

Ambito di Bacino n.7 - DIANESE

PIANO DI BACINO STRALCIO PER LA TUTELA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO (ai sensi dell'art. 1, comma 1, del D.L. 180/1998 convertito in L. 267/1998)



RELAZIONE GENERALE

APPROVAZIONE	Delibera del Consiglio Provinciale di Imperia n. 9 del 30/01/2003
ULTIMA MODIFICA DELL'ELABORATO	Decreto del Segretario Generale n. 50 del 26/06/2023
ENTRATA IN VIGORE	BURL n. 31 del 02/08/2023 – parte II

Sommario

1	MODULO A - QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO	1
1.1	PREMESSA.....	1
1.2	INQUADRAMENTO DELL'AMBITO DI BACINO	3
1.3	NORMATIVA E CARATTERIZZAZIONE DELLE RIPARTIZIONI AMMINISTRATIVE, QUADRO ISTITUZIONALE , GIURIDICO ED AMMINISTRATIVO	7
1.4	STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE VIGENTI	16
1.5	METODI ED OBIETTIVI DELLA PIANIFICAZIONE DI BACINO	25
2	MODULO B - CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO.....	34
2.1	ATTUALE LIVELLO DI CONOSCENZA DEL TERRITORIO.....	34
2.2	SPECIFICA TECNICA DELLE ATTIVITA'	40
2.3	CARTE DERIVATE	83
2.4	VALUTAZIONE DELLE MASSIME PORTATE DI PIENA E VERFICHE IDRAULICHE.....	93
2.5	RELAZIONE IDRAULICA.....	171
2.6	DINAMICA DELLE COSTE.....	207
2.7	CENSIMENTO DELLE ATTIVITA' ESTRATTIVE E DI DISCARICA.....	209
2.8	INVENTARIO DELLE SISTEMAZIONI IDRAULICHE.....	220
2.9	ANALISI STATISTICA DEGLI INCENDI BOSCHIVI E RELATIVA MAPPATURA	226
2.10	SISTEMI DI MONITORAGGIO, METEOROLOGICO, IDROGEOLOGICO E DELLE QUALITA' DELLE ACQUE.	227
2.11	CARTA DEI CORSI D'ACQUA PUBBLICI	227
2.12	ASPETTI GEOLOGICI, AMBIENTALI E NATURALISTICI RIFERITI AL RIO GORLERI E AL RIO VARCAVEL.....	227
3	MODULO C - PROBLEMATICHE E CRITICITÀ DEL BACINO	242
3.1	I FATTORI NATURALI LIMITANTI LE UTILIZZAZIONI POTENZIALI DEL TERRITORIO	242
3.2	I FATTORI ARTIFICIALI DI DEGRADO AMBIENTALE E ANTROPICI	244
3.3	SINTESI DELLE INTERRELAZIONI E DEL RISCHIO.....	244
3.4	SITI DI IMPORTANZA COMUNITARIA (SIC) – ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE (ZPS)	246

CAPITOLO 1

1 MODULO A - QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO

1.1 PREMESSA

Con la redazione dei piani di bacino, così come previsto dalle LL.RR. n. 9/93 e 18/99, si è inteso, in primo luogo, procedere alla raccolta e alla organizzazione dei dati e delle informazioni presenti sul territorio nel campo della geologia, della copertura vegetale, dell'uso del suolo, dell'idrologia, dell'idraulica e dell'urbanistica, al fine di affrontare in modo corretto e multidisciplinare le problematiche connesse con la pianificazione di bacino.

Il programma provinciale sulla redazione dei piani di bacino per il 1994 - '95, approvato con deliberazione di Giunta regionale n° 2556 del 7.12.1995, ha previsto di sviluppare i piani di bacino secondo stralci relativi a settori funzionali, anche in relazione alle analoghe iniziative prese da altre province liguri, partendo dallo stralcio idraulico ed idrogeologico, con l'obiettivo, comunque, di inserirsi in fasi sequenziali e coerenti con i contenuti generali dei piani, come previsto dalla L. n° 493/93.

Tale modo di procedere permette di predisporre tempestivamente gli strumenti di governo del territorio atti ad individuare le misure necessarie a fronteggiare gli eventuali fenomeni di squilibrio idrogeologico presenti nel territorio.

Per gli studi necessari alla formazione del piano di bacino, così come previsto dalle leggi vigenti e dai "Criteri per l'elaborazione dei Piani di bacino" elaborati dall'Autorità di Bacino di Rilievo Regionale, complessi ed onerosi e non ottenibili, nei tempi previsti per la presentazione degli studi, dal personale provinciale, si è reso necessario il ricorso a professionisti esterni.

L'iter amministrativo della Provincia per l'avvio dei piani di bacino è stato così articolato:

- In data 16.3.1995 la Giunta Provinciale, in ottemperanza a quanto disposto dalle Leggi Regionali n. 9/1993 e n. 45/1994 e dalla delibera di Giunta Regionale n. 8588 del 16.12.1994, approvava il progetto delle attività relative ai Piani di Bacino suddividendo in tre comprensori il territorio provinciale e disponendo l'inizio della redazione di un Piano di Bacino per ogni comprensorio, attingendo ai fondi stanziati dalla Regione Liguria con la suddetta delibera di Giunta Regionale n. 8588.
- Il 4.5.1995 con deliberazioni nn. 1178 - 1179 - 1180 la Giunta Provinciale affidava a tre tecnici l'incarico per la redazione della prima fase, livello descrittivo, dei Piani di Bacino relativi ai Torrenti Nervia, Argentina ed Impero. Il contenuto dei disciplinari d'incarico riprendeva integralmente quanto stabilito dalla Regione Liguria - Autorità di Bacino di Rilievo Regionale - nei "Criteri per l'elaborazione dei Piani di Bacino", adottati ai sensi dell'art. 8 L.R. 9/93, moduli A - B - C.
- Successivamente venivano inviati alla Regione Liguria per l'espressione del previsto parere da parte dell'Autorità di Bacino di rilievo regionale copia dei disciplinari d'incarico, così come prescritto dalla delibera di Giunta Regionale n. 8588/1994, per la conseguente erogazione dei contributi.
- Il Servizio Difesa del Suolo della Regione su disposizione del Comitato Tecnico Regionale dell'Autorità di Bacino, con la nota n. 6220 del 12.10.1995, manifestava la necessità di un'integrazione

al programma delle attività con particolare riferimento all'utilizzo della documentazione conoscitiva già esistente (piani di protezione civile, piani di bacino sperimentali , ecc.).

- Si è reso quindi necessario ridefinire e perfezionare il programma delle attività della Provincia, con particolare riguardo a:

- criteri per l'individuazione dei bacini da proporre in via prioritaria per lo studio;
- progetto particolareggiato dell'attività comprendente:
 - 1) fasi di studio e temi proposti;
 - 2) documentazione esistente ed analisi dei costi.

Per l'individuazione degli ambiti sui quali avviare in via prioritaria l'elaborazione dei piani stralcio sono stati presi in esame i seguenti punti:

- 1) bacini che hanno subito ripetuti eventi alluvionali con danni in tempi storici e recenti;
- 2) bacini interessati da interventi previsti dal “ Piano Stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell'assetto idraulico, alla eliminazione delle situazioni di dissesto idrogeologico e alla prevenzione dei rischi idrogeologici nonché per il ripristino delle aree di esondazione” (Art. 4 comma 5 D.L. 24.11.1994 n. 646, coordinato con la legge di conversione 21.01.1995 n. 22 recante “ interventi urgenti a favore delle zone colpite dalle eccezionali avversità atmosferiche e dagli eventi alluvionali della prima decade del mese di novembre 1994”), redatto a cura della Regione Liguria - Autorità di Bacino di Rilievo Regionale.
- 3) bacini che rientrano in una situazione storicamente conosciuta di propensione al dissesto idrogeologico.
- 4) bacini che richiedono un'urgente definizione normativa in merito alla tutela idraulica ed alla sistemazione idrogeologica in rapporto all'antropizzazione in atto ed alle previsioni urbanistiche.

Sulla base delle considerazioni sovraesposte si sono individuati:

- a) Ambito n°2 - Porzione relativa ai bacini del torrente Vallecrosia e del torrente Borghetto;
- b) Ambito n°3 - Sanremese;
- c) Ambito n°5 - Porzione relativa ai bacini del torrente Prino, del torrente Caramagna e dei corsi d'acqua minori dal limite ambito n° 6 fino al torrente San Lorenzo escluso.
- d) Ambito n°7 - Porzione relativa ai bacini del comprensorio del Dianese dal confine con il torrente Impero fino al confine tra le provincie di Imperia e Savona.

Il programma di lavoro ha previsto l'esecuzione degli studi con rilevamenti di campagna - rilevamenti geologici, vegetazione, uso del suolo, idraulici, ecc. con relative elaborazioni cartografiche,

analisi delle problematiche e criticità dei bacini e linee della pianificazione con riferimento al rischio idraulico ed idrogeologico - livelli descrittivo e dei contenuti (moduli A - B - C - D ed L).

Per la definizione dei costi necessari per gli studi si è tenuto conto anche dei seguenti fattori:

1. documentazione tecnica utilizzabile già presente negli archivi provinciali o regionali (precedenti studi di bacino, piani di protezione civile, Carta geologica regionale, ecc.);
2. apporto tecnico degli Uffici provinciali nella fase di raccolta dati e di informatizzazione dei dati;

Per lo studio del piano di bacino stralcio dell'Ambito n° 7 "DIANESE" ci si è avvalsi di un gruppo interdisciplinare di professionisti composto da un ingegnere (coordinatore e responsabile nei confronti della Provincia), da geologi ed agronomi.

Successivamente il Comitato Tecnico Provinciale, previo accertamento di conformità degli elaborati tecnici prodotti rispetto ai " Criteri e Raccomandazioni per l'elaborazione dei piani di bacino", effettuato dalle strutture tecniche del Settore Pianificazione e Difesa del Territorio, ha elaborato le linee della pianificazione, i vincoli e le direttive finalizzate alle azioni da intraprendere per l'attuazione del piano stralcio, nonché le normative da attuarsi per il controllo e il riequilibrio sui temi trattati in modo specifico, con indicazioni e prescrizioni sulla salvaguardia del territorio anche per gli aspetti più generali.

Infatti, il piano stralcio elaborato, seppure riguardante specifiche problematiche legate all'aspetto idraulico ed idrogeologico, deve assumere anche azioni e strategie generali della pianificazione integrata di bacino, quantomeno per tutti gli aspetti più rilevanti, in modo che sia assicurata la coerenza delle specifiche azioni sul bacino.

* Il presente piano di bacino stralcio relativo all'Ambito n° 7 "DIANESE" è redatto dall'Amministrazione Provinciale, sulla base degli studi propedeutici svolti da professionisti esterni.

1.2 INQUADRAMENTO DELL'AMBITO DI BACINO

Il presente studio è finalizzato alla predisposizione del Piano di Bacino N°7 denominato "Dianese" il cui territorio si estende all'ambito territoriale compreso nei seguenti comuni:

- 1) Diano Marina
- 2) Diano Castello
- 3) San Bartolomeo
- 4) Cervo
- 5) Diano Arentino
- 6) Diano San Pietro
- 7) Villa Faraldi

Il bacino è delimitato a ponente dal Comune di Imperia, a levante dalla provincia di Savona e culmina nel pizzo d'Evigno a quota 988,5 m. slm

Tale ambito copre una superficie complessiva di 56,60 kmq.

Il primo livello di approccio allo studio è costituito dalla ricerca e dall'organizzazione dei dati disponibili riferiti al territorio in esame in quanto la molteplicità delle variabili in gioco tra loro correlabili per la determinazione delle linee programmatiche del piano di bacino richiede la formazione di un archivio di elementi storici da associare a tutte le componenti da esaminare.

Occorre tuttavia premettere che un'analisi attenta del territorio su cui basare lo studio del piano di bacino presuppone la possibilità di disporre opportunamente di una serie di elementi certi e sufficienti (dati storici, cartografia aggiornata, indagini esistenti, ecc.) correlati ad un'accurata conoscenza del territorio nelle sue varie forme e caratteristiche; ciò al fine di ottenere nel complesso un sistema informativo capace di stabilire, con una certa probabilità, l'accadere di un dato evento, le conseguenze che lo stesso può generare nell'ambiente circostante e i sistemi di prevenzione in modo da poter pianificare gli interventi sul territorio in maniera organica e razionale.

Tuttavia quando la disponibilità dei dati sul territorio è scarsa, la precisione delle argomentazioni formulate e delle conclusioni a cui si giunge utilizzando al massimo le risorse disponibili è sempre affetta da un certo grado di imprecisione; molto spesso per ovviare a ciò, laddove scarsi sono gli elementi informativi disponibili, è necessario formulare delle ipotesi di lavoro da porre alla base dei ragionamenti successivi riguardanti i vari settori di indagine, da affinare in seguito con opportune "tarature" dei modelli di studio individuati.

Con queste premesse il presente gruppo di lavoro ha operato cercando di utilizzare ogni risorsa disponibile, verificando minuziosamente l'ambito di studio, indagando storicamente su quegli eventi calamitosi o eccezionali da confrontare con i risultati ottenuti, per elaborare una serie di informazioni significative nello spirito di fornire la possibilità di gestire il territorio in termini sia di pianificazione sia di tutela della pubblica incolumità.

L'acquisizione di dati è dunque un momento fondamentale e necessario; la legge del 18 maggio 1989 n°183 pone infatti l'accento sull'esigenza di una conoscenza dettagliata del territorio e precisa che "Nell'attività conoscitiva svolta [...] si intendono le azioni di raccolta, elaborazione, archiviazione e diffusione dei dati, accertamento, sperimentazione, ricerca e studio degli elementi dell'ambiente fisico e delle condizioni generali di rischio formazione ed aggiornamento delle carte tematiche del territorio, valutazione e studio sia degli effetti conseguenti all'esecuzione dei piani e dei programmi, sia dei progetti di opere previste dalla legge vigente; attuazione di ogni iniziativa a carattere conoscitivo ritenuta necessaria per il conseguimento delle finalità di cui all'art.1 (ovvero la difesa del suolo, con cui si intende, il territorio, le installazioni, le infrastrutture e la stessa popolazione).

L'articolo successivo illustra invece le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione degli interventi che riguardano la sistemazione, la conservazione ed il recupero del suolo nei bacini idrografici, la sistemazione e la regolazione dei corsi d'acqua, la moderazione delle piene, la difesa e il consolidamento dei versanti e delle aree instabili, nonché la difesa della popolazione e delle infrastrutture contro i movimenti franosi ed altri fenomeni di dissesto idrogeologico.

In questo senso nell'articolo si fa riferimento all'attività di prevenzione e previsione svolta dagli enti periferici operanti sul territorio, attività definite con maggior dettaglio nella successiva legge n°225 del 1992.

La legge fornisce ancora le specifiche su cui si deve basare la redazione del "Piano di Bacino", documento capace di illustrare la situazione di un intero bacino a partire dall'individuazione delle zone

in degrado, fino alla valutazione delle priorità per gli interventi necessari in relazione alle condizioni di dissesto eventualmente rilevate.

Il Piano di Bacino costituisce quindi la base per ogni intervento strutturale sul territorio poiché consente di effettuare un'analisi ad ampio spettro estesa a tutto il bacino determinando le problematiche ambientali connesse alle opere che si intendono realizzare e alle strutture che si intendono salvaguardare; il Piano di Bacino non è dunque un documento puramente descrittivo, ma piuttosto rappresenta uno strumento operativo capace di fornire una dettagliata conoscenza del territorio e di consentire lo sviluppo di una strategia organica di intervento sul suolo.

Emerge pertanto l'esigenza di affrontare l'evento catastrofico in sede preventiva tramite la realizzazione di uno scambio continuo di informazioni a livello scientifico e ancora tramite l'organizzazione di piani di protezione civile anche se i recenti avvenimenti in Campania hanno evidenziato alcune carenze organizzative in merito.

Gli obiettivi menzionati assumono connotazione più chiara e definita nella legge n°225 del 1992, dove si istituisce il Servizio Nazionale della Protezione Civile allo scopo di tutelare l'integrità della vita delle persone e dei beni economici nei confronti dei danni o del pericolo di danni causati da una eventuale calamità.

Si vuole evidenziare in questa sede come le condizioni meteorologiche di tutto il Mediterraneo siano sostanzialmente cambiate negli ultimi 100 anni con eventi meteorologici sempre più intensi anche in aree geografiche storicamente "tranquille" e con ripercussioni sull'ambiente sempre più catastrofiche (vedi per es. l'evento del 30/9/98).

Tali considerazioni rafforzano quanto già detto in merito alla necessità di acquisire nuovi e più sicuri dati per calibrare i modelli interpretativi dei fenomeni meteorologici che contribuiscono a generare situazioni di rischio specie se consideriamo che l'evoluzione ambientale, strutturale e urbanistica che il territorio in esame ha subito, e si è concentrata proprio a partire dal 1950 ad oggi.

Ciò significa che i torrenti o i semplici corsi d'acqua minori attraverso secoli e millenni hanno generato innumerevoli eventi di piena e di tracimazioni tali da determinare, attorno ai loro letti, una serie di sfoghi naturali, mentre sono stati sufficienti all'uomo pochi decenni per eliminare queste naturali valvole di sfogo e, successivamente, per contenere tali fenomeni, imbrigliare il corso d'acqua entro canali di cemento, tunnel e percorsi obbligati, concentrando così l'energia della piena nelle sezioni più critiche e spesso più antiche.

