiche ( $Fr=1$ ) nelle due sezioni di estremità (sez. 1 e sez. 7).

Le verifiche hanno messo in evidenza che il deflusso della portata di piena con tempo di ritorno di 200 anni, avviene con un franco ridotto a pochi centimetri rispetto all'intradosso. È evidente che in tale situazione è sufficiente una piccola perturbazione per provocare la messa in pressione della tombinatura.

La realizzazione di un terzo fornice, in aggiunta ai due attuali, consentirebbe il deflusso della portata duecentennale con franchi maggiori; l'entità di tale franco è legata, ovviamente, alla larghezza della sezione: a titolo di esempio si fa presente che realizzando un fornice uguale ai due attuali il franco risulterebbe di circa 50 cm.

La sistemazione del tratto terminale Torrente Carbognano ha ottenuto, nell'ultimo decennio, due finanziamenti finalizzati all'adeguamento dello scatolare.

- 1996: finanziamento ai sensi della L.R. 45/94 di Lire 296.000.000. L'intervento è consistito nel rifacimento della parte terminale della canalizzazione interrata, fra la foce e parte del tratto prospiciente Piazza Garibaldi. L'adeguamento dimensionale delle sezioni di chiusura è stato fortemente condizionato dalla situazione in essere (presenza di vecchia canalizzazione in mattoni interessata dall'attraversamento di numerosi servizi e di uno scolmatore) e dalle strutture circostanti;
- nel 1999 il Comune di Lerici ha ottenuto un secondo finanziamento ai sensi della L.R. 46/96 (D.G.R. 581 del 04.06.1999) per la somma di Lit. 200.000.000. In questo caso l'intervento ha teso a completare la canalizzazione nel tratto prospiciente piazza Garibaldi. Seppure non risolutive completamente del problema le opere realizzate hanno comunque ottenuto il transito della massima piena duecentennale seppure con un franco ridotto.

Durante la realizzazione di tale secondo lotto il Comune di Lerici ha manifestato la necessità del rifacimento architettonico di tutta la piazza Garibaldi. In sede di conferenza dei servizi l'intervento è stato assentito, dal punto di vista idraulico, a condizione che venga realizzato, contestualmente, un terzo fornice da affiancare ai due esistenti al fine di riportare il franco a condizioni di piena sicurezza.

#### *Verifiche a carattere locale*

##### Tratto a monte della copertura terminale

#### ***Copertura (CBCBCP01) (imbocco)***

È costituita da una condotta DN 1000.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### ***Passerella pedonale (CBCBPT01)***

Si tratta di un ponte a campata unica della larghezza di 1.4 m, con una luce libera di deflusso di 1.0 m circa.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### ***Passerella pedonale (CBCBPT02)***

Si tratta di un ponte a campata unica della larghezza di 1.8 m, con una luce libera di deflusso di 0.9 m circa.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### ***Ponte ad arco (CBCBPT03)***

Si tratta di un ponte ad arco della larghezza di 3.2 m, con una luce libera di deflusso in sommità di 1.8 m circa.

Il manufatto non risulta adeguato per tutte le portate considerate, pur mantenendo ancora un franco residuo rispetto alla sommità della volta.

***Ponte ad arco (CBCBPT04)***

Si tratta di un ponte ad arco della larghezza di 2.5 m, con una luce libera di deflusso in sommità di 2.9 m circa.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

***Ponte ad arco (CBCBPT05)***

Si tratta di un ponte ad arco della larghezza di 3.7 m, con una luce libera di deflusso in sommità di 7.0 m circa.

Il manufatto risulta adeguato per tutte le portate considerate.

***Copertura (CBCBCP02) (sbocco)***

È costituita da una condotta DN 1000.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***RIO MOLINI***

***Copertura terminale (MLMLCP01) (sbocco)***

È costituita da una condotta DN 150.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***FOSSO DELLA COSTA***

***Copertura terminale (COSCOSP01) (sbocco)***

È costituita da una tombinatura a sezione rettangolare con larghezza di circa 2.0 m e luce libera di deflusso di circa 1.6 m.

Il manufatto non risulta adeguato per tutte le portate considerate, pur mantenendo ancora un franco residuo rispetto all'intradosso.

***FOSSO MACCARANI***

***Copertura terminale (MCMCCP01) (sbocco)***

È costituita da una tombinatura a sezione rettangolare con larghezza di circa 2.9 m e luce libera di deflusso di circa 0.9 m.

Il manufatto non risulta adeguato per tutte le portate considerate, pur mantenendo ancora un franco residuo rispetto all'intradosso.

### ***FOSSO PORTIOLA***

#### ***Copertura a valle del cimitero (PRPICP01)***

È costituita da una condotta DN 1000.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### ***Copertura terminale (PRPRCP01)***

È costituita da una tombinatura a sezione rettangolare con larghezza di circa 2.0 m e luce libera di deflusso di circa 0.6 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

La copertura termina con un'opera di deviazione a mare delle dimensioni di 0.45 m per 0.7 m, che risulta anch'essa insufficiente per tutte le portate considerate.

### ***FOSSO LIZZARELLA***

#### ***Copertura terminale (LILICP01)***

È costituita da una tombinatura a sezione rettangolare con larghezza variabile tra 2.2 m circa a monte e 5.0 m a valle e luce libera di deflusso di circa 1.2 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

La copertura termina con un'opera di deviazione a mare delle dimensioni di 0.45 m per 0.7 m, che risulta anch'essa insufficiente per tutte le portate considerate.

#### ***Copertura terminale (LILICP02)***

È costituita da una tombinatura a sezione rettangolare con larghezza 1.5 m circa e altezza 1.3 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### ***Ponte a monte strada pedonale (LILIPT01)***

Si tratta di un ponte a campata unica della larghezza di 0.9 m, con una luce libera di deflusso di 0.8 m circa.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### ***Ponte ad uso servizi a monte strada pedonale (LILIPT02)***

Si tratta di un ponte a campata unica della larghezza di 2.3 m, con una luce libera di deflusso di 0.8 m circa.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### ***Ponte ad uso servizi a monte strada pedonale (LILIPT03)***

Si tratta di un ponte a campata unica della larghezza di 1.7 m, con una luce libera di deflusso di 1.2 m circa.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### ***Copertura (LILICP03)***

È costituita da una tombinatura a sezione rettangolare con larghezza 1.4 m circa e altezza 1.3 m, con presenza di un bauletto in cls. Che ne parzializza la sezione.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### ***Copertura (LICSCP01) (sbocco) sul fosso Castiglioni***

È costituita da una condotta DN 1000.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

### ***FOSSO DEL MUGGIANO***

#### ***Verifiche a carattere esteso (paragrafo inserito con DSG 92/2021)***

Nell'ambito di un procedimento autorizzativo per la ristrutturazione con ampliamento di un edificio in località Muggiano, è stato analizzato, con verifiche idrauliche estese, un breve tratto del fosso Muggiano, in località Muggiano.

Lo studio si estende per un breve tratto a cielo libero di circa 35 m, in cui sono state rilevate 7 sezioni; sia a monte che a valle sono presenti due tratti tombinati: il tratto di valle, di vecchia data, è costituito da una sezione circolare pari a 1.00 m, che scorre sotto il piazzale della concessionaria Autoligure. La tombinatura di monte è invece di più recente realizzazione ed è caratterizzata da uno scatolare in c.a. avente all'incirca dimensioni pari a 1.80 m x 2.00 m.

Il modello idraulico implementato è relativo al tratto scoperto, più un breve tratto di tombinatura di valle, del quale però è nota solo la geometria dell'imbocco. Lo schema adottato è quello di moto permanente monodimensionale ed è stato sviluppato tramite il software HEC-RAS del US Army Corps of Engineers, nella versione 4.1.

Le portate utilizzate sono quelle già calcolate nel piano di bacino, valutate in corrispondenza della foce. La scabrezza in alveo è stata assunta pari a  $33 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$  per il tratto naturale e pari a  $45 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$  nella tombinatura, in accordo con le indicazioni del piano di bacino.

Per la condizione al contorno di monte si è adottata la profondità critica, dato il tratto di uscita dalla tombinatura di monte e il dislivello presente, mentre per la condizione al contorno di valle è stata assunta la profondità di moto uniforme, per la pendenza del corso d'acqua pari al 4,5 %.

I risultati della simulazione dimostrano una significativa criticità della tombinatura di valle, che risulta in grado di smaltire, in pressione, una portata di circa  $4 \text{ m}^3/\text{s}$ , a fronte di un valore pari a  $9,1 \text{ m}^3/\text{s}$  per la cinquantennale e a  $10,4 \text{ m}^3/\text{s}$  per la duecentennale.

Pertanto la portata in eccesso, non contenuta in alveo, esonda a monte della tombinatura, interessando in particolare l'area in sponda sinistra, ubicata ad una quota più bassa, e propagandosi poi a valle; tenuto conto delle limitate dimensioni del bacino, i volumi esondati risultano nel complesso contenuti e, di conseguenza, le aree inondabili risultano limitate, interessando un'area di circa  $12'000 \text{ m}^2$ , con un tirante medio sotto i 30 cm, ad eccezione dell'area in sponda sinistra del tratto a cielo libero dove localmente si prevedono tiranti superiori ai 3 m.

#### ***Verifiche a carattere locale***

#### ***Ponte (MGMGPT01)***

Si tratta di un attraversamento con tubazione in lamiera ondulata di diametro pari a 1 m. L'alveo risulta notevolmente ingombro di materiali e manufatti vari.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

### *FOSSO PEZZOGRANDE*

#### *Copertura terminale (PEPECP01) (imbocco)*

È costituita da una tombinatura a sezione rettangolare con larghezza di 3.4 m e luce libera di deflusso di 2 m. La copertura sbocca in un canale coperto parallelo al mare aperto sui due lati, avente sezione a volta e risulta notevolmente ingombro da materiali.  
Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

#### *Attraversamento pedonale (PEPEPT01)*

Passerella pedonale in legno larga 3.6 m e luce libera di 1.7 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per le sole portate 50-ennale e 200-ennale.

#### *Attraversamento pedonale (PEPEPT02)*

Passerella pedonale in metallo e legno larga 3.6 m e luce libera di 1.7 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per le sole portate 50-ennale e 200-ennale.

#### *Copertura terminale (PEAFCP01) su affluente (imbocco)*

È costituita da una tombinatura a sezione rettangolare in c.a. con larghezza di 3.4 m e luce libera di deflusso di 0.7 m; l'alveo è plateato.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

### *FOSSO CANALONE*

#### *Copertura terminale (CECECP01) (imbocco)*

È costituita da una tombinatura con sezione a volta di larghezza di 3.3 m e luce libera in mezzera di 2.2 m; l'alveo è plateato.  
Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

#### *Copertura zona residenziale in costruzione (CECECP02)*

È costituita da una tubazione in lamiera ondulata di diametro 3 m; l'alveo è ingombro di materiale e vegetazione.  
Il manufatto risulta sufficiente per la sola portata 50-ennale.

### *FOSSO DI PAGLIARI*

#### *Copertura Via San Bartolomeo (PAPACP01)*

È costituita da una tombinatura con sezione a volta di larghezza di 2.0 m e luce libera in mezzeria di 2.0 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### *Copertura ferroviaria (PAPACP02)*

È costituita da una tombinatura con sezione rettangolare in c.a. larga 5.5 m e luce libera di 1.5 m; l'alveo è plateato.

Il manufatto risulta insufficiente per la sola portata 500-ennale.

#### *Passerella pedonale in Via Pitelli (PAPAPT03)*

Passerella pedonale in metallo larga 4.5 m e luce libera di 0.85 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### *Ponte carrabile in Via Pitelli (PAPAPT04)*

Ponte carrabile ad arco in pietra largo 3.3 m e luce libera di 1.3 m in mezzeria.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### *Passerella pedonale in Via Pitelli (PAPAPT05)*

Passerella pedonale in struttura mista acciaio e cls d'accesso a un'abitazione larga 3.0 m e luce libera di 1.8 m.

Il manufatto risulta sufficiente per la sola portata 50-ennale.

#### *Ponticello carrabile in Via Pitelli (PAPAPT06)*

Ponticello carrabile in c.a. con una pila doppia in alveo, d'accesso a un'abitazione, largo 3.2 m e luce libera di 1.5 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### *Ponticello carrabile in Via Pitelli (PAPAPT07)*

Ponticello carrabile in c.a., d'accesso ad un'abitazione, largo 3.3 m e luce libera di 1.6 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### *Ponticello carrabile in Via Pitelli (PAPAPT08)*

Ponticello carrabile in struttura mista acciaio e cls, d'accesso a un'abitazione, largo 3.7 m e luce libera di 1.2 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

*Ponticello carrabile in Via Pitelli (PAPAPT09)*

Ponticello carrabile in struttura mista acciaio e cls, d'accesso a un'abitazione, largo 3.1 m e luce libera di 1.55 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

*Ponticello carrabile in Via Pitelli (PAPAPT10)*

Ponticello carrabile in c.a., d'accesso ad un'abitazione, largo 2.4 m e luce libera di 1.50 m. Fondo alveo plateato.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

*Passerella pedonale in Via Pitelli (PAPAPT111)*

Passerella pedonale in struttura mista acciaio e cls, d'accesso a un'abitazione, larga 2.4 m e luce libera di 1.65 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

*Ponte carrabile in Via Pitelli (PAPAPT12)*

Ponte carrabile in c.a. largo 3.0 m e luce libera di 2.30 m.

Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

*Passerella pedonale in Via Pitelli (PAPAPT13)*

Passerella pedonale in c.a., larga 2.9 m e luce libera di 1.25 m. Fondo alveo plateato.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

*Copertura in Via Pitelli (PAPACP03) (sbocco)*

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare di larghezza 2.0 m e luce libera di 2.5 m. Alveo plateato.

Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

*Copertura zona militare (PAAF3CP01) su affluente (sbocco)*

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare di larghezza 2.0 m e luce libera di 1.8 m. Alveo plateato.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**CANALE FOSSAMAISTRA***Verifiche a carattere esteso (paragrafo inserito con DSG 92/2021)*

Le verifiche a carattere esteso hanno riguardato il fosso Tombone, affluente del fosso Calcinara, a sua volta tributario di destra del canale Fossamastra.

Il fosso, che presenta un bacino idrografico di poco superiore a 1 km<sup>2</sup>, attraversa un'area densamente insediata di attività industriali e pertanto il tracciato risulta fortemente discontinuo, con vari tratti tombinati e sezioni artificializzate, prevalentemente di forma rettangolare.

Il tratto di studio ha inizio in prossimità dell'incrocio tra via delle Pianazze e via Soggiano e si estende fino all'immissione nel fosso Calcinara; quest'ultimo è stato modellato idraulicamente nel tratto in prossimità della confluenza per fornire un'adeguata condizione al contorno di valle. La stima delle portate di piena di progetto per il bacino in esame è stata effettuata mediante applicazione di un modello di trasformazione afflussi-deflussi di tipo concettuale (metodo razionale) al set di parametri di pioggia critica di progetto, nell'assunzione che ad eventi di precipitazione associati a determinati tempi di ritorno corrispondano eventi di piena caratterizzati dalla medesima probabilità di occorrenza.

Tale approccio è coerente con l'impostazione data nel Piano di Bacino e ne costituisce un adeguato approfondimento idrologico, in quanto, oltre ad aggiornare i dati di pioggia utilizzati nella statistica fino al 2018, ha definito con maggior precisione le aree dei bacini scolanti e affinato la stima dei parametri di calcolo utilizzati.

Avendo assunto uno schema di moto vario per la modellazione idraulica, sono stati poi valutati gli idrogrammi di piena di riferimento, adottando, in accordo con i criteri regionali ex DGR 359/2008, il metodo dell'idrogramma istantaneo unitario IUH a seguito dell'applicazione del metodo CN-SCS per la valutazione dell'assorbimento del terreno.

La tabella seguente riporta i valori di portata al colmo utilizzati nel modello; in particolare il sottobacino "A" è chiuso all'imbocco del tratto studiato.

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Area bacino [km<sup>2</sup>]</b>	<b>TR50 [mc/s]</b>	<b>TR200 [mc/s]</b>	<b>TR500 [mc/s]</b>
Tombone	1,09	21,6	26,2	29,3
Sottobacino "A"	0,89	17,6	21,3	23,8

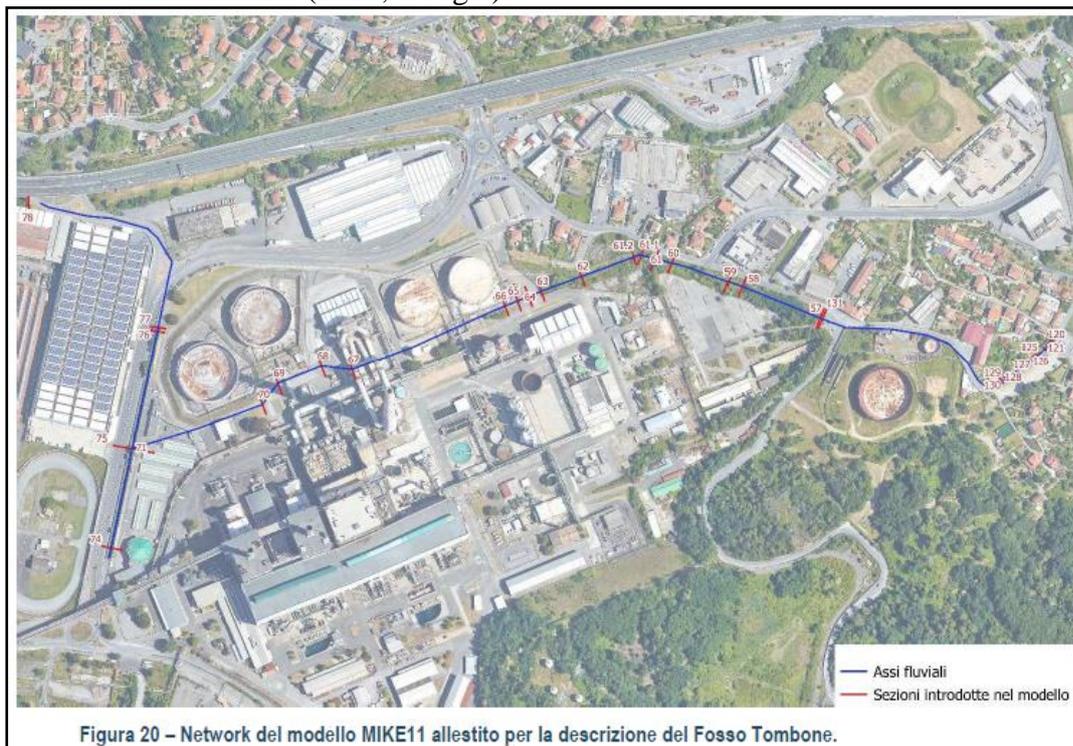
Le analisi idrauliche per la caratterizzazione dell'idrodinamica di piena del Fosso Tombone sono state condotte mediante la messa a punto e applicazione di un modello numerico idrodinamico bidimensionale in moto vario, dinamicamente accoppiato a un modello monodimensionale descrittivo del deflusso all'interno dell'alveo inciso.

Per descrivere la morfologia del terreno nelle aree di esondazione e propagazione dell'onda di piena è stato utilizzato il modello digitale del terreno (DTM) da volo LiDAR acquisito dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM). Al fine della caratterizzazione geometrica dell'alveo inciso e delle opere di attraversamento presenti sono state integrate le informazioni geometriche derivanti dal DTM citato con i rilievi in campo eseguiti per il presente studio e con la documentazione "storica" (1971) relativa al progetto di sistemazione del corso d'acqua in esame in corrispondenza dell'area ENEL.

A partire dalle informazioni topografiche precedentemente citate è stato allestito un modello numerico idraulico utilizzato per l'analisi di stato attuale delle dinamiche di propagazione della piena nell'area oggetto di studio. In particolare è stato utilizzato il codice di calcolo MIKE Flood del DHI, che combina l'approccio monodimensionale, per la schematizzazione del moto nell'alveo inciso, e quello bidimensionale, per la rappresentazione della dinamica dell'esondazione, eseguendo simulazioni condotte per diversi tempi di ritorno (50, 200 e 500 anni), con riferimento agli idrogrammi di piena di progetto definiti in precedenza.

Il modello monodimensionale schematizzato nel codice MIKE11 HD (modulo idrodinamico) è costituito da 40 sezioni trasversali, che rappresentano la geometria degli alvei incisi del Fosso Tombone (circa 1,13 km) e del Fosso di Calcinara nel tratto di confluenza (circa 0,56 km). Quest'ultimo è stato inserito per assegnare più correttamente le condizioni al contorno di valle all'alveo del Tombone, in quanto le dinamiche di deflusso in quest'ultimo sono influenzate dai rilevanti livelli idrici che si instaurano nei tratti più a valle al deflusso delle portate di piena di riferimento.

La figura seguente riporta l'estensione del modello (traccia dell'asse e delle sezioni utilizzate) su base foto aerea recente (2018, Google).