L'ambito n°7 denominato "DIANESE" comprende la totalità dei Territori Comunali di Diano Marina, Diano Castello, Cervo, San Bartolomeo al Mare, Diano Arentino e Villa Faraldi. Il presente Piano Stralcio interessa una superficie complessiva di 56,6 Km² così suddivisa per comune:

Diano Marina	Km ²	6.57
Diano Castello	Km ²	5.99
Diano Arentino	Km ²	8.32
San Bartolomeo al Mare	Km ²	10.96
Cervo	Km ²	3.39
Diano San Pietro	Km ²	11.76
Villa Faraldi	Km ²	9.61

Totale	Km ²	56,60

Da un primo esame sommario emerge il fatto che; non si tratta di un unico bacino imbrifero nel senso stretto del termine in quanto l'Ambito Territoriale comprende nove bacini ben definiti e delimitati, tutti

scaricanti in mare, ciascuno con caratteristiche e problemi propri, seppur idrologicamente simili. Questi bacini sono distribuiti su di una superficie dalla forma più o meno triangolare, avente come vertice settentrionale la vetta del Pizzo d'Evigno a quota 988,5 m. e per base la costa compresa tra Capo Berta a ponente e Capo Cervo a levante; all'interno di quest'area si articolano i seguenti bacini:

1)	Rio Gorleri	2,70 Km ²
2)	Rio Varcavello	6,19 Km ²
3)	Torrente San Pietro	18,21 Km ²
4)	Rio Pineta	2,28 Km ²
5)	Rio Rodino	0,32 Km ²
6)	Rio Madonna	0,94 Km ²
7)	Torrente Cervo	21,97 Km ²
8)	Rio Bondai	0,91 Km ²
9)	Rio Schenassi	0,84 Km ²
	Totale	54,36 Km ²

Oltre a questi nove bacini esistono due aree caratterizzate da uno o più compluvi direttamente scaricati in mare:

A)	Bacini di levante	0,98 Km ²
B)	Bacini di ponente	1,26 Km ²
	Totale	2,24 Km ²

La superficie complessiva è dunque di 56,60 Km² [fig.1.2.f1]

La lunghezza complessiva delle aste principali dei corsi d'acqua è di 39,4 km con un rapporto di 0,70 km/ Km².

Questa superficie è distribuita tra quota 0 (zero) e quota 988,5 m. slm. (Pizzo d'Evigno).

SI è ritenuto opportuno procedere ad una suddivisione altimetrica del territorio in fasce comprese tra le quote 0; 100; 250; 400; 550; 700; 800 e 900, ottenendo i seguenti valori areali:

0 < s < 100	12,47 Km ²	22%
100 < s < 250	18,66 Km ²	33%
250 < s < 400	11,28 Km ²	20%
400 < s < 550	7,55 Km ²	13%
550 < s < 700	4,55 Km ²	8%
700 < s < 988,5	2,09 Km ²	4%

		100%
		====

L'Ambito Territoriale nel suo complesso accoglie circa 25000 abitanti.

Il territorio oggetto del presente studio è delimitato da due lunghe dorsali che dal vertice del Pizzo d'Evigno (m 988,5) discendono in direzioni opposte, formando sul mare i promontori di Capo Berta a ponente e di Capo Cervo-Capo Mimosa a levante.

All'interno dell'anfiteatro di montagne così delineato, dalla forma vagamente triangolare, sono racchiusi i bacini idrografici dei nove corsi d'acqua che sfociano nella baia del Dianese.

La base dell'irregolare triangolo è rappresentata dalla linea di costa dell'insenatura il cui sviluppo, fra i due opposti capi, è di circa 9 km. La costa rocciosa in corrispondenza di Capo Berta, dal confine con il

comune di Imperia, prosegue verso levante con una striscia di spiaggia mista, fino ad incontrare i primi stabilimenti balneari, protetti da scogliere frangiflutti artificiali del Comune di Diano Marina.

Tale situazione costiera si estende fino a San Bartolomeo dove esiste una nutrita schiera di dighe in massi di tipo parallelo.

La situazione di costa alta e rocciosa si ripropone in corrispondenza di Capo Cervo e Capo Mimosa fino al confine della provincia di Imperia che costituisce il limite dell'ambito di bacino n. 7 verso levante.

1.3 NORMATIVA E CARATTERIZZAZIONE DELLE RIPARTIZIONI AMMINISTRATIVE, QUADRO ISTITUZIONALE , GIURIDICO ED AMMINISTRATIVO

1.3.1 Normativa generale e pianificazione di bacino

I Piani di bacino sono stati introdotti dalla legge 18 maggio 1989 n. 183 per assicurare un quadro di riferimento generale alla difesa del suolo, alla fruizione e gestione delle risorse idriche per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale e alla tutela dell'ambiente. All'interno della legge si può trovare la definizione del piano di bacino quale strumento sia conoscitivo, sia normativo sia tecnico attraverso il quale debbono venire pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate agli scopi per cui la legge stessa è stata istituita.

In particolare è opportuno riprendere qualche considerazione per quel che riguarda la legge 183/1989 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo" che definisce finalità, strumenti e modalità dell'azione della pubblica amministrazione in materia di difesa del suolo, introducendo importanti innovazioni nella normativa vigente e soprattutto nella filosofia con cui affrontare in maniera più integrata ed organica il complesso delle azioni intese a pianificare "il bacino".

Per il conseguimento di questi obiettivi la pubblica amministrazione deve svolgere ogni azione più opportuna sia di carattere conoscitivo sia di programmazione e pianificazione degli interventi nonché di esecuzione e di controllo dell'effettuazione degli stessi in conformità con le disposizioni contenute nella legge stessa.

Agli interventi di tipo strutturale si deve aggiungere un altro punto significativo, cardine del contenuto normativo richiamato, attraverso l'introduzione di misure non strutturali di governo del territorio che si deve concretare in un'intensa azione di presenza e richiamo.

Pertanto al quadro tecnico degli interventi deve necessariamente integrarsi un corpo normativo, specificamente studiato e calato nella realtà di ogni bacino, che disciplini le regole fondamentali di utilizzo del territorio in rapporto alle specifiche problematiche e criticità peculiari del bacino.

Per gli aspetti connessi alla pianificazione di bacini di rilievo regionale è necessario fare riferimento anche alla legge regionale 28 gennaio 1993, n. 9 che recepisce in sede regionale la legge nazionale 18 maggio 1983, n. 183, dove nell'art. 16 viene previsto il percorso di formazione ed approvazione del piano stesso.

I criteri per l'elaborazione dei piani di bacino sono stati approvati dal Comitato Istituzionale di rilievo regionale nella seduta del 20/12/1994 e forniti all'Amministrazione Provinciale per iniziare il percorso di formazione dei piani di bacino.

I criteri suddetti pur seguendo i principi ispiratori generali individuati nello schema del DPR "Criteri per la redazione dei Piani di bacino" atto d'indirizzo e coordinamento, trasmesso dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri con nota n. 559/93/c.3.1.10 del 23/10/1994 e che ha ricevuto formale approvazione con DPR 18/7/1995 pubblicato sulla G.U. del 10/1/1996 e da un documento predisposto dall'Autorità di Bacino per il fiume Po, orientato alla formazione dello schema di Progetto del Piano di bacino, sono stati elaborati ed orientati con una forte finalizzazione regionale per calarli nel contesto territoriale del "paesaggio" ligure.

E' necessario ricordare sul piano legislativo statale una serie di disposizioni che non assolvono un ruolo fondamentale nella costruzione del piano stralcio in discussione ma che dovranno necessariamente trovare una verifica nelle fasi successive di estensione del piano a tutte le tematiche proprie

pertinenti ed indicate dal combinato disposto della legge 18 maggio 1989, n. 183 e della legge regionale 28 gennaio 1993, n. 9.

I riferimenti fondamentali da citarsi si trovano nella legge 7 agosto 1990, n. 253 "Disposizioni integrative alla legge 18/5/89 n.183, recante norme per il riassetto organico e funzionale della difesa del suolo", nella legge 19 luglio 1993, n. 236 (art. 3) "Interventi urgenti a sostegno dell'occupazione", nel decreto legislativo 12 luglio 1993, n. 275 "Riordino in materia di concessioni di acque pubbliche", nella legge 4 dicembre 1993 n. 493 (art. 12) "Disposizioni per l'accelerazione degli investimenti ed il sostegno dell'occupazione e per la semplificazione dei procedimenti in materia edilizia", nella legge 5 gennaio 1994, n. 36 "Disposizioni in materia di risorse idriche", nella legge 5 gennaio 1994, n. 37 "Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche e nel DPR 24 maggio 1988 n. 236 "Attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16/4/87 n.183".

Di questo corso di leggi occorre in questa fase della pianificazione di bacino sottolineare la legge 4 dicembre 1993, n. 493 ed in particolare l'art. 12 che integra l'art.17 della L.n.183/1989 con il 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).

Anche se si opera per stralci si deve comunque garantire la considerazione sistemica del territorio e devono essere disposte, ai sensi del comma 6 bis dell'art.17 della L.n.183/1989, le opportune misure inibitorie e cautelative in relazione agli aspetti non ancora compiutamente disciplinati.

La scelta di attuare il percorso di formazione del Piano di Bacino attraverso stralci trova evidenti motivazioni nelle criticità che i bacini come questo in esame presentano per alcune significative connotazioni territoriali:

- la dimensione modesta del bacino idrografico che gravita però su un contesto urbanizzato con deflussi idraulici irregolari ed insufficiente;
- una condizione morfologica del bacino che finisce per incidere negativamente, dati i modestissimi tempi di corrivazione, sul fenomeno di smaltimento complessivo delle portate di massima piena,
 - versanti che hanno subito intense modificazioni antropiche, con conseguente diminuzione del coefficiente di infiltrazione;
- la presenza di aree ripetutamente percorse dal fuoco con conseguente fenomeno di erosione.

Nella realtà prefigurata, la scelta di redigere il piano stralcio risponde all'esigenza di dotare i soggetti competenti di efficaci strumenti di governo conformi sia all'urgenza del problema che alla necessità di prevedere azioni tempestive di messa in sicurezza dell'ambito di bacino stesso.

La temporaneità delle misure di salvaguardia previste nel Piano stralcio, come previsto dall'art.12 della L.n.493/93, consente di procedere con le gradualità ed anche la sperimentabilità in tutti i casi di accertata criticità in cui, all'urgenza ed all'inderogabilità dell'iniziativa, possano non corrispondere conoscenze od analisi approfondite del problema.

Inoltre la tendenza all'abbandono dei territori montani ha favorito l'instaurarsi di molte situazioni critiche con conseguente aumento del dissesto idrogeologico.

L'approvazione del piano di bacino stralcio permetterà interventi coordinati con canali di finanziamento certi sia per opere di difesa del suolo, sia per interventi in aree classificate montane ai sensi e per gli effetti dell'articolo 39 e seguenti del R.D.L. 30 dicembre 1923 n. 3267, che nelle zone classificate da consolidare ai sensi della L.n.445/1908.

1.3.2 Normativa inerente la difesa della costa ed il ripascimento dei litorali

La legge n°183/1989 individua tra le attività di programmazione, di pianificazione ed attuazione destinate a realizzare le finalità di difesa del suolo, risanamento delle acque, fruizione del patrimonio idrico e tutela ambientale, "la protezione delle coste e degli abitati dall'invasione e dall'erosione delle acque marine ed il ripascimento degli arenili" (art.3, comma 1° lettera g) e "la regolamentazione dei territori interessati dagli interventi - programmati - ai fini della loro tutela ambientale, anche mediante la determinazione di criteri per la salvaguardia e la conservazione delle aree demaniali".

Per quanto qui interessa, deve necessariamente farsi riferimento all'art.14 della legge 14 luglio 1907, n°542 che, dopo aver individuato le opere a difesa delle spiagge, stabilisce che all'esecuzione degli interventi necessari venga provveduto su domanda del Comune interessato ed a cura dello Stato quando si tratti di difendere gli abitati dalle erosioni prodotte dal mare.

Non sembrano sussistere dubbi che il disposto normativo dinanzi citato sia riferibile ai casi di estrema urgenza, restando inteso che la competenza generale a provvedere alla difesa della costa spetti comunque allo Stato attraverso le Amministrazioni all'uopo preposte (Ministero dei Lavori Pubblici e quindi Ufficio del Genio Civile per le Opere Marittime).

Tale tesi risulta suffragata dal fatto che quando lo Stato ha ritenuto di sottrarsi a tale competenza è ricorso, conformemente al disposto dell'art.118 della Costituzione e tramite apposita previsione di legge, alla delega delle proprie potestà amministrative in favore delle Regioni (cfr. art.100, comma 7, della Legge n°183/1989).

Pertanto mentre il disposto del citato art.14 può essere ritenuto pienamente operante nel più ampio senso sopra formulato quando sancisce il potere-dovere di intervento dello Stato, può al contrario ritenersi superato laddove attribuisce alla richiesta del Comune competente per territorio la natura di "condicio sine qua non" per la realizzazione delle opere di difesa delle spiagge.

In altri termini, se tale richiesta sembra avere tutt'oggi senso ove non sia stato predisposto un Piano di Bacino ovvero in presenza di fenomeni di gravità imponderabile a priori (ma ugualmente parrebbero legittimate a sollecitare interventi tutte le altre Amministrazioni interessate), non pare giustificabile se sia già operativo il Piano di Bacino.

Infatti, ai sensi dell'art.17 della Legge n° 183/1989, il piano di bacino è uno strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale non soltanto sono individuate le opere di protezione, consolidamento e sistemazione dei litorali marini che sottendono il bacino idrografico, ma anche le priorità degli interventi ed il loro organico sviluppo nel tempo in relazione alla gravità dei dissesti.

Il Comune potrà quindi, al pari di ogni altra competente Amministrazione locale o centrale, farsi parte diligente nel rappresentare le esigenze della costa di propria giurisdizione affinché tali esigenze possano ricevere il giusto riconoscimento nel piano secondo la scala di necessità individuata nel piano stesso.

Differente è il caso in cui, in presenza di una espressa previsione di intervento, l'Ente locale intenda immediatamente intervenire - a propria cura e spese - nel rispetto delle indicazioni programmatiche di piano: in tale ipotesi, previa verifica di conformità del progetto, si ritiene che il Comune possa essere senz'altro autorizzato all'esecuzione delle opere sotto la sorveglianza dell'Ufficio del Genio Civile per le Opere Marittime.

Un discorso completamente differente merita il caso in cui la difesa del litorale venga effettuata mediante operazioni di ripascimento; in generale possiamo individuare le sottoindicate ipotesi:

1. ripascimento eseguito con materiale prelevato in mare e trasportato e scaricato da unità nautiche;
2. ripascimento eseguito con materiale prelevato in mare e trasportato via terra;
3. ripascimento eseguito con materiale prelevato a terra e trasportato via terra;

Ai sensi dell'art.11, comma 4 - così come successivamente modificato ed integrato -, della legge n°319/1976, l'autorizzazione agli scarichi di materiali nelle acque del mare da parte di navi ed aeromobili viene rilasciata dal Ministero dell'Ambiente su proposta del capo del Compartimento Marittimo (di partenza dell'unità), cui compete altresì l'espletamento del necessario iter istruttorio.

Appare immediatamente evidente che il dispositivo di cui sopra aveva in origine la sola finalità "antiquinamento", allo scopo di rendere possibile un effettivo controllo delle sostanze e dei materiali scaricati dalle navi e quindi trovare un "equilibrio" tra la tutela delle acque e le attività produttive

inquinanti (cosiddetto criterio del "divieto relativo", ossia, entro certi limiti prefissati, rimovibile mediante autorizzazione), ma non certo quella della regimentazione dei litorali soggetti a erosione.

Pur tuttavia, con l'andare del tempo e con la progressiva unificazione culturale e giuridica della visione ambientale - dapprima distinta in paesaggio, inquinamento e assetto del territorio -, la norma, sufficientemente ampia nella sua formulazione, è stata lecitamente applicata anche in tutti quei casi nei quali fosse necessario procedere al ripascimento di arenili utilizzando mezzi nautici.

Recentemente, con il Decreto 24 gennaio 1996, il Ministero dell'Ambiente sembra comunque aver abbondantemente superato la ratio della norma giungendo anzi - a parere dello scrivente - ad interferire, mediante una fonte sublegislativa qual è il decreto ministeriale, in quello che è il campo di azione della legge.

Infatti, nel dettare le direttive inerenti le attività istruttorie per il rilascio delle autorizzazioni di cui al menzionato art.11, comma 4, della "Legge Merli", il Ministero estende autonomamente la propria potestà autorizzativa anche ai casi di discarica negli ambienti contigui al mare "quali spiagge, lagune, stagni salmastri e terrapieni costieri, di sedimenti provenienti da dragaggi di fondali di ambienti marini o salmastri o da dragaggi di terreni litoranei emersi e comunque a tutte le movimentazioni di sedimenti in ambito marino".

Con successiva lettera circolare in data 19 aprile 1996 il predetto Dicastero, con riferimento specifico al ripascimento di arenili in erosione, ha precisato che:

A) non risultano assoggettati al decreto: interventi effettuati con materiali prelevati a terra e trasportati via terra fino alla spiaggia e sparsi con mezzi terrestri: se si tratta di materiali di scavo occorre una verifica analitica sulla qualità e, se si tratta di riuso del materiale, occorre che il soggetto titolare effettui la dichiarazione di cui all'art.5 del Decreto Legge n°113/1996 sul riuso dei residui. (Restano ferme le competenze delle Capitanerie di Porto e degli Organi di Controllo);

B) sono assoggettati al decreto: (e quindi da autorizzare dal Ministero dell'Ambiente previa la prescritta istruttoria): interventi che prevedono il prelievo di sedimenti e lo scarico in mare o sulla battigia mediante natanti, compresi quelli effettuati attraverso sorbonatura da pontoni, galleggianti ed imbarcazioni.

Tali disposizioni, pur se vengono a ridurre la portata delle precedenti direttive, appaiono ancora troppo estensive rispetto alle previsioni della legge: se il legislatore avesse inteso sottoporre all'autorizzazione del Ministero dell'ambiente altre fattispecie di discarica, lo avrebbe espressamente previsto nel dispositivo della norma.

Pertanto, come già sufficientemente accennato, qualsiasi tipo di dragaggio, sia esso effettuato con mezzi nautici o terrestri, non necessita della specifica autorizzazione ministeriale che, al contrario, è tassativamente richiesta soltanto nell'unica eventualità di discarica a mare (e, trattandosi di terreno a costante contatto con le acque marine può ritenersi necessaria anche nel caso di discarica a battigia) mediante navi - intendo "nave" nell'ampia eccezione di "qualsiasi mezzo atto al trasporto via mare" -.

Riassumendo e tenendo nella dovuta condizione il noto principio giuridico "ubi lex voluit dixit, ubi noluit tacuit", appare fondato ritenere che il provvedimento di cui all'art.11, comma 4, sia richiesto per l'effettuazione di discarica di materiali qualora si realizzino le sottoelencate, contestuali condizioni:

- discarica in mare più discarica eseguita da nave -

Nell'ipotesi in cui non si ravvisi la presenza anche di uno solo dei due precitati requisiti essenziali non potrà farsi riferimento al più volte citato art.11, comma 4, della legge n°319/1976, ma si dovrà ricorrere ad altre fattispecie, peraltro previste dalla stessa fonte normativa (ad esempio art. 11, comma 1°: "l'autorizzazione agli scarichi diretti nelle acque del mare è rilasciata dall'autorità designata dalla regione territorialmente competente omissis").

Alla luce di quanto affermato non può quindi che dubitarsi della necessità di una pronuncia del Ministero dell'Ambiente nel caso di escavazione effettuata da draga in grado di convogliare la risulta ad una stazione di pompaggio a terra la quale, a propria volta, mediante apposito impianto di sabbiodotto (con tubatura fissa o mobile indifferentemente), provveda alla distribuzione sul litorale in erosione.

E ciò perchè la mancanza del requisito "discarica da parte di navi" riconduce la fattispecie considerata all'ambito di applicazione del rammentato 1° comma dell'art.11.

Il Decreto Ministeriale 24 gennaio 1996 prevede infine che l'istanza per il ripascimento di litorali debba essere avanzata "dal Sindaco del Comune del sito nel quale ha luogo il ripascimento": per la fondatezza giuridica di tale affermazione si rimanda a quanto in precedenza sostenuto.

Tutte le considerazioni sono a questo punto svolte pongono tuttavia in piena evidenza il fatto che l'intendimento precipuo del legislatore sia stato quello di trovare una collocazione a materiali di scarto - che per quanto più possibile evitasse all'ambiente danni derivanti dall'inquinamento -, piuttosto che disciplinare efficacemente il ripascimento degli arenili.

E' ovvio che la prospettiva muta completamente se ci poniamo come obiettivo primario il mantenimento geomorfologico del litorale già interessato da sconvolgimenti causati dall'opera dell'uomo: in quest'ottica assume fondamentale importanza, ove sia necessario procedere a ripascimenti di spiagge - classificate fra le strutture di difesa della costa nelle "Istruzioni tecniche per la progettazione e l'esecuzione di opere di protezione delle coste", approvate dall'Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici in data 28 giugno 1991-, l'individuazione dei siti di prelievo dei materiali necessari (e ciò a prescindere che si tratti di zone a terra o a mare).

Le esigenze basilari appaiono quindi le seguenti:

- i materiali non siano inquinanti;
- siano fisicamente e granulometricamente adatti allo scopo di impiego;
- la loro estrazione non comporti eventuali compromissioni ambientali in altre zone del territorio o della costa.

Ai sensi della Legge n°183/1989 (cfr. art. 17, comma 2, lettere b, c, d, h, m, s), tutte le questioni ora accennate devono essere contenute nel piano di bacino che, in particolare (art.17, comma 2, lettera l), detta le norme e gli interventi volti a regolare l'estrazione dei materiali litoidi dal demanio marittimo e le relative fasce di rispetto, specificatamente individuate in funzione del buon regime delle acque e della tutela dell'equilibrio geostatico e geomorfologico dei terreni e dei litorali.

La precisa formazione dell'art.17 nel suo complesso e lo speciale disposto contenuto nel 5° comma ("le disposizioni del piano di bacino approvato hanno carattere immediatamente vincolante per le amministrazioni ed enti pubblici, nonché per i soggetti privati, ove trattasi di prescrizioni dichiarate di tale efficacia dalla stesso piano") contribuiscono a far ritenere che sia possibile una programmazione degli interventi di cui si tratta su base pluriennale.

A tale risultato, di per sè di fondamentale rilevanza, conseguirebbe inoltre l'indubitabile risultato di accorciare sensibilmente i tempi necessari ad ottenere i vari permessi, autorizzazioni o nulla-osta per il materiale avvio delle operazioni di difesa della costa, siano esse effettuate mediante realizzazione di opere foranee ovvero a mezzo di ripascimenti artificiali degli arenili.

Per di più il piano di bacino, oltre a contenere gli elementi sopra riassunti, deve - tra le altre cose - ottemperare alle inderogabili necessità di difesa ambientale nei suoi vari significati con quelli che sono gli obiettivi di sviluppo sociale ed economico delle zone costiere ed in particolare, quindi, con le attività turistico-balneari, diportistiche, commerciali, pescherecce e comunque connesse con la navigazione (cfr. art. 17 comma 3, lettere d, q).

Soltanto a seguito di un'attenta analisi di urgenze-necessità costi-benefici potrà essere possibile l'individuazione di interventi sinergici da programmare secondo la prevista scala di priorità nelle zone di dissesto.

Si reputa perciò necessario che oltre agli studi geomorfologici del litorale e di quelli sullo stato delle acque, vengano acquisite opportune indagini economiche afferenti le varie attività produttive danneggiate dal permanere della situazione di degrado ovvero favorevolmente indotte dagli opportuni interventi.

Infine, sempre allo scopo di ottenere ogni utile elemento di giudizio per la predisposizione di uno strumento per quanto più possibile completo, dovrebbe essere dato corso all'acquisizione dei pareri di tutte le Amministrazioni/Enti aventi competenza e giurisdizione sull'assetto e la gestione del territorio.

1.3.3 Coerenze, disfunzioni, sinergie

Con l'entrata in vigore della L. n.183/1989 e successive modificazioni ed integrazioni si è finalmente introdotta una coerente definizione dei temi inerenti la difesa del suolo a partire dalla definizione degli argomenti - art.1, 3° comma della L. n. 183/89 - ove si intende:

- a) per suolo: il territorio, il suolo, il sottosuolo, gli abitati e le opere infrastrutturali;
- b) per acque: quelle meteoriche, fluviali, sotterranee e marine;
- c) per corso d'acqua: i corsi d'acqua, i fiumi, i torrenti, i canali, i laghi, le lagune, gli altri corpi idrici;
- d) per bacino idrografico: il territorio dal quale le acque pluviali o di fusione delle nevi e dei ghiacciai, defluendo in superficie, si raccolgono in un determinato corso d'acqua direttamente o a mezzo di affluenti, nonché il territorio che può essere allagato dalle acque del medesimo corso d'acqua, ivi compresi i suoi rami terminali con le foci in mare ed il litorale marittimo prospiciente; qualora un territorio possa essere allagato dalle acque di più corsi d'acqua, esso si intende ricadente nel bacino idrografico il cui bacino imbrifero montano ha la superficie maggiore;
- e) per sub-bacino: una parte del bacino idrografico, quale definito dalla competente autorità amministrativa."

La suddetta legge individua tra le finalità del piano di bacino, all'art. 17, 3° comma:

- d) l'indicazione delle opere necessarie distinte in funzione: dei pericoli di inondazione e della gravità ed estensione del dissesto; del perseguimento degli obiettivi di sviluppo sociale ed economico o di riequilibrio territoriale nonché del tempo necessario per assicurare l'efficacia degli interventi;
- e) la programmazione e l'utilizzazione delle risorse idriche, agrarie, forestali ed estrattive;
- f) l'individuazione delle prescrizioni, dei vincoli e delle opere idrauliche, idraulico-agrarie, idraulico-forestali, di forestazione, di bonifica idraulica, di stabilizzazione e consolidamento dei terreni e di ogni altra azione o norma d'uso o vincolo finalizzati alla conservazione del suolo ed alla tutela dell'ambiente.

L'art. 21 della L. n°183/1989 e l'art. 19 della L.R. n°9/1993 prevedono per i piani di bacino l'attuazione attraverso programmi triennali di intervento, con destinazione di una quota non inferiore al 15% degli stanziamenti complessivi per interventi di manutenzione ordinaria delle opere, per lo svolgimento del servizio di polizia idraulica, per la compilazione e l'aggiornamento dei piani di bacino, per lo svolgimento di studi, progetti generali, di massima ed esecutivi di opere e degli studi di valutazione di impatto ambientale di quelle principali.

Nell'ottica di intervenire in modo unitario in zone ad alta criticità anche norme relative ad eventi eccezionali, quali la L. n. 438/1995, la L.R. n. 45/1994 e la L. n. 265/1995, prevedono interventi per la messa in sicurezza e la prevenzione di situazioni di pericolo, svincolandoli sia dall'evento calamitoso in sé sia dalle schematizzazioni delle leggi citate in precedenza e specificamente di settore.

Inoltre nella L.R. n. 9/1993 vi sono norme che si discostano dagli indirizzi generali della L. 183/1989, ad esempio nell'art. 15 punto u) si individua tra i contenuti del piano "la classificazione delle opere idrauliche ai sensi del R.D. 25 luglio 1904 n.523 e delle opere di consolidamento dei movimenti franosi in cui sorgono abitati, ai sensi del D.lgs.lgt. 30 giugno 1918 n. 1019, previste nei piani medesimi, nonché dei bacini montani ai sensi e per gli effetti dell'articolo 39 e seguenti del R.D.L. 30 dicembre 1923 n. 3267".

Tali suddivisioni non vengono peraltro più citate anche nel D.P.C.M. in data 23/3/1990 con il quale è stato approvato l'atto di indirizzo e coordinamento

ai fini dell'elaborazione degli schemi previsionali e programmatici di cui all'art. 31 della legge n.183/1989.

L'interferenza delle previsioni del Piano di Bacino sugli altri Piani Territoriali di rilievo regionale vigenti sono specificatamente indicati dall'art.17 comma 4 della L.n. 183/1989 che recita "I piani di bacino sono coordinati con i programmi nazionali, regionali e sub-regionali e di sviluppo economico e di uso del suolo. Di conseguenza, le autorità competenti, in particolare, provvedono entro dodici mesi dall'approvazione del piano di bacino ad adeguare i piani territoriali ed i programmi regionali etc....."; al contrario la L.R. n. 9/1993 non ha definito un percorso analogo per tali strumenti di pianificazione

stabilendo solamente un vincolo tra le previsioni del Piano di Bacino ed i piani territoriali di coordinamento provinciali e gli strumenti urbanistici.

1.3.4 Proposte di riordino

Si ritiene opportuno, in fase di riordino delle normative afferenti la difesa del suolo, che sia le leggi succitate che le altre comunque inerenti vengano uniformate alle disposizioni della L.n.183/1989.

In merito ai rapporti gerarchici tra il piano di bacino e altri strumenti di pianificazione territoriale di coordinamento di rilievo regionale è opportuno che una modifica della L.R.n. 9/1993 provveda a renderli più definiti stabilendo un percorso analogo a quanto previsto dalla normativa nazionale anche nell'ottica di quanto indicato dall'art. 20 comma 1 della L.n.183/1989.

L'aggiornamento del Piano di bacino dovrà essere previsto con procedure semplificate qualora vi siano evoluzioni del territorio conseguenti sia ad interventi finalizzati al recupero del degrado previsti dal presente piano sia ad eventi naturali tali da modificare le criticità del territorio o comunque il quadro dell'assetto del medesimo; tali aggiornamenti avverranno su proposta del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino e dovranno coincidere con quella dei programmi triennali.

Il piano di bacino deve essere lo strumento che attraverso gli elaborati prodotti consente il superamento delle disfunzioni e dei contrasti emersi, definendo quindi usi del territorio e modi di comportamento in sintonia con la legge 183/89 e con la legge regionale 9/93: il risultato di questa operazione, se ben condotta, porterà ad uno scenario organicamente raccordato e di possibile attuazione.

E' in questo senso che la Provincia di Imperia ha concepito un "piano di lavoro" per la redazione di un "Piano stralcio", puntato non solo sul "Piano stralcio del rischio idraulico" (o di esondabilità), ma affrontando, oltre al rischio di esondazione, anche rilevanti aspetti geomorfologici e di movimenti franosi, agro-forestali, paesaggistici e urbanistici.

I contenuti specifici del Piano Stralcio, comprendono, dunque, innanzitutto l'idraulica classica, con particolare riferimento al problema dei rapporti tra gli afflussi al reticolo di colatori d'ogni ordine, le sezioni di deflusso soprattutto lungo i corsi principali, le innumerevoli e compromettenti "presenze" umane, urbanistiche, infrastrutturali e di fruizione anche produttiva nel loro ambito o in zone di espansione delle onde di piena. Comprendono la geomorfologia, l'equilibrio dei versanti e delle piane alluvionali e costiere, con particolare riferimento alla "difesa" della copertura incoerente e semicoerente superficiale e di alcuni anche profondi "corpi di frana". Comprendono aspetti fitogeografici rilevanti, connessi con l'uso del suolo e l'assetto produttivo agro-forestale, col verde urbano e di rispetto, che sono portatori di svariati valori paesaggistici e ambientali, ma anche di fruibilità e appetibilità territoriale i cui risvolti economici sono relevantissimi.

Per quanto concerne le "azioni cui devono tendere gli interventi" e prima di tutto la pianificazione stessa, a questo livello di analisi potrebbe essere sufficiente rimarcare quanto segue: al termine del lavoro si dovrebbe giungere, attraverso una analisi vasta e affidabile del bacino, alla individuazione delle problematiche e alla loro gerarchizzazione; alla determinazione di un quadro organico di problemi e di possibili soluzioni con priorità e di linee evolutive armoniche e valorizzanti da recuperare e incentivare; alla definizione degli interventi atti a risolvere problematiche e problemi.

Tuttavia, proprio dalle indagini svolte sono emersi alcuni valori ed alcune esigenze marcati e preminenti, che rendono assai agevole l'indicazione degli "obiettivi essenziali" e tra loro strettamente interferenti e interconnessi, che dovrebbe avere preferibilmente il Piano.

In merito:

- innanzitutto, è evidente la necessità di procedere al "riordino idraulico" dei colatori principali, soprattutto, ma non solo, nelle sezioni terminali a ridosso della costa, massimamente pressati, quasi "invasi" dalla presenza umana stanziale e strutturale; quindi ingombrante e massimamente modificatrice e condizionante.

- il secondo obiettivo riguarda la disciplina delle acque di scorrimento superficiale, la cui attuale diffusa indisciplinazione è connessa principalmente con l'espansione edilizia, infrastrutturale e di copertura produttiva con serre, ma anche con un localizzato ma vasto abbandono delle colline ulivetate e boscate;

- il terzo obiettivo riguarda la "conservazione del suolo" soprattutto se "terrazzato" e in degrado o abbandono e la sistemazione di ben individuate aree in erosione, e in frana.

- Il quarto ed ultimo obiettivo, ma non certo per importanza, riguarda la riconversione/ristrutturazione e il potenziamento del patrimonio aziendale e strutturale agricolo, con particolare riferimento per i settori del classico uliveto, spesso abbandonato e del bosco, molto degradato.

1.4 STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE VIGENTI

1.4.1 Aspetti generali

Ai sensi dell'art. 17, 4° comma, della Legge 183/1989 i Piani di bacino, in quanto dichiarati con valore di Piani Territoriali di settore, comportano l'onere, per le diverse Autorità competenti, di provvedere ad adeguare i rispettivi piani ed i relativi programmi alle indicazioni negli stessi contenute configurandosi pertanto un effetto di non immediata ed automatica prevalenza del Piano di Bacino rispetto ai medesimi piani e programmi.

Diverso è invece il rapporto intercorrente tra il Piano di Bacino e gli strumenti urbanistici, nel senso che all'art. 17, 2° comma, della L.R. 9/1993 è prescritto che, per le ipotesi ivi indicate, detto Piano possa prevalere immediatamente sugli strumenti urbanistici comunali.

Occorre pertanto che siano esplicitate le situazioni di sovrapposizione, interconnessione, criticità e contrasto dei Piani Territoriali, dei Programmi e degli strumenti urbanistici vigenti, rispetto alle indicazioni del Piano di Bacino, al fine della debita valutazione degli effetti da imprimere allo stesso nei termini dinanzi enunciati.

Sono stati presi in esame i seguenti Piani:

- Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico, approvato con D.C.R. n. 6 del 26.2.1990, in quanto contenente specifiche indicazioni sia di livello territoriale che di livello locale incidenti sull'assetto insediativo, geomorfologico e vegetazionale del suolo.
- Piano Territoriale di Coordinamento delle attività di cava, adottato con D.G.R. n. 699 del 7.3.1995, ai sensi della L.R. n. 63 del 30.12.1993, ed avente ad oggetto le disposizioni relative al rilascio di permesso di ricerca e all'esercizio di attività di cava e torbiere, in modificazione della L.R. 12/1979.
- Piani Regolatore Generali dei Comuni presenti nell'ambito di bacino, sia di quelli vigenti che di quelli in corso di revisioni.
- Viene altresì preso in considerazione, ancorché si tratti di Piano e Programma che non produce ancora effetti normativi sull'assetto del territorio considerato, il seguente strumento:
- Piano Territoriale di Coordinamento della Costa, il cui Schema di Orientamento, ai sensi dell'art. 4 della L.R. 39/1984, è stato adottato con D.G.R. n. 2617 del 8.8.1995, e come tale non ancora produttivo di effetti normativi sul territorio, ma contenente indicazioni circa la riorganizzazione della fascia costiera.

1.4.2 Contenuti dei Piani territoriali di Coordinamento Regionali

A livello territoriale l'area del comprensorio del Dianese comprende i seguenti ambiti territoriali di PTCP:

- TAV. N° 56 Diano Marina

Assetto insediativo

Il Piano territoriale di Coordinamento Paesistico approvato dalla RL con D.C.RL N°6 del 26.2.1990, data la vastità dell'estensione territoriale e la varietà del territorio, prevede pressoché tutti i regimi normativi previsti per l'assetto insediativo, anche in relazione e concordanza con la maggior parte delle previsioni locali dei singoli strumenti urbanistici generali.

Il regime ANI-MA (Aree Non Insediate-Mantenimento) salvaguarda anche gran parte della parte alta del bacino e in generale i versanti di nord ovest fino a Capo Mimosa. L'obiettivo della disciplina è quello di mantenere sostanzialmente inalterati quei caratteri che definiscono e qualificano la funzione della zona in rapporto al contesto paesistico e di assicurare nel contempo, in termini non pregiudizievoli per la qualità dell'ambiente e con particolare riguardo alle esigenze dell'agricoltura, una

più ampia fruizione collettiva del territorio, un più efficace sfruttamento delle risorse produttive e una più razionale utilizzazione degli impianti e delle attrezzature eventualmente esistenti.”

Gran parte del territorio sia di fondovalle sia collinare è interessato dal regime normativo IS-MA come le zone a cavallo del nastro autostradale ed in generale i bacini del Varcavello e del Gorleri (Insediamenti Sparsi-MAntenimento).L’obiettivo che pone il PTCP per tali aree é quello di “mantenere le caratteristiche insediative della zona, con particolare riguardo ad eventuali ricorrenze significative nella tipologia e nella ubicazione degli edifici rispetto alla morfologia del terreno”

L’assetto insediativo del PTCP individua inoltre la quasi totalità del territorio urbano come zone TU con zone in trasformazione TRZ a valle del comune di Villa Faraldi e zone SU nel centro storico di Diano Marina.