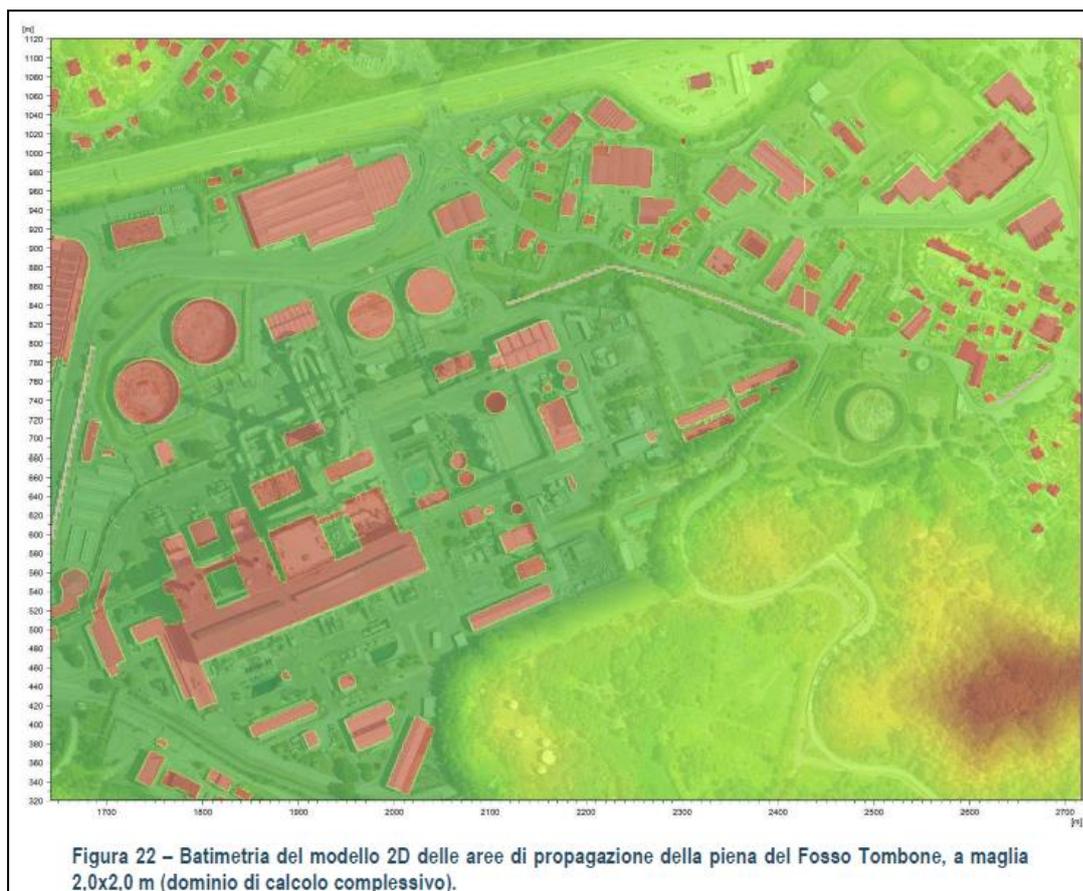


In corrispondenza di attraversamenti e tombinate sono state inserite nel modello specifiche strutture di tipo “culvert” e “weir”, che riproducono le reali condizioni di deflusso di tali manufatti in condizioni di moto a pelo libero, in pressione e di eventuale sormonto dell'impalcato, calcolando opportunamente le perdite di carico che si manifestano. Per i salti di fondo (soglie e briglie) si sono inserite analogamente strutture di tipo “weir”.

Nel modello bidimensionale alle differenze finite MIKE21 la descrizione geometrica del terreno è rappresentata definendo la quota media del terreno in ogni cella di calcolo. La dimensione della cella è condizionata dalla necessità di rappresentare con sufficiente dettaglio la geometria delle aree allagabili, delle strade, delle strutture interferenti e delle possibili vie di deflusso conseguenti a fenomeni di esondazione. Si è deciso pertanto di adottare una griglia di calcolo piuttosto fitta, a maglia 2,0 x 2,0 m, composta da 540 righe e 400 colonne (216.000 punti di calcolo).

La figura seguente riporta la batimetria del modello 2D. In colore fucsia sono evidenziate le zone escluse dal calcolo (celle inattive) perché considerate sicuramente non allagabili (aree con quote superiori ai 119 m s.m.) o perché ricadenti all'interno dei rami di alveo inciso appartenenti al dominio del modello monodimensionale MIKE11 (il contributo di tali celle al deflusso della piena infatti viene già descritto da quest'ultimo modello).

Inoltre è stata inserita la geometria dei fabbricati presenti all'esterno all'alveo modificando la quota delle celle della batimetria che ricadono all'interno della loro impronta, in modo da essere considerati, a favore di sicurezza, come volumi impermeabili.



In accordo con i valori prescritti nel piano di bacino si è adottato per il modello monodimensionale un valore del **coefficiente di scabrezza**  $K_s$  di Gauckler-Strickler pari a  $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  lungo i tratti di alveo naturale e di  $45 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  lungo i tratti rivestiti, coperti (manufatti di attraversamento viario e ferroviario e tombinature) o a cielo aperto.

Per quanto riguarda l'area esterna all'alveo, modellata con schema bidimensionale, si è provveduto alla differenziazione su due classi di scabrezza in modo da tenere in considerazione la presenza dei principali elementi che possono influenzare la propagazione della piena: linee di deflusso principali (strade), aree urbane pavimentate e aree vegetate. In particolare alle aree vegetate è stato applicato un coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler di  $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ , mentre a quelle pavimentate un coefficiente di  $50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .

Si ricorda a tal proposito che in un modello bidimensionale gli effetti di resistenza secondari indotti dalle condizioni di moto non-monodimensionali (moti trasversali e vorticosi, sinuosità dell'alveo), che nel modello 1D sono invece da includere forfettariamente nel coefficiente di scabrezza, sono già in tutto, o almeno in gran parte, direttamente considerati nelle equazioni del moto e pertanto la scelta dei coefficienti adottati può essere meno cautelativa.

Le **condizioni al contorno** imposte sono costituite da input di portata a monte e internamente al modello, e da una condizione di valle rappresentata dal livello nel Fosso di Calcinara a valle della confluenza del Tombone. In particolare nella sezione di monte del modello è stato inserito l'idrogramma di portata calcolato per il sottobacino "A" secondo diversi scenari con tempo di ritorno di 50, 200 e 500 anni e nella sezione a valle dello sbocco della tombinatura costituita dalle due tubazioni DN1000 (sezione 57) è stato invece introdotto come input l'idrogramma residuo rispetto a quello del bacino totale.

La condizione idrodinamica di valle è definita sulla sezione di valle del tratto di Fosso di Calcinara rappresentato (sezione 74), immediatamente a monte dell'imbocco della tombinatura terminale. In particolare è stato inserito l'idrogramma di livello estratto (per ciascun tempo di ritorno) dai risultati delle simulazioni condotte per il sistema idrodinamico complessivo del

bacino del Fossamastra nello studio del Comune del 2019, in modo da tenere implicitamente conto anche dell'effetto dei tratti fluviali più a valle. Analogamente, per mantenere la coerenza idrodinamica del tratto, in testa al tratto di Fosso di Calcinara rappresentato è stato introdotto in input l'idrogramma di portata estratto dai risultati dello studio pregresso per la sezione a monte della confluenza del Fosso Tombone.

Si evidenzia inoltre come la condizione di valle assunta (Calcinara all'incirca a bordi pieni in corrispondenza del colmo di portata) sia particolarmente gravosa per il deflusso della piena del Fosso Tombone, in quanto la sezione di confluenza di quest'ultimo, tombinata, è posta sul fondo alveo del corpo idrico recettore. I livelli idrici di Calcinara sono dunque di per sé già sufficienti a causare il funzionamento in pressione della tombinatura terminale del Tombone al di sotto dell'area ENEL per tutti i tempi di ritorno considerati.

I risultati delle simulazioni effettuate evidenziano una significativa criticità già per tempo di ritorno di 50 anni, collegata all'insufficiente dimensione delle sezioni idraulica, aggravata dalla presenza di tombinature e attraversamenti non adeguati. Ad esempio, nel tratto di monte del Fosso Tombone oggetto di studio, la tombinatura costituita dalle due tubazioni DN1000 risulta in grado di smaltire una portata massima di circa  $6 \text{ m}^3/\text{s}$ , a fronte di una portata cinquantennale pari a  $17,6 \text{ m}^3/\text{s}$ .

La portata esondata nel primo tratto di monte del Fosso Tombone inserito nel modello (a monte delle due tubazioni DN1000) allaga dapprima le aree a destinazione agricola in sponda destra, propagandosi verso valle in corrispondenza degli edifici di civile abitazione posti più a Ovest e raggiungendo quindi via delle Pianazze; al crescere delle portate l'esondatazione avviene anche in sponda sinistra, con sormonti della sponda variabili tra 0,1 e 0,4 m e interessamento diretto di via delle Pianazze.

La portata prosegue lungo l'asse di tale viabilità verso Nord e verso Ovest, interessando le aree circostanti e in particolare allagando l'area limitrofa in cui è presente una grossa cisterna e delle infrastrutture impiantistiche.

L'area descritta si allaga con altezze d'acqua che crescono fino a sormontare il dosso presente presso il cancello di ingresso sul lato Nord verso via delle Pianazze, con portata che raggiunge nuovamente la carreggiata di quest'ultima. Da qui i deflussi si propagano fino alla recinzione dell'area ex ENEL e si suddividono tra la rampa di accesso a quest'ultima e la prosecuzione di via delle Pianazze verso Ovest.

L'area ex ENEL viene allagata dal flusso che proviene dalla rampa; la portata defluisce quindi verso la sottostante centrale ENEL e parzialmente rientra in alveo al Fosso Tombone dalla scarpata a Nord-Ovest. La quota parte di portata che prosegue invece lungo via delle Pianazze rientra completamente nel sottostante Fosso Tombone (nel quale scaricano anche le acque meteoriche afferenti alla viabilità) nell'arco di circa 200 m.

I risultati delle modellazioni per i tre tempi di ritorno sono stati utilizzati per realizzare le carte dei tiranti e delle velocità massime e, infine, per definire la carta delle aree inondabili, ove sono stati altresì individuati gli ambiti normativi di fascia B, secondo i criteri ex DGR 91/2013.

### *Verifiche a carattere locale*

#### *Copertura finale (FOFOCP01)*

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare di larghezza variabile da 13.0 m (imbocco), a 8.0 m (sbocco) e luce libera compresa fra 1.8 m (imbocco) e 2.0 m (sbocco).

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### *Passerella pedonale in Via Valdilocchi (FOFOPT01)*

Passerella pedonale metallica larga 6.65 m e luce libera di 1.90 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### *Ponte carrabile in Via Valdilocchi (FOFOPT02)*

Ponte carrabile in c.a. largo 9.0 m e luce libera di 1.40 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Copertura raccordo autostradale Via della Concia (FOFOCP02)***

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare di larghezza 9.7 m e luce libera di 2.4 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte carrabile in Via Privata Otomelara (FOFOPT03)***

Ponte carrabile in c.a. con due pile in alveo largo 7.1 m e luce libera di 1.2 m. Alveo parzialmente plateato.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte carrabile accesso Otomelara (FOFOPT04)***

Ponte carrabile in c.a. largo 5.65 m e luce libera di 1.90 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte ferroviario accesso Otomelara (FOFOPT05)***

Ponte ferroviario in acciaio con una pila in alveo largo 6.5 m e luce libera di 1.50 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Copertura (FOFOCP03)***

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare. L'imbocco ha una larghezza di 12.2 m e luce libera di 1.2 m, lo sbocco ha una pila in alveo, larghezza di 8.0 m e luce libera di 1.5 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte carrabile in località Pian di Pitelli (FOFOPT07)***

Ponte carrabile in c.a. largo 3.9 m e luce libera di 2.9 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte carrabile in località Pomara (FOFOPT08)***

Ponte carrabile in c.a. largo 4.8 m e luce libera di 1.8 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte carrabile in località Pomara (FOFOPT09)***

Ponte carrabile in c.a. largo 5.0 m e luce libera di 1.45 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Copertura (FOFOCP04) (sbocco)***

È costituita da una tubazione in c.a. del diametro di 1.0 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Copertura in Via Melara (FOCLCP01) (imbocco)***

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare larga 4.8 m e luce libera di 2.6 m.

Il manufatto risulta sufficiente per la sola portata 50-ennale.

***Ponte carrabile in Via Melara (FOCLPT01)***

Ponte carrabile in c.a. largo 4.8 m e luce libera di 2.0 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Ponte carrabile in Via Melara (FOCLPT02)**

Ponte carrabile in c.a. largo 6.0 m e luce libera di 1.8 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Ponte carrabile in Via Sarzana (FOCLPT03)**

Ponte carrabile in pietra ad arco largo 2.0 m e luce libera in mezzeria 1.8 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Copertura in Via Sarzana (FOCLCP02) (imbocco)**

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare larga 3.0 m e luce libera di 1.0 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Copertura (FOCLCP03)**

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare con larghezza variabile da 2.5 m (imbocco), a 2.0 m (sbocco) e luce libera variabile da 1.0 m (imbocco) e 1.5 m (sbocco).  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Ponte carrabile in Via del Canale (FOCLPT04)**

Ponte carrabile in legno largo 2.0 m e luce libera di 1.1 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Passerella pedonale in Via del Canale (FOCLPT05)**

Passerella pedonale in struttura mista acciaio e cls inclinata, larga 1.8 m e luce libera media di 1.0 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Passerella pedonale in Via del Canale (FOCLPT06)**

Passerella pedonale in c.a., larga 2.0 m e luce libera media di 0.9 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Copertura (FOPICP01) (sbocco)**

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare larga 0.5 m e luce libera di 1.0 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Copertura (FOAF1CP01) (sbocco)**

È costituita da una tombinatura in muratura con sezione a volta larga 2.8 m e luce libera in mezzeria di 2.3 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

**Copertura (FOAF2CP01) (sbocco)**

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare larga 1.0 m e luce libera di 1.5 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Copertura (FOAF3CP02) (sbocco)**

È costituita da una tubazione in c.a. del diametro di 1 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**FOSSO MELARA**

Le portate di piena utilizzate nelle verifiche dei manufatti sono comprensive del contributo dello scarico del depuratore A.C.A.M. pari a 0.2 m<sup>3</sup>/s.

*Copertura (MEMECP01)*

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare a due fornici larghi 4 m e di luce libera 1.6 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

*Copertura (MEMECP02) (sbocco)*

È costituita da una tubazione in c.a. del diametro di 1.8 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

*Copertura (MEMECP03) (imbocco)*

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare larga 2.3 m e luce libera di 1.75 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

Risulta in fase di realizzazione il progetto proposto dall'Autorità Portuale della Spezia per la sistemazione del tratto terminale del fosso Melara a valle degli attraversamenti ferroviari fino allo sbocco.

Il Comune della Spezia è beneficiario di un finanziamento di Lit. 1.200.000.000 ai sensi del D.L. 180/98 (anno 1999). Sono state attivate le procedure per il finanziamento globale degli interventi.

**TORRENTE VECCHIA DORGIA***Copertura (VDVDCP01)*

L'imbocco della copertura è di sezione rettangolare larga 3.9 m e luce libera di 1.05 m.

Lo sbocco è costituito da due tubazioni in lamiera ondulata di diametro 2 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

*Passerella pedonale privata (VDVDPT01)*

Ponte in c.a. largo 3.15 m e luce libera di 1.1 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

*Copertura (VDVDCP02)*

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare con larghezza variabile da 2.0 m (imbocco), a 4.2 m (sbocco) e luce libera variabile da 1.9 m (imbocco) e 2.3 m (sbocco).

L'imbocco della copertura risulta insufficiente per tutte le portate considerate, lo sbocco risulta sufficiente per le sole portate 50-ennale e 200-ennale.

*Passerella pedonale in disuso (VDVDPT03)*

Passerella pedonale in c.a., larga 3.0 m e luce libera di 1.5 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

*Ponte d'accesso al cimitero de la Pieve (VDVDPT04)*

Ponte carrabile in c.a., largo 5.3 m e luce libera di 1.8 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

*Copertura d'accesso alla chiesa la Pieve (VDVDCP03)*

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione a volta con larghezza variabile da 2.3 m (imbocco), a 2.0 m (sbocco) e luce libera in mezzeria di 2.2 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

*Copertura in località Marcatore (VDVDCP04)*

L'imbocco della copertura è di sezione rettangolare larga 1.3 m e luce libera di 2.5 m.  
Lo sbocco è costituito da una tubazione in lamiera ondulata di diametro 2 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

*Copertura (VDGACP01) (sbocco)*

È costituita da una tubazione in c.a. del diametro di 1.0 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

*Copertura del cimitero della Pieve (VDSRCP01)*

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare larga 10.0 m e luce libera di 3.0 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

La criticità della zona, che si posiziona in centro urbano viene avvalorata, in termini di rischio e priorità di intervento, proprio per la presenza del complesso monumentale che rappresenta, assieme a quello di Marinasco, una delle due maggiori emergenze storiche-architettoniche della città.

La sistemazione dell'area, oltre all'esecuzione degli interventi di tipo idraulico, non può prescindere dall'asportazione di tutti i materiali depositati senza autorizzazione lungo le sponde, entro le distanze inderogabili;

Non bisogna dimenticare che la presenza della Pieve di San Venerio, quale emergenza storico-archeologico-architettonica, conferisce un plusvalore all'area ed una maggiorazione degli elementi a rischio, con incremento della priorità di intervento; conseguentemente sarà necessario approfondire le verifiche idrauliche anche sulla contermine asta del rio di Castelvecchio al fine di valutarne l'influenza sugli eventi di piena.

Con D.G.R. 1627 del 29.05.1998 è stato finanziato un intervento *di manutenzione alveo e vasche di sedimentazione torrente Vecchia Dorgia a monte della copertura*, per Lit. 30.000.000. Il Comune, beneficiario del finanziamento, non è intervenuto nei tempi definiti dalla L.R. 46/96 incorrendo nella revoca del medesimo.

Con D.G.R. 1375/2001 è stato concesso al Comune della Spezia un finanziamento di lire 150.000.000 finalizzato allo *studio idraulico di dettaglio e progettazione preliminare degli interventi volti alla messa in sicurezza idraulica dei tributari principali del Canale Vecchia Dorgia a monte della Pieve di San Venerio con progettazione definitiva degli interventi prioritari*.

## **TORRENTE NUOVA DORGIA**

*Verifiche a carattere esteso*

### Tratto dalla confluenza con il fosso Buonviaggio alla vasca di sbocco a mare

È stata effettuata la verifica del tratto d'alveo compreso tra la confluenza con il fosso Buonviaggio e la vasca di sbocco a mare dove confluisce anche il torrente Vecchia Dorgia, per una lunghezza complessiva di circa 2300 m.

Per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali dell'alveo, procedendo da valle verso monte, si è fatto riferimento alla seguente documentazione:

- rilievi diretti in sito svolti nell'ambito della stesura del catasto delle opere interferenti con gli alvei, per il tratto dalla vasca di sbocco fino alla copertura di Viale San Bartolomeo;
- rilievo topografico realizzato nel 2001 nell'ambito del progetto di un nuovo quartiere fieristico e multisala, per il tratto compreso fra la copertura di Viale San Bartolomeo e la copertura di Corso Nazionale;
- rilievi diretti in sito svolti nell'ambito della stesura del catasto delle opere interferenti con gli alvei, per il tratto dalla copertura di Corso Nazionale ad una sezione (sez. 42) posta circa 190 m a valle del ponte NDNDPT03;
- rilievo topografico realizzato nel 1985 nell'ambito del progetto di sistemazione e regimazione idraulica del torrente in località Migliarina, per il tratto compreso fra la sezione 42 e una sezione (sez. 60) posta circa 35m a monte del ponte ferroviario;
- rilievo topografico realizzato nel 1998 nell'ambito del progetto di sistemazione del torrente in Località Fellettino, per il tratto compreso fra la sezione 60 e la copertura NDNDCP04;
- progetto di consolidamento e risagomatura delle sponde nel tratto compreso tra Via Buonviaggio e la canalizzazione coperta in Loc. Favaro, per il tratto compreso tra la copertura NDNDCP04 e una sezione (sez. 100) ubicata subito a valle della confluenza con il Fosso Buonviaggio.

Ai fini delle verifiche in moto permanente sono state individuate una serie di sezioni trasversali in funzione delle caratteristiche geometriche e morfologiche dell'alveo (larghezza, pendenza).

Le sezioni dei singoli tratti sono state numerate in senso crescente da valle verso monte senza soluzione di continuità.

All'interno del modello di calcolo utilizzato le singole sezioni sono state integrate con una serie di sezioni intermedie, ottenute per interpolazione, con passo massimo di soli 10 m.

La verifica è stata effettuata mediante integrazione del profilo di moto permanente con i tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale riferiti al nodo di valle del tratto (nodo A del reticolo idrografico).

I risultati di ciascuna verifica sono riassunti in forma numerica e grafica nei seguenti elaborati:

- Profili di rigurgito in scala 1:5000/1:1500
- Sezioni trasversali di calcolo in scala 1:200/1:150 con l'indicazione delle quote del pelo libero
- Tabelle riassuntive dei risultati

#### *Descrizione del tratto*

Il tratto d'alveo compreso tra la confluenza con il fosso Buonviaggio e la vasca di sbocco a si sviluppa in modo pressoché rettilineo in una zona densamente urbanizzata con una pendenza media del 1%.

Lungo il tratto sono presenti quattro coperture e cinque ponti; le sezioni dell'alveo risultano mediamente regolari prevalentemente di forma rettangolare.

Partendo da valle le larghezze medie risultano di 12 m nel tratto finale a valle di Viale San Bartolomeo, si riducono a circa 5 - 6 m nel tratto da Viale San Bartolomeo fino alla sezione 42, aumentano fino a 15 - 20 m fino alla sezione 60, si riducono a circa 5 m sotto la copertura in località Favaro e infine si riallargano fino a circa 15 m fino alla sezione iniziale (sez. 100).

Il fondo alveo si mantiene quasi ovunque naturale e non risulta particolarmente ingombro di materiale ad eccezione di un deposito detriti a monte della copertura di Viale San Bartolomeo.

#### *Risultati*

La verifica è stata eseguita integrando il profilo per entrambe le condizioni di corrente lenta da valle verso monte e di corrente veloce da monte verso valle.

Quali condizioni al contorno sono state assunte le condizioni critiche ( $Fr=1$ ) nelle due sezioni di estremità (sez. 29 e sez. 100).

Le verifiche hanno messo in evidenza l'insufficienza di quasi tutto il tratto d'alveo a partire dalla copertura di Via Carducci al deflusso della portata 200-ennale, con alcuni tratti insufficienti anche rispetto al deflusso della piena 50-ennale.

Le velocità della corrente variano da un minimo di 1 m/s a un massimo di circa 6 m/s, il profilo è mediamente caratterizzato da tratti di corrente lenta alternati a brevi tratti di corrente veloce.

*Verifiche a carattere locale*Tratti a montedella confluenza con il fosso Buonviaggio***Ponte carrabile su strada provinciale del Buonviaggio (NDNDPT06)***

Ponte carrabile in c.a. con sezione a volta larga 8.0 m e luce libera in mezzeria di 2.4 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

***Passerella pedonale in Via del Forno (NDNDPT07)***

Passerella pedonale in acciaio di sezione rettangolare larga 5.1 m e luce libera di 2.0 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Copertura davanti ad Ospedale (NDNDCP05)***

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare larga 4.7 m e luce libera di 2.1 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte privato carrabile in Via del Forno N°19 (NDNDPT08)***

Ponte carrabile in c.a. di sezione rettangolare largo 4.5 m e luce libera di 2.6 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte comunale Castello (NDNDPT09)***

Ponte carrabile in c.a. di sezione a volta larga 6.9 m e luce libera in mezzeria di 2.3 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per le sole portate 50-ennale e 200-ennale.

***Passerella pedonale (NDNDPT10)***

Passerella pedonale in legno di sezione rettangolare larga 3.2 m e luce libera di 1.4 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte carrabile in Via del Forno (NDNDPT11)***

Ponte carrabile in c.a. di sezione rettangolare larga 6.5 m e luce libera di 2.6 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

***Copertura in località Fellettino (NDBUCP01) (sbocco)***

È costituita da una tubazione in c.a. del diametro di 1.0 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Passerella pedonale (NDBUPT01)***

Passerella pedonale in c.a. di sezione rettangolare larga 1.4 m e luce libera di 0.75 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Copertura in località Fellettino (NDBUCP01) (imbocco)***

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare larga 3.4 m e luce libera di 3.0 m. Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte carrabile (NDPZPT01)***

Ponte carrabile in c.a. di sezione a volta larga 3.5 m e luce libera in mezzzeria di 2.0 m. Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

***Passerella pedonale (NDPZPT02)***

Passerella pedonale in c.a. di sezione rettangolare larga 3.3 m e luce libera di 0.8 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Copertura (NDPZCP01) (sbocco)***

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare larga 2.9 m e luce libera di 2.0 m. Il manufatto risulta sufficiente per le sole portate 50-ennale e 200-ennale.

***FOSSO ROSSANO******Copertura (RSRSCP01) (sbocco)***

La copertura è costituita da quattro tubazioni c.a. di diametro 2.0 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Copertura in area ex raffineria IP (RSRSCP02)***

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare larga 3.0 m e luce libera di 2.5 m. Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

***FOSSO CAPPELLETTO******Copertura in Via San Bartolomeo (CTCTCP01) (imbocco)***

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare larga 4.4 m e luce libera di 0.5 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte ad uso servizi (CTCTPT01)***

Ponte in c.a. di sezione rettangolare larga 4.4 m e luce libera in mezzzeria di 1.0 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Copertura sotto COOP (CTCTCP02)***

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare con larghezza variabile da 5.5 m (imbocco), a 4.0 m (sbocco) e luce libera di 2.0 m.

L'imbocco della copertura risulta sufficiente per tutte le portate considerate mentre lo sbocco risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### *Copertura in Viale Italia (CTCTCP03)*

È costituita da una tombinatura in c.a., con sezione rettangolare larga 3.8 m e luce libera variabile da 2.0 m (imbocco) a 2.3 m (sbocco).

Il manufatto risulta sufficiente per la sola portata 50-ennale nella sezione di sbocco.

#### *Copertura in Via XXIV Maggio (CTCTCP04)*

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare con larghezza variabile da 5.6 m (imbocco), a 6.3 m (sbocco) e luce libera di 1.5 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### *Copertura in Via Vittorio Veneto (CTCTCP05)*

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare con larghezza variabile da 4.1 m (imbocco), a 3.2 m (sbocco) e luce libera di 1.5 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### *Ponte carrabile (CTCTPT02)*

Ponte carrabile in c.a. di sezione a volta larga 5.2 m e luce libera in mezzeria di 1.5 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### *Ponte in Via Cappelletto (CTCTPT03)*

Ponte carrabile in c.a. di sezione a volta larga 4.3 m e luce libera in mezzeria di 2.3m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### *Copertura ferrovia (CTCTCP06) (sbocco)*

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare larga 4.3 m e luce libera di 1.5 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

### **CANALE LAGORA**

#### *Verifiche a carattere esteso*

Tratto dalla foce al ponte ferroviario dismesso di Viale Amendola

È stata effettuata la verifica del tratto d'alveo compreso tra la foce e il ponte ferroviario dismesso, d'accesso all'Arsenale Militare da Viale Amendola, per una lunghezza complessiva di circa 350 m.

Per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali dell'alveo si è utilizzato il rilievo effettuato nel 1993 nell'ambito del progetto *Viabilità d'accesso al porto turistico e sistemazione del canale Lagora*.

Ai fini delle verifiche in moto permanente sono state individuate una serie di sezioni trasversali in funzione delle caratteristiche geometriche e morfologiche dell'alveo (larghezza, pendenza).

Le sezioni dei singoli tratti sono state numerate in senso crescente da valle verso monte senza soluzione di continuità.

All'interno del modello di calcolo utilizzato le singole sezioni sono state integrate con una serie di sezioni intermedie, ottenute per interpolazione, con passo massimo di soli 10 m.

La verifica è stata effettuata mediante integrazione del profilo di moto permanente con i tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale riferiti al nodo di valle del tratto, tenendo conto della presenza del canale scolmatore di Viale Fieschi (nodo A del reticolo idrografico). I risultati di ciascuna verifica sono riassunti in forma numerica e grafica nei seguenti elaborati:

- Profili di rigurgito in scala 1:1500/1:500
- Sezioni trasversali di calcolo in scala 1:200/1:100 con l'indicazione delle quote del pelo libero
- Tabelle riassuntive dei risultati

### *Descrizione del tratto*

Il tratto d'alveo compreso tra la foce e il ponte ferroviario dismesso d'accesso all'Arsenale Militare da Viale Amendola, si sviluppa in modo pressoché rettilineo con una leggera curva iniziale ed è delimitato sulla sponda destra dal muraglione dell'Arsenale Militare e in sponda sinistra da edifici ricompresi in zona militare; la pendenza media del tratto è pari allo 0.6 %.

Lungo il tratto non sono presenti manufatti d'attraversamento dell'alveo.

Le larghezze medie dell'alveo variano all'incirca da 15 m a 40 m; il fondo alveo è naturale con presenza di depositi lungo tutto il tratto.

### *Risultati*

La verifica è stata eseguita integrando il profilo per entrambe le condizioni di corrente lenta da valle verso monte e di corrente veloce da monte verso valle.

Quali condizioni al contorno sono state assunte le condizioni critiche ( $Fr=1$ ) nelle due sezioni di estremità (sez. 1 e sez. 10).

Le verifiche hanno messo in evidenza l'insufficienza di tutto il tratto d'alveo al deflusso della portata 50-ennale per quanto riguarda la sponda sinistra poiché in destra l'argine è costituito dal muraglione dell'Arsenale Militare di notevole altezza.

Le velocità della corrente variano da un minimo di 1 m/s a un massimo di circa 4 m/s, il moto è caratterizzato da un profilo di corrente lenta con numeri Froude variabili da 0.2 a 0.7.

#### Tratto lungo Viale Amendola dal ponte ferroviario dismesso a valle della copertura

È stata effettuata la verifica del tratto compreso tra il ponte ferroviario dismesso d'accesso all'Arsenale Militare da Viale Amendola e una sezione a valle della copertura all'incrocio tra Viale Amendola e Viale Fieschi, per una lunghezza complessiva di circa 800 m.

Per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali dell'alveo si è utilizzato il rilievo effettuato nel 1986 nell'ambito del progetto *Progetto di risanamento igienico del canale Lagora in Viale Amendola*.

Ai fini delle verifiche in moto permanente sono state individuate una serie di sezioni trasversali in funzione delle caratteristiche geometriche e morfologiche dell'alveo (larghezza, pendenza).

Le sezioni dei singoli tratti sono state numerate in senso crescente da valle verso monte senza soluzione di continuità.

All'interno del modello di calcolo utilizzato le singole sezioni sono state integrate con una serie di sezioni intermedie, ottenute per interpolazione, con passo massimo di soli 10 m.

La verifica è stata effettuata mediante integrazione del profilo di moto permanente con i tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale riferiti al nodo di valle del tratto, tenendo conto della presenza del canale scolmatore di Viale Fieschi (nodo A del reticolo idrografico).

I risultati di ciascuna verifica sono riassunti in forma numerica e grafica nei seguenti elaborati:

- Profili di rigurgito in scala 1:3000/1:500
- Sezioni trasversali di calcolo in scala 1:200/1:100 con l'indicazione delle quote del pelo libero
- Tabelle riassuntive dei risultati

#### *Descrizione del tratto*

Il tratto d'alveo compreso tra il ponte ferroviario dismesso d'accesso all'Arsenale Militare e la copertura, si sviluppa in modo pressoché rettilineo ed è delimitato sulla sponda destra dal muraglione dell'Arsenale Militare e in sponda sinistra da Viale Amendola; la pendenza media del tratto è pari allo 0.1 %.

Lungo il tratto sono presenti tre ponti; le sezioni dell'alveo risultano mediamente regolari prevalentemente di forma rettangolare.

Le larghezze medie dell'alveo variano all'incirca da 9 m a 22 m; il fondo alveo è naturale con presenza di depositi lungo tutto il tratto.

### *Risultati*

La verifica è stata eseguita integrando il profilo per entrambe le condizioni di corrente lenta da valle verso monte e di corrente veloce da monte verso valle.

Quali condizioni al contorno sono state assunte le condizioni critiche ( $Fr=1$ ) nelle due sezioni di estremità (sez. 11 e sez. 37).

Le verifiche hanno messo in evidenza l'insufficienza di tutto il tratto d'alveo al deflusso della portata 50-ennale per quanto riguarda la sponda sinistra poiché in destra l'argine è costituito dal muraglione dell'Arsenale Militare di notevole altezza.

Le velocità della corrente variano da un minimo di 1.7 m/s a un massimo di circa 5 m/s, il moto è caratterizzato da un profilo di corrente lenta con numeri Froude variabili da 0.2 a 0.8.

### *Verifiche a carattere locale*

#### Tratto a monte dell'Arsenale Militare e affluenti

##### *Ponte davanti alla Porta Nord dell'Arsenale della M.M. (LALAPT04)*

Ponte in struttura mista acciaio e c.l.s., di sezione rettangolare larga 10.4 m e luce libera di 1.6 m. Le portate di verifica sono quelle risultanti a valle dello scolmatore. Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

##### *Ponte davanti alla Porta Ospedale dell'Arsenale della M.M. (LALAPT05)*

Ponte carrabile in c.a. di sezione rettangolare larga 5.6 m e luce libera di 2.1 m. In sponda destra è presente un bauletto alto 1.3 m e largo 1.0m. Le portate di verifica sono quelle risultanti a valle dello scolmatore. Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

##### *Ponte davanti alla Porta Pegazzaro dell'Arsenale della M.M. (LALAPT06)*

Ponte carrabile in c.a. di sezione rettangolare larga 6.1 m e luce libera di 1.9 m. In sponda destra è presente un bauletto alto 0.8 m e largo 1.5m. Le portate di verifica sono quelle risultanti a valle dello scolmatore. Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

##### *Ponte davanti alla Porta Sprugola dell'Arsenale della M.M. (LALAPT07)*

Ponte con una pila in alveo.

Il ponte, largo 9 m, ha la campata destra con sezione rettangolare e la sinistra con sezione a volta. La campata sinistra, cui si fa riferimento nelle verifiche, ha una luce libera di 1.3m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### *Copertura all'incrocio tra Viale Amendola e Viale Garibaldi (LALACP01)*

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare larga 12.6 m e luce libera di 1.7 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### *Ponte d'accesso al Tribunale Militare (LALAPT08)*

Ponte carrabile in c.a. di sezione rettangolare larga 12.6 m e luce libera di 1.8 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### *Ponte d'accesso al Comando in Capo (LALAPT09)*

Ponte carrabile in c.a. di sezione rettangolare larga 10.0 m e luce libera di 2.4 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### *Ponte davanti al Liceo Scientifico Pacinotti (LALAPT10)*

Ponte carrabile in c.a. di sezione rettangolare larga 13.0 m e luce libera di 2.4 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### *Attraversamento di Via XXV Giugno (LALAPT11)*

Ponte carrabile in muratura, di sezione a volta larga 13.0 m e luce libera in mezzeria di 2.5 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### *Ponte carrabile d'accesso alla sede della Polizia di Stato (LALAPT12)*

Ponte carrabile in c.a. con pila in alveo, di sezione a volta larga 12.7 m e luce libera in mezzeria di 2.4 m. Il manufatto risulta sufficiente per la sola portata 50-ennale.

#### *Ponte privato (LALAPT13)*

Ponte privato in c.a. con pila in alveo, di sezione rettangolare larga 12.7 m e luce libera in mezzeria di 2.8 m. Il manufatto risulta sufficiente per le sole portate 50-ennale e 200-ennale.

#### *Ponte carrabile (LALAPT14)*

Ponte carrabile in c.a. con pila in pietra in alveo, di sezione rettangolare larga 12.9 m e luce libera in mezzeria di 2.2 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte ferroviario dismesso (LALAPT15)***

Ponte ferroviario in acciaio con pila in cls in alveo, di sezione rettangolare larga 12.9 m e luce libera in mezzeria di 1.8 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte stradale di Via Baracchini (LALAPT16)***

Ponte carrabile in c.a. con pila in alveo, di sezione ad arco larga 13.3 m e luce libera di 2.1 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte carrabile (LALAPT17)***

Ponte carrabile in c.a. inclinato, di sezione rettangolare larga 6.2 m e luce libera di 3.4 m.

Nelle verifiche si è utilizzata l'altezza della spalla più bassa.

Il manufatto risulta sufficiente per le sole portate 50-ennale e 200-ennale.

***Passerella pedonale (LALAPT18)***

Passerella pedonale in c.a., di sezione rettangolare larga 10 m e luce libera di 2.45 m.

Il manufatto risulta sufficiente per le sole portate 50-ennale e 200-ennale.

***Ponte carrabile (LALAPT19)***

Ponte carrabile in c.a., di sezione ad arco larga 9.6 m e luce libera in mezzeria di 6.0 m.

Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte privato (LALAPT20)***

Ponte privato in c.a., di sezione ad arco larga 9.6 m e luce libera in mezzeria di 6.0 m.

Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte (Oleodotto SNAM) (LALAPT22)***

Ponte in c.a. con due pile in alveo, di sezione ad arco larga 13.5 m e luce libera in mezzeria di 6.0 m.

Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

***Copertura (LASTCP01) (imbocco)***

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare larga 4.0 m e luce libera di 4.0 m. Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

***Copertura (LABOCP01) (imbocco)***

È costituita da una tombinatura in muratura, con sezione a volta larga 4.0 m e luce libera in mezzera di 1.4 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte carrabile (LABOPT01)***

Il ponte, largo 5.0 m, ha la sezione di monte a volta e la sezione di valle rettangolare. Le sezioni di valle e monte hanno una luce libera in mezzera di 1.5 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte carrabile (LABOPT02)***

Ponte carrabile in muratura, di sezione a volta larga 3.5 m e luce libera in mezzera di 2.5 m. Il manufatto risulta sufficiente per le sole portate 50-ennale e 200-ennale.

***Copertura (LACOCP01) (imbocco)***

È costituita da una tombinatura in c.a. con sezione rettangolare larga 1.1 m e luce libera di 1.4 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Copertura (LACOCP02) (imbocco)***

È costituita da una tubazione in c.a. di diametro 1.6 m. Il manufatto risulta sufficiente per la sola portata 50-ennale.

***Ponte carrabile (LAGUPT01)***

Il ponte, largo 2.2 m, ha la sezione di monte a volta e la sezione di valle rettangolare. La sezione a volta di monte ha una luce libera in mezzera di 1.5 m. La sezione rettangolare di valle ha una luce libera di 2.0 m. La sezione di monte risulta insufficiente per tutte le portate considerate. La sezione di valle risulta sufficiente per le sole portate 50-ennale e 200-ennale.

***Ponte carrabile (LACNPT01)***

Ponte carrabile in muratura, di sezione a volta larga 7.0 m e luce libera in mezzera di 5.0 m. Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

*Ponte carrabile (LACNAFIPT01)*

Ponte carrabile in c.a. a sezione rettangolare larga 3.8 m.  
La sezione di monte e di valle hanno rispettivamente una luce libera di 1.2 m e 1.0 m.  
La sezione di monte risulta sufficiente per tutte le portate considerate.  
La sezione di valle risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

*Copertura (LALGCP01)*

È costituita da una tombinatura in c.a. di sezione rettangolare con larghezza variabile da 2.0 m (imbocco), a 15 m (sbocco) e luce libera variabile da 2.5 m (imbocco) a 4.5 m (sbocco).  
La sezione d'imbocco risulta insufficiente per tutte le portate considerate.  
La sezione di sbocco risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

*Ponte carrabile (LALGPT01)*

Ponte carrabile in muratura, di sezione a volta larga 3.5 m e luce libera in mezzzeria di 0.8 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

*Passerella pedonale (LALGPT02)*

Passerella pedonale in struttura mista acciaio e cls, di sezione rettangolare larga 4.3 m e luce libera di 0.7 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

*Passerella pedonale (LALGPT03)*

Passerella pedonale in struttura mista acciaio e cls, di sezione rettangolare larga 3.4 m e luce libera di 0.8 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

*Passerella pedonale (LALGPT04)*

Passerella pedonale in struttura mista acciaio e cls, di sezione rettangolare larga 3.4 m e luce libera di 0.6 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

*Passerella pedonale (LALGPT05)*

Passerella pedonale in struttura mista acciaio e cls, di sezione rettangolare larga 4.7 m e luce libera di 2.0 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

**Copertura (LALGAF1CP01) (imbocco)**

È costituita da una tombinatura in c.a. di sezione rettangolare larga 2.0 m, e luce libera di 0.7 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Passerella pedonale (LALGAF1PT01)**

Passerella pedonale in c.a., di sezione rettangolare larga 2.0 m e luce libera di 0.8 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Ponte carrabile (LALGAF1PT02)**

Ponte carrabile in c.a., di sezione rettangolare larga 2.2 m e luce libera di 1.0 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Ponte carrabile (LALGAF1PT03)**

Ponte carrabile in c.a., di sezione rettangolare larga 2.2m e luce libera di 1.5 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Ponte carrabile (LALGAF1PT04)**

Ponte carrabile in c.a., di sezione a volta larga 1.8 m e luce libera in mezzeria di 1.4 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Ponte carrabile (LAMUPT01)**

Ponte carrabile in c.a., di sezione a volta larga 2.9 m e luce libera in mezzeria di 2.4 m. Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

**Copertura (LAMUCP01) (imbocco)**

È costituita da una tubazione in c.a. di diametro di 1.0 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Copertura (LAMUCP02) (imbocco)**

È costituita da una tombinatura in c.a. di sezione a volta larga 1.5 m, e luce libera in mezzeria di 0.8 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Copertura (LAMUAF1CP01) (imbocco)**

È costituita da una tubazione in c.a. di diametro di 1.0 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Copertura (LAMUAF1CP02)**

È costituita da una tubazione in c.a. di diametro di 1.0 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Copertura (LAMUAFICP03) (imbocco)***

È costituita da una tubazione in c.a. di diametro di 1.0 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Copertura (LATACP01) (imbocco)***

È costituita da una tombinatura in c.a. di sezione rettangolare larga 0.7 m, e luce libera in mezzeria di 1.2 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Copertura (LACAMCP01)***

È costituita da una tubazione in c.a. di diametro di 1.0 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte carrabile (LAPRAP01)***

Ponte carrabile in muratura, di sezione a volta larga 3.6 m e luce libera in mezzeria di 0.7 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte carrabile (LAPRAP02)***

Il ponte, largo 1.0 m, ha la sezione di monte rettangolare e la sezione di valle circolare.  
La sezione rettangolare di monte ha una luce libera di 0.7 m.  
La sezione circolare di valle ha il diametro di 1.0 m  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Copertura (LASACP01)***

È costituita da una tombinatura in c.a. di sezione rettangolare larga 5.5 m, e luce libera di 1.9 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per la sola portata 50-ennale.

***Copertura (LASACP02)***

È costituita da una tombinatura in muratura di sezione a volta larga 1.9 m, e luce libera in mezzeria di 5.3 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte carrabile (LACAPT01)***

Ponte carrabile in muratura, di sezione a volta larga 3.2 m e luce libera in mezzeria di 1.6 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte carrabile (LACAPT02)***

Ponte carrabile in muratura, di sezione a volta larga 5.8 m e luce libera in mezzeria di 4.2 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

***Copertura (LAPOCP01) (sbocco)***

È costituita da una tombinatura in c.a. di sezione rettangolare larga 8.0 m , e luce libera di 1.2 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per le sole portate 50-ennale e 200-ennale.