Si individuano ancora le zone dell’antico borgo di Cervo (NI-CE), i borghi di Gorleri, Diano Calderina, Diano Castello, Diano S. Pietro,Diano Borello, Vallone della Madonna (NI-MA) e Molledo, Borganzo, Diano Arentino, Roncagli, Evigfno, Deglio, Riva e Villa Faraldi, Tovo , Chiappa e Parola (NI-CO).

Assetto geomorfologico

Ambito Territoriale n.29 – Dianese

Indirizzi normativi :

Gli indirizzi per la pianificazione nell’ambito territoriale n°27 riguardo all’**assetto geomorfologico** prevedono il regime normativo di:

“MANTENIMENTO – Gli interventi dovranno essere limitati all’esigenza di riequilibrio ambientale relativamente a precedenti realizzazioni e a non turbare gli equilibri con le nuove. Particolare attenzione va posta alla costa e alla rete viaria ed in particolare al definitivo recupero della viabilità costiera.

Assetto Vegetazionale:

L’area dell’ambito n° 7, Dianese, ricade nell’ambito territoriale n° 27 Dianese del PTCP (Piano Territoriale Coordinamento Paesistico). Gli indirizzi per la pianificazione dell’area n° 27 riguardo all’**assetto insediativo** prevedono il regime normativo di Mantenimento: “la normativa è prioritariamente volta a garantire la salvaguardia dei tipici valori del paesaggio collinare, quali si esprimono attraverso la struttura insediativa e le utilizzazioni agricole dei suoli, e considera in subordine le esigenze di adeguamento funzionale ed ambientale della struttura insediativa costiera, con particolare riferimento alla parte centrale della piana, e di riorganizzazione degli schemi viari principali in relazione al traffico di attraversamento degli abitati.”

Per quanto riguarda l’**assetto vegetazionale** l’indirizzo per la pianificazione è di Modificabilità: “la notevole antropizzazione dell’ambito ha costretto le aree boscate entro superfici modeste in rapporto all’ecologia dei luoghi. Necessario un ampliamento dei boschi a spese di aree marginali e, più in quota di praterie artificialmente conservate anche grazie al passaggio del fuoco.

Praterie generatesi come effetto di antichi disboscamenti e mantenute dal periodico passaggio del fuoco, prive o quasi di buone specie foraggere; estensione da ridurre, nel rispetto delle tendenze evolutive in atto che si concretano in un ritorno della vegetazione legnosa.”

Inoltre l'area del bacino in oggetto ricade nel recente Piano Territoriale di Coordinamento delle aree a vocazione agricola del Ponente Ligure, che propone nel suo repertorio cartografico una carta dell'uso del territorio al 25.000 e una della vegetazione al 100.000, un atlante statistico dell'agricoltura strutturato in tre sezioni: "Orientamento produttivo e dimensione economica delle aziende agricole imperiesi", "La geografia delle produzioni agricole", "Impatto economico e territoriale dell'agricoltura imperiese”.

1.4.3 Contenuti del “Piano di Gestione dei Rifiuti” Regionale e del “Piano Provinciale per la formazione di discariche di seconda categoria tipo A per inerti”

Attualmente nell'ambito dianese sono approvati, con Provvedimento di Giunta Provinciale e in conformità a quanto previsto dai suddetti piani, due progetti di discariche di inerti site in Comune di San Bartolomeo al Mare e denominate “Case Scopperi” e “Valle Chiappa”.

1.4.4 Contenuti dei piani Regolatori Generali dei Comuni

I sette comuni compresi nell'ambito di bacino n°7 presentano, dal punto di vista urbanistico, la seguente situazione normativa:

Diano Marina

P.U.C approvato con D.C.C. n. 2 del 16/01/2002.

Indagini Geologiche a corredo del P.U.C.

Cervo

P.R.G. approvato con decreto P.G.R. n°100 del 21/06/2001

Indagini Geologiche a corredo del P.R.G.

San Bartolomeo al Mare

P.R.G. adottato con del. C.C. N°4 del 27/02/90 approvato con decreto P.G.R.

n°1202 del 24/10/94 scadenza 24/10/2004

Indagini Geologiche a corredo del P.R.G.

Diano Arentino

P.R.G. adottato con del. C.C. n°45 del 1997 esecutiva il 15/12/97 (sta facendo iter burocratico in Regione) scadenza fra 10 anni

Piano di Fabbricazione (P.d.F.) con regolamento edilizio approvato con decreto

P.G.R. n°1119 del 1975

Indagini Geologiche a corredo del P.R.G.

Diano Castello

Piano di Fabbricazione (P.d.F.) approvato con decreto P.R.G. n°1493 in data 16/11/1978

Assenza di Indagini Geologiche a corredo del P.d.F.

P.U.C. in fase di redazione

Diano San Pietro

P.R.G. approvato con decreto P.G.R. n°285 del 14/03/85 scadenza 14/03/95

Assenza di Indagini Geologiche a corredo del P.R.G.

Nuovo P.U.C. in fase di affidamento

Villa Faraldi

Piano di Fabbricazione (P.d.F.) approvato con D.P.G.R. n°317 del 11/09/87

variante al P.d.F. approvata con del. C.C. n°4 del 14/02/83

Assenza di Indagini Geologiche a corredo del P.d.F.

P.U.C. in fase di redazione

L'intero territorio del Dianese è inquadrato nel P.T.C.P. e la relativa zonizzazione è riportata nelle tav.n°56 del predetto piano per i tre diversi aspetti, insediativo, geomorfologico e vegetazionale.

All'interno dell'area sono ubicate alcune strutture soggette al vincolo monumentale che vengono elencate nelle seguenti tabelle.

Nr.		Strutture	Località	Comune	Prov	Vincoli		
2163	001	Castello Marchesi di Clavesana	P.zza S.Caterina	Cervo	IM	1933	1989	021
2164	002	Palazzo Ballaydier		Cervo	IM	1938	1954	
2165	003\	Chiesa di San Nicola		Cervo	im	1933	1988	021
2166	004\	Chiesa Parrocchiale S.Giovanni Battista	o dei Corallini	Cervo	IM	1933		
2167	005	Palazzo Viale o Citati		Cervo	IM	1938		
2168	006\	Oratorio di S.Caterina		Cervo	IM	1933		
2169	007	Bestione a Mezzodi del paese		Cervo	IM	1933		
2170	008	Torre di S.Antonio		Cervo	IM	1934		
2171	009	Torre confinante con la casa di Simoni		Cervo	IM	1933		
2174	012\	Ruderi del Convento degli Agostiniani		Cervo	IM	1933		
2176	014	Tratto di Mura Sottostante l'Orto Papi		Cervo	IM	1933		
2177	015	Torre di Porta Canarda	ad est della chiesa di S.Caterina	Cervo	IM	1933		
2178	016	Torre in pietre da taglio	ad ovest della chiesa di S.Caterina	Cervo	IM	1933		
2179	017	Torre fra le case Delle Piane e Giordano		Cervo	IM	1933		

Nr.		Strutture	Località	Comune	Prov	Vincoli		
2180	018	Porta del Municipio		Cervo	IM	1938		
2182	020	Pietra miliare della V.Emilia nel Cimitero	Borgata Chiappa	Cervo	IM	1933		
2183	021	Antica Porta	Via Romana	Cervo	IM	1938		
2184	022\	Chiesetta di S.Giuseppe		Cervo	IM			004
2185	023\	Casa Canonica		Cervo	IM			004

Nr.		Strutture	Località	Comune	Pr ov	Vincol i		
2221	001	Chiesa di S.Michele Arcangelo	Loc. Borello	DIANO ARENTINO	IM	1933		
2222	002	Chiesa di S.Margherita		DIANO ARENTINO	IM	1933		
2223	003	Ex Cappella denominata "La Casassa"		DIANO ARENTINO	IM			004
2224	004	Chiesa diroccata	In Borgata Villa Talla - Diano Borello	DIANO ARENTINO	IM			004
2225	005	Chiesa succursale di S.Carlo		DIANO ARENTINO	IM			004
4839	006\	Chiesa di S.Rocco	Fraz. Borello	DIANO ARENTINO	IM			004
2226	001\	Parrocchia Colleggiata S.Giovanni Battista		DIANO CASTELLO	IM	1937		
2227	002\	Chiesa dell'Assunta		DIANO CASTELLO	IM	1937		
2228	003\	Chiesa della SS. Annunziata		DIANO CASTELLO	IM			004
2229	004\	Convento dei Minori Francescani		DIANO CASTELLO	IM			004
2230	005\	Chiesa Parrocchiale di S.Nicolò di Bari		DIANO CASTELLO	IM			004
2231	006\	Chiesa di S.Sebastiano		DIANO CASTELLO	IM	1933		
2232	007\	Cappella di S.Lucia		DIANO CASTELLO	IM			004
2233	008	Antica fontana di Varcavello		DIANO CASTELLO	IM	1933		
2234	009	Casa già dei Marchesi Clavesana	P.zza Clavesana civ. 80	DIANO CASTELLO	IM	1937		
2235	010\	Oratorio di N.S. dell'Unione o di S.Croce	o di S. Bernardino	DIANO CASTELLO	IM	1937		
2236	011	Fontana del "Melo" Costruzione romana		DIANO CASTELLO	IM	1933		
2237	012	Palazzo Comunale		DIANO CASTELLO	IM	1937		
2238	013	Resti delle mura di cinta	Via delle Torri e Via Borgo	DIANO CASTELLO	IM	1933		

Nr.		Strutture	Località	Comune	Pr ov	Vincol i		
2239	014\	Chiesa di N.S. della Neve	Loc. Porcili	DIANO CASTELLO	IM			004
2240	015\	Chiesa dell'Immacolata Concezione	Loc. Ferretti	DIANO CASTELLO	IM			004
2241	016\	Chiesa di S.Mauro	Loc. Varcavello	DIANO CASTELLO	IM			004
2242	017	Cisterne di interesse storico	Loc. Varcavello	DIANO CASTELLO	IM			004
5032	018	Casa di riposo "Quaglia"		DIANO CASTELLO	IM			004
2243	001\	Chiesa parrocchiale di S.Anna	Loc. Diano Serreta	DIANO MARINA	IM			004
2244	002\	Cappella di S.Anna prop. Calzamiglia	Via XX Settembre	DIANO MARINA	IM	1939		
2245	003\	Chiesa Parrocchiale di S.Antonio Abate		DIANO MARINA	IM	1934		
2246	004	Museo civico con parco	Viale Matteotti	DIANO MARINA	IM			004
2247	005	Porta medioevale della "Bellina"		DIANO MARINA	IM	1939		

Nr.		Strutture	Località	Comune	Pr ov	Vincol i		
2248	006	Casa dei segnali		DIANO MARINA	IM	1934		
2249	007	Casolare della Rovere ex Cappella S.Siro		DIANO MARINA	IM	1936		
2250	008	Torre dell'Alpicella	sul Capo Berta	DIANO MARINA	IM	1941		
2251	009	Polittico raffigurante S.Giacomo		DIANO MARINA	IM			
2252	010\	Piccolo Cottolengo di "Don Orione"	Via Divina Provvidenza	DIANO MARINA	IM			004
2253	011\	Chiesa Parrocchiale	Fraz. Diano Calderina	DIANO MARINA	IM			004
2254	012\	Chiesa di S.Nicola e Leonardo	Loc. Diano Gorleri	DIANO MARINA	IM			004
2255	013	Reperti Materiale di importante interesse	Loc. S.Anna	DIANO MARINA	IM			004
4930	014	Stazione ferroviaria		DIANO MARINA	IM			004
5103	015	Cinema teatro	Via Cairoli	DIANO MARINA	IM			004
2256	001	Chiesa Parrocchiale della Natività di	Maria Vergine - Loc. Borganzo	DIANO S. PIETRO	IM	1939		
2257	002	Chiesa Parrocchiale		DIANO S. PIETRO	IM			004

Nr.		Strutture	Località	Comune	Pr ov	Vincol i		
2258	003	Chiesa dei SS. Vincenzo ed Anastasio	Loc Borganzo Borgata Camporotondo	DIANO S. PIETRO	IM			00 4
2259	004	Chiusa succursale di S.Ugo	Loc. Ughi	DIANO S. PIETRO	IM			00 4
2539	001	Torre di S.Maria		S.BART OLOME O AL M.	IM	1934		
2536	002\	Chiesa di S.Bartolomeo		S.BART OLOME O AL M.	IM	1933		
2537	003	Santuario di N.S. della Rovere		S.BART OLOME O AL M.	IM	1933		
2538	004\	Parrocchia dei SS. Mauro e Giacomo	Loc. Chiappa	S.BART OLOME O AL M.	IM			00 4
5178	005\	Chiesa N.S. della Neva	Loc. Chiappa	S.BART OLOME O AL M.	IM			00 4
2819	001	Chiesa parrocchiale di S.Lorenzo		VILLA FARALDI	IM			00 4
2820	002	Chiesa Trasfigurazione di N.S. Gesù Cristo	Fraz. Riva	VILLA FARALDI	IM			00 4
2821	003	Chiesa di S.Antonio	Fraz. Tovo	VILLA FARALDI	IM			00 4
2822	004	Chiesa di S.Bernardo	Fraz. Deglio	VILLA FARALDI	IM			00 4
2823	005	Oratorio di S.Sebastiano	Fraz. Tovetto	VILLA FARALDI	IM			00 4
5205	006	Avanzi di Ponte Romano		VILLA FARALDI	IM	1938		

1.4.5 Contenuto del Piano Regionale di Coordinamento Costiero

Oltre al P.T.C.P. occorre menzionare anche il recente P.R.C.C. (Piano Regionale di Coordinamento Costiero).

Esso prevede per il bacino in oggetto un ambito principale di intervento comprendente la quasi totalità dello sviluppo costiero tra Capo Berta e Capo Mele (ambito progetto AP10); tale progetto è volto essenzialmente al recupero delle risorse esistenti per la balneazione ed al ripristino degli arenili.

Il piano prevede inoltre le proposte di variante al PTCP per la zona portuale di Diano marina da regime AI-MA a regime AI-CO e per la zona di Capo Cervo da regime IS-MO B a TRZ

1.4.6 Competenze Amministrative

L'area in oggetto rientra totalmente nella giurisdizione dei Comuni del comprensorio (Diano Marina, Diano Castello, Diano Arentino, San Bartolomeo al Mare, Cervo, Diano San Pietro, Villa Faraldi).

Gli interventi su aree demaniali rientrano nelle competenze Provinciali.

1.5 METODI ED OBIETTIVI DELLA PIANIFICAZIONE DI BACINO

Gli obiettivi generali del Piano sono sostanzialmente riferiti ai seguenti punti :

difesa dell'incolumità della popolazione;

difesa dei beni pubblici e privati dai danni di piena;

- conseguimento di condizioni di compatibilità tra utilizzo antropico del territorio e assetto fisico dello stesso, rispetto alla dinamica dei fenomeni di piena e di instabilità dei versanti.

Il conseguimento di tali obiettivi comporta l'assunzione di alcune scelte strategiche. Esse riguardano:

a livello organizzativo generale :

la riorganizzazione delle competenze amministrative ai fini di una coordinata gestione delle opere idrauliche, della polizia idraulica e del servizio di pronto intervento (art. 14 della legge 183/89);

a livello di gestione del rischio idraulico e idrogeologico sul territorio :

l'assunzione del livello di rischio compatibile, al quale commisurare sia la realizzazione delle opere di difesa idraulica che le valutazioni di compatibilità delle attività di uso del suolo;

gli adempimenti previsti dalla normativa vigente per gli interventi a carattere preventivo e a quelli di gestione degli eventi critici e di protezione civile;

il collegamento tra la pianificazione della difesa del suolo, quella agricolo-forestale e quella urbanistica e territoriale, ai fini di una coerente gestione del rischio idraulico e idrogeologico sul territorio;

la manutenzione delle opere di difesa e degli alvei, da attuare su base sistematica, quale strumento indispensabile per il mantenimento delle condizioni di sicurezza previste;

la manutenzione sistematica dei versanti, del territorio montano e delle aree in dissesto, con particolare riferimento alla forestazione e alla regimazione della rete minuta di deflusso superficiale, per la difesa dai fenomeni di erosione, di frana e legati ai processi torrentizi;

la minimizzazione delle interferenze antropiche con la dinamica evolutiva degli alvei e dei sistemi fluviali e con le porzioni dei versanti in condizioni di dissesto in atto e potenziale;

la programmazione di interventi diffusi di sistemazione dei versanti con fini di aumento della permeabilità del suolo e di trattenuta degli afflussi meteorici e di assicurare una più efficace protezione del suolo nelle pendici scoscese e instabili.

In generale nella scelta degli interventi nell'ambito montano, sui versanti e sulla rete idrografica minore si dovranno limitare le opere di difesa attiva e/o passiva laddove si manifestano condizioni di rischio, intervenendo invece in modo preventivo, prevalentemente con azioni a carattere non strutturale, nella porzione di bacino dove i fenomeni di dissesto si originano.

I criteri generali di intervento rappresentano le linee di azione del Piano per il conseguimento sul territorio degli obiettivi di sicurezza posti, in funzione del grado di dissesto idraulico e idrogeologico presente e del relativo livello di rischio.

Sulle singole situazioni riscontrate sul bacino è generalmente necessario un insieme composito di misure di intervento, che richiede una descrizione il più possibile esaustiva di tutte le alternative possibili nell'ambito del processo di pianificazione.

I fenomeni di dissesto presenti sul territorio che generano locali condizioni di rischio idraulico e idrogeologico possono essere identificati sulla base :

- delle caratteristiche di pericolosità dell'evento idrologico o idrogeologico che provoca il dissesto, rappresentate dalla gravosità del fenomeno e dalla probabilità (ove valutabile) dell'evento stesso;
- dalle caratteristiche di vulnerabilità del territorio soggetto al dissesto, rappresentate dall'attitudine del sistema antropico (popolazione, contesto urbano, attività economiche, risorse naturali) a subire gli effetti dell'evento calamitoso, valutate in termini di frazione del valore del sistema che viene irrimediabilmente compromessa dall'evento potenzialmente pericoloso;
- dal livello di controllo e di protezione fornito dalle azioni di difesa presenti, costituite da opere idrauliche e di sistemazione dei versanti e da azioni di governo del territorio, che possono agire sulla riduzione sia della pericolosità che della vulnerabilità.

Il rischio attuale in una determinata area di bacino dipende anche dal funzionamento integrato dell'insieme delle misure di protezione, sia a carattere strutturale che non strutturale, già in atto.