***Ponte carrabile (LAPOPT01)***

Ponte carrabile in muratura, di sezione rettangolare larga 2.5 m e luce libera in mezzeria di 4.0 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte carrabile (LAPOPT02)***

Il ponte in c.a., largo 2.5 m, ha la sezione di monte a volta con luce libera in mezzeria di 1.2 m e la sezione di valle rettangolare con luce libera di 2.2 m.  
La sezione di monte risulta insufficiente per tutte le portate considerate.  
La sezione di valle risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

***Copertura (LAPOCP02)***

La copertura in c.a. ha larghezza variabile da 1.5 m (imbocco) a 1.3 m (sbocco).  
L'imbocco è di sezione rettangolare e ha una luce libera di 1.0 m.  
Lo sbocco, di sezione a volta, ha una luce libera in mezzeria di 2.0 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte carrabile (LAPOPT03)***

Ponte carrabile in c.a., di sezione rettangolare larga 4.0 m e luce libera variabile da 1.0 m (sezione di monte) a 2.5 m (sezione di valle).  
La sezione di monte risulta insufficiente per tutte le portate considerate.  
La sezione di valle risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

***Passerella pedonale (LAPOPT04)***

Passerella pedonale in legno, di sezione rettangolare larga 2.5 m e luce libera di 1.6 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Passerella pedonale (LAPOPT06)***

Passerella pedonale in muratura, di sezione a volta larga 3.7 m e luce libera in mezzeria di 1.5 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte carrabile (LAPOPT07)***

Ponte carrabile in c.a., di sezione a volta larga 2.0 m e luce libera in mezzeria di 4.0 m. Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

***Copertura (LAFACP01)***

È costituita da una tombinatura in c.a., di sezione rettangolare di larghezza variabile da 9.0 m (imbocco) a 1.8 m (sbocco) e luce libera variabile da 1.6 m (imbocco) a 0.8 m (sbocco). Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte ferroviario dismesso (LAFAPT00)***

Ponte ferroviario in acciaio, di sezione rettangolare larga 8.0 m e luce libera in mezzeria di 1.2 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Copertura (LAFACP02)***

È costituita da una tombinatura in muratura, di sezione a volta di larghezza variabile da 4.8 m (imbocco) a 4.5 m (sbocco) e luce libera in mezzeria variabile da 2.5 m (imbocco) e 3.9 m (sbocco). Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

***Ponte carrabile (LAFAPT01)***

Ponte carrabile in muratura di sezione a volta larga 5.0 m e luce libera in mezzeria di 2.3 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Passerella pedonale (LAFAPT02)***

Passerella pedonale in c.a. di sezione rettangolare larga 6.0 m e luce libera di 1.7 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

***Passerella pedonale (LAFAPT03)***

Passerella pedonale in muratura di sezione a volta larga 4.3 m e luce libera in mezzeria di 2.8 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Ponte carrabile (LAFAPT04)**

Ponte carrabile in c.a. di sezione rettangolare larga 4.5 m e luce libera in mezzeria di 0.9 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Passerella pedonale (LAFAPT05)**

Passerella pedonale in struttura mista acciaio e cls, di sezione rettangolare larga 4.2 m e luce libera di 2.5 m.  
Il manufatto risulta sufficiente solo per le portate 50-ennale e 200-ennale.

**Passerella pedonale (LAFAPT06)**

Passerella pedonale in muratura di sezione a volta larga 7.0 m e luce libera in mezzeria di 3.3 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

**Ponte carrabile (LAFAPT07)**

Ponte carrabile in muratura di sezione rettangolare larga 4.3 m e luce libera di 5.4 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

**TORRENTE CAPORACCA****Copertura a valle del cimitero(CPCPCP01)(imbocco)**

È costituita da una tombinatura in c.a., di sezione rettangolare larga 7.4 m e luce libera di 3.0 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

**Passerella pedonale d'accesso al cimitero(CPCPPT01)**

Passerella pedonale in c.a. di sezione rettangolare larga 10.3 m e luce libera di 3.2 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

**Ponte carrabile d'accesso al cimitero (CPCPPT02)**

Ponte carrabile in c.a. di sezione rettangolare larga 6.0 m e luce libera di 2.5 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per le sole portate 50-ennale e 20-ennale.

**Ponte carrabile (CPCPPT03)**

Ponte carrabile in muratura di sezione a volta larga 4.8 m e luce libera in mezzeria di 3.3 m.  
Presenza di molto materiale detritico in alveo.  
Il manufatto risulta sufficiente per la sola portata 50-ennale.

**Ponte carrabile (CPCPPT04)**

Ponte carrabile in muratura di sezione a volta larga 6.0 m e luce libera in mezzeria di 3.8 m.  
Presenza di molto materiale detritico in alveo.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### ***Ponte carrabile (CPCPPT05)***

Ponte carrabile in muratura di sezione a volta larga 4.5 m e luce libera in mezzeria di 1.1 m.  
Presenza di molto materiale detritico in alveo.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### ***Ponte carrabile (CPCPPT06)***

Il ponte in c.a. di larghezza variabile da 4.4 (sezione di monte) e 4.20 (sezione di valle).  
La sezione di monte è rettangolare e ha una luce libera di 2.8 m.  
La sezione di valle è a volta e ha una luce libera in mezzeria di 2.2 m.  
La sezione di monte risulta sufficiente per le sole 50-ennale e 200-ennale.  
La sezione di valle risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

### ***CANALE DEL NETTO***

#### ***Ponte carrabile su strada provinciale per Portovenere (NENEPT01)***

Ponte carrabile in muratura di sezione a volta larga 5.5 m e luce libera in mezzeria di 1.8 m.  
Presenza di molto materiale detritico in alveo.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### ***Ponte carrabile (NENEPT02)***

Ponte carrabile in c.a. di sezione rettangolare larga 9.5 m e luce libera di 3.5 m.  
Presenza di molto materiale detritico in alveo.  
Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

### ***CANALE FEZZANO***

#### ***Copertura all'altezza del cimitero(FZTZCP01)***

È costituita da una tombinatura di larghezza variabile da 4.4 m (imbocco) a 0.9 m(sbocco).  
L'imbocco, in muratura, è di sezione a volta con una luce libera in mezzeria di 2.0 m.  
Lo sbocco, in c.a., è di sezione rettangolare con una luce libera di 0.3 m.  
L'imbocco risulta sufficiente per tutte le portate considerate.  
Lo sbocco risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

### ***FOSSO PANIGAGLIA NORD***

#### ***Copertura (PAGNPAGNCP01)***

È costituita da una tombinatura in c.a. avente imbocco di sezione circolare e sbocco di sezione rettangolare.

L'imbocco ha un diametro di 1.3 m; lo sbocco ha una larghezza di 1.9 m e una luce libera di 1.4 m.

L'imbocco risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

Lo sbocco risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

#### ***Passerella pedonale (PAGNPAGNPT01)***

Passerella pedonale metallica di sezione rettangolare larga 2.0 m e luce libera di 1.4 m.

Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

### ***FOSSO CASSÀ***

#### ***Copertura (CASCASCP01)***

È costituita da una tombinatura in c.a., di sezione rettangolare di larghezza variabile da 5.0 m (imbocco) a 4.0 m (sbocco) e luce libera variabile da 1.26 m (imbocco) a 1.0 m (sbocco).

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### ***Copertura (CASCASCP02) (sbocco)***

È costituita da una tombinatura in c.a. di sezione rettangolare larga 4.0 m e luce libera di 3.1 m.

Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

#### ***Passerella pedonale (CASCASCPT01)***

Passerella pedonale in c.a. di sezione rettangolare larga 1.95 m e luce libera di 1.5 m.

Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

#### ***Passerella pedonale (CASCASCPT02)***

Passerella pedonale in c.a. di sezione rettangolare larga 1.85 m e luce libera di 2.0m.

Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

### ***FOSSO BACCIONI*** (paragrafo modificato con DSG 92/2021)

L'abitato delle Grazie in comune di Porto Venere è attraversato da due corsi d'acqua, il fosso Baccioni e il Canale di Ria, che sono stati oggetto di uno studio idraulico di dettaglio, realizzato nel 2017 su incarico del Comune, finalizzato all'aggiornamento della pericolosità idraulica alla luce degli interventi realizzati sui corsi d'acqua, ma ancora non recepiti nel piano di bacino.

Più in dettaglio, nell'anno 2010 sono stati eseguiti i lavori strutturali di adeguamento idraulico di un tratto del Fosso Baccioni a valle della SP 530 in forza del NOI 11848 (DD n° 481/2009) della Provincia della Spezia. Nell'anno 2018 sono stati eseguiti dalla ditta concessionaria della

tombinatura soprastante la SP 530 i lavori di adeguamento idraulico delle opere in concessione consistenti nell'eliminazione della criticità presente all'imbocco della tombinatura.

Nel corso degli anni dal 2003 al 2017 sono stati eseguiti i lavori strutturali di adeguamento idraulico del tratto finale del canale di Ria in due differenti momenti temporali: nel 2003 è stato eseguito il tratto di monte, nel 2017 il tratto di valle.

Lo studio idraulico dello stato attuale è stato effettuato con verifiche idrauliche estese di tipo monodimensionale in moto permanente e vario, sulla base delle geometrie aggiornate.

Successivamente, al fine di valutare nel dettaglio le dinamiche di esondazione, è stato implementato un modello idraulico in moto vario, i cui parametri sono stati calibrati al fine di riprodurre al meglio i risultati del modello in moto permanente, più affidabile in un tratto di corso d'acqua caratterizzato da diversi salti di fondo e irregolarità planimetriche.

Sulla scorta delle insufficienze idrauliche delle sezioni rilevate dalle modellazioni sono stati determinati gli apporti idrici nelle aree golenali dovuti ai volumi non contenuti in alveo e successivamente è stato simulato con modellazione bidimensionale il moto di tali volumi nell'areale urbano.

Gli scenari sono stati simulati inserendo opportune strutture laterali che consentono la fuoriuscita di volumi idrici per sormonto laterale. Gli idrogrammi di fuoriuscita dal modello, così come sopra descritto, costituiscono l'input di portata delle successive modellazioni delle dinamiche di allagamento delle aree golenali.

Tali dinamiche sono state valutate tramite l'implementazione di un modello 2D, realizzato tramite il software HEC-RAS, basato su un modello digitale del terreno ottenuto a seguito di un'indagine topografica realizzata ad hoc mediante prese aree ottenute da voli a bassa quota con aeromobile a pilotaggio remoto, appoggiato ad una rete di punti a terra georiferiti.

Successivamente, sulla base dei risultati ottenuti, sono state definite le carte aggiornate delle aree inondabili per i tre tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni nello scenario di stato attuale e nello stato di progetto dell'intervento di adeguamento idraulico della tombinatura sottostante la SP530.

La simulazione in moto permanente del **Fosso Baccioni** ha inserito quali condizioni al contorno le pendenze medie del fondo alveo nel tratto antecedente e l'inizio della modellazione e successivo il termine del modello.

Il valore della scabrezza delle sponde e dell'alveo è stato oggetto di analisi di sensibilità specifica, riscontrando la variabilità del risultato nel rispetto dell'input assegnato. Analizzato alla luce della possibilità di trasporto solido in sospensione, si è optato per l'utilizzo di un parametro di scabrezza compreso tra 0.025 e 0.04 (secondo Manning).

Il modello è stato limitato planimetricamente alle quote arginali al fine di poter comprendere in prima analisi quali fossero le criticità dei tratti spondali, con la possibilità di fenomeni di sormonto.

In ottica cautelativa, la luce dell'imbocco della tombinatura B3 è stata modellata completamente occlusa, stante l'esiguo valore metrico dell'altezza unitamente alla presenza di una griglia di trattenuta del trasporto solido di monte.

I risultati allo stato attuale evidenziano un significativo aggravamento del quadro della pericolosità, con l'estensione della fascia A a buona parte del centro abitato; sul fosso Baccioni permane la residua criticità collegata agli attraversamenti della SP e di via Roma.

#### RIPERIMETRAZIONE PREVENTIVA

Nello studio viene inoltre analizzato uno scenario di progetto a seguito dell'adeguamento funzionale ed idraulico del manufatto di attraversamento del fosso Baccioni, sulla SP 530; tale intervento è previsto a carico del soggetto attuatore del PUO "Ne 07", nell'ambito della convenzione stipulata con il Comune di Porto Venere.

Il nuovo attraversamento, di estensione longitudinale pari a circa 9 m, sarà realizzato con uno scatolare in c.a. di dimensioni interne pari a cm 200x200 in grado di garantire il deflusso della portata di progetto, sebbene con franco idraulico limitato.

L'intervento a progetto consente, nello specifico, l'eliminazione, in una limitata area presso l'attraversamento della strada provinciale, delle fasce di inondabilità di tipo A e B dalla sponda sinistra del Fosso Baccioni.

Sulla base di tale scenario è definita la mappatura delle fasce di inondabilità post-intervento, oggetto di approvazione preventiva ad efficacia sospesa.

### **CANALE DI RIA** (paragrafo modificato con DSG 92/2021)

#### *Verifiche a carattere esteso*

È stata effettuata la verifica del tratto d'alveo compreso tra la foce e il ponte della strada statale per Portovenere, per una lunghezza complessiva di circa 460 m.

La verifica è stata effettuata dapprima mediante integrazione del profilo di moto permanente con i tre valori di portata 50-ennale, 200-ennale e 500-ennale riferiti al nodo di valle del tratto (nodo A del reticolo idrografico) e successivamente con simulazione in moto vario monodimensionale, come illustrato al paragrafo precedente.

#### *Descrizione del tratto*

Il tratto d'alveo compreso tra la foce e il ponte della S.S. per Portovenere, si sviluppa in modo pressoché rettilineo in direzione SO-NE con una leggera curvatura finale verso Est con una pendenza media pari all'incirca al 2 %.

Il tratto esaminato è suddivisibile in tre parti, la prima relativa alla zona del porto lunga circa 70 m con sezioni di forma rettangolare e larghezza media di circa 2 m, la seconda lunga circa 250 m compresa fra la zona del porto e la sezione 21, caratterizzata dalla presenza di una copertura sotto la scuola comunale lunga circa 50 m e da sezioni di forma rettangolare e larghezze medie variabili da 1.5 m a 2.5 m, infine la terza lunga circa 210 m caratterizzata da sezioni rettangolari con larghezze medie variabili da 3 m a 5 m.

Lungo tutto il tratto, oltre alla copertura sono presenti 5 attraversamenti nella zona portuale, due passerelle pedonali e un ponte carrabile negli altri tratti.

Il fondo alveo è naturale con presenza di vegetazione nel tratto a monte della copertura.

#### **Risultati**

La simulazione in moto permanente del Canale di Ria ha inserito quali condizioni al contorno le pendenze medie del fondo alveo nel tratto antecedente l'inizio della modellazione ed il livello medio marino incrementato di 80 cm nella sezione di chiusura a mare.

Il valore della scabrezza delle sponde e dell'alveo è stato oggetto di analisi di sensibilità specifica, riscontrando la variabilità del risultato nel rispetto dell'input assegnato. Analizzato alla luce della possibilità di trasporto solido in sospensione, si è optato per l'utilizzo di un parametro di scabrezza compreso tra 0.028 e 0.04 (secondo Manning).

Il modello è stato limitato planimetricamente alle quote arginali al fine di poter comprendere in prima analisi quali fossero le criticità dei tratti spondali, con la possibilità di fenomeni di sormonto.

I risultati del modello evidenziano una diffusa criticità nel tratto a monte della SP nonché del tratto subito a monte di via Roma.

#### *Verifiche a carattere locale*

#### Tratto a monte del ponte della S.S. per Portovenere

##### ***Ponte carrabile d'accesso ad un'abitazione privata (RIRIPT10)***

Ponte carrabile in c.a. di sezione rettangolare larga 5.5 m e luce libera di 2.1 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

##### ***Ponte carrabile d'accesso ad un'abitazione privata (RIRIPT11)***

Ponte carrabile in c.a. di sezione rettangolare larga 5.5 m e luce libera di 2.3 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

##### ***Copertura (RIRICP02)***

È costituita da una tombinatura in struttura mista acciaio e legno, di sezione rettangolare larga 2.25 m e luce libera variabile da 1.6 m (imbocco) a 3.0 m (sbocco).  
La sezione d'imbocco risulta insufficiente per tutte le portate considerate.  
La sezione di sbocco risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

##### ***Copertura (RIRICP03)***

È costituita da una tombinatura in struttura mista acciaio e cls, di sezione rettangolare di larghezza variabile da 4.0 m (imbocco) a 2.1 m (sbocco) e luce libera variabile da 2.5 m (imbocco) a 2.2 m (sbocco).  
In alveo, a valle della sezione di sbocco, è presente il tronco di un albero che riduce la sezione di deflusso.  
La sezione d'imbocco risulta sufficiente per tutte le portate considerate.  
La sezione di sbocco risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

##### ***Copertura (RIRICP04)***

È costituita da una tombinatura in c.a. avente imbocco di sezione rettangolare e sbocco di sezione a volta.  
L'imbocco ha una larghezza di 2.1 m e luce libera di 1.9 m.  
Lo sbocco ha una larghezza di 2.0 m e luce libera in mezzzeria di 1.7 m.  
Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

##### ***Ponte porta cabina ENEL (RIRIPT12)***

Ponte in c.a. di sezione rettangolare larga 2.15 m e luce libera di 3.4 m.  
Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

**R1 – Guado**

Attraversamento senza traccia di sottopassi intubati (qualora presenti, ad oggi non fruibili) con alveo pressoché a livello strada. Attraversamento insufficiente per tutte le portate considerate.

**FOSSO L'OLIVO****Copertura (OLOLCP01)**

È costituita da una tombinatura in c.a., di sezione rettangolare di larghezza variabile da 2.2 m (imbocco) a 1.1 m (sbocco) e luce libera variabile da 1.2 m (imbocco) a 1.3 m (sbocco). Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Ponte carrabile (OLOLPT01)**

Ponte carrabile in c.a. di sezione rettangolare larga 2.05 m e luce libera di 3.3 m. Il manufatto risulta sufficiente per tutte le portate considerate.

**Ponte carrabile (OLOLPT02)**

Ponte carrabile in c.a. di sezione rettangolare larga 2.05 m e luce libera di 0.48 m. In sponda destra è presente un bauletto che riduce la larghezza della sezione a 1.8 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**FOSSO MARTINA****Copertura (MAMACP01) (Sbocco a mare)**

È costituita da una tombinatura in cls, di sezione circolare del diametro di 1 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

**Copertura (MAMACP02) (imbocco)**

È costituita da una tombinatura in c.a., di sezione rettangolare larga 1.3 m e luce libera di 1.2 m. Il manufatto risulta insufficiente per tutte le portate considerate.

Con il Programma di Interventi e Aggiornamento dello Schema Previsionale Programmatico ai sensi dell'art. 31 della L. 183/89 per il triennio 1997-1999, è stato finanziato un intervento di adeguamento idraulico del tratto focivo del Fosso della Martina con la somma di £ 100.000.000 per l'annualità 1999.

**Aree inondabili e criticità idrauliche (SUPERATO NEL COMUNE DELLA SPEZIA CON DSG n. 105/2023)**

La mappatura delle aree inondabili è attività complessa ed articolata che mira a simulare la propagazione dei volumi d'acqua esondati sulle aree prossime al corso d'acqua interessato e, seppur sviluppata attraverso metodologie “semplificate”, che non si avvalgono di modelli

matematici sofisticati di propagazione dei volumi esondati, deve comunque prefigurare scenari d'evento in grado di definire le possibili dinamiche d'inondazione.

La redazione della carta delle aree inondabili (Tav.9 Carta delle Aree Inondabili), secondo le direttive e i criteri indicati dall'Autorità di bacino regionale, è stata effettuata per i bacini per i quali è stato possibile effettuare verifiche idrauliche estese in moto permanente gradualmente variato o per quelli in cui le verifiche di tipo locale consentivano, sia per l'elevato numero delle stesse sia per la loro dislocazione lungo l'asta e per le particolari caratteristiche morfologiche e urbanistiche delle aree circostanti, una mappatura sufficientemente attendibile.

Nella mappatura si è comunque anche tenuto conto delle dimensioni dei bacini e degli alvei, privilegiando quelli di maggior estensione, la cui definizione fosse compatibile con la scala di rappresentazione della mappatura (scala 1:5000).

In particolare sono state mappate le aree inondabili dei seguenti corsi d'acqua:

- Canale Carbognano
- Fosso Muggiano
- Fosso di Pagliari
- Canale Fossamastra
- Fosso Melara
- Torrente Vecchia Dorgia
- Torrente Nuova Dorgia
- Fosso Cappelletto
- Canale Lagora
- Fosso Baccioni
- Canale di Ria

La mappatura è stata fatta individuando, per ogni sezione o tratto d'argine soggetto ad esondazione, la relativa area d'influenza attraverso il confronto fra la quota del pelo libero e le quote della viabilità e delle aree circostanti.

Ai fini dell'interpretazione dei risultati va sottolineato che la metodologia semplificata applicata è da considerarsi cautelativa in quanto non tiene conto degli effetti di laminazione dell'alveo e delle aree inondate e degli effetti dovuti alla propagazione del relativo idrogramma di piena.

Pertanto la mappatura effettuata consente l'individuazione dell'involuppo delle aree *potenzialmente interessate da fenomeni d'inondazione* durante eventi di piena con tempo di ritorno assegnato; in pratica ciò significa che durante i singoli eventi l'inondazione non interessa contemporaneamente tutte le aree mappate.

Tale procedura è perciò da intendersi quale strumento conoscitivo di base del Piano Stralcio per quanto riguarda il rischio di inondazione, la valutazione dei risultati, debitamente integrati con opportuni studi di scenario e di vulnerabilità, è di fondamentale importanza per l'avvio delle azioni proprie della programmazione territoriale finalizzate alla mitigazione degli squilibri connessi al rischio idrogeologico ed idraulico in particolare.

Per tutti gli altri bacini e per parte dei bacini di cui all'elenco precedente, si è invece proceduto alla determinazione delle criticità idrauliche attraverso l'analisi e l'interpretazione delle verifiche a carattere locale in relazione alle caratteristiche delle zone interessate dagli effetti di fenomeni d'esondazione localizzata.

Ciò è anche in parte dovuto alle ridotte dimensioni dei corsi d'acqua che non consentono una vera e propria mappatura sulla base cartografica regionale in scala 1:5000.

Ai risultati numerici delle verifiche sono state associate una serie di criticità differenziate in funzione della morfologia dell'alveo e dei manufatti con esso interferenti.

Tali criticità sono riportate nella legenda della Tav.9 - Carta delle Aree Inondabili dove a ciascuna di esse è stata associato un codice d'identificazione.

In particolare sono state individuate le seguenti criticità:

- A. Insufficienza idraulica di un singolo manufatto d'attraversamento o di regimazione e protezione dell'alveo (ponte, passerella, tombinatura, argine, briglia, ecc.)
- B. Edifici argine con aperture e accessi in alveo (finestre, scalette, porte, ecc.)
- C. Vegetazione o marcata presenza di materiale al fondo
- D. Manufatti o depositi in alveo (guadi, bauletti, tralicci, parti di fondazioni, gabbiotti, depositi di imbarcazioni o merci varie, ecc.)
- E. Utilizzo dell'alveo per attività sportive o di altro genere (campi da bocce, ecc.)
- F. Tratti di viabilità spondale pedonale o carrabile a quote inferiori ai livelli di piena

La mappatura è stata redatta con riferimento alle condizioni riscontrate in corrispondenza delle sezioni di verifica interpretando, ove possibile, la dinamica dei fenomeni d'esondazione.

A ciascuna criticità, in funzione del tempo di ritorno della portata critica, è stato associato un colore di riferimento analogo a quello utilizzato nella mappatura delle aree inondabili.

Le criticità idrauliche sono state riportate anche nel Fascicolo che contiene le **Schede degli interventi idraulici**.

In tali schede per ogni criticità è riportata l'ubicazione e una breve descrizione con evidenziato il tempo di ritorno della portata critica.

#### ***Fasce di inondabilità (SUPERATO NEL COMUNE DELLA SPEZIA CON DSG n. 105/2023)***

In conformità ai disposti normativi sono state predisposte le carte delle fasce inondabili (riportate in Tavola 14) che, secondo i criteri dell'autorità di Bacino Regionale, assumono le caratteristiche seguenti:

- **Fascia A:** aree perifluviali inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo corrispondente a periodo di ritorno T=50 anni.
- **Fascia A\*:** aree perifluviali inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo corrispondente a periodo di ritorno T=50 anni, perimetrate a seguito di verifiche a carattere locale o ricadenti in aree storicamente inondate.
- **Fascia B:** aree perifluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo corrispondente al periodo di ritorno T=200 anni.

- **Fascia B\*:** aree perifluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo corrispondente al periodo di ritorno  $T=200$  anni, perimetrata a seguito di verifiche a carattere locale o ricadenti in aree storicamente inondate.
- **Fascia C:** aree perifluviali, a loro volta esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con tempo di ritorno  $T=500$  anni.

La mancata determinazione della fascia di riassetto fluviale deriva dal fatto che le criticità idrauliche si riscontrano prevalentemente in corrispondenza dei tratti dei corsi d'acqua posti all'interno dei centri abitati e pertanto racchiusi da schiere di abitazioni. All'assetto definitivo di tali situazioni, nel rispetto delle condizioni di sicurezza imposte dal piano, sono volti gli interventi puntuali previsti al cap. 5 (in termini di studio propedeutico o previsione di intervento).

La determinazione della fascia di riassetto fluviale, stanti le motivazioni suddette ed il perfezionamento delle indagini topografiche in corso di svolgimento, viene rimandata alla fase di aggiornamento del Piano stesso.

## 4. RISCHIO IDROGEOLOGICO

### 4.1 Premessa

Il Rischio (R) esprime il “danno atteso” e dipende pertanto dal “danno potenziale” che può essere prodotto dall’evento e dalla probabilità d’occorrenza dell’evento d’inondazione. Il rischio pertanto è definito secondo la seguente espressione formale:

$$R_{\text{totale}} = E * V * P$$

Nell’ambito di valutazioni del rischio la definizione a priori di una soglia d’accettabilità del rischio e delle diverse classi di riferimento, costituiscono problematica assai complessa. In particolare, la definizione di una soglia di rischio accettabile che presuppone adeguate analisi di tollerabilità, è indispensabile per decidere i criteri di gestione del rischio stesso.

Una valutazione semplificata del rischio può essere comunque attuata anche nell’ambito di studi di area vasta al fine di giungere, seppur in forma preliminare, ad un primo livello di zonazione delle situazioni di rischio.

In tal senso nel presente studio la valutazione del rischio è stata ottenuta, così come riportato dalle Raccomandazioni della Regione Liguria, dall’incrocio della carta della Pericolosità (P) con le diverse categorie di elementi antropici (E) presenti ed assumendo un valore unitario della vulnerabilità (V).

### 4.2 Determinazione del rischio idrogeologico

Nell’ambito della pianificazione di bacino stralcio, ed in particolare dell’attuale attività volta all’adempimento del comma 1, art.1 del D.L. 180/98, il rischio **R** può essere determinato attraverso una procedura semplificata con l’obiettivo di individuare i fattori essenziali che lo determinano e di darne una valutazione relativa anche qualitativa. Innanzitutto si può assumere uniforme, e quindi pari a 1, la vulnerabilità degli elementi a rischio, ritenendo cioè, almeno in questa fase, prioritarie le caratteristiche degli elementi a rischio rispetto alla loro capacità di sopportare le sollecitazioni esercitate dall’evento.

#### Elementi a Rischio

La definizione delle classi di elementi a rischio si basa sull’analisi della Carta di Uso del Suolo ed è sostanzialmente in accordo con quanto previsto dall’Atto di Indirizzo e Coordinamento del D.L. 180/98. Tale definizione viene qui brevemente ricordata per completezza:

**E0:** aree disabitate o improduttive

**E1:** edifici isolati, zone agricole

**E2:** nuclei urbani, insediamenti industriali e commerciali minori

**E3:** centri urbani, grandi insediamenti industriali e commerciali, principali infrastrutture e servizi

Per i dettagli sugli elementi derivanti dalla carta di uso del suolo si rimanda alla raccomandazione n. 4; nel caso di elementi non esplicitamente compresi, si procederà inserendo l'elemento in analogia a quelli previsti nel senso del rischio a loro connesso.

Il citato atto di indirizzo e coordinamento del D.L. 180/98 prevede la determinazione delle seguenti quattro classi di rischio a gravosità crescente:

**R<sub>0</sub>** - Rischio Molto Basso

**R<sub>1</sub>** - Rischio Basso

**R<sub>2</sub>** - Rischio medio

**R<sub>3</sub>** - Rischio alto

**R<sub>4</sub>** - Rischio molto alto

Si fornisce di seguito una procedura che, attraverso la definizione di una semplice matrice, permette di ottenere le classi di rischio a partire dalla carta degli elementi a rischio e della pericolosità. Poiché si è constatato che il concetto di pericolosità P che si adotta nei casi di rischio di inondazione e rischio geomorfologico può assumere un significato fisico diverso, le due matrici di rischio sono fornite separatamente per i due casi. I risultati indicati nelle matrici di incrocio sono comunque da considerarsi valori minimi suggeriti.

Il procedimento è necessariamente semplificativo, ma permette di raggiungere un risultato comunque significativo a scala di bacino e soprattutto uniforme su tutto il territorio regionale. Nel caso siano disponibili già a livello di pianificazione di bacino elementi di dettaglio o la conoscenza di casi peculiari che permettano di associare a particolari elementi un diverso grado di vulnerabilità e di diversificare quindi all'interno delle classi predefinite elementi non ritenuti omogenei con la classe stessa nel senso del rischio, la classificazione degli elementi a rischio può essere particolarizzata e le relative classi di rischio modificate al fine di renderle maggiormente rappresentative della situazione reale.

Nel presente Piano di Bacino è stata redatta una sola Carta del Rischio comprensiva sia del rischio idraulico, sia del rischio geomorfologico.

### ***Rischio geomorfologico***

Secondo la definizione del Comitato Tecnico Regionale i diversi gradi di rischio di carattere geomorfologico si determinano attraverso matrici nelle quali vengono poste in relazione le classi di pericolosità con le classi degli elementi a rischio, così come desunte dalla carta di uso del suolo. La relativa carta del rischio geomorfologico ha pertanto come finalità principale l'evidenziazione (mediante una legenda di tipo semaforico) delle situazioni di maggior criticità che possono produrre danno all'uomo e/o ai suoi beni.

Peraltra la carta del rischio geomorfologico fa parte degli elaborati fondamentali di un Piano sollecitato dal D.L. 180/98 come fase attuativa "Piano stralcio" della L. 183/89 e, come tale, deve essere congrua e coerente con i principi del Piano di Bacino. In questo quadro, pertanto, la determinazione del livello di criticità deve essere commisurata non solo al livello del danno diretto ed immediato cui sono soggetti l'uomo ed i suoi beni (criterio specifico ed esaustivo per la Protezione Civile), ma anche all'incidenza che la situazione di pericolosità ha sull'assetto complessivo del bacino e alla rilevanza che la rimozione o l'attenuazione della situazione di pericolosità assume nel quadro organico delle strategie e delle opzioni di tutela dello stesso.

Un piano di bacino stralcio per la difesa idrogeologica e geomorfologica, per la salvaguardia della rete idrografica ai sensi della L. 9/93 deve quindi sviluppare la pianificazione degli interventi tralasciando la mitigazione del rischio attraverso soluzioni strutturali e non, che non prescindano dalla necessaria tutela degli equilibri naturali del bacino. In questa prospettiva, quindi, il rischio rappresenta la componente principale nell'individuazione e localizzazione degli

interventi, ma non l'unica, poiché si dovrà portare a termine questo compito ragionando alla scala di bacino e valutando le reazioni del sistema nel suo insieme ed in tutti i suoi aspetti.

Tornando alla definizione del rischio geomorfologico ai sensi del piano stralcio del rischio idrogeologico (D.L. 180/98), esso può essere preliminarmente affrontato ponendo a confronto gli elementi a rischio con le aree di bacino caratterizzate da una certa suscettività al dissesto dei versanti.

Si tratta tuttavia di un approccio differente per vari aspetti rispetto a quello adottato per la pericolosità idraulica. Si consideri ad esempio che le classi di suscettività al dissesto di versante non possono essere determinate in termini di tempi di ritorno di un evento ma esclusivamente come probabilità che un dato evento si verifichi in un'area per la presenza di uno o più fattori innescanti. Per tale ragione, a differenza di quanto avviene per le fasce fluviali, le aree a minore pericolosità geomorfologica sono aree del bacino in cui si prevede che il dissesto abbia la minore possibilità di verificarsi, spesso a prescindere dalla dimensione del fenomeno e quasi sempre a fronte di assoluta indeterminatezza temporale. Inoltre il verificarsi di un evento franoso in un'area a media pericolosità non implica automaticamente che se ne verifichino altri nelle zone a maggior pericolosità.

Nell'ottica di uniformare i risultati relativi a differenti bacini, si propone la seguente matrice di riferimento per la redazione della carta del rischio geomorfologico; verranno comunque tenute nella massima considerazione:

ELEMENTI A RISCHIO	PERICOLOSITÀ (suscettività al dissesto dei versanti)				
	P <sub>0</sub> Pericolosità molto bassa	P <sub>1</sub> Pericolosità bassa	P <sub>2</sub> Pericolosità media	P <sub>3</sub> Pericolosità elevata	P <sub>4</sub> Pericolosità molto elevata
E <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>
E <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
E <sub>2</sub>	R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
E <sub>3</sub>	R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>4</sub>

- osservazioni di tipo puntuale derivate dal rilevamento geologico e geomorfologico e dalla conoscenza generale del territorio
- possibili interazioni del dissesto non solo sugli elementi direttamente interessati ma anche nell'intorno (ripercussioni a valle e a Monte del dissesto, possibili ostruzioni di corsi d'acqua, ...)

### **Rischio idraulico**

Per quanto riguarda il rischio di inondazione nell'ambito sia della pianificazione di bacino di rilievo regionale sia delle prescrizioni progettuali, la portata di massima piena con assegnato periodo di ritorno viene generalmente assunta come parametro rappresentativo del rischio idraulico; la probabilità annua di superamento di tale portata individua la pericolosità P nel senso sopra definito.

L'obiettivo generale a medio-lungo termine della pianificazione di bacino di rilievo regionale è attualmente quello della riduzione del rischio di inondazione a tempo di ritorno T pari a 200 anni, che rappresenta quindi il livello al quale ci si prefigge di ricondurre il rischio idraulico attraverso gli interventi strutturali. Così come previsto dalla raccomandazione sulle fasce di inondabilità già approvata dal Comitato Tecnico Regionale dell'Autorità di Bacino, vengono individuati essenzialmente tre livelli di pericolosità idraulica, uno elevato (T=30-50 anni), uno medio (T=200 anni) ed uno basso (T=500 anni).

Il rischio idraulico sarà determinato dalla sovrapposizione delle tre fasce suddette con gli elementi a rischio, secondo i risultati indicativi riportati nella matrice seguente:

ELEMENTI A RISCHIO	PERICOLOSITA' (aree inondabili)			
	P0 T > 500	P1 200 < T < 500 fascia C	P2 50 < T < 200 fascia B	P3 T < 50 fascia A
E <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>
E <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
E <sub>2</sub>	R <sub>0</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
E <sub>3</sub>	R <sub>0</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>4</sub>

La classe di pericolosità P<sub>0</sub> è stata inserita per uniformità con i criteri dell'Autorità di Bacino regionale, benché non rilevante per le elaborazioni di carattere idraulico.

In tale matrice le diverse classi di elementi a rischio sono state individuate sulla base del diverso grado d'urbanizzazione e sulla conoscenza dell'uso del suolo. In particolare sono state individuate le seguenti classi:

- Classe E<sub>3</sub>:** Centri abitati; insediamenti industriali e commerciali importanti; beni architettonici, storici ed artistici; infrastrutture viarie principali; servizi di rilevante interesse sociale.
- Classe E<sub>2</sub>:** Nuclei abitati minori; insediamenti industriali, commerciali ed artigianali minori; infrastrutture viarie secondarie.
- Classe E<sub>1</sub>:** Edifici isolati, infrastrutture viarie minori, zone agricole o a verde pubblico.
- Classe E<sub>0</sub>:** Aree disabitate o improduttive.

Dalla matrice sono state ottenute le seguenti classi di rischio:

- R<sub>0</sub>:** rischio nullo o trascurabile  
**R<sub>1</sub>:** rischio basso  
**R<sub>2</sub>:** rischio medio  
**R<sub>3</sub>:** rischio alto  
**R<sub>4</sub>:** rischio molto alto

Si noti che nella matrice del rischio si ottengono classi di rischio elevato o molto elevato (R<sub>3</sub> ed R<sub>4</sub>) solo per i tempi di ritorno 200-ennale e 50-ennale coerentemente con l'obiettivo postosi dalla 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 Carte del Rischio Idrogeologico

(capitolo modificato con D.D.G. n. 2664 del 05/05/2021)

Incrocando le carte della suscettività al dissesto e delle fasce di inondabilità con quella degli elementi a rischio, tenendo conto di quanto indicato nelle matrici di rischio riportate nel paragrafo precedente, sono state realizzate le carte del Rischio Geomorfologico e del Rischio Idraulico, con la zonizzazione in cinque classi di Rischio.

Si nota che le classi a rischio molto alto Ri4, coincidono con le aree inondabili con tempi di ritorno compresi tra T30-T50 anni, localizzate in corrispondenza delle zone urbanizzate della città capoluogo e delle frazioni di Lerici e Le Grazie.

Le aree Rg4 comprendono anche alcune località di notevole rilevanza ambientale caratterizzate da notevoli afflussi turistici che coincidono con tutte le aree in forte dissesto presenti in corrispondenza delle falesie costiere e delle spiagge comprese tra Punta Merlino e Portovenere e tra Tellaro e Punta Bianca.

## 5. PIANO DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO

La pianificazione degli interventi fa riferimento 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*, pubblicato sulla G.U. del 05/01/1999.

Tale documento prevede l'individuazione dell'insieme di interventi atti a ridurre il rischio a livelli prefissati; gli interventi vengono classificati come strutturali e non strutturali, attivi e passivi.

Il piano degli interventi costituisce l'insieme dei provvedimenti da adottare in relazione alle criticità individuate in precedenza; la priorità da assegnare a ciascun intervento deriva dall'analisi dell'urgenza e del grado di rischio per persone e beni. In particolare l'ordinamento degli interventi è basato sulle carte di pericolosità, Carta di Suscettività al Dissesto e Carta delle Aree inondabili, e sulle Carte del Rischio Geomorfologico e Idraulico, elaborate sulla base dell'uso del territorio.

Gli interventi vengono dunque individuati in riferimento alle criticità presenti ed ordinati secondo priorità in base al grado di pericolosità cui l'area è soggetta.

Il presente piano degli interventi assume come struttura quella proposta dalla raccomandazione del Comitato Tecnico Regionale dell'Autorità di bacino di rilievo regionale relativamente alle *Indicazioni metodologiche per la redazione del piano di interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico nei Piani di bacino ex D.L. 180 e successive modificazioni ed integrazioni*.

In base ai suggerimenti della suddetta linea guida, il piano degli interventi espone le possibili soluzioni alle criticità riscontrate, relazionandole con le condizioni di rischio, e valuta l'efficacia dei provvedimenti da assumere in un'ottica a scala di bacino; nell'elaborazione del presente piano vengono svolte le verifiche idrauliche relative allo stato di progetto per le sistemazioni proposte ed è quindi immediata la valutazione dell'efficacia delle misure proposte.

La classificazione degli interventi è schematizzabile nel modo seguente:

I) mitigazione del rischio con interventi strutturali, finalizzati a ridurre la pericolosità; in particolare, per gli interventi sui corsi d'acqua e sui versanti, si considerano:

- interventi strutturali puntuali: opere di sistemazione che agiscono localmente sul fenomeno e che hanno lo scopo di una soluzione definitiva della criticità o perlomeno di una significativa riduzione del rischio, senza determinare tuttavia influssi negativi sul resto del bacino
- interventi strutturali areali: opere di sistemazione articolate e di carattere estensivo che interessano porzioni rilevanti di territorio

II) mitigazione del rischio con interventi non strutturali, atti a minimizzare l'impatto di eventi calamitosi e ridurre così il danno atteso; in particolare, per gli interventi sui corsi d'acqua e sui versanti, si considerano:

- misure non strutturali di prevenzione e mitigazione, quali misure di protezione civile e misure normative, alle quali è dedicata una specifica sezione del Piano di bacino stralcio
- monitoraggi dei principali corpi franosi e più in generale delle criticità individuate

III) manutenzione ordinaria degli alvei e dei versanti

IV) demolizione/rilocalizzazione degli elementi a rischio. Questo tipo di soluzione viene proposta in primo luogo nei casi particolari in cui gli elementi stessi siano causa del dissesto idrogeologico o aggravino il grado di rischio (D.L. 180/98, art. 1, comma 5); si tratta però di un

intervento attuabile anche qualora le opere strutturali realizzabili non consentano la riduzione del rischio a livelli compatibili

Ciascun intervento proposto dal Piano presenta una stima di massima dell'onere finanziario ad esso legato; la precisione della stima dovrà inevitabilmente tenere conto dell'ottica di pianificazione a scala di bacino seguita in questa sede; in fase di progettazione esecutiva si potranno affrontare con maggiore precisione le problematiche che si presenteranno, non ultimo l'aspetto finanziario, attraverso un rilievo di dettaglio adeguato alla scala di ciascun intervento.

Un altro aspetto che verrà affrontato è la competenza per la realizzazione e la manutenzione delle opere; essa deve essere stabilita in base a quanto indicato nella Legge Regionale 18/99 artt. 92-93, la quale investe la Provincia della Spezia del compito di eseguire le opere, in assenza di altri soggetti tenuti alla realizzazione delle stesse, quali i concessionari, pubblici o privati, o i proprietari frontisti.

Il bacino considerato nel presente Piano è interessato da criticità di carattere sia idraulico, sia geomorfologico, come visibile nella Carta del Rischio Idrogeologico; in via generale si può dire che la maggiore concentrazione di criticità, e quindi di interventi di mitigazione del rischio, è localizzata nell'ampia fascia urbanizzata.

Per quanto specificamente attiene alle problematiche di carattere prettamente idraulico, nel presente piano vengono rilevate diverse situazioni di rischio connesse allo smaltimento delle portate di piena in tutti i corsi d'acqua interessanti i sub-bacini dell'ambito in esame.

Gli interventi prescritti sono pertanto volti alla risoluzione delle criticità riscontrate attraverso opere di tipo strutturale, e di conseguenza puntuale, integrate con sistemazioni estensive delle porzioni di M.te dei bacini e con la manutenzione diffusa degli alvei; l'azione combinata di interventi puntuali ed areali permette di non vanificare i benefici localmente indotti dagli interventi strutturali a causa del cattivo stato di manutenzione dell'alveo e dei versanti a M.te degli stessi.

La manutenzione degli alvei e dei manufatti necessita di un'attenta programmazione da parte degli Enti competenti, soprattutto con sopralluoghi e realizzazione di interventi dopo gli eventi di piena significativi; la manutenzione si prefigge come compito la sicurezza derivante dallo sgombero da ostacoli che potrebbero ingenerare ostruzioni di ponti e tombature, nel rispetto delle caratteristiche naturali degli alvei.