Il rischio compatibile definisce le condizioni di assetto dei sistemi idraulici e idrogeologici del bacino che occorre conseguire. La sua valutazione dipende dalla domanda di sicurezza che esprime il contesto sociale ed economico che caratterizza il territorio; sicurezza intesa prioritariamente come incolumità della popolazione e come minimizzazione dei danni per gli insediamenti e i beni esposti.

La differenza tra rischio attuale e rischio compatibile individua la necessità di intervento che il Piano deve soddisfare.

Per i fenomeni connessi alla dinamica fluviale e torrentizia il rischio compatibile è strettamente correlato alla probabilità di superamento dell'evento di piena rispetto al quale dimensionare le opere strutturali di protezione e controllo (piena di progetto o piena di riferimento).

Per i fenomeni connessi alla dinamica dei versanti le condizioni di rischio compatibile sono invece generalmente riferite al conseguimento di condizioni di stabilità e sicurezza non caratterizzate dal punto di vista probabilistico trattandosi del controllo di fenomeni per i quali le previsioni di evoluzione non sono di norma quantificabili.

Individuazione delle tipologie di intervento

Le linee di intervento messe in atto dal Piano sono elencate secondo le seguenti tipologie.

a. Misure non strutturali

Si tratta di misure che non incidono direttamente sulla piena e sui fenomeni di instabilità dei versanti, ma tendono ad evitare o ridurre l'impatto e i danni, attraverso operazioni sia di carattere preventivo che di gestione del decorso degli eventi critici.

a.1 Attività di previsione e sorveglianza

Insieme delle misure, gestite a livello di presidio territoriale, per la minimizzazione degli effetti principali dei processi evolutivi (piene e frane), fondate sulla previsione degli eventi critici e sull'attivazione delle operazioni funzionali a seguirne e controllarne l'evoluzione limitandone l'impatto sul territorio. Sono state individuate le seguenti azioni prioritarie :

- individuazione delle esigenze di adeguamento dei servizi di monitoraggio meteo-idrologico di previsione in tempo reale della piena;
- messa in atto di dispositivi di sorveglianza e/o controllo strumentale di frana attiva o temporaneamente quiescente;
- individuazione delle esigenze di adeguamento del Servizio di piena lungo il reticolo idrografico del bacino;
- definizione degli elementi di coordinamento e integrazione con le funzioni di protezione civile per le attività in fase di emergenza nel corso della gestione degli eventi critici (allarme alle popolazioni, evacuazione dalle aree in pericolo, interruzione della viabilità nei punti a rischio).

a.2 Regolamentazione dell'uso del suolo nelle aree a rischio

L'insieme delle misure a carattere preventivo sono definite tramite elementi :

- delimitazione delle fasce fluviali e regolamentazione dell'uso del suolo all'interno di dette fasce;
- revisione degli strumenti urbanistici vigenti a scala comunale nelle aree a elevato rischio idraulico e idrogeologico e adeguamento delle relative previsioni, con particolare riguardo a quelle non ancora attuate, in termini di compatibilità con le condizioni di rischio del territorio;
- indirizzi alla programmazione a carattere agricolo-forestale per interventi con finalità di protezione idraulica e idrogeologica.

a.3 Mantenimento delle condizioni di assetto del territorio e dei sistemi idrografici

- Manutenzione programmata sugli alvei e sulle opere idrauliche;
- manutenzione programmata a fini di difesa idrogeologica sui versanti e sulle opere di stabilizzazione dei movimenti franosi.

b. Misure strutturali di tipo estensivo

Misure che possono influenzare o modificare alcune caratteristiche di una piena o migliorare le condizioni di propensione al dissesto di versante; per le piene la finalità è di ridurre la gravosità degli eventi aumentando la capacità di infiltrazione e trattenuta degli afflussi da parte del suolo.

b.1 Interventi di riforestazione e di miglioramento delle superfici boschive:

ai fini del contenimento dell'erosione del suolo e dell'accentuazione dei fenomeni di trattenuta idrica e di infiltrazione;

b.2 Interventi di miglioramento dell'uso agricolo del suolo:

ai fini del contenimento dell'erosione del suolo, dell'infiltrazione delle acque di pioggia, del deflusso superficiale e nelle reti di scolo;

b.3 Interventi integrati di rinaturalizzazione e recupero dei suoli:

abbandonati e/o dismessi, di bonifica/drenaggio dei terreni, di recupero naturalistico;

c. Misure strutturali di tipo intensivo

Misure che tendono a influenzare o modificare alcune caratteristiche degli eventi di piena e a stabilizzare o controllare i fenomeni di instabilità di versante.

Tipologie di intervento :

- a) Opere di consolidamento delle frane e di sistemazione dei versanti :

- protezioni superficiali
- opere di drenaggio
- opere di sostegno
- tecniche di ingegneria naturalistica (di copertura e di consolidamento)

b) Briglie o soglie di stabilizzazione del fondo alveo

c) Briglie di trattenuta del trasporto solido

d) Difese spondali longitudinali e trasversali

e) Modellamento dell'alveo :

- risagomatura alveo inciso
- ricalibratura alveo inciso o di piena

	Tipologia dell'intervento
ALVEO	Briglie o soglie di stabilizzazione del fondo alveo Briglie di trattenuta del trasporto solido Difese spondali longitudinali e trasversali Modellamento dell'alveo Opere di regolazione e di sostegno Tecniche di ingegneria naturalistica
VERSANTE	Opere di consolidamento delle frane e di sistemazione dei versanti Interventi di riforestazione e miglioramento superfici boschive Interventi integrati di rinaturalizzazione e recupero di suoli Opere di idraulica forestale sul reticolo idrografico minore

Tab 1 - Individuazione delle principali opere strutturali

1.5.1 Metodi

1.5.1.1 *Individuazione delle problematiche ambientali e territoriali più rilevanti*

La porzione dell'ambito di bacino presenta problemi di natura idraulica, relativamente a esondazione nella parte di fondovalle del bacino, e di natura idrogeologica, riconducibili a movimenti franosi nella restante parte.

Se da un lato possono essere individuati numerosi elementi di pericolosità correlabili alle caratteristiche geomorfologiche e idrologiche, dall'altro è possibile ridurre le criticità presenti in funzione degli effetti di queste sulle popolazioni interessate.

In particolare la criticità di carattere idrologico è conseguenza della diminuita capacità dei corsi d'acqua a smaltire il deflusso delle portate di piena. Su tale capacità, prescindendo da considerazioni di carattere meteo-climatico, ha senz'altro influito l'eccessiva impermeabilizzazione del territorio e il generale processo di urbanizzazione che ha portato a sezioni idrauliche progressivamente più ridotte verso la foce.

Al problema insediativo sono spesso legate le criticità relative alla collettazione ed allo smaltimento delle acque di precipitazione e di scorrimenti superficiale.

1.5.1.2 *Definizione e scelta dei settori o delle aree su cui attuare prioritariamente la pianificazione.*

In considerazione delle criticità presenti si ritiene che la pianificazione in oggetto debba riguardare, nell'ambito della tutela del territorio, le sistemazioni idrauliche ed ambientali, il consolidamento delle aree in frana, la bonifica delle aree in erosione non dimenticando comunque l'importanza di definire, ai sensi della L. n.493/1993, norme transitorie anche per quegli argomenti che non sono stati sviluppati in questo stralcio.

1.5.1.3 *Definizione delle soluzioni tecniche, delle linee di intervento e di praticabilità degli obiettivi.*

Le soluzioni tecniche previste dovranno essere in linea con quanto indicato all'art. 15 della L.R. n. 9/1993 e quindi rivolte alla rinaturalizzazione degli alvei, degli argini e delle sponde con opere di ingegneria naturalistica per le zone non insediate; interventi con tecniche di ingegneria classica saranno valutati in zone densamente insediate o dove la limitatezza degli spazi a disposizione o caratteristiche del sito non consentano altri tipi di interventi.

In merito alle sistemazioni di versante saranno preferite le tecniche basate sulla regimazione delle acque superficiali e sub-superficiali, sui drenaggi e su opere di basso impatto sul territorio; deve essere limitato solo allo stretto necessario il ricorso ad opere di difesa rigide ed impermeabili.

Occorrerà intervenire in via prioritaria in quelle zone a rischio ove maggiore è il pericolo per la pubblica e privata incolumità e dove maggiormente si sono fatti sentire i danni delle ultime alluvioni (tratto terminale dei corsi d'acqua principali) ma sarebbe auspicabile destinare una porzione degli stanziamenti anche per opere di bonifica di movimenti franosi e per il miglioramento vegetazionale, in considerazione dell'importanza che riveste per la stabilità globale di bacino la sistemazione idrogeologica di versante.

Bisognerà peraltro collegare tali interventi allo studio dei problemi socioeconomici del bacino, alla necessità, per interesse pubblico, di intervenire su terreni privati e ad un'analisi costi-benefici dalla quale risulti l'economicità delle scelte prospettate in termini di bilancio ambientale globale.

1.5.1.4 Individuazione degli strumenti e dei programmi di attuazione del piano

I piani di bacino sono attuati mediante strumenti operativi che possono ricevere risorse finanziarie diversificate in funzione del soggetto concedente.

Il percorso ordinario è quello individuato dall'art. 21 della legge 18 maggio 1989, n. 183, ribadito e regionalizzato dalla legge regionale 28 gennaio 1993, n. 9; il combinato disposto dalle normative citate in precedenza, prevede la definizione del programma triennale di intervento in cui vengono individuate tutte le azioni prioritarie da effettuarsi nell'ambito del bacino.

Tali programmi devono essere redatti tenendo conto degli indirizzi e delle finalità dei piani medesimi, per cui discenderanno dallo studio delle criticità e dalle soluzioni proposte.

Infatti la programmazione e pianificazione degli interventi e quindi la connessa definizione del quadro economico collegato non può prescindere da un quadro preciso delle risorse disponibili nell'arco del triennio e della specifica articolazione in annualità; la mancanza di certezza in questo specifico comparto, determina la necessità, in rapporto alla continua e costante rimodulazione delle risorse, di riprogrammare in continuazione il quadro tecnico delle priorità, con la conseguenza negativa di una ricorrente necessità di riformulare le priorità soprattutto in termini di rimodulazione economica delle stesse; tutto questo determina costanti difficoltà ai processi di pianificazione.

L'ulteriore elemento condizionante del processo di pianificazione si ripercuote sulla possibilità di definizione dei tempi di attuazione, condizionamento che si traduce in una eccessiva complessità del processo generale di programmazione delle risorse.

Nella fase di transizione, ovviamente, si verifica una sostanziale coincidenza dei documenti di programmazione; infatti lo schema previsionale e programmatico che sarà predisposto ai sensi della legge 183, più volte richiamata, ha, per quanto attiene il quadro degli interventi una sostanziale coincidenza con il programma triennale di interventi proprio della fase a regime, ovvero a piano di bacino approvato.

Infatti la prima attuazione della legge 183 e la prima fase della formazione del piano di bacino è rappresentata dalla predisposizione degli schemi previsionali e programmatici previsti dall'art 31.

Oltre che strumenti per la programmazione e l'attuazione degli interventi più urgenti, secondo le priorità, rappresentano il momento di individuazione degli obiettivi e delle priorità sui quali basare la specificazione degli strumenti di programmazione e di pianificazione alla scala di bacino.

1.5.2 Obiettivi

In merito agli obiettivi riguardanti le condizioni urbanistiche e geomorfologiche la pianificazione di bacino deve essere particolarmente mirata a riequilibrare le aspettative urbanistiche con le esigenze, ormai imprescindibili, di tutela geomorfologica ed idrologico-geologica del territorio; quest'ultimo infatti è stato sfruttato nel tempo sempre più intensamente senza che ci si preoccupasse delle esigenze minimali dei corsi d'acqua, della stabilità dei versanti e della necessità di un'idonea

copertura vegetale, tale da assicurare una certa protezione dall'erosione dei suoli e del degrado ambientale.

Uno degli obiettivi fondamentali del Piano è quello di recuperare e determinare il maggior grado di compatibilità possibile attraverso una serie mirata di azioni.

La difesa idrogeologica e della rete idrografica riguarda in particolare la soluzione di tutte quelle situazioni critiche di rischio (insufficienza idraulica, movimenti franosi, assenza o carenza di copertura vegetale) che possono creare danni e pericolo per la pubblica e privata incolumità.

Gli interventi devono consistere, ove possibile, nella rinaturalizzazione dei corsi d'acqua, nel recupero di eventuali aree golenali e di espansione, nel ripristino delle sezioni idrauliche indispensabili anche attraverso l'eliminazione e/o modifica di opere esistenti e nella bonifica delle zone in frana.

Riguardo alla regolamentazione dell'uso del territorio, con particolare attenzione al ridisegno delle relazioni tra aree urbane e le aree di pertinenza dei corsi d'acqua, andranno tutelate tutte quelle porzioni di territorio che, a seguito degli studi effettuati, risultino interessate dal deflusso di piena degli stessi corsi d'acqua.

Le scelte strategiche di fondo, a cui riferire sia il piano stralcio definito sia il piano di bacino nel complesso, riguardano:

- la definizione del rischio accettabile, al quale commisurare la pianificazione territoriale, i sistemi di misura e di controllo e quelli di gestione ordinaria e straordinaria in fase di emergenza;
- l'adozione del concetto di fasce di inedificabilità, più idoneo alla predisposizione di sistemi e metodi di protezione dalle piene superiori al livello ordinario;
- l'interattività tra la gestione idraulica dei corsi d'acqua, la gestione delle porzioni di versante e la gestione urbanistica degli insediamenti umani ed industriali;
- i ruoli da attribuire rispettivamente alle difese attive e passive, tenuto conto anche delle conseguenze economiche, dell'impatto sociale e dei limiti e del grado di protezione ottenibile con le difese passive.

Sono inoltre indicate le fasce di inedificabilità lungo i corsi d'acqua pubblici, onde superare le norme transitorie dell'art. 26 della L.R. n.9/1993, oltre a speciali normative per quelle superfici definite ad alta suscettibilità di dissesto.

CAPITOLO 2

2 MODULO B - CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO

2.1 ATTUALE LIVELLO DI CONOSCENZA DEL TERRITORIO

2.1.1 Elementi conoscitivi di riferimento

2.1.1.1 Cartografia

Per l'elaborazione dello studio ci si è avvalsi di tutto il materiale cartografico disponibile esistente sul territorio ed in particolare:

- carte tecniche regionali (aggiornate al 1980)
- foto aeree (consultate presso gli Uffici Provinciali)
- Piano Territoriale di coordinamento paesistico
- Dati e materiale reperito presso gli archivi dell'Amministrazione Provinciale (Ex Genio Civile)

All'acquisizione del materiale sopraindicato ha fatto seguito una accurata indagine sul territorio che ha individuato difformità o variazioni puntuali rispetto alla cartografia di base che è stata così integrata.

Tutti gli elementi conoscitivi di riferimento sono stati inseriti nell'inquadramento cartografico per una fedele interpretazione dei luoghi rilevati.

Relativamente al territorio in esame esistono i seguenti livelli cartografici:

- Carte Tecniche Regionali 1:10.000 (fornite dall'Amministrazione Provinciale anno 1990)
- Sezione 259010 Stellanello
- Sezione 259020 Andora
- Sezione 259050 Diano Marina Ovest
- Sezione 259060 Diano Marina
- Sezione 259090 Imperia
- Piano di Coordinamento Paesistico
- Schema di Orientamento del Piano Costiero

Sulla base cartografica così determinata sono state individuate le linee di spartiacque, tracciati i confini dei bacini ed il reticolo idrografico costituenti l'intero complesso territoriale per lo sviluppo delle carte tematiche che possono essere sovrapposte per una visione unitaria del territorio.

L'elenco delle tavole 1:5000 regionali adoperate è il seguente:

- 259023 Villa Faraldi
- 259012 Diano Arentino
- 259064 San Bartolomeo al Mare
- 259051 Diano Castello
- 259052 Diano Marina Ovest
- 259063 Diano Marina
- 259013 Evigno
- 259011 Deglio-Villarelli
- 259054 Pontedassio
- 259091 Oneglia-Capo Berta
- 259061 Capo Cervo
- 259014 Stellanello
- 259024 San Bartolomeo

2.1.1.2 Meteorologia e Clima

Lo studio meteorologico supportato dai sistemi di rilevamento tecnologicamente avanzati e la possibilità di gestire in tempo reale un elevatissimo numero di informazioni diverse, ma tra loro correlabili, consente di poter "prevedere" con un alto grado di precisione l'evoluzione meteorologica nel tempo.

Purtroppo, per molte zone, ancora oggi non esiste la possibilità di disporre di serie storiche di dati meteoroclimatici sufficientemente ampie e attendibili.

E' il caso dell'Ambito N°7 Dianese, dove, specialmente per l'area montana, la disponibilità di dati è decisamente scarsa e poco affidabile, in quanto poche sono le stazioni pluviometriche presenti sul territorio ligure (nessuna nell'ambito in oggetto) e assai scarsi i dati da queste registrati negli anni. Inoltre la maggior parte delle stazioni pluviometriche esistenti in Liguria sono ormai dismesse da tempo.

Ciò determina una elevata incertezza nello sviluppo statistico dei dati a disposizione che viene maggiormente evidenziata dalle nuove tecnologie di acquisizione di informazioni, soprattutto a livello satellitare; tale incertezza diventa particolarmente rilevante anche in considerazione, come già evidenziato nel capitolo 1.1, del cambiamento climatico che si è registrato in larga scala, negli ultimi 50 anni.

Ciò premesso l'unica fonte di dati da noi utilizzata è stata quella del Servizio Idrografico in quanto l'unica dotata di un certo grado di attendibilità.

La base delle nostre analisi è costituita dai dati registrati nelle stazioni pluviometriche di Alassio, Bestagno, Imperia e Stellanello e riportati negli annali del Servizio Idrografico.

Per un maggior approfondimento di questo argomento si rimanda al paragrafo 2.2.7 'Assetto climatico-idrologico' nel quale si riportano i dati utilizzati e i risultati ottenuti dalle elaborazioni effettuate.

2.1.2 Inquadramento geografico, geologico e vegetazionale

2.1.2.1 Introduzione

Si riporta nella seguente tabella l'elenco ufficiale delle acque pubbliche

Torrente	Comune	Tratto considerato	Note
Rio Gorleri o Mortole	Diano Marina	Dalla foce alle origini compresi affluenti e subaffluenti; tutta la rete idrologica minore esistente nel bacino; sorgenti di qualsiasi portata e natura che sgorgano nel bacino.	Precedentemente non dichiarato demaniale.
Torrente Varcavello	Diano Marina - Diano Castello - Diano Arentino	idem	Precedentemente dichiarato demaniale sino alla confluenza dei suoi affluenti Vivano e Porcile.
Torrente San Pietro o Evigno	Diano Arentino - Diano San Pietro - Diano Castello - Diano Marina	idem	Precedentemente dichiarato demaniale sino alla confluenza dei rii Pomo ed Evigno.
Rio Pineta	Diano Marina - Diano Castello - Diano San Pietro	idem	Precedentemente non dichiarato demaniale
Rio Valloria o Vallovaire o rio della Madonna	Diano Marina - San Bartolomeo al M.	idem	Precedentemente non dichiarato demaniale
Rio Bondai	Cervo - San Bartolomeo al Mare	idem	Precedentemente dichiarato demaniale con gli affluenti e subaffluenti.
Torrente Cervo	Villa Faraldi - San Bartolomeo al Mare	Idem	Precedentemente dichiarato demaniale con gli affluenti e subaffluenti.

2.1.2.2 Suddivisione in bacini e sottobacini - Inquadramento generale

Torrente Cervo (Steria)

La sua superficie è pari a 21,97 km², racchiusa in un perimetro complessivo pari a 22,66 km di cui 1,20 km rappresentano il tratto costiero.

Il corso principale del torrente si sviluppa per 9,8 km con un'altimetria variabile da 0 a 912,9 m slm costituita da mt. Ceresa che rappresenta la quota massima dello spartiacque.

Il corso d'acqua alla foce è di ordine 4. La superficie del bacino imbrifero del Torrente Cervo si estende per la quasi totalità nei comuni di Villa Faraldi e S.Bartolomeo e, in minima parte, nei comuni di Diano San Pietro e di Cervo.

I suoi affluenti principali sono costituiti dal rio S.Bartolomeo, dal rio Chiappa, dal rio del Bauso, dal rio del Tovo e dal rio del Boschetto, questi ultimi tre confluiscono in un unico ramo all'altezza della loc. Molino del Fico.

La maggior parte degli affluenti del Cervo sono ubicati sul versante sinistro ad esclusione del rio S.Bartolomeo, affluente di destra nel tratto terminale.

Morfologicamente l'asta principale del torrente Cervo è caratterizzata da un primo tratto con caratteristiche prevalentemente torrentizie compreso tra le sorgenti (ai piedi di M. Ceresa, M. Mezzogiorno e Pizzo Aguzzo) e la loc. Molino del Fico; in tale località, per effetto della sopraddetta confluenza e per la variazione orografica della pendenza il torrente assume le caratteristiche di alveo fluviale che hanno determinato la formazione di un'ampia piana alluvionale dove la successiva confluenza del S.Bartolomeo non ne modifica le caratteristiche morfo-idrauliche.

Torrente San Pietro

Il Torrente S.Pietro (o torrente Evigno) è il secondo per superficie all'interno dell'ambito di bacino n. 7 "Dianese".

La superficie del suo bacino idrografico è di 18,02 km² con l'asta principale lunga 9,8 km ed un perimetro di 23,42 km di cui 1,0 km rappresenta il tratto costiero.

La sua superficie ricade principalmente all'interno dei comuni di Diano S.Pietro e di Diano Arentino e in parte minore all'interno dei comuni di Diano Marina e di Diano Castello.

Altimetricamente si sviluppa tra quota 0 e quota 988,5, quest'ultima rappresentata dal Pizzo d'Evigno che costituisce anche la quota massima dell'intero ambito territoriale n. 7.

Il torrente S.Pietro presenta una serie di affluenti ben distribuiti ed ubicati sia in sponda destra che sinistra, costituiti dal Rio Beste che confluisce in prossimità dell'abitato di Diano San Pietro, Rio di Murte, in sponda destra, Rio Camporondo, Rio Zuccamelo, il rio di Diano Arentino.

Rio Gorleri

Il bacino idrografico del rio Gorleri (o rio Mortola) ha una superficie di 2,67 km² e si sviluppa da quota 0 a quota 291,2; il suo perimetro misura 8,2 km di cui 0,2 km sono rappresentati dal tratto costiero.

L'area del bacino ricade interamente all'interno del comune di Diano Marina e la lunghezza dell'asta principale misura circa 2,8 km.

Il Torrente è dotato di un unico affluente significativo, ubicato nel versante destro del bacino, confluisce nelle vicinanze del cimitero di Diano Marina, denominato Rio Ciapasso.

Dal punto di vista morfologico il torrente è caratterizzato da un primo tratto, compreso tra le sorgenti ubicate a valle di Passo Gorleri e la confluenza del rio Ciapasso, da una pendenza di circa 1.5 % e da un secondo tratto, dalla suddetta confluenza fino allo sbocco a mare con pendenze di circa 0.5 %.

Rio Varcavello

Il bacino idrografico del rio Varcavello ha una superficie di 6,29 km² e si sviluppa da quota 0 a quota 444,1; il suo perimetro misura 12,92 km di cui 0,6 km sono rappresentati dal tratto costiero.

Le sorgenti sono ubicate alle pendici del Monte Grillarine (444,1) e Monte Cascin (399,3) mentre la foce è ubicata a ponente del porticciolo di Diano Marina. L'area del bacino ricade all'interno dei comuni di Diano Marina, Diano Castello e Diano Arentino e la lunghezza dell'asta principale è di circa 6,0 km.

Gli affluenti principali sono costituiti dal rio Villa e dal rio Callegari ubicati sul versante destro del bacino mentre sul versante sinistro non vi sono affluenti di rilievo.

L'alveo del torrente presenta bassa pendenza (5%) per un lungo tratto che va dalla foce fin quasi alla località "Varcavello" mentre per il restante tratto assume pendenze più elevate di circa 1%.

Rio Pineta

Il bacino idrografico del rio Pineta ha una superficie di 2,41 km² e si sviluppa da quota 0 a quota 407,5; il suo perimetro misura 9,2 km di cui 0,65 km sono rappresentati dal tratto costiero. L'area del bacino ricade all'interno dei comuni di Diano Castello, Diano Marina e Diano S.Pietro e la lunghezza dell'asta principale misura circa 3,8 km.

Il rio è dotato di un unico affluente significativo (senza nome), nel versante sinistro del bacino passante per la frazione Case Pineta.

Le sorgenti sono ubicate alle pendici del Monte Colletto ed il tracciato si svolge per la maggior parte in territorio pedemontano fino alla frazione Case Rosse, da cui, fino alla foce, interferisce con il tessuto urbano di Diano Marina.

Rio Rodine

Il bacino idrografico del rio Rodine è il minore dell'intero "Ambito n. 7" e ha una superficie di 0,32 km², sviluppandosi da quota 0 a quota 175,0 m slm; il suo perimetro misura 3,05 km di cui 0,30 km sono rappresentati dal tratto costiero. L'area del bacino ricade all'interno dei comuni di Diano Castello, Diano Marina e S.Bartolomeo al Mare e la lunghezza dell'asta principale misura poco più di 1,5 km. Il rio non ha affluenti degni di rilievo e si sviluppa, nel tratto a monte dell'autostrada, in territorio disabitato, nel tratto tra lo svincolo autostradale e la sede ferroviaria, in terreni coltivati e nel tratto a valle della ferrovia fino alla foce, all'interno del tessuto urbano dei Comuni di Diano Marina e San Bartolomeo al Mare (dei quali rappresenta il confine comunale).

Rio della Madonna (o Vallovaira)

Il bacino idrografico del rio Madonna ha una superficie di 1,03 km² e si sviluppa da quota 0 a quota 221,3 m slm; il suo perimetro misura 4,99 km di cui 0,50 km sono rappresentati dal tratto costiero. L'area del bacino ricade interamente all'interno del comune di S.Bartolomeo al Mare e la lunghezza dell'asta principale misura circa 2,1 km.

Il rio ha un unico affluente nel versante sinistro del bacino (" rio delle Cappelle ").

Rio Bondai

Il bacino idrografico del rio Bondai ha una superficie di 0,91 km² e si sviluppa da quota 0 a quota 351,0; il suo perimetro misura 5,4 km di cui 0,23 km sono rappresentati dal tratto costiero.

L'area del bacino ricade all'interno del comune di Cervo e la lunghezza dell'asta principale misura circa 2,1 km.

E' costituito da un unico ramo principale con affluenti posti principalmente in sponda sinistra di scarso interesse pratico.

Le sorgenti sono ubicate alle pendici del colle di Cervo e, nel suo tratto terminale il rio attraversa il quartiere nuovo dell'abitato di Cervo.

Rio Schenassi

Il bacino idrografico del rio ha una superficie di 0,84 km² e si sviluppa da quota 0 a quota 323,8; il suo perimetro misura 4,3 km di cui 0,40 km sono rappresentati dal tratto costiero.

L'area del bacino ricade all'interno del comune di Cervo e la lunghezza dell'asta principale misura circa 3,6 km.

Le sorgenti sono ubicate alle pendici del colle di Cervo ed ha un unico affluente significativo in sponda sinistra costituito dal rio Luvo.

Zone Ovest e Est

A levante e a ponente dell'intero ambito di bacino n. 7 si rilevano due aree direttamente scolanti in mare, caratterizzate da conpluvi più o meno naturali.

Le superfici di tali aree misurano:

area est 0,98 km² (comune di Cervo)

area ovest 1,26 km² (comune di Diano Marina).

Tali zone sono costituite dai promontori rocciosi di Capo Berta e Capo Mimosa-Capo Cervo e gli impluvi presenti sono di natura torrentizia, con elevatissime pendenze ed alvei scavati in roccia.

2.1.3 Profilo storico delle aree insediate

L'ambito in oggetto è caratterizzato da un significativo sviluppo storico che fa di questa zona un'area già abitata prima della colonizzazione romana avvenuta nel 200 a.c.

L'introduzione della coltivazione dell'olivo e la sistemazione a terrazze del territorio rappresentano l'intervento antropico più significativo dell'intera area retrostante la costa.

Quest'ultima, scarsamente urbanizzata fino agli inizi di questo secolo, ha visto un progressivo sviluppo dovuto all'incremento del settore turistico-ricettivo che fanno del dianese una delle zone con il più alto rapporto fra abitanti fluttuanti e residenti.

Si riportano nel seguito alcuni cenni storici dei comuni costituenti l'ambito in oggetto.

Diano Marina

I primi abitanti della zona di cui si ha notizia sono gli appartenenti alle tribù dei liguri ingauni, che si installarono nella zona costiera limitrofa a Capo Berta.

Intorno al 200 a.C. i Romani, estendendo i loro domini anche alla riviera ligure, instaurarono una salda dominazione e costituirono un posto di tappa anche a Diano Marina, allora chiamata Lucus Bormani.

Reperti dell'epoca romanica sono stati rinvenuti durante gli scavi nella zona del campo sportivo e provano l'esistenza di costruzioni formanti un agglomerato urbano.

Diano Marina subì, nel medio evo, le incursioni dei pirati Saraceni che compivano disastrose razzie nel mare Ligure, costringendo gli abitanti a rifugiarsi nell'entroterra e sulle circostanti colline. Sorse in quell'epoca il "castrum" di Diano Castello che sovrasta la piana e riuniva in luogo difendibile la popolazione nel caso di scorrerie piratesche.

Intorno al 1000 d.C. e nei primi decenni seguenti, quando i frati Benedettini provenienti dal Piemonte, apportarono un nuovo impulso all'agricoltura ed introducendo anche nel dianese la coltivazione dell'ulivo, il territorio divenne feudo dei marchesi di Clavesana, e solo nel 1077 si affrancò eleggendo la Comunità di Diano a libero Comune.

Prosperò in questo periodo il commercio marittimo dell'olio nella zona per il favorito approdo delle navi nella rada di Diano e quando la città, nel 1275, stipulò una definitiva e duratura alleanza con Genova, i traffici marittimi ne furono agevolati maggiormente, apportando alla comunità nuovo benessere economico.

In seguito Diano Marina entrò a far parte del Regno dei Savoia ed in quegli anni ha inizio la costruzione di un porto, che l'allora ministro della casa Sabauda conte Camillo Benso di Cavour, vagheggiò quale porto militare del Regno di Sardegna (Molo Cavour i cui resti sono ancora ben visibili).

Nel 1887, il disastroso terremoto che distrusse molte località del ponente, colpì con funeste conseguenze anche Diano Marina, abbattendo l'antico abitato e causando alcune vittime.

La ricostruzione progettata dall'ing. G.Pisani diede a Diano Marina l'attuale aspetto di città prevalentemente turistica.

Cervo

Cervo è costituito da un centro storico che conserva le caratteristiche degli antichi borghi liguri medioevali.

I suoi abitanti dovettero sostenere numerose lotte per difendersi dalle aggressioni provenienti dal mare; in epoca preromana il centro divenne covo di corsari e in seguito preda di frequenti incursioni da parte dei popoli nord africani.

Nel '789 Carlo Magno trasformò le stazioni di sosta in ricoveri gratuiti per viandanti poveri; nel X° secolo le invasioni piratesche si moltiplicarono e da qui la necessità di costruire le case in alto, entro le mura dei castelli.

Intorno all'anno 1000 anche Cervo divenne rocca e feudo dei Marchesi Clavesana. Nel 1172 la popolazione di Diano si affrancò dal dominio dei Clavesana ottenendo sotto la sua giurisdizione, il territorio di Cervo.

Nel 1204, il feudo giurò fedeltà alla Repubblica di Genova e si inserì nelle sue vicende storiche sino al 1797, anno in cui si proclamò la Repubblica Ligure, per volere di Napoleone Bonaparte.

Successivamente il Comune di Cervo segue le vicende del Regno Sabauda e quindi della storia d'Italia.

San Bartolomeo al Mare

San Bartolomeo al mare nell'immediato dopoguerra era una breve piana coltivata a orti, chiamata San Bartolomeo del Cervo. Quando gli orti si trasformarono in alberghi, pensioni, ristoranti, locali notturni, complessi residenziali, impianti sportivi ed il turismo prese il sopravvento, San Bartolomeo del Cervo divenne San Bartolomeo al Mare.

I ricordi del passato e le vicende storiche si indentificano con quelle di Diano Castello.

Diano Castello

L'antico borgo di Diano Castello sorse nel decimo secolo, allorché le scorrerie dei Saraceni costrinsero gli abitanti della costa e delle vallate a cercare rifugio su di una altura fortificabile.

Posto su di una collina che domina la vallata, edificato con intenti difensivi ed in seguito, aumentato considerevolmente il numero degli abitanti, divenuto feudo importante dei marchesi di Clavesana, il paese fu da essi governato sino alla metà del XII secolo.

Più tardi ceduto alla Repubblica di Genova, rimase sotto la giurisdizione politico-militare di questa, organizzandosi come libero comune con propria amministrazione e promulgando (nel 1363) i "Capitula Communitatis", ovvero gli statuti che contengono le norme giuridiche per l'amministrazione comunale.

Tale situazione politica e giuridica durò per vari secoli, consentendo a Diano Castello una posizione di predominio sulla vallata.

Dai documenti dell'epoca si ha notizia che nel XVI secolo la valle di Diano Castello era conosciuta per la bontà e la quantità d'olio prodotta, che raggiungeva i ventimila barili all'anno.

Oggi Diano Castello conserva i resti che il terremoto del 1887 ha lasciato dopo i crolli causati all'epoca e gli abbattimenti compiuti dall'uomo delle parti pericolanti.

Rimangono tracce delle antiche mura, la torre circolare dell'XI secolo, una caratteristica strada medioevale che porta salendo alla sommità del colle ove sorge l'antico castello che appartenne ai marchesi Clavesana ed in via delle Torri, che conserva i resti delle mura di cinta, un torrione quadrangolare del XII secolo.

L'economia del Comune è tuttora prevalentemente agricola, basata sui prodotti ortofrutticoli e sulla coltivazione dell'ulivo, particolarmente diffusa.

Diano San Pietro

Antichissimo borgo, centro religioso e battesimale, della valle, perse la sua posizione privilegiata nel XIII secolo quando il Vescovo di Albenga, Adalberto, su richiesta dei Marchesi di Clavesana, trasferì alla Chiesa di San Nicolò, a Diano Castello, tutti i "privilegi" di Diano San Pietro.

Diano Arentino

Diano Arentino sorse nel primo medioevo e si estese nella più vasta pianura della provincia di Imperia; l'intero territorio iniziò però ad essere coltivato in epoca romana, e si costruirono in quei tempi i primi abitati del centro rurale.

Nel periodo medievale le "fasce" o terrazze, persero l'aspetto primitivo e selvaggio, grazie alle attente cure della popolazione e alla crescita dell'olivo.

Diano Arentino fu possesso dei Marchesi di Clavesana nel XII secolo ma raggiunse ben presto l'indipendenza entrando nella "Communitas Diani", una libera comunità i cui statuti regolavano la vita degli abitanti di tutti i borghi della valle di Diano.

Villa Faraldi

Villa Faraldi e le sue frazioni sono borghi di origine medievale. Questi borghi erano compresi nei possedimenti del Comune di Albenga, ma passarono in seguito sotto il dominio di Genova, e seguirono le sorti di Cervo sino al 1798, quando Villa Faraldi venne eletta Comune autonomo.

Questo breve inquadramento vuole evidenziare come l'area in oggetto abbia sostanzialmente subito una profonda alterazione del suo assetto, concentrata soprattutto nell'immediato dopoguerra, con lo sviluppo dell'attività turistica che ha trasformato la fascia costiera in un tessuto urbanizzato continuo.

Tale trasformazione ha generato due particolari aspetti significativi ai fini del presente studio: il totale irrigidimento della costa e la strozzatura dei tratti terminali dei corsi d'acqua minori.

Tali effetti sono le cause principali dei problemi idraulici e marittimi che richiedono attente valutazioni e ricerche di soluzioni in grado di eliminare situazioni idrogeologicamente critiche garantendo al tempo stesso, per quanto possibile, il mantenimento delle infrastrutture insediative.

Inoltre occorre registrare il progressivo abbandono del territorio, che ha provocato il deterioramento dei muri di contenimento dei "terrazzi", la trasformazione delle vecchie difese per le acque di pioggia in strade cementate (o comunque impermeabili) ed un generalizzato aumento di degrado territoriale a cui non ha corrisposto una solerte manutenzione.

Tali situazioni hanno determinato l'attuale condizione dell'intero ambito di studio, meglio illustrate nei paragrafi specifici.

2.2 SPECIFICA TECNICA DELLE ATTIVITA'

2.2.1 Assetto geologico

2.2.1.1 Stratigrafia

L'area in esame, compresa tra il Capo Cervo ed il Capo Berta, appartiene alla falda dei Flysch ad Elmintoidi delle Alpi Liguri Occidentali e in sottordine all'unità tettonica del Flysch di Sanremo-Monte Saccarello.