### **5.1 Interventi lungo i corsi d'acqua. (superato nel comune della Spezia con DSG n. 105/2023)**

#### **Per i corsi d'acqua ricadenti nel comune della Spezia è necessario fare riferimento allo studio idraulico di dettaglio allegato alla presente (Hydrodata 2021).**

L'individuazione delle criticità idrauliche dei corsi d'acqua dell'Ambito 20 Golfo della Spezia, e delle cause che le determinano, deriva dallo studio della carta del rischio, che si ricorda risultare dalla sovrapposizione della Carta della Pericolosità e di quella degli elementi a rischio. Sempre per mezzo della carta del rischio viene assegnata la priorità che compete a ciascun intervento; nell'esposizione degli interventi l'ordine seguito sarà quindi quello decrescente dalla maggiore priorità alla minore.

Le misure previste si propongono di ridurre il rischio a livelli socialmente compatibili, avendo come obiettivo, anche se a lungo termine, il transito senza esondazioni delle portate con tempo di ritorno duecentennale; a tale finalità dovrà essere associata, nei limiti delle possibilità, la riqualificazione e rinaturalizzazione del corso d'acqua. Quest'ultimo traguardo è forse ancora raggiungibile in alcune delle porzioni di corsi d'acqua che si sviluppano tutt'oggi all'esterno delle aree urbanizzate o dove sussistono vincoli ambientali o esistono siti di grande pregio dal punto di vista dei Beni Culturali.

Per gli interventi proposti in seguito sono forniti, negli allegati idraulici sezioni idrauliche e profili sia dello stato di fatto che dello stato di progetto, a titolo di verifica del beneficio ottenuto; una volta di più si rammenta che la scala di bacino, alla quale si è operato nella presente pianificazione, non permette di raggiungere la precisione necessaria a livello di progettazione; in sede progettuale dovranno quindi essere svolte accurate analisi idrauliche in grado di valutare, oltre ai benefici puntuali di una qualsiasi opera, le conseguenze indotte a M.te ed a valle della stessa e le problematiche legate alla capacità di erosione, con particolare attenzione all'instaurarsi di profili di corrente veloce a seguito di opere di ampliamento e regolarizzazione delle sezioni di deflusso. Quando, a livello di progettazione, dovessero presentarsi come opportune soluzioni differenti da quelle previste nel Piano di Bacino, le medesime dovranno essere giustificate e verificate accuratamente.

La definizione della fascia di riassetto fluviale, riportata nella cartografia delle Fasce di Inondabilità, risente della difficoltà di reperire lungo il corso dei torrenti aree da destinare al deflusso, soprattutto nei tratti terminali prima dello sfocio in mare, a causa dell'antropizzazione delle sponde.

## 5.2 INTERVENTI (paragrafo modificato con DSG 92/2021)

Gli interventi, già identificati a livello puntuale, sono stati localizzati, per una migliore comprensione nella Carta degli Interventi Proposti, ad ogni singolo intervento è stata attribuita differente priorità in base alle classi di rischio in accordo con la seguente tabella:

	Classi di Rischio				
	R4	R3	R2	R1	R0
PRIORITA'	1	2	3	4	5

Detti interventi possono essere suddivisi nelle seguenti categorie:

- A. Interventi sulle aste fluviali,**
- B. Interventi sui versanti,**
- C. Interventi di manutenzione,**
- D. Monitoraggi.**

### CATEGORIA A

SCHEDA CRITICITA' IDRAULICHE E INTERVENTI				
Corso d'acqua	Stima economica		priorità	Ente Attuatore
	€	ml di Lit.		
F. Ronchetta	387,342.67	750	Molto alta	Comune di Lerici
C. Carbognano	1,058,736.64	2,050	Molto Alta	Comune di Lerici
F. Pagliari	1,564,864.40	3,030	Molto Alta	Comune della Spezia
C. Fossamastra 1	10,484,075.05	20,300	Molto Alta	Comune della Spezia
F. Tombone	300,000.00		Molto Alta	-
T. Vecchia Dorgia	9,554,452.63	18,500	Molto Alta	Comune della Spezia
T. Nuova Dorgia 1	3,615,198.29	7,000	Molto Alta	Comune della Spezia
C. Lagora	20,735,744.50	40,150	Molto Alta	Comune della Spezia
F. Lizzarella	929,622.42	1,800	Molto Alta	Comune di Lerici
F. Ligurzano (C. Lagora)	516,456.90	1,000	Molto Alta	Comune della Spezia
F. Cappelletto	2,582,284.50	5,000	Molto Alta/Alta	Comune della Spezia
C. Capo D'Acqua	361,519.83	700	Alta	Comune di Lerici
C. Lino	180,759.91	350	Alta	Comune di Lerici
R. Molini	206,582.76	400	Alta	Comune di Lerici

F. Portiola	<b>413,165.52</b>	<b>800</b>	Alta	Comune di Lerici
F. Pezzogrande	<b>542,279.74</b>	<b>1,050</b>	Alta	Comune della Spezia
F. Muggiano				
C. Fossamastra 2	<b>309,874.14</b>	<b>600</b>	Alta	Comune della Spezia
F. Melara 2	<b>826,331.04</b>	<b>1,600</b>	Alta	Comune della Spezia
T. Nuova Dorgia 2	<b>361,519.83</b>	<b>700</b>	Alta	Comune della Spezia
F. Rossano	<b>1,704,307.77</b>	<b>3,300</b>	Alta	Comune della Spezia
F. Tassonaro e F. Prado (C. Lagora)	<b>180,759.91</b>	<b>350</b>	Alta	Comune della Spezia
F. Murlo (C. Lagora)	<b>284,051.29</b>	<b>550</b>	Alta	Comune della Spezia
F. Stagno, F. Borzonasca, T. Colombaro, F. Porzano, F. Fabiano (C. Lagora)	<b>645,571.12</b>	<b>1,250</b>	Alta	Comune della Spezia
T. Caporacca	<b>154,937.07</b>	<b>300</b>	Alta	Comune della Spezia
C. Netto	<b>51,645.69</b>	<b>100</b>	Alta	Comune della Spezia
C. Fezzano	<b>180,759.91</b>	<b>350</b>	Alta	Comune della Portovenere
F. Cassà	<b>258,228.45</b>	<b>500</b>	Alta	Comune della Portovenere
F. l'Olivo	<b>309,874.14</b>	<b>600</b>	Alta	Comune della Portovenere
F. Panigaglia Nord	<b>51,645.69</b>	<b>100</b>	Bassa	Comune della Portovenere
F. Baccioni	<b>206,582.76</b>	<b>400</b>	Bassa	Comune della Portovenere
C. di Ria	<b>103,291.38</b>	<b>200</b>	Bassa	Comune della Portovenere
C. Fossamastra 3	<b>258,228.45</b>	<b>500</b>	Bassa	Comune della Spezia
T. Nuova Dorgia 3	<b>25,822.84</b>	<b>50</b>	Bassa	Comune della Spezia
F. Martina	<b>129,114.22</b>	<b>250</b>	Bassa	Comune della Portovenere
<b>Totale</b>	<b>61,006,647.88</b>			

**Tabella 13 - Tabella riassuntiva degli oneri finanziari necessari agli interventi di sistemazione e riduzione del rischio idraulico - Categoria A.**

#### Fosso Tombone (paragrafo aggiunto con DSG 92/2021)

Sulla base dello studio idraulico di dettaglio è stato individuato un intervento di mitigazione del rischio idraulico, in particolare per il tratto più a monte, dove l'esonazione della portata cinquantennale interessa l'area ex ENEL. L'intervento proposto riguarda il completo rifacimento della tombinatura attualmente costituita da due tubi DN1000 e l'adeguamento delle sezioni nel tratto a monte.

Il nuovo scatolare dovrà avere dimensioni minime pari a  $b \times h = 2,5 \times 2,0$  m e potrà essere realizzato sostanzialmente in sagoma all'esistente tombinatura sotto strada, con modesto allargamento laterale del sedime, ipotizzando di approfondire di 1,0 m la quota di fondo scorrevole attuale, senza pertanto ridurre (se non per parte dello spessore della soletta) il ricoprimento rispetto al piano viabile (consentendo quindi il passaggio analogamente allo stato attuale di eventuali infrastrutture soprastanti). Grazie al salto di fondo attualmente presente allo sbocco dei due tubi DN1000, tale approfondimento consente di poter comunque recapitare nell'alveo a valle senza eccessivi fenomeni di rigurgito.

La sistemazione del tratto di monte è stata prevista con un allargamento in sinistra, sfruttando la possibilità di poter ampliare la carreggiata stradale verso Sud-Est a scapito di una porzione dell'ampia area sterrata. È stata ipotizzata un'unica livelletta di pendenza pari a circa il 3%, con un salto di fondo di 50 cm circa 12 m a monte dell'imbocco della tombinatura, per disconnessione idraulica del tratto di monte.

Tale configurazione consente il deflusso della portata duecentennale con franco minimo di circa 50 cm nel tratto a cielo aperto e circa 10 cm nel tratto tombinato.

Oltre agli interventi specifici già finanziati e dettagliati per i singoli corsi d'acqua ricadenti nel presente Ambito, sono stati concessi, durante la stesura della presente relazione, due finanziamenti finalizzati a:

- *Progetto preliminare per la messa in sicurezza idraulica dei corsi d'acqua in ambito urbano del Comune della Spezia (t. Rossano, Cappelletto, Vecchia Dorgia, Nuova Dorgia, Termomeccanica, Melara, Fossamastra e Pagliari) e progettazione definitiva degli interventi a maggior grado di criticità, per l'importo di Lire 200.000.000, Ente Attuatore il Comune della Spezia.*

La richiesta di tale finanziamento è stata determinata dalla necessità di eliminare le criticità che si realizzano in corrispondenza degli attraversamenti, da parte dei torrenti nominati, lungo il centralissimo viale San Bartolomeo. La finalizzazione che compare nella deliberazione regionale è stata, però, estesa a tutto l'ambito urbano. In ogni caso si ritiene indispensabile dare priorità allo studio a cominciare proprio dalla situazione di viale San Bartolomeo.

- *Studio idraulico di dettaglio e progettazione preliminare degli interventi volti alla messa in sicurezza idraulica dei tributari principali del Canale Vecchia Dorgia a monte della Pieve di San Venerio con progettazione definitiva degli interventi prioritari, per l'importo di lire 150.000.000, Ente Attuatore il Comune della Spezia.*

La priorità dello studio in questione è stata dettata dalla presenza della Pieve medievale di San Venerio che si localizza in area a rischio elevato. Le attese sono quelle della definizione puntuale delle opere da eseguirsi al fine della messa in sicurezza di tutta la zona definita a rischio elevato e la contigua area a rischio molto elevato (zona del campo sportivo).

## **CATEGORIA B**

### **➤ Area R4 Monesteroli**

L'impegno finanziario necessario alla redazione di un progetto per messa in sicurezza dell'abitato di Monesteroli è valutabile in **200.000 €** (pari a Lit. 387.254.000). Durante la stesura della presente relazione è stato concesso, con D.G.R. 1375 del 2001, un finanziamento di Lit. 250.000.000 (Ente attuatore Provincia della Spezia) finalizzato all'esecuzione delle *indagini e progettazione definitiva della sistemazione del dissesto in località Monesteroli in Comune di La Spezia*. Conseguentemente è allo studio il programma di indagini da predisporre.

### **➤ Consolidamento del versante in località Fossola: completamento dell'intervento già avviato a seguito di finanziamento ai sensi della L.R. 46/86.**

Sono stati predisposti e finanziati due lotti di lavori di consolidamento di altrettanti nuclei abitati:

#### **1. primo lotto - lavori già completati:**

- 1.1. realizzazione di quattro file di chiodature verticali della lunghezza di 15 m, disposti alla base degli edifici a ridosso della comunale della Fossola in località Angelo Custode;
- 1.2. realizzazione, in posizione intermedia alle quattro file precedenti, di una trave di raccordo longitudinale, connessa a tiranti permanenti della lunghezza di 20 m, armati con tre trefoli da 15 t/cad.;
- 1.3. canalizzazione per la raccolta, smaltimento ed educazione delle acque superficiali;

2. Secondo lotto - opere finanziate all'interno del Programma di Interventi e Aggiornamento dello Schema Previsionale Programmatico ai sensi dell'art. 31 della L. 183/89 per il triennio 1997-1999, con £ 500.000.000 per l'annualità 1999 (pari a 259.422,214 €):

- 2.1. realizzazione di quattro doppie file di chiodature verticali della lunghezza di 15 m, disposti di fianco ed alla base degli edifici al di sotto della strada vicinale detta "La Provinciale" in località Angelo Custode;
- 2.2. realizzazione, in posizione intermedia alle file precedenti, di travi di raccordo longitudinali, connesse con tiranti permanenti della lunghezza di 20 m, armati con tre trefoli da 15 t/cad.;
- 2.3. canalizzazione per la raccolta, smaltimento ed educazione delle acque superficiali;

Il consolidamento, o quanto meno la messa in sicurezza dell'area a monte dei cigli di arretramento, non è ancora completo. Rimangono, infatti, ancora escluse:

- le protezioni ai nuclei abitati delle località Casotti e Fossola;
- la conseguente estensione delle regimazioni idriche superficiali;
- la sistemazione delle due aste in forte erosione confluenti nel fosso di Fossola;
- la sistemazione del fosso di Fossola nel tratto prospiciente la frazione omonima;
- la protezione a mare del piede del *debris flow* classificato R4.

Il fabbisogno economico per l'esecuzione di tali interventi di completamento, tenendo anche conto di quanto già finanziato, assomma indicativamente a **2.000.000 di €** (pari a 3.872.540.000 lire).

### **Priorità 1**

#### ➤ *Consolidamento del versante di Marinasco.*

Gli interventi già ammessi a finanziamento sono:

- *Monitoraggio e progettazione preliminare delle opere di sistemazione del versante interessato dalla frana attiva di Marinasco in Comune di La Spezia con individuazione delle opere di competenza pubblica*, finanziato ai sensi della L.R. 46/96 per l'anno 2000, con l'importo di £ 100.000.000 (pari a 51.645,689 €); Ente Attuatore il Comune della Spezia. Lo studio, affidato dal Comune della Spezia al prof. Raggi dell'Università di Pisa, è in corso di definizione;
- sistemazione idrogeologica del versante in frana in loc. Marinasco del Comune di La Spezia (1° lotto di intervento in base a progetto preliminare), finanziato ai sensi del D.P.R. 27 luglio 1999 per l'anno 2000, con l'importo di £ 500.000.000 anno 1999 (pari a 259.422,214 €); Ente Attuatore il Comune della Spezia. Questo intervento verrà eseguito a seguito delle risultanze dell'indagine di cui al punto precedente;
- durante la stesura della presente relazione è stato concesso, con D.G.R. 1375 del 2001, un ulteriore finanziamento di Lit. 300.000.000 (Ente attuatore Provincia della Spezia) finalizzato all'esecuzione di uno *studio organico del dissesto interessante la collina di Marinasco-Strà con predisposizione di un piano organico di interventi (al livello di progettazione preliminare) volto alla sistemazione del dissesto.*

Bisogna precisare inoltre che la zona è oggetto di monitoraggio anche da parte dell'A.N.A.S., Compartimento della Viabilità per la Liguria, nell'ambito delle opere di esecuzione della citata galleria connessa alla Variante alla S.S. 1 Aurelia.

Durante la redazione del presente Piano di Bacino stralcio si è manifestato un ulteriore forte aggravamento della situazione generale con apertura di una frattura della lunghezza di circa 200 metri lungo la fascia più elevata del versante instabile (situazione ha condizionato l'avvio di un

procedimento giudiziario) e, successivamente il riconosciuto coinvolgimento di alcune decine di edifici sui quali sono comparse evidenti lesioni.

Le indagini conoscitive ed i monitoraggi si susseguono per l'accavallarsi delle competenze delle differenti amministrazioni locali: in particolare continua il monitoraggio da parte dell'A.N.A.S. e, contemporaneamente, sono in corso due studi, uno da parte del Comune della Spezia (finanziato con L.R. 46/86, anno 2000) ed uno nuovo affidato dalla Provincia della Spezia all'Università di Pisa e finanziato, attualmente, con fondi propri.

Poiché la situazione lungo i versanti (bisogna comprendere infatti anche il contiguo dissesto di Strà) appare estremamente complessa e delicata sarebbe utile che tutte le indagini di cui sopra fossero svolte in maniera coordinata sotto la responsabilità di un unico soggetto con comprovata esperienza di ricerca, insegnamento e progettazione in tecnologia delle gallerie, meccanica delle rocce e geotecnica, cui demandare anche le linee progettuali per la risistemazione del versante.

### **Priorità 1**

#### ➤ *Consolidamento del versante di Strà.*

Come nel caso precedente è in corso una vertenza giudiziaria oltre che il monitoraggio del fenomeno mediante le strumentazioni già predisposte da A.N.A.S. per lo studio di fattibilità ed esecutivo della "variante Aurelia".

Le indicazioni progettuali e la quantizzazione dell'onere per la realizzazione delle opere di abbattimento del rischio, che rientrano nel progetto precedente, non saranno possibili fin quando non sarà definita l'indagine della Magistratura e conclusi i monitoraggi.

### **Priorità 1**

#### ➤ *Consolidamento del versante di Santa Lucia - Salto del Gatto.*

Come nei casi precedenti anche questo dissesto rientra nella vertenza giudiziaria in corso. Conseguentemente anche in questo caso le indicazioni progettuali e la quantizzazione dell'onere per la realizzazione delle opere di abbattimento del rischio, che rientrano nel progetto precedente, non saranno possibili fin quando non sarà definita l'indagine della Magistratura e conclusi i monitoraggi.

### **Priorità 1**

#### ➤ *Cala del Pozzale - Isola Palmaria.*

L'impegno finanziario ipotizzabile per la predisposizione di un'intervento di messa in sicurezza secondo le linee indicate è prevedibile in **240.000 €** (pari a £ 464.704.800).

### **Priorità 1**

#### **INTERVENTI CATEGORIA B**

<b>INTERVENTO</b>	<b>€</b>	<b>ENTE ATTUATORE</b>	<b>note</b>
<b>Monesteroli</b>	200,000	<b>Comune della Spezia</b>	
<b>Fossola</b>	2,000,000	<b>Comune della Spezia</b>	
<b>Marinasco</b>	75,000	-	<b>Coordinamento monitoraggi in atto e linee progettuali</b>
<b>Strà</b>			
<b>S. Lucia -</b>			
<b>Cala del Pozzale</b>	240,000	<b>Comune di Portovenere</b>	
<b>totale</b>	<b>2,515,000.00</b>		

**Tabella 14 - Tabella riassuntiva degli oneri finanziari necessari agli interventi di mitigazione del rischio da frana - Categoria B.****CATEGORIA C**

Sono stati definiti, in questa sede, gli interventi prioritari di manutenzione lungo le aste idriche afferenti l'Ambito.

**INTERVENTI CATEGORIA C**

<b>INTERVENTO</b>	<b>€</b>	<b>ENTE ATTUATORE</b>	<b>note</b>
<b>Fosso di Fabiano</b>	25.000.000	<b>Comune della Spezia</b>	<b>Tratto a monte dell'abitato di Fabiano</b>
<b>Fosso Tassonara</b>	25.000.000	<b>Comune della Spezia</b>	<b>A monte della confluenza con il Fosso della Piazza</b>
<b>Fosso di San Rocco</b>	15.000.000	<b>Comune della Spezia</b>	
<b>Torrente Carbognano</b>	20.000.000	<b>Comune di Lerici</b>	<b>Tratto scoperto a monte dell'abitato di Lerici</b>
<b>totale</b>			

**Tabella 15 - Tabella riassuntiva degli oneri finanziari necessari agli interventi di manutenzione delle aste idriche - Categoria C.****CATEGORIA D**➤ ***Monitoraggio della situazione di instabilità relativa all'area ed all'abitato di Campiglia.***

Di questo dissesto esistono, sia in letteratura che agli atti delle Amministrazioni competenti per territorio, solo pochi accenni anche per quanto concerne i riflessi sull'abitato. In conseguenza di ciò si ritiene debba essere avviata una fase di studio finalizzata ad accertare lo stato di attività del mediante la predisposizione di monitoraggi utilizzando presidi sia sulle strutture edilizie (fessurimetri, crepimetri, mire topografiche) che sui corpi (inclinometri, piezometri, centralina meteorologica) per un tempo non inferiore a tre anni. L'impegno finanziario previsto assomma a 160.000 € (pari a £ 309.803.200).

L'Amministrazione Provinciale interverrà nella fase di progettazione, raccolta dei dati ed elaborazione con proprio personale (Area 7 Difesa del Suolo - Ufficio Piani di Bacino) e resterà depositaria dei risultati al fine dell'aggiornamento e della revisione del Piano medesimo

**Priorità 2**➤ ***Monitoraggio delle aree R3 zona Biassa-Scoglio.***

Si tratta di due ampi corpi di frana quiescente che interessano direttamente sia l'abitato che la strada di accesso.

Si ritiene indispensabile accertare lo stato di attività mediante la predisposizione di monitoraggi utilizzando presidi sia sulle strutture edilizie (fessurimetri, crepimetri, mire topografiche) che sui corpi di accumulo (inclinometri, piezometri, centralina meteorologica) per un tempo non inferiore a tre anni. L'impegno finanziario previsto assomma a 240.000 € (pari a £ 464.697.600).

L'Amministrazione Provinciale interverrà nella fase di progettazione, raccolta dei dati ed elaborazione con proprio personale (Area 7 Difesa del Suolo - Ufficio Piani di Bacino) e resterà depositaria dei risultati al fine dell'aggiornamento e della revisione del Piano medesimo.

**Priorità 2**

➤ **Monitoraggio della zona R3 Isola -Toracca.**

Si tratta di alcuni corpi di frana quiescente che interessano la viabilità, il cimitero urbano, e la contigua chiesa, la frazione di Isola ed insediamenti di nuclei sparsi.

I corpi di frana si sviluppano in direzione sud, sud-ovest fino a raggiungere il fosso sottostante l'abitato e interessano la formazione delle Arenarie del Gottero.

Si ritiene indispensabile la predisposizione di un monitoraggio mediante presidi sia sulle strutture edilizie (fessurimetri, crepemetri, mire topografiche) che sul corpo di accumulo (inclinometri, piezometri, centralina metereologica) per un tempo non inferiore a tre anni. L'impegno finanziario previsto assomma a 250.000 € (pari a £ 484.067.500).

L'Amministrazione Provinciale interverrà nella fase di progettazione, raccolta dei dati ed elaborazione con proprio personale (Area 7 Difesa del Suolo - Ufficio Piani di Bacino) e resterà depositaria dei risultati al fine dell'aggiornamento e della revisione del Piano medesimo.

**Priorità 2**

➤ **Monitoraggio della zona R3 di Montepertico**

Si tratta di una frana quiescente che ha un'ampiezza di circa 120.000 mq ed interessa il quartiere di Montepertico ed un tratto della viabilità comunale. Il corpo di frana si sviluppa verso sud-est fino a raggiungere il tracciato della linea ferroviaria.

Si ritiene indispensabile la predisposizione di un monitoraggio mediante presidi sia sulle strutture edilizie (fessurimetri, crepemetri, mire topografiche) e sul corpo di accumulo (inclinometri, piezometri, centralina metereologica) per un tempo non inferiore a tre anni. L'impegno finanziario previsto assomma a 100.000 € (pari a £ 193.627.000).

L'Amministrazione Provinciale interverrà nella fase di progettazione, raccolta dei dati ed elaborazione con proprio personale (Area 7 Difesa del Suolo - Ufficio Piani di Bacino) e resterà depositaria dei risultati al fine dell'aggiornamento e della revisione del Piano medesimo.

**Priorità 2**

➤ **Monitoraggio della frana di Sarbia.**

Si ritiene indispensabile la predisposizione di un monitoraggio mediante presidi sia sulle strutture edilizie (fessurimetri, crepemetri, mire topografiche) e sul corpo di accumulo (inclinometri, piezometri, centralina metereologica) per un tempo non inferiore a tre anni. L'impegno finanziario previsto assomma a 80.000 € (pari a £ 154.901.600).

L'Amministrazione Provinciale interverrà nella fase di progettazione, raccolta dei dati ed elaborazione con proprio personale (Area 7 Difesa del Suolo - Ufficio Piani di Bacino) e resterà depositaria dei risultati al fine dell'aggiornamento e della revisione del Piano medesimo.

**Priorità 2**

➤ **Monitoraggio della zona R4 di Pegazzano**

Si tratta di una piccola frana quiescente il cui piede interessa una parte dell'abitato di Pegazzano e la viabilità comunale di collegamento con la frazione di Biassa. Il corpo di frana si sviluppa verso nord fino a raggiungere il sottostante Fosso.

Si ritiene indispensabile la predisposizione di un monitoraggio mediante presidi sia sulle strutture edilizie (fessurimetri, crepemetri, mire topografiche) e sul corpo di accumulo (inclinometri, piezometri, centralina metereologica) per un tempo non inferiore a tre anni. L'impegno finanziario previsto assomma a 60.000 € (pari a £ 116.176.200).

L'Amministrazione Provinciale interverrà nella fase di progettazione, raccolta dei dati ed elaborazione con proprio personale (Area 7 Difesa del Suolo - Ufficio Piani di Bacino) e resterà depositaria dei risultati al fine dell'aggiornamento e della revisione del Piano medesimo.

### **Priorità 1**

#### ➤ *Monitoraggio della zona R3-R4 di Fabiano*

Si tratta di una piccola frana quiescente il cui piede interessa una parte marginale dell'abitato di Fabiano.

Si ritiene indispensabile la predisposizione di un monitoraggio mediante presidi sia sulle strutture edilizie (fessurimetri, crepemetri, mire topografiche) e sul corpo di accumulo (inclinometri, piezometri, centralina metereologica) per un tempo non inferiore a tre anni. L'impegno finanziario previsto assomma a 60.000 € (pari a £ 116.176.200).

L'Amministrazione Provinciale interverrà nella fase di progettazione, raccolta dei dati ed elaborazione con proprio personale (Area 7 Difesa del Suolo - Ufficio Piani di Bacino) e resterà depositaria dei risultati al fine dell'aggiornamento e della revisione del Piano medesimo.

### **Priorità 1-2**

#### ➤ *Monitoraggio dell'area R3 Carozzo -Beverone.*

Si tratta di due ampi corpi di frana quiescente che interessano direttamente sia porzioni differenti dell'abitato storico che la strada di accesso.

Si ritiene indispensabile accertare la possibilità di riattivazioni in atto mediante la predisposizione di monitoraggi utilizzando presidi sia sulle strutture edilizie (fessurimetri, crepemetri, mire topografiche) che sui corpi di accumulo (inclinometri, piezometri, centralina metereologica) per un tempo non inferiore a tre anni. L'impegno finanziario previsto assomma a 240.000 € (pari a £ 464.697.600).

L'Amministrazione Provinciale interverrà nella fase di progettazione, raccolta dei dati ed elaborazione con proprio personale (Area 7 Difesa del Suolo - Ufficio Piani di Bacino) e resterà depositaria dei risultati al fine dell'aggiornamento e della revisione del Piano medesimo.

### **Priorità 2**

#### ➤ *Monitoraggio delle aree R3-R4 Pitelli - Macchietta*

Si tratta di due piccoli corpi di frana quiescente che interessano alcune parti degli abitati di Pitelli e Macchietta (Pitelli).

Si ritiene indispensabile la predisposizione di un monitoraggio mediante presidi sia sulle strutture edilizie (fessurimetri, crepemetri, mire topografiche) e sui corpi di accumulo (inclinometri, piezometri, centralina metereologica) per un tempo non inferiore a tre anni. L'impegno finanziario previsto assomma a 60.000 € (pari a £ 116.176.200).

L'Amministrazione Provinciale interverrà nella fase di progettazione, raccolta dei dati ed elaborazione con proprio personale (Area 7 Difesa del Suolo - Ufficio Piani di Bacino) e resterà depositaria dei risultati al fine dell'aggiornamento e della revisione del Piano medesimo. **Priorità**

### **1-2**

#### ➤ *Monitoraggio della situazione di potenziale dissesto lungo la strada comunale Pugliola/Solaro in Comune di Lerici.*

La strada in oggetto ha subito numerosi piccoli diffusi problemi di dissesto in varie occasioni, alcuni dei quali sono stati oggetto di intervento di mitigazione, strutturale, da parte del Comune.

Una zona in particolare evidenzia una problematica diffusa, a livello di versante, con ripercussioni dirette lungo una parte della carreggiata.

### Priorità 3

#### INTERVENTI CATEGORIA D

INTERVENTO	€	ENTE ATTUATORE	note
Monitoraggio della situazione di stabilità relativa all'area ed all'abitato di Campiglia.	-	Provincia della Spezia	Ufficio Piani di Bacino
Monitoraggio delle aree R3 - Biassa-Scoglio	240.000	Provincia della Spezia	Ufficio Piani di Bacino
Monitoraggio della zona R3 di Isola-Toracca	250.000	Provincia della Spezia	Ufficio Piani di Bacino
Monitoraggio della zona R3 di Montepertico	100.000	Provincia della Spezia	Ufficio Piani di Bacino
Monitoraggio della frana di Sarbia	80.000	Provincia della Spezia	Ufficio Piani di Bacino
Monitoraggio della zona R3-R4 di Pegazzano	60.000	Provincia della Spezia	Ufficio Piani di Bacino
Monitoraggio della zona R3-R4 di Fabiano	60.000	Provincia della Spezia	Ufficio Piani di Bacino
Monitoraggio dell'area R3 - Carozzo-Beverone	240.000	Provincia della Spezia	Ufficio Piani di Bacino
Monitoraggio dell'area R3 - Pitelli Macchietta	60.000	Provincia della Spezia	Ufficio Piani di Bacino
Monitoraggio della situazione di potenziale dissesto lungo la strada comunale Pugliola/Solaro in Comune di Lerici	Da definirsi	Comune di Lerici	
<b>totale</b>	<b>1.250.000</b>		

Tabella 16 - Tabella riassuntiva degli oneri finanziari necessari agli interventi di monitoraggio in corrispondenza delle aree a rischio elevato da frana (R3 e R4) - Categoria D.

**BIBLIOGRAFIA**

- AA. VV. (1999) - *Carta Geologica d'Italia 1:50.000 - Foglio 248 LA SPEZIA - Guida alle escursioni 16-17 marzo 1999*. Firenze.
- ABBATE E. (1969) - *Geologia delle Cinque Terre e dell'entroterra di Levanto (Liguria Orientale)*. Mem. Soc. Geol. It., **8**, 923-1014.
- ABBATE E., BECCALUVA L., BORTOLOTTI V., GALBIATI B., PICCARDO G.B., PRINCIPI G., SERRI G. (1980) - *Eastern Liguria ophiolite nappes*. Ophioliti: VI Ophiolite Field Conference, Italy, 65-97.
- ABBATE E., BORTOLOTTI V. (1967) - *Osservazioni geologiche nei dintorni di Vezzano Ligure (La Spezia)*. Mem. Soc. Geol. It., **6**, 1-22.
- ABBATE E., BORTOLOTTI V. (1980) - *Section in Northern Apennine Ophiolite*. Ophioliti: VI Ophiolite Field Conference, Italy, 43-9.
- ABBATE E., BORTOLOTTI V. (1984) - *Cento anni di geologia italiana. Le Unità Liguri dell'Appennino Settentrionale: sintesi dei dati e delle interpretazioni dal 1970 in poi*. Volume Giubileo I Centenario S.G.I. p. 215-240.
- ABBATE E., BORTOLOTTI V., CONTI M., MARCUCCI M., PRINCIPI G., PASSERINI P., TREVES B. (1986) - *Apennines and Alps ophiolites and evolution of the western Tethys*. Mem. Soc. Geol. It., **31**, 23-44.
- ABBATE E., SAGRI M. (1982) - *Le unità torbiditiche cretacee dell'Appennino settentrionale ed i margini continentali della Tetide*. Mem. Soc. Geol. It., **24**, 115-26.
- ASSERETO R., BOSELLINI A., FANTINI SESTINI N. & SWEET W.C. (1973) - *The Permian Triassic Boundary in Southern Alps (Italy)*. Mem. Can. Soc. Petrol. Geol., **2**, 176-199.
- AMBROSI A.C. (1967) - *L'antica costa lunense, versiliese, pisana e la lucchesia nella interpretazione della fotografia aerea di Giulio Schmedt*. Giornale Storia Lunigiana n s, **18**, 150-154.
- AZZAROLI A. (1950) - *Osservazioni sulla formazione villafranchiana di Olivola in Val di Magra*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem. Serie A, **67**.
- BAGNOLI G. (1982) - *Ladinian Platform conodonts from Punta Bianca (La Spezia -Italy)*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., ser. A, **89**, 1-10.
- BAGNOLI G., GIANELLI G., PUXEDDU M., RAU A., SQUARCI P., & TONGIORGI M. (1980) - *A tentative stratigraphic reconstruction of the Tuscan Paleozoic Basement*. Mem. Soc. Geol. It., **20**, 99-116.
- BAGNOLI G., RAU A. & TONGIORGI M. (1978) .*The problem of Punta Bianca*. Da: Report on the Tuscan Paleozoic basement, **27**-33. Pisa.
- BALDACCI F., ELTER P., GIANNINI G., GIGLIA G., LAZZAROTTO A., NARDI R. & TONGIORGI M. (1967) - *Nuove osservazioni sul problema della Falda Toscana e sulla interpretazione dei Flysch arenacei tipo «Macigno» dell'Appennino settentrionale*. Mem. Soc. Geol. It., **6**, 213-244.
- BALDACCI F. & RAGGI G. (1969) - *Bacino del Fiume Magra: Carta della permeabilità delle rocce*. Istituto di Geologia dell'Università di Pisa.
- BALDACCI F. & RAGGI G. (1969) - *Bacino del Fiume Magra. Carta della franosità*. Istituto di Geologia dell'Università di Pisa.
- BARBETSEA E., FANUCCI F., FIRPO M., MIRABILE L., & PICCAZZO M. (1982) - *Il Plio-Quaternario del Mar Ligure: 1) potenza e modalità di accumulo della coltre sedimentaria*. Quaderni Ist. Geol. Univ. di Genova, **1**, 3-20.
- BARTOLE R., TORELLI L., MATTEI L. e BRANCOLINI G. (1991) - *Assetto stratigrafico-strutturale del Tirreno settentrionale: Stato dell'arte*. Stud. Geol. Camerti, spec. vol. 1, 115-140.
- BARTOLINI C. & BORTOLOTTI V. (1971) - *Studi di geomorfologia e neotettonica: I. I depositi continentali dell'Alta Garfagnana in relazione alla tettonica plio-pleistocenica*. Mem. Soc. Geol. It., **10** (3).
- BARTOLINI C. et ALII (1982) - *Carta neotettonica dell'Appennino settentrionale: Note illustrative*. Boll. Soc. Geol. It., **101**, 523-549.

- BEMINI M. (1991) - *Le strutture estensionali della Lunigiana (Appennino settentrionale): proposta di un nuovo modello deformativo*. Atti Ticinensi di Scienze della Terra, 34,29-38.
- BEMINI M., LASAGNA. (1988) - *Rilevamento geologico e analisi strutturale del Bacino dell'alta Val Magra tra M. Orsaro e Pontremoli (Appennino Settentrionale)*. Atti Soc. Tosc. di Sci. Nat. Mem., Serie A, **95**, 139-183.
- BERTELLA C.A. (1919). *Le principali ligniti della Lunigiana*. Memorie Società Lunigiana di Storia Naturale, **I**, (3-4), 158-163.
- BETTELLI G., BONAZZI U., FAZZINI P. GELMINI R (1987) - *Macigno, Arenarie di Monte Modino e Arenarie di Monte Cervarola del crinale appenninico emiliano*. Mem. Soc. Geol. It., 39, 1-17.
- BERTOLDI R., BINOTTI A., & CASTELLO F. (1994). *Reevesia and Itea in the pollen flora of the upper Neogene continental deposit at Sarzana (lower Magra Valley, northern Italy)*. Rev Paleobot - Palyn, **80**, 159-172.
- BERTOLONI A. (1829) - *Cenni sul carbone fossile di Caniparola in Lunigiana*. Giornale Ligure di Scienze, Lettere e Arti, **3**, (6), 551-564.
- BERTOLONI G. (1859). *Della lignite di Sarzanello, detta carbon fossile di monte Paterno nel territorio di Sarzana*. Mem. Acc. Sc. Ist. Bologna serie 1,9, 215.
- BOCCALETTI M., COLI M., DECANDIA A., GIANNINI E. e LAZZAROTTO A. (1980) - *Evoluzione dell'Appennino Settentrionale secondo un nuovo modello strutturale*. Mem. Soc. Geol. It., **21**, 359-373.
- BOCCALETTI M., COLI M., DECANDIA F.A., GIANNINI E. e LAZZAROTTO A. (1981) - *Evoluzione dell'Appennino settentrionale secondo un nuovo modello strutturale*. Mem. Soc. Geol. It., **21**, 359-373.
- BOCCALETTI M. e COLI M. (1982) - *Carta strutturale dell'Appennino settentrionale 1:250.000*. CNR Progetto Finalizzato Geodinamica, Sottoprogetto 5, Modello strutturale - Gruppo Appennino settentrionale. Pubbl. n. 429. SELCA, Firenze
- BOCCALETTI M. e COLI M. (1983) - *La tettonica della Toscana: assetto ed evoluzione*. Mem. Soc. Geol. It., **25**, 51-62.
- BOCCALETTI M., DECANDIA F.A., GASPERI O., GELMINI R., LAZZAROTTO A. e ZANZUCCHI O. (a cura di) (1987) - *Note illustrative della carta strutturale dell'Appennino settentrionale*. C.N.R. Progetto Finalizzato Geodinamica, sottoprogr. 5 Modello Strutturale; Pubbl. 429- 1982, pp. 203.
- BOCCALETTI M., ELTER P. e GUAZZONE O. (1971) - *Polarità strutturali delle Alpi e dell'Appennino settentrionale in rapporto all'inversione di una zona di subduzione nord-tirrenica*. Mem. Soc. Geol. It., **10**, 371-378.
- BOCCALETTI M., FICCARELLI O., MANETTI P. e TURI A. (1969) - *Analisi stratigrafiche, sedimentologiche e petrografiche delle Formazioni Mesozoiche della Val di Lima*. Mem. Soc. Geol. It., **8**, 847-922.
- BOCCALETTI M. e SAGRI M. (1967) - *Lacune della Serie Toscana 3. Stratigrafia del Mesozoico nella zona di Equi Terme (Lunigiana)*. Boll. Soc. Geol. It., **86**, 503-23.
- BORTOLOTTI V. (1983) - *Stratigrafia, tettonica ed evoluzione geodinamica delle ofioliti della Toscana*. Mem. Soc. Geol. It., **25**, 63-74.
- BORTOLOTTI V. e PIRINI C. (1965) - *Nota preliminare sull'età della base del Macigno*. Boll. Soc. Geol. It., **84**, 29-36.
- BORTOLOTTI V., PASSERINI P., SAGRI M. e SESTINI O. (1970) - *The miogeosynclinal sequence*. Sedim. Geol., **4** (3-4), Spec. Issue, 341-444.
- BRAGA O. e MARCHETTI O. (1970) - *Sulla presenza di arenarie tufitiche nella Liguria orientale e dati sulla loro età*. Atti dell'Istituto Geologico dell'Università di Pavia, **21**,115-122.
- BRESLAU L.R., & EDGERTON H.E. (1972). *The Gulf of La Spezia, Italy: a case history of seismic sedimentologic correlation*. In *The Mediterranean Sea: a natural sedimentation laboratory*, Stanley D.Y. editor.
- CANTELLI C., SPALLETTA C., VAI G.B. & VENTURINI C. (1982) - *Sommersione delle piattaforme e rifting devono-dinantiano e namuriano nella geologia del Passo di Monte Croce Carnico*. In: CASTELLARIN A. & VAI G.B. (Ed.) o *Guida alla geologia del Suda/pino centro-orientale*. Soc. Geol. It., Guide geologiche regionali. 293-303.
- CANUTI P. & SAGRI M. (1974) - *Ambiente di sedimentazione e provenienza dei clasti nelle Anageniti del Verrucano (Appennino settentrionale)*. Boll. Soc. Geol. It., **93**, 661-704.

- CAPELLINI G. (1888) - *Sui resti di Mastodon Aroernensis recentemente scoperti a Spoleto, Pontremoli, Castrocaso*. Mem. R. Acc. Sc., Ist. Bologna, ser. 4,9.
- CAPELLINI O. (1860) - *Cenni geologici sul giacimento delle ligniti della bassa Val di Magra*. Memorie Regia Accademia Scienze, serie II, 19, 1-34.
- CAPELLINI G. (1866), *Fossili infraliassici dei dintorni del Golfo della Spezia*. Mem. Acc. Sc. Ist. Bol., s. II, vol. V, pp. 1-106.
- CAPELLINI O. (1881) - *Resti di Tapiro nella lignite di Sarzanello*. Memorie Regia Accademia Nazionale Lincei, serie III, 9,
- CAPELLINI O. (1884) - *Descrizione geologica dei dintorni del golfo della Spezia e Val di Magra inferiore*. Boll. Serv. Geol. d'It., Bologna, 1-51.
- CAPELLINI G. (1889) - *Sul giacimento di vertebrati fossili ad Olivola nelle Alpi Apuane*. Boll. Soc. Geol. It.
- CAPELLINI O. (1913) - *Resti di mammiferi nelle argille terziarie di Ponzano Magra*. Mem. R. Acc. Sc. Ist. Bologna, serie 6, 10, 123-128.
- CARMIGNANI L. e GIGLIA G. (1977) - *Analisi mesostrutturale della zona occidentale delle Apuane metamorfiche*. Boll. Soc. Geol. It., **96**, 429-450.
- CARMIGNANI L. e GIGLIA G. (1979) - *Large scale reverse "drag folds" in the late alpine building of the Apuane Alps (Northern Apennines)*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem., Serie A, vol. LXXXVI, 109-125.
- CARMIGNANI L., FANTOZZI P., GIGLIA G., KLIGFIELD R. e MECCHERI M. (1992) - *Inversione tettonica da compressione a estensione nella falda toscana e nel complesso metamorfico apuano*. 76° Congresso Soc. Geol. It., Firenze 21-23 settembre 1992, Riassunti, 2-8. 1
- CAROSI R., MARRONI M. e STORTI F. (1991) - *Structural setting of Punta Bianca area (Northern Apennines, Italy)*, in *Geologia del Basamento Italiano* (Lazzarotto A. et al. Editors, Siena), 127- 129.
- CARRA G. (1991) - *Studio geologico e rilevamento del Promontorio occidentale del Golfo della Spezia: nuova interpretazione della successione camico-hettangiana*. Tesi di Laurea. Univ. Studi Parma, Corso di Laurea in Sc. Geol., AA 1990/91.
- CASSINIS G., CASTELLARIN A., PELOSO G.F., SARTORI R. & VERCESI P.L. (1982) - *Il settore della linea delle Giudicarie sud: evoluzione paleotettonica permo-triassica ed assetto strutturale attuale*. In: CASTELLARIN A. & VAI G.B. (Ed.) - *Guida alla Geologia del Sudalpino centro-orientale*. Soc. Geol. It., Guide geologiche regionali, 125-130.
- CIARAPICA G. (1985) - *Il Trias dell'Unità di Portovenere e confronti con le coeve successioni Apuane e Toscane: revisione degli "Strati a R. Contorta Aucit." dell'Appennino Settentrionale*. Mem. Soc. Geol. It., **30**, 135-51.
- CIARAPICA G. & PASSERI L. (1981) - *Tentativo di ricostruzione paleogeografica a livello del Trias nella Toscana a Nord dell'Arno e sue implicazioni tettoniche*. Mem. Soc. Geol. It., **21**, 41-48.
- CIARAPICA G. & PASSERI L. (1984) - *Panoramica sulla Geologia delle Alpi Apuane alla luce delle più recenti ricerche*. Mem. Soc. Geol. It., **24**, 193-208.
- CIARAPICA G., OLIVERO S. & PASSERI L. (1985). *Inquadramento geologico delle principali mineralizzazioni apuane ed indizi in favore di una metallogenesi triassica*. L'industria mineraria, **1**, 19-37.
- CIARAPICA G., e ZANINETTI L. (1984) - *Foraminifères et biostratigraphie dans le Trias supérieur de la série de La Spezia (Dolomies de Coregna et Formation de La Spezia, nouvelles formations) Appennin septentrional*. Rev. de Paleontologie, **3**, 34-117.
- CIPRIANI C. e MALESANI P.G. (1963) - *Ricerche sulle arenarie 9. Caratteristiche e distribuzione geografica delle arenarie appenniniche oligoceniche e mioceniche*. Mem. Soc. Geol. It., **4**, 339-374.
- CIPRIANI C. e MALESANI P.G. (1972) - *Composizione mineralogica delle frazioni pelitiche delle Formazioni del Macigno e Marnoso-arenacea (Appennino settentrionale)*. Mem. Ist. Geol. e Min. Univ. Padova, **29**, 1-25.
- CIPRIANI N., MALESANI P.G. e VANNUCCI S. (1985) - *Distribuzione e rapporti dei sedimenti oligocenici e miocenici nell'Appennino settentrionale*. Miner. Petrogr. Acta, **39**, 191-210.
- COCCHI I. (1886) - *Sulla geologia dell'alta Valle del Magra*. Mem. Soc. It. Sc. Nat. **2** (5).