La falda dei Flysch ad Elmintoidi nel suo bordo occidentale è accavallata sopra la zona delfinese - provenzale, con l'interposizione degli "schistes à blocs", mentre ad Est è sovrapposta alle unità "prepiemontesi" e al Brianzonese ligure (Vanossi *et Alii*, 1984).

Appartengono anche alla falda altre due unità tettoniche torbiditiche: U. di Moglio-Testico e U. di Borghetto d'Arroscia-Alassio.

All'interno dell'unità tettonica del **Flysch di Sanremo-Monte Saccarello** si distinguono dal basso:

- un "complesso di base" pelitico denominato "**Formazione di S. Bartolomeo**" (in carta "**asSBA**") indicato con la sigla "ps" nella Carta Geologica Italiana del Franchi, mentre gli Autori francesi parlano di "*sériè du complexe de base*". E' formato da torbiditi sottili e da emipelagiti varicolori tipiche di piana bacinale a basso tasso di accumulo (Sagri, 1980), generalmente non calcaree nella parte inferiore, variamente pigmentate e rese lucenti da spalmature di ossidi di Fe e Mn; verso il tetto esse possono presentare vivaci colorazioni rosso vinacee e verdine e possono contenere sottili strati di arenarie quarzose, a queste seguono torbiditi e emipelagiti calcaree;
- un corpo arenaceo denominato "**Arenarie di Bordighera**" (in carta "**arBOR**") identificato dalla sigla "Ha" nella Carta Geologica Italiana del Franchi e corrispondente alla "*sériè à dominante grèseuse*" degli autori francesi, che costituisce una grossa lente arenaceo-conglomeratica. E' il deposito di una conoide sottomarina (Sagri, 1984) a "bassa efficienza di trasporto" (Mutti, 1979), che affiora per una lunghezza di 50 km ed una larghezza di 15 km inserita tra i depositi di pianura sottomarina rappresentati dalla Formazione di San Bartolomeo e dal Flysch di Sanremo. Le Arenarie di Bordighera, da un punto di vista mineralogico, sono grovacche feldspatiche con alte percentuali di quarzo e minori di feldspati e miche a cemento calcitico, più o meno ricristallizzato; i frammenti detritici hanno forme poco arrotondate, che testimoniano la scarsa maturità del sedimento;
- il "**Flysch di Sanremo**" (in carta "**cmELM**" e "**maELM**") è costituito prevalentemente da torbiditi marnoso-arenacee generalmente in strati spessi. Il Franchi, seguendo gli autori francesi, distingue una litozona "H2", denominata sulla Carta Geologica maELM (corrispondente alla "*sériè à dominante merneuse*" e al "complesso a, flysch arenaceo-marnoso-argilloso" di Boni & Vanossi), sormontante i tipi litologici indicati con la sigla "H1", denominata sulla Carta Geologica cmELM, ("*sériè à dominante calcaire*");

Le formazioni citate rappresentano, in generale, il prodotto di depositi torbiditici all'interno di un bacino marino di sedimentazione profonda, rappresentato dall'oceano piemontese-ligure impostatosi e sviluppatosi nel Giurassico tra il continente paleoeuropeo e quello insubrico, nell'ambito dell'evoluzione preorogenetica alpina.

Al Cretaceo inferiore è ricollegabile l'arresto dell'espansione oceanica e l'inversione del movimento tra i due paleocontinenti da distensivo a compressivo con il conseguente inizio dell'orogenesi alpina (Vanossi *et Alii* 1984).

Durante tale processo di chiusura dell'oceano ligure-piemontese la detrizione di rilievi in corso di emersione rapida, dà luogo alla deposizione delle unità flyschoidi, a partire dal Cretaceo sup. (Cenomaniano superiore-Paleocene).

La collocazione paleogeografica di tali unità è ancor oggi oggetto di discussione (Elter & Pertusati, 1973; Vanossi, 1980; Vanossi *et Alii*, 1984; Sagri, 1980; Abbate e Sagri, 1982; Galbiati, 1984), essendo mal definita l'ubicazione delle zone di eliminazione crostale ed il senso di immersione dei piani di subduzione durante le prime fasi di chiusura dell'oceano (Scholle, 1970; Vanossi, 1980; Boccaletti *et Alii*, 1980; Abbate & Sagri, 1982; Vanossi *et Alii*, 1984; Marini, 1984), oltre che la datazione di alcune unità torbiditiche della Liguria occidentale (Galbiati, 1984).

Ciò nonostante la notevole somiglianza del Flysch di Sanremo con le coeve formazioni dell'Antola e dell'Albirola, che affiorano nell'Appennino settentrionale ed in modo particolare nel genovesato (Boni & Vanossi, 1960; Parea, 1965; Vanossi, 1965; Abbate & Sagri, 1967; Sagri, 1980), suggerisce che le aree di deposizione del Flysch di Sanremo e delle formazioni dell'Antola e dell'Albirola fossero contigue ed occupassero uno stesso bacino situato nella zona di passaggio fra il dominio a destinazione alpina ed appenninica.

Nella formazione del Flysch di Sanremo sono stati riconosciuti quattro litotipi predominati rappresentati da:

a) **arenarie calcaree, arenarie e siltiti**, che presentano ben sviluppati gli intervalli della sequenza BOUMA. Sono di colore grigio scuro, alterate in bruno o giallo rossastro;

b) **marne siltose** grigie alterate in grigio o giallo chiaro, contenenti il 15-50% di CaCO₃. Rappresentano l'intervallo pelitico (intervallo e) di strati torbiditici marnoso-arenacei. I materiali carbonatici sono prevalentemente costituiti da fanghi calcarei interbacinali;

c) **calcilutiti** contenenti il 50-70% di CaCO₃, di colore giallo avana alterate in giallo oca. Si tratta di fanghi calcarei pelagici risedimentati che costituiscono strati nei quali è presente solo l'intervallo e.

d) **argilliti** pelagiche verdi e grigie contenenti bassi tenori di CaCO₃ (0-5%) che costituiscono l'intervallo f (Hesse, 1975) al tetto degli strati torbiditici.

Nel Flysch di Sanremo questi quattro litotipi danno luogo, secondo Sagri, a tre tipi di strati che presentano le seguenti caratteristiche:

- **sequenza I° Tipo**: consta di grandi banchi (1 - 10 m) di torbiditi marnose con alla base una porzione di arenarie calcaree costituenti circa 1/4 dell'intero strato. Le marne, in genere massicce a o frattura conoide, passano rapidamente, ma con gradualità ad un sottile livello (2-5 cm) di argilliti pelagiche verdi o grigie. La porzione terminale del livello marnoso è molto spesso intensamente bioturbata. Le arenarie calcaree presentano ben sviluppati gli intervalli di BOUMA bcd o cd, con il c molto evidente. Negli strati più spessi si osserva frequentemente, nella porzione basale, la ripetizione degli intervalli b e c. Il rapporto sabbia/pelite è sempre inferiore ad 1. Questi strati sono ascrivibili alla facies D2 di MUTTI & RICCI LUCCHI (1975) e più precisamente alle "megatorbiditi" a grana fine di piana bacinale (Mutti *et Alii*, 1984).

- **sequenza II° Tipo**: si tratta di strati spessi 5-100 cm di calcilutiti passanti verso l'alto, con contatto netto, ad un sottile livello di pelagiti argillose. Talvolta, alla base dello strato, si nota un sottile livello (1 - 5 mm) di arenarie calcaree molto fini con laminazione piano - parallela (intervallo d). Questi strati calcilutitici rappresentano la facies di D3 di MUTTI & RICCI LUCCHI.

- **sequenza III° Tipo**: è rappresentato da strati torbiditici medio-sottili (5 - 50 cm) di arenarie fini, contenenti bassi tenori di CaCO₃, passanti verso l'alto a siltiti e argilliti siltose che sfumano gradatamente nelle argilliti pelagiche. La porzione arenacea presenta sempre bene evidenti gli intervalli BOUMA c,d con il c molto sviluppato. Questi strati con rapporto sabbia/pelite inferiore a 1 corrispondono alla facies D2 di MUTTI & RICCI LUCCHI.

La composizione litologica dei tre tipi di strati che costituiscono il Flysch di Sanremo, è stata controllata dalla provenienza dei materiali e dai meccanismi di deposizione.

Gli strati del **I tipo** (strati marnoso-arenacei molto spessi) rappresentano il deposito distale di grosse correnti torbide di materiali terrigeni estrabacinali che rimobilizzavano ed inglobavano, durante il loro percorso, grandi quantità di fanghi calcarei intrabacinali, sia lungo la scarpata che nelle aree più prossimali della piana sottomarina.

Gli strati torbiditici del **II tipo** sono costituiti invece solo da fanghi carbonatici intrabacinali, franati da zone di alto o dai fianchi del bacino.

Gli strati del **III tipo**, infine, rappresentano torbide di materiali terrigeni estrabacinali poco dense e di modeste dimensioni, tali da non essere in grado di rimobilizzare ed inglobare materiali carbonatici intrabacinali.

I tre tipi di strati descritti rappresentano facies tipiche di piana bacinale.

Le percentuali dei litotipi, come pure le percentuali dei tre tipi di strati descritti, sono molto variabili nel Flysch di Sanremo, sia in senso verticale sia lateralmente, permettendo così, secondo Sagri, la distinzione in quattro membri che presentano litofacies distinte (Fig. 6 a; 6 b da Sagri, 1984):

Litofacies A (Capo Mele): tipica della porzione basale e prossimale, è caratterizzata da una netta prevalenza di marne ed arenarie calcaree costituenti spessi strati torbiditici del I tipo. Questi banchi sono frequentemente organizzati in sequenze positive (diminuzione dello spessore verso l'alto), spesse 10-30 m, con la porzione terminale costituita da calcilutiti (strati del II tipo). Molto scarsi gli strati arenaceo-argillitici del III tipo. Questa litofacies passa verso la zona distale e superiormente alla litofacies B.

Litofacies B (Villa Faraldi): anche in questa litofacies prevalgono le marne e le arenarie calcaree costituenti strati del I tipo. Questi hanno però spessori inferiori (1-5 m) rispetto alla litofacies A. Abbastanza rappresentate anche le calcilutiti (strati del II tipo) e le torbide arenaceo-argillitiche (III tipo). Sono presenti talvolta sequenze negative (aumento di spessore verso l'alto), spesse 5- 10 m, costituite da strati calcilutitici alla base che passano in alto a strati marnoso-arenacei del I tipo. Questa litofacies è tipica della zona distale alla base del Flysch di Sanremo e si osserva inoltre con spessori ridotti al tetto della litofacies A nella zona prossimale.

Litofacies C (S.Michele): costituisce la porzione intermedia del Flysch di Sanremo ed è caratterizzata da pacchi di strati arenaceo-argillitici (III tipo) e da strati calcilutitici (II tipo) nei quali si intercalano ad intervalli regolari (ogni 10-15 m) megatorbiti marnoso-arenacei (I tipo) spesse 5-7 m, che conferiscono alla successione una tipica ritmicità ("megaritmici" di Abbate & Sagri, 1967).

Litofacies D (San Lorenzo al Mare): è una litofacies già distinta nella Carta Geologica d'Italia con la sigla H2 e come "complesso a Flysch arenaceo -marnoso - argilloso" (Boni & Vanossi, 1960). In questa

prevalgono nettamente gli strati arenaceo - argillitici (III tipo) con intercalate calcilutiti (II tipo) e rari strati marnoso - arenacei spessi al massimo 1 -2 m. Questa litofacies costituisce il tetto del Flysch di Sanremo.

Riassumendo si può dire che:

- l'associazione delle facies nel Flysch di Sanremo indica un ambiente di deposizione tipico di una piana di bacino ad alto tasso di accumulo, ubicata al di sotto del limite di compensazione dei carbonati;
- lo spessore notevole di molti strati (*I tipo*) e la presenza di ripetizioni degli intervalli BOUMA nella porzione arenacea basale dei banchi più potenti, suggeriscono che il bacino di deposizione era costituito da una fossa ristretta, dove le torbide erano confinate e subivano frequenti "rimbalzamenti" nei fianchi della fossa stessa (Rupke, 1976; Hiscott & Pickering, 1984);
- la notevole abbondanza di "megatorbiditi" può indicare inoltre una intensa attività tettonica (Mutti *et Alii*, 1984), presente nel bacino e nelle aree immediatamente adiacenti, durante la deposizione del Flysch di Sanremo, attività tettonica strettamente connessa con la formazione e l'evoluzione del bacino di deposizione ubicato probabilmente in corrispondenza di una zona di convergenza (Abbate & Sagri, 1982).

In discordanza sulla formazione flyschoida affiorano i **lembi pliocenici** (in carta "cgCMV" e "aORV") con una litologia essenzialmente schematizzabile nel seguente modo:

Le sabbie a granulometria media-fine, grigie, piuttosto compatte, senza stratificazione apparente, e prive di fossili, sono eteropiche alle argille sia nella loro parte basale, quando queste ultime poggiano direttamente sul substrato, sia in quella sommitale, quando esse sono soggiacenti ai depositi conglomeratici.

Le argille si presentano nel complesso di colore grigio-azzurro, molto dilavate in superficie, mal stratificate e con potenza che si aggira da qualche centimetro a diverse decine di metri. Quando le argille poggiano direttamente sul substrato sono, verso la base, più sfatte, marnose, con relativamente cospicuo contenuto in sabbie, indicante la trasgressione pliocenica. Al contatto con i conglomerati assumono generalmente una colorazione giallastra, diventano più sabbiose e, talvolta, anche un pò ghiaiose. Lo studio granulometrico e mineralogico condotto sui due tipi di argilla (quella azzurra e quella gialla) ha mostrato una perfetta identità degli elementi e della struttura (Perriaux, 1957), oltre che della microfauna (Boni e Peloso, 1973). La differenza di colorazione sarebbe dovuta a un fenomeno di alterazione superficiale (lavaggio e decalcificazione, con spostamento della colorazione al giallo), dovuta alle acque di percolazione, e quindi il limite della colorazione è anche un limite freatico. I depositi argillosi possono essere eteropici con i conglomerati, trovandosi in parte a letto e in parte intercalati a questi ultimi.

I conglomerati, considerati nel loro complesso, sono costituiti da ciottoli per lo più arrotondati, di dimensioni variabili, con netta prevalenza di quelle medie, generalmente di natura flyschoida, cementati da sabbie e marne, con intercalazioni argillose ed arenacee in sottordine.

La potenza dei depositi conglomeratici è estremamente variabile e dipende, in massima parte, dall'erosione avvenuta in epoca posteriore alla deposizione dei conglomerati stessi.

Poichè esistono vaste zone nelle quali almeno una parte delle argille appare eteropica dei conglomerati, anche questi saranno ascrivibili al Pliocene inferiore, almeno per la parte eteropica. Mancano elementi paleontologici certi per datare la parte superiore dei depositi a facies clastica più grossolana.

In dettaglio vengono di seguito analizzate le caratteristiche litologiche e stratigrafiche dei singoli lembi.

Lembo di Diano Castello

Si tratta di una striscia di sedimenti orientata NNW-SSE, lunga circa 3 km. E larga, nella zona di massima estensione, circa 500 m., che si stacca dalle alluvioni quaternarie fluvio-marine sulle quali giace l'abitato di Diano marina, trasgredisce sui terreni del Flysch ad Helminoidi, interessa tutto il colle sul quale è stato edificato Diano Castello e si spinge, verso Nord, fino alla quota di 197 metri s.l.m. nei pressi della Cappella di San Sebastiano, lungo la carrozzabile che porta a Diano Arentino e Diano Borrello.

I terreni sono prevalentemente sabbiosi e sabbioso-marnosi, ricchi di fossili; le sabbie sono localmente cementate e presentano piccoli ciottoli e numerosi gusci di macrofossili (in genere Pettinidi).

Localmente si rinvengono, alla base della serie, passate di conglomerati, con depositi più estesi lungo il fianco occidentale del lembo nell'area compresa tra il margine settentrionale e la mulattiera che dal paese di Diano Castello scende verso Villa Novaro nella valle del rio Varcavello.

All'estremità meridionale il deposito pliocenico è costituito essenzialmente da marne azzurre che, localmente, affiorano anche lungo il versante orientale sotto il Convento.

In prossimità dell'abitato di Diano Marina i depositi pliocenici sono ricoperti dalle alluvioni del Rio Varcavello e del Torrente San Pietro.

Per quanto attiene alle caratteristiche stratigrafiche, vi è da notare che, mentre l'immersione è per lo più costante verso SSE, l'inclinazione è soggetta a delle variazioni. Infatti è massima alla periferia sud di Diano Castello ove raggiunge i 25°-30° all'altezza delle due curve a gomito della strada provinciale, mentre alle estremità settentrionale e meridionale del lembo essa si mantiene attorno a valori medi di 10°-12° ed anche meno, tanto che a Nord di Diano Castello si nota affiorare dalla copertura pliocenica il substrato flyschoida.

Il margine orientale del lembo pliocenico presenta una morfologia tormentata in quanto è stato interessato da numerosi fenomeni di franamento e di scivolamento. Tali fenomeni sono imputabili, in primo luogo, al substrato flyschoidale il quale, pur con numerose variazioni locali, è caratterizzato da una immersione prevalentemente a franappoggio che facilita lo slittamento dei terreni pliocenici sovrastanti. In secondo luogo, la suddetta predisposizione al franamento è stata accentuata dai fenomeni tettonici post-deposizionali che hanno portato al sollevamento dei depositi pliocenici. Nel caso in esame tali movimenti hanno agito con particolare intensità nella parte centro settentrionale del lembo in oggetto, determinando l'instaurarsi di due faglie, una a Nord e l'altra a Sud dell'abitato di Diano Castello. Dette faglie hanno scisso in tre parti il lembo pliocenico e determinato un maggiore innalzamento del blocco centrale rispetto agli altri due. Esse sono subverticali ed hanno, la prima andamento all'incirca NNE-SSW, la seconda NE-SW. Alla loro presenza sono da imputarsi, con tutta probabilità, sia le variazioni di inclinazione dei depositi pliocenici precedentemente descritte, sia il determinarsi di un'area di instabilità attiva anche in tempi storici.

Il fenomeno più macroscopico legato a tale situazione è individuabile nel distacco di una grossa porzione di materiale pliocenico (e forse in parte del substrato) dal versante Est del colle di Diano Castello: materiale che è franato nella valle del T. San Pietro ed è attualmente ricoperto dalle alluvioni di quest'ultimo.