- CONTI S. e GELMINI R. (1992) - *Eventi tettonici e migrazione del sistema Fronte deformativo - Avanzfossa nell'Appennino Settentrionale dal Miocene inferiore al Pliocene inferiore*. 76° Congresso Soc. Geol. It., Firenze 21-23 settembre 1992, Riassunti, 93-95.
- CORRADI N., FANUCCI F., FIERRO G., FIRPO M., & PICCAZZO M. (1984) - *La piattaforma continentale ligure: caratteri, struttura ed evoluzione*. P. F. Oceanografia e Fondi Marini, Rapporto tecnico finale.
- CORRADI N., FANUCCI F., FIRPO M., PICCAZZO M., & TRAVERSO M. (1980). - *L'Olocene della piattaforma continentale ligure da Portofino a La Spezia*. Ist. Idrogr. della Marina, Genova.
- CORTESOGNO L., GALBIATI B., e PRINCIPI G. (1980) - *Le breccie serpentinitiche giurassiche della Liguria orientale*. Arch. Sc. Genève, 33 (2/3), 185-200.
- CORTESOGNO L., GRANDJAQUET C. e HACCARD D. (1979) - *Contribution a l'etude de la liaison Alpes-Appennins. Evolution tectono-metamorphique des principaux ensembles ophiolitiques de Ligurie (Appennins du nord)*. Ofioliti, 4, 157-172.
- COSTA E., DI GIULIO A., PLESI G. e VILLA G. (1993) - *Caratteri biostratigrafici e petrografici del Macigno lungo la trasversale Cinque Terre - Val Gordana - M. Sillara (Appennino Settentrionale: implicazioni sulla evoluzione tettono-sedimentaria)*. Studi Geol. Camerti, Vol. Spec. CROP 01/1A.
- DALLAN NARDI L. e NARDI R. (1978) - *Il quadro paleotettonico dell'Appennino Settentrionale: un'ipotesi alternativa*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Ser. A, **85**, 289-290.
- DALLAN NARDI L. e NARDI R. (1972) - *Schema strati grafico e strutturale dell'Appennino Settentrionale*. Mem. Acc. Lunig. Sc., 42, 212 pp.
- DEL SOLDATOM., PINTUS S. E ZUFFARDI P. (1992-1993). *Le risorse estrattive della Provincia della Spezia*. Mem. Acc. di Sc. G. Capellini, v. LXII-LXIII.
- DEL TREDICI S., GIGLIA G. e ROBBIANO A. (1997) - *Le strutture estensionali duttili della Falda Toscana nelle Apuane nord-occidentali (Appennino Settentrionale)*. Atti Tic. Sc. Terra, **39**, 217-237.
- DEL TREDICI S. e ROBBIANO A. (1997) - *Le strutture delle Unità Liguri esterne in Lunigiana e nella bassa Val di Magra (Appennino settentrionale)*. Atti Ticin. Sc. Terra, **39**, 129-147.
- DURAND DELGA M., RIEUF M. & VANOSSI M. (1981) - *Considerations sur la marge continental europeenne des Alpes ligure a' la Corse (Brianconnais interne et Prepiemontais)*. C. R. Acad. Sc. Paris, s. **2**, 292, 83-90.
- ELTER P. & FEDERICI P.R. (1964) - *Sulla presenza di terreni attribuibili al Trias Medio nel promontorio orientale del Golfo di La Spezia*. Boll. Soc. Geol. It., **83** (2), 395-402.
- ELTER P. GIGLIA G., RAU A. & TONGIORGI M. (1966).- *Il Verrucano della Verruca (Monti Pisani) nel quadro delle serie del Carbonifero del Permiano e del Trias della Toscana settentrionale*. Atti del Symposium sul Verrucano. Soc. Tosc. Sc. Nat. Pisa, 3.33.
- ELTER P. & SCHWAB K. (1959) - *Nota illustrativa alla carta geologica all'1:50.000 della regione Carro-Zeri-Pontremoli*. Boll. Soc. Geol. It., **78** (2).
- FANUCCI F. (1978) - *Neotettonica dei margini continentali del Mar Ligure*. Mem. Soc. Geol. It., **19**, 535-542.
- FANUCCI F., & FIRPO M. (1981) - *Application de la sismique reflexion a l'etude de la marge continentale de la Mer Ligure: quelques exemples*. Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata, 23.
- FANUCCI F., & NICOLICH R. (1984) - *Il Mar Ligure: nuove acquisizioni sulla natura, genesi ed evoluzione di un "bacino marginale"*. Mem. Soc. Geol. It., 27, 97-110.
- FANUCCI F., CORRADI N., FIERRO G., FIRPO M., PICCAZZO M., RAMELLA A., & TUCCI S. (1987) - *Sismostratigrafia e neotettonica del Mar Ligure*. Quaderni Ist. Geol. Univ. Genova, 3.
- FANUCCI F., EVA C., CATTANEO M., FIRPO M., & PICCAZZO M. (1989) - *Tettonica e morfogenesi in Mar Ligure*. Mem. Soc. Geol. It., **42**, 221-227.
- FANUCCI F., FIERRO G., & REHAULT P. (1974) - *Evoluzione Quaternaria della piattaforma continentale ligure*. Mem. Soc. Geol. It., 13, (2), 233-240.
- FANUCCI F., FIERRO G., GROSSO F., & PIACENTINO G.B. (1973) - *Contributo di un'indagine sedimentologica a ricerche ecologiche nel Golfo di La Spezia*. Ist. Idrogr. della Marina, Genova,
- FANUCCI F. & NOSENGO S. (1977) - *Rapporti tra neotettonica e fenomeni morfogenetici del versante marittimo dell'Appennino Ligure e del margine continentale*. Boll. Soc. Geol. It., **96** (1-2).

- FANUCCI F., FIRPO M., & VETUSCHI ZUCCOLINI M. (1995) - *Evoluzione delle piattaforme continentali tirreniche e tettonica verticale*. Studi Geologici Camerti, **1**, 391-398.
- FANUCCI F., FIRPO M., MIRABILE L., & PICCAZZO M. (1978) - *Risultanze di una campagna di sismica a riflessione sul margine continentale del Mar Ligure da Genova a Livorno*. Annali dell'Istituto Universitario di Napoli, 47-48.
- FANUCCI F., FIRPO M., PICCANO M., & MIRABILE L. (1984) - *Le Plio-Quaternaire de la Mer Ligure: epaisseurs et conditions d'accumulation*. Marine Geology, **55**, 291-303.
- FANUCCI F., GIANMARINO S., & TEDESCHI D. (1980) - *Il Pliocene della costa e del margine continentale dell'Appennino ligure in rapporto alla neotettonica*. Mem. Soc. Geol. It., **21**, 259-265.
- FANUCCI F., MIRABILE L., & PICCAZZO M. (1980) - *Le piattaforme continentali del Mar Ligure- Alto Tirreno: proposta di classificazione*. Atti III Congr. Ass. It. Ocean. e Limnol., 105-114.
- FARABEGOLI E., PISA G. & OTT E. (1976) - *Risultati preliminari sull'Anisico della conca di Agordo e dell'alta val di Zoldo (Dolomiti sudorientali)*. Boll. Soc. Geol. It., **95**, 659-703.
- FAZZUOLI M., SANI F., FERRINI G., GARZONIO C.A., SGUAZZONI G., BECARELLI S., BURCHIETTI G. e MANNORI G. (1998) - *Geologia del Nucleo Mesozoico della Val di Lima (province di Pistoia e Lucca, Appennino Settentrionale)*. Note illustrative della Carta Geologica (scala 2:25.000). Boll. Soc. Geol. It., **117**, 479-535.
- FEDERICI P.R. (1965) - *Nuove conoscenze sulla stratigrafia del Trias medio di Punta Bianca (Golfo della Spezia)*. Boll. Soc. Geol. It., **84** (3), 323-329.
- FEDERICI P.R. (1966) - *Gasteropodi Ladinici nei calcari di Punta Bianca (Golfo di La Spezia)*. Riv. Ital. Paleont., **72** (4), 999-1022.
- FEDERICI P.R. (1972) - *Datation absolue de dépôts a A. Islandica de la mer ligurienne et reflets sur les mouvements tectoniques actuels*. Rev. Geogr. Phys. Geol. Dyn., **14**(2).
- FEDERICI P.R. (1973) - *La tettonica recente: 1-Il bacino Villafranchiano di Sarzana ed il suo significato nel quadro dei movimenti distensivi a NW delle Alpi Apuane*. Boll. Soc. Geol. It., **92**, 287-301.
- FEDERICI P.R. (1978) - *La tettonica recente dell'Appennino: 2-Il bacino fluvio-lacustre di Pontremoli (Alta val di Magra) e le sue implicazioni neotettoniche*. Quaderni St. Quat. Pad.; **4**, 121-132.
- FEDERICI F. (1980) - *Note illustrative della neotettonica del foglio 95 -La Spezia e del margine I meridionale del foglio 84 -Pontremoli*. CNR, P. F. Geodinamica, **356**, 1345-1364.
- FEDERICI P.R. (1981) - *Nuovi resti di vertebrato nel bacino fluvio-lacustre villafranchiano di Pontremoli*. Boll. Mus. St. Nat. Lun. **1**, (2)
- FEDERICI P.R. & RAGGI G. (1976). *Una nuova interpretazione dei Monti della Spezia*. Boll. Soc. Geol. It., **94**, 945-960.
- FEDERICI P.R. & RAGGI G. (1980) - *Rapporto preliminare sulla neotettonica del Foglio 95 (La Spezia)*. Contr. real. Carta Neot. It. Pubbl. n. 251 P. F. Geodinamica.
- FEDERICI P.R. & RAU A. (1980) - *Note illustrative della neotettonica del Foglio 96, Massa*. Contr. Real. Carta neot. It. Pubbl. n. 356, P. F. Geodinamica.
- FEDERICI P.R., FOLLIERI M. & COCCOLINI G.B.L. (1980) - *Testimonianze palinologiche di Villafranchiano medio nel bacino neotettonico di Aulla-Olivola di Val di Magra*. Contr. real. Carta Neot. It. Pubbl. n. 513, P. F. Geodinamica.
- FERRINI O. PANDELI E. (1985) - *Un'ipotesi relativa allo Pseudomacigno apuano nel quadro dei bacini torbiditici toscani*. Boll. Soc. Geol. It., **104**? 257-265.
- FIERRO G., WESSELINGH MARSHALL A.C., & FANUCCI F. (1985) - *Holocene deposits and seabottom undulations on the continental shelf of La Spezia*. Mem. Soc. Geol. It., **30**, 69-77.
- GANDOLFI G., PAGANELLI L. (1992) - *Il Macigno costiero fra La Spezia e Grosseto*. Giorn. Geol. **54**, 79-163.
- GANDOLFI G., PAGANELLI L. (1993) - *Le torbiditi arenacee oligo-mioceniche dell'Appennino settentrionale fra La Spezia ed Arezzo. Studio petrografico e implicazioni paleogeografiche*. Giorn. Geol., **55**, 93-102.
- GANDIN A., TONGIORGI M., RAU A & VIRGILI C. (1982) - *Some Examples of the Middle-Triassic Marine Transgression in South-Western Mediterranean Europe*. Geologische Rundschau, **71** (3), 881-894.

- GELMINI R. & MANTOVANI M.P. (1981) - *Ritrovamento di fossili triassici nel calcare cristallino stratificato nero dell'Argentario (Toscana meridionale)*. Mem. Soc. Geol. It., **21**, 427-429.
- GHELARDONI R. (1958) - *Spostamento dello spartiacque dell'Appennino Settentrionale in conseguenza di catture idrografiche*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. serie A, **65**.
- GIAMMARINO S. e GIGLIA G. (1990). *Gli elementi strutturali della Piega di La Spezia nel contesto geodinamico dell'Appennino settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., **109** (4), 683-692.
- GIAMMARINO S. GIGLIA O. (1990) - *Gli elementi strutturali della piega di La Spezia nel contesto geodinamico dell'Appennino settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., **109**, (4), 683-692.
- LONGINELLI A., CORTECCI G., & FOMACA-RINALDI G. (1971). *Rinvenimento di una linea di spiaggia sepolta di età wurmiana al largo del litorale toscano*. Boll. Soc. Geol. It., **91**, 3-10.
- MAZZANTI R. & TREVISAN L. (1978) - *Evoluzione della rete idrografica dell'Appennino Settentrionale*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., **1**.
- MAZZANTI R., & PASQUINUCCI M. (1983) - *L'evoluzione del litorale lunense-pisano fino alla metà del XIX secolo*. Boll. Soc. Geografica It., **12**:605-628.
- MERLA G. (1951) - *Geologia dell'Appennino settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., **70**, 382pp.
- MERLA G. (1952) - *Geologia dell'Appennino Settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., **82**, 39-444.
- MILLER: J.K., FOLK R.L. (1988) - *Post-Lithification dolomitization in the rhaetian Portoro ("Calcare nero") of the Portovenere area, La Spezia, Italy*. XXX.
- MONTANARI L. ROSSI M. (1982) - *Evoluzione delle unità stratigrafico-strutturali terziarie del nordappennino: 1. L'unità di Canetolo*. Boll. Soc. Geol. It., **101**, 275-289.
- MONTANARI L. ROSSI M. (1983) - *Evoluzione delle unità stratigrafico-strutturali terziarie del nordappennino: 2. Macigno e Pseudomacigno. Nuovi dati cronostatigrafici e loro implicazioni*. Mem. Soc. Geol. It., **25**, 185-217.
- MONTEFORTI B. & RAGGI G. (1975) - *Per la geologia dei dintorni di La Spezia tra Sarzana e Zignago*. Boll. Soc. Geol. It. **94**.
- MONTEFORTI B. & RAGGI G. (1980) - *Lineamenti strutturali fra l'alta va/ di Vara ed il passo Cento Croci: considerazioni sulla linea trasversale val Taro - val Parma*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., serie A, **67**.
- MUCCHI A.M., PELLEGRINI M., MANTOVANI M.P. (1968) - *Le serie mesozoiche di La Spezia e dei Monti d'oltre Serchio*. Memorie della Società Geologica Italiana, **(2)**, 195-226.
- PASSERI L. (1979) - *The hypothesis of a Northern Apenninic peninsula during the Upper Triassic*. Mem. Soc. Geol. It., **20**, 151-161.
- PASSERI L. (1984) - *Le successioni triassico - giurassiche dell'Appennino Settentrionale e delle Alpi Liguri nel quadro dell'evoluzione preoceanica della Tetide occidentale*. Mem. Soc. Geol. It. **28**, 353-369.
- PASSERI L. (1985) - *Il Trias dell'Unità di Punta Bianca*. Mem. Soc. Geol. It., **30**, 105-14.
- PICCARDO G.B. (1977) - *Le ofioliti dell'areale ligure: petrologia e ambiente geodinamico di formazione*. Rend. SIMP, **33**, 221-252.
- PRINCIPI G., TREVES B. (1984) - *Il sistema corso-appenninico come prisma di accrezione. Riflessi sul problema generale del limite Alpi-Appennini*. Mem. Soc. Geol. It., **28**, 549-576.
- RAGGI G. (1976) - *Contributo alla conoscenza della idrogeologia della bassa Val di Magra*. Mem. Acc. Lun. Sc. **60**.
- RAGGI G. (1985) - *Neotettonica ed evoluzione paleogeografica plio-pleistocenica del bacino del Fiume Magra*. Mem. Soc. Geol. It., **30**, 35-62.
- RAGGI G. (1998), *I dissesti della collina di Marinasco - Relazione Geologico Tecnica*, manoscritto.
- RAU A. & TONGIORGI M. (1966) - *I lamellibranchi triassici del Verrucano dei Monti Pisani: Nuova revisione*. Palaeont. It., **61**, 187-234.
- RAU A. & TONGIORGI M. (1974). *Geologia dei Monti Pisani a Sud-Est della Valle del Guappero*. Mem. Soc. Geol. It., **13** (3), 227-408.
- RAU A. & TONGIORGI M. (1981). *Alcune ipotesi sulla storia pregiurassica del futuro margine nordappenninico*. Mem. Soc. Geol. It., **21**, 23.31

- RICCI LUCCHI F. (1986) - *The Oligocene to Recent foreland basins of the Northern Apennines*. Int. Ass. Sedim. Spec. Publ., **8**, 105-139.
- RICCI LUCCHI F. (1987) - *Semiallochthonous sedimentation in the Apenninic thrust belt*. Sediment. Geol., **50**, 119-134.
- ROBBIANO A. (1996) - *Evoluzione dell'area di La Spezia*. Tesi dottorato Consorzio Cagliari-Genova-Torino.
- ROBBIANO A. (1999). *Esempi di mesostrutture presenti nel nucleo metamorfico della Piegia di Punta Bianca*. In AA. VV. (1999), *Carta Geologica d'Italia 1:50.000 - Foglio 248 LA SPEZIA - Guida alle escursioni 16-17 marzo 1999*. Firenze.
- ROVERETO G. (1904) - *Geomorfologia delle valli Liguri*. Atti R. Univ. Genova, **18**.
- ROVERETO G. (1939) - *Liguria geologica*. Mem. Soc. Geol. It., **2**.
- SAGRI M. (1973) - *Sedimentazione torbiditica nell'Appennino settentrionale: velocità di accumulo, litologia, morfologia del fondo*. Boll. Soc. Geol. It., **92**, 233-272.
- SAGRI M. MARRI C. (1980) - *Paleobatimetria e ambienti di deposizione delle unità torbiditiche cretacee superiori dell'Appennino settentrionale*. Mem. Soc. Geol. It., **21**, 231-240.
- SENESI D. (1990). *Analisi strutturale dei bacini pliocenici di Sarzana e Sesta Godano*. Tesi Laurea, Dip. Sc. della Terra, Univ. Firenze, 96 pp.
- SITIA G. (1950) - *Relazione tecnica per la Mineraria di Luni S.p.A.* Reperibile presso il Distretto Minerario di Carrara.
- STORTI F. (1995) - *Tectonics of the Punta Bianca promontory: Insights for the evolution of the Northern Apennines-Northern Tyrrhenian Sea basin*. Tectonics, **14**(4), 832-47.
- TREVES B. (1984) - *Orogenic belts as accretionary prisms: the example of the Northern Apennines*. Ofioliti, **9**, 577-618.
- TREVISAN L., DALLAN L., FEDERICI P.R., GIGLIA G., NARDI R. & RAGGI G. (1971) - *Note illustrative Carta Geol. d'Italia, foglio 96 Massa*. Serv. Geol. d'Italia, Roma.
- VALDUGA A. (1957) - *Geologia dei Monti di Carrara ad ovest di Monte Sagro*. Boll. Soc. Geol. It., **76**(2), 49-149.
- VAN WAMEL W. A. (1987) - *On the tectonics of the Ligurian Apennines*. Tectonophysics, **142**, 87-98.
- VENTURI F. & TENNERONI S. (1981) - *Ammoniti di presunta età anisica nella sezione di Punta Bianca*. Rend. Soc. Geol. It., **4** (4), 327-328.
- ZACCAGNA D. (1920) - *Note illustrativa della Carta Geologica delle Alpi Apuane*. Boll. R. Comit. Geol., **47**.
- ZACCAGNA D. (1925) - *Sulla geologia della val di Vara e regioni finitime*. Mem. Acc. Lun. Sc., **6**.
- ZACCAGNA D. (1932) - *Descrizione geologica delle Alpi Apuane*. Mem. Descrittive delle Carte Geol. d'It., **25**, 440 pp.
- ZACCAGNA D. (1935) - *La geologia del Golfo della Spezia*. Mem. Acc. Lunig. Sc., **16**, 63-90.