Il materiale franato a valle sembra, a sua volta, aver determinato una variazione del corso del T. San Pietro il quale, in corrispondenza della frana, è costretto, senz'altro motivo apparente, a descrivere una larga curva verso Est.

Per quanto riguarda i reperti microfaunistici, si sono rinvenute forme indicative del Pliocene Inferiore basale

Lembo di Poiolo

Per quanto l'affioramento possa sembrare la continuazione del lembo di Pairola, dal quale è attualmente diviso dall'incisione del rio San Bartolomeo, vi è una notevole differenziazione tra i litotipi che costituiscono i due lembi, ma anche le caratteristiche geometriche sono assai diverse.

Infatti il deposito di Poiolo è costituito essenzialmente da marne argillose azzurre e biancastre assai plastiche, nelle quali sono molto rari i reperti macropaleontologici.

La potenza del deposito è dell'ordine massimo di una quarantina di metri; localmente, al di sopra dei sedimenti pelitici, si rinviene uno strato sabbioso e sabbio-marnoso misto a calcare concrezionato, che può raggiungere al massimo la potenza di 4-5 metri.

Le caratteristiche stratimetriche non sono facilmente risolvibili in quanto scavi artificiali ed acque dilavanti hanno alterato e nascosto l'originaria giacitura che parrebbe essere: inclinazione piuttosto elevata (talora fino a 30°) ed immersione decisamente verso Sud con qualche locale spostamento di pochi gradi verso Est.

La notevole inclinazione che caratterizza il deposito di Poiolo è stata confermata anche da sondaggi, sia geognostici che per pozzi d'acqua, effettuati nella piana alluvionale a Sud del deposito stesso. Le trivellazioni hanno incontrato, dopo circa una quindicina di metri di depositi quaternari, le marne argillose del lembo di Poiolo, attraversandole per una potenza di oltre cento metri in prossimità della linea di costa.

Vi è infine da segnalare che l'attuale andamento del limite del lembo in esame, specialmente lungo il margine di NW e lungo quello settentrionale, non rispecchierebbe quello originario, in quanto, assai spesso, il materiale pliocenico è stato del tutto asportato, mettendo praticamente a nudo il substrato flyschoidale.

Lembo di Parola

E' particolarmente interessante in quanto nei terreni che lo costituiscono sono state rinvenute tutte le varie subzone stratigrafiche che caratterizzano il Pliocene Inferiore. Siano quindi in presenza di uno dei rarissimi affioramenti nei quali è possibile osservare una completa evoluzione sia bio che litostratigrafica del ciclo pliocenico.

L'evoluzione dei litotipi, ricostruibile seguendo l'affioramento da N verso S, è la seguente: alla base si osservano alternanze di banconi conglomeratici (a pezzatura per lo più medio-piccola, costituita da elementi flyschoidali del substrato e potenti da pochi decimetri ad un paio di metri) e di strati sabbiosi a grana piuttosto grossolana, ai quali sono intercalati livelli di breccioline cementate da macrofossili (perlopiù Pettinidi ed Ostree). Questi ultimi livelli ben presto diventano l'elemento predominante fino ad identificarsi con la totalità della sedimentazione all'altezza dell'abitato di Pairola, dove il deposito pliocenico è formato quasi esclusivamente dai gusci dei suddetti molluschi impastati con arenarie tenacissime.

Spostandoci verso i termini stratigraficamente superiori le breccioline fossilifere scompaiono piuttosto rapidamente e la sedimentazione evolve verso sabbie variamente marnose con intercalazioni arenacee compatte e livelli conglomeratici ad andamento lentiforme, anch'essi piuttosto compatti.

Proseguendo nell'osservazione si nota una rarefazione e quindi la scomparsa dei conglomerati, mentre si passa da sabbie marnose a marne sempre più pure.

Infine, a tetto della serie, il litotipo predominante è costituito da argille azzurrognole variabilmente marnose, in genere piuttosto plastiche, con intercalazioni arenacee di piccola potenza.

Il lembo in esame è interessante oltre che per la varietà dei caratteri litologici, anche per le sue caratteristiche stratimetriche che ci riconducono a considerazioni sulla tettonica post-deposizionale. Infatti, mentre nell'area compresa tra il limite settentrionale dell'affioramento ed il vecchio cimitero abbandonato di Pairola, le caratteristiche geometriche degli strati sono: inclinazione 8°-12° con immersione S 10°-15° E; nella zona centrale del lembo l'inclinazione aumenta fino a raggiungere i 20°-25° e l'immersione è decisamente verso SE; infine, nella parte meridionale del deposito pliocenico, mentre l'immersione si mantiene verso SE, l'inclinazione si riduce a circa 10°.

Queste variazioni delle caratteristiche stratimetriche sembrano essere legate alla presenza di un disturbo tettonico che ha interessato la parte centro-meridionale del lembo in esame. Tale disturbo è evidenziato dalla presenza di due faglie, sub-verticali ed orientate entrambe all'incirca NE-SW, rilevabili immediatamente a S del vecchio cimitero di Pairola, lungo il versante occidentale dell'affioramento.

Purtroppo l'osservazione del loro proseguimento, sia verso SW che verso NE, è resa assai problematica dall'intenso terrazzamento operato dall'uomo per la coltivazione degli ulivi.

Come già accennato nel lembo di Pairola si possono distintamente riconoscere le varie fasi evolutive delle biozone microfaunistiche caratteristiche del Pliocene Inferiore. La frequenza di forme appartenenti al genere *Sphaeroidinellopsis* ed il loro stato di conservazione permettono di attribuire i sedimenti, dai quali provengono i suddetti campioni, ai livelli basali del Pliocene Inferiore.

L'importanza dei sedimenti pliocenici risiede non tanto nella loro estensione areale, assai limitata, ma come segni evidenti di attività tettonica recente (Neotettonica), come meglio verrà esposto nel seguito.

2.2.1.2 Elementi di tettonica

Le unità flyschoidi della Liguria Occidentale hanno preso parte, dal Cretaceo Superiore al Miocene Inferiore, alle varie fasi dell'orogenesi alpina, strutturandosi secondo una modellistica di tipo essenzialmente duttile (pieghe), mentre successivamente, nel Plio-Quaternario, hanno rappresentato la sede di deformazioni di natura fragile.

Durante l'orogenesi alpina è possibile associare alle unità flyschoidi il seguente schema evolutivo tectogenetico (Vanossi *et Alii* - 1984):

- Cretaceo Superiore: mentre i due paleocontinenti si avvicinavano avviene la deposizione dei Flysch ad Elmintoidi.
- Eocene inferiore - medio: prosegue l'avvicinamento mentre si sviluppano contemporaneamente deformazioni e sovrapposizioni intrabacinali delle unità flyschoidi;
- Eocene medio - superiore: avviene la collisione continentale e il conseguente progressivo impilamento, con sovrascorrimenti e trasferimenti verso l'esterno della catena alpina delle unità flyschoidi;
- Eocene terminale: sottoscorrimento e successivo incastro del margine insubrico entro quello europeo, che determina dapprima ulteriori trasferimenti verso l'esterno delle unità flyschoidi sradicate, poi la retroflessione delle strutture avanvergenti.
- Miocene inferiore: rotazione sinistra, connessa con l'apertura del Mar Ligure, dell'insieme delle Alpi Liguri e conseguenti deformazioni a direzione grossolanamente appenninica (N-S).

Risulta evidente che, nell'ambito di tale schema, le unità di flyschoidi hanno subito il "trasporto o traslazione d'insieme" della loro massa rocciosa, dall'interno all'esterno della catena alpina e una "deformazione interna" dalla massa stessa che si manifesta con cambiamenti di forma e disposizioni reciproche degli elementi costitutivi (es: strati originariamente orizzontali, ora piegati).

Il "trasporto o traslazione d'insieme" delle unità flyschoidi è ricollegabile ad un modello a "falde di ricoprimento" che prevede, in clima di stress tettonici compressivi, masse scollate dal substrato e sovrascorse le une sulle altre; lo scollamento si verifica a livello di una formazione geologica a comportamento più plastico che funge anche da "lubrificante" nelle fasi di accavallamento.

Nel nostro caso le unità flyschoidi più interne alla catena sono sovrascorse progressivamente su quelle originariamente più esterne; nella fattispecie il Flysch di Sanremo - Monte Saccarello, sottoposto a spinte tettoniche, si è scollato al livello del "complesso di base" (formazione pelitica di S. Bartolomeo) ed è traslato verso l'esterno sovrascorrendo le altre unità flyschoidi, mantenendo quindi una posizione superficiale nell'edificio alpino che andava strutturandosi.

Contemporaneamente alla traslazione, il Flysch di Sanremo - Monte Saccarello ha subito una "deformazione interna" i cui meccanismi e tipi di strutture derivati sono funzione diretta della profondità o livelli strutturali a cui si sono realizzate, e in definitiva dalla pressione litostatica e della temperatura a quella profondità.

Avendo cioè il Flysch di Sanremo - Monte Saccarello mantenuto, durante l'orogenesi alpina, una posizione superficiale nell'edificio a falde, esso si è strutturato con caratteri tipici di un "livello strutturale

superficiale" con valori minimi, geologicamente parlando, della pressione litostatica e della temperatura (campo tra la diagenesi ed il metamorfismo di basso grado).

Ne è derivato quindi uno "stile tettonico di copertura" (tettonica epidermica) in cui i materiali reagiscono agli stress tettonici con deformazioni solo parzialmente duttili che spesso evolvono in altre tipicamente fragili.

Secondo questo stile quando un livello competente è interposto tra livelli plastici di adeguato spessore, il comportamento tettonico è regolato dal livello competente, che forma tipiche "pieghe concentriche" piuttosto aperte, in assenza di una scistosità vera e propria ma con formazione di un "clivaggio di frattura"; i livelli plastici invece si adattano, disarmonicamente (pieghe disarmoniche), in modo quasi passivo trovandosi in genere accumulati e strizzati nei nuclei delle pieghe.

Tipica dello stile di copertura è la formazione di anticlinali più strette e acute delle sinclinali che spesso hanno un fondo piatto (stile eiettivo); ciò comporta spesso, con il perdurare delle spinte orogenetiche e data la scarsa profondità, che le anticlinali diventino luoghi di accumulo preferenziale della deformazione o addirittura di impostazione e sviluppo di superfici o fasce di scorrimento a taglio (pieghe - faglie) con rottura delle cerniere delle medesime.

Nell'ambito di un quadro generale di evoluzione alpina sopra descritto, sono state riconosciute da diversi autori per il Flysch di Sanremo almeno 3 fasi deformative principali.

Più precisamente Vanossi *et Alii* (1984) assegnano al Flysch di Sanremo la prima deformazione significativa all'Eocene medio-superiore (collisione continentale) dopo due fasi T1 + T2 di traslazione della falda con sovrascorrimento sulle altre unità flyschoidi; tale fase deformativa chiamata D1 + T3 ha generato pieghe concentriche da serrate ad aperte circa E-W e vergenza delle stesse verso Sud (già in questa fase il basso carico litostatico determina l'evolvere delle deformazioni duttili in altre prevalentemente fragili).

Una seconda fase D2 coassiale alla prima e ricollegabile all'Eocene terminale (sottoscorrimento e successivo incastro del margine insubrico entro quello europeo) genera la retroflessione delle pieghe precedenti che diventano vergenti verso Nord (questa fase coincide con la F2a proposta da Marini, 1988); l'intensità di tale fase è molto maggiore sui fianchi inversi delle pieghe principali con la formazione spesso di superfici di taglio e di laminazione (questo processo fragile, susseguente o parzialmente coevo alla fase di retroflessione, è stato distinto dalla stessa con il nome di fase F2 b da Marini, 1988).

Come fase tardiva post-oceanica Vanossi *et Alii* distinguono una fase con assi a direzione "appenninica" (incerta per il Flysch di Sanremo) con pieghe aperte ed assi circa N-S, verosimilmente associata agli stress connessi con la rotazione antioraria del blocco corso-sardo e delle Alpi Marittime (Miocene - Inferiore); Marini invece distingue come fase tardiva molto blanda una F3 con pieghe molto aperte a Kinks ed assi ancora circa E - W (Oligocene).

Nel comprensorio dianese si è rilevato un notevole controllo strutturale esercitato dal reticolo di faglie e fratture. Lunghi tratti delle valli principali (Torr. San Pietro, Torr. Cervo e Torr. San Bartolomeo) corrono da Nord a Sud nella direzione del primo importante sistema di faglie.

Alle fasi di corrugamento alpino è seguito, nel Pliocene - Quaternario, un'attività neotettonica di natura fragile in ambiente distensivo, correlata alla formazione e sviluppo di sistemi a faglie, forse già impostati con la fase di piegamento appenninica.

Tali sistemi di faglie hanno smembrato, specialmente ai livelli strutturali più superficiali (Flysch di Sanremo), l'edificio alpino secondo blocchi in movimento relativo tra loro con fenomeni importanti di basculamento, condizionando e guidando i fenomeni geologici del ponente ligure, dalla trasgressione e sedimentazione plioceniche fino al raggiungimento dell'assetto strutturale odierno dal quale è derivata la posizione della costa e del reticolo idrografico più recente.

Allo stato attuale, infine, è da rilevarsi che il comprensorio dianese abbia subito e stia subendo gli effetti di un graduale abbassamento (bradisismo positivo) con conseguente erosione costiera e retrocessione della linea di costa.

A prova di ciò si riportano alcune testimonianze storiche (da "Il Terremoto del 23 Febbraio 1887 nel Dianese" - A.A. Vari):

- durante gli scavi per la costruzione di una vasca dell'acquedotto, presso il campo sportivo di Diano Marina, intorno al 1948, venne alla luce la soglia di un casamento romano a -2 metri dall'attuale piano campagna;
- nel 1950, durante gli scavi per la costruzione del "grattacielo" di corso Roma a Diano Marina, affiorarono un pavimento ed una fognatura di età romana a livello inferiore al greto del T.Varcavello;
- nel 1969, durante uno scavo nei pressi di corso Roma a Diano Marina, affiorarono muri di casamenti romani e pavimenti in cotto alla profondità di -1.8 metri dal p.c.;
- presso via Villebone a Diano Marina, affiorarono nel 1970, ad una profondità di - 2.1 metri dal p.c., resti di uno stanziamento umano del 500 a.C. circa;
- nel 1967 e nel 1974, per la costruzione del nuovo palazzo comunale di Diano Marina, affiorarono, alla profondità di -2.5 metri dal p.c., suppellettili dei secoli 4° e 5° a.C.

Fatte queste premesse (par. 2.2.1.1 e 2.2.1.2) la **Carta Geologica** (Tavola 1), redatta in scala 1:10.000, è stata ottenuta, in primo luogo, mediante fotointerpretazione di base; quindi da rilevamento geologico di campagna ed infine da ulteriore fotointerpretazione di dettaglio con stereoscopio.

Per le litologie cartografate si è utilizzata come base la nomenclatura prevista dalle Raccomandazioni elaborate dal Comitato Tecnico Regionale.

Sono stati cartografati i seguenti elementi litologici e strutturali:

- limiti formazionali e loro tipologie (contatti stratigrafici e tettonici);
- assetti giaciture delle formazioni rocciose (immersioni ed inclinazioni degli strati) indicando esclusivamente le zone in cui si sono rilevati valori con una certa costanza areale;
- faglie presunte di una certa estensione riscontrabili dall'analisi fotogrammetrica e su terreno.

2.2.2 Assetto geomorfologico

2.2.2.1 Geomorfologia dei versanti

Ciò che è emerso con questo studio, dal punto di vista geomorfologico, si può schematizzare come segue:

- Le **coltri con spessore presunto superiore a 3 metri** sono distribuite prevalentemente in corrispondenza di depressioni e di concavità morfologiche e sono accumuli di materiale incoerente a granulometria e composizione miste e variabili, con prevalenza di elementi fini nella matrice. Le coltri sono spesso interessate, soprattutto per spessori maggiori di 5 metri, da circolazione idrica sotterranea con formazione di limitate falde acquifere sospese, talvolta temporanee, e/o da scorrimenti idrici posizionati sulla superficie di contatto tra roccia e coltre detritica.
- Le **frange pedemontane miste ad alluvioni terrazzate** sono caratterizzate da spessori di coltre detritica originata dall'intenso grado di alterazione del substrato roccioso e dall'azione delle acque dilavanti sulla roccia in posto, che segnano il passaggio, graduale o meno, tra sedimenti collinari e sedimenti alluvionali di pianura.
La natura dei materiali sciolti e' di tipo limo-argillo-sabbiosa, vengono cartografate, in funzione degli spessori, all'interno delle coltri detritiche.
- Nelle **zone ad erosione diffusa in atto o potenziale** sono state inserite tutte quelle aree, di una certa estensione, in cui la coltre eluviale stenta a mantenersi in sito e viene facilmente asportata dagli agenti atmosferici o da fenomeni di ruscellamento superficiale, a causa dell'acclività del versante e della giacitura a franappoggio degli strati rocciosi.
Generalmente sono aree ove gli stessi processi pedogenetici risultano ritardati o assenti.
- Tra le **strutture geomorfologiche** sono state riscontrate e cartografate:
 - cigli di arretramento morfologico attivi e quiescenti;
 - radici di terrazzi;
 - rotture di pendio e terrazzi strutturali.

I terrazzi alluvionali, visibili perlopiù lungo il letto del Torrente Cervo, possono essere così schematizzati:

- § terrazzi di 1° ordine, ad una quota compresa tra 1.6 e 2.8 metri sull'alveo;
- § terrazzi fluvio-marini ad una quota compresa tra 18 e 26 metri s.l.m.;
- § terrazzi fluviali fino alla quota di 130 metri s.l.m.;
- § terrazzi fluviali pleistocenici fino a 270 metri s.l.m.

2.2.2.2 La carta geomorfologia: coltri di pendio, corpi di frana

Come per la Carta Geologica, anche per la redazione della **Carta Geomorfologica** in scala 1:10.000 (Tavola 2) sono stati utilizzati fotointerpretazione generalizzata di foto aeree, rilevamento diretto di campagna e fotointerpretazione di dettaglio con stereoscopio.

La suddivisione geomorfologica utilizzata è quella proposta dai criteri redatti dall'Autorità di Bacino di rilievo Regionale della Regione Liguria.

I limiti di validità della classificazione proposta sono i seguenti:

- potranno trovarsi zone, in ambito strettamente locale, in cui gli spessori di coltre siano minori o maggiori di quelli della categoria di appartenenza;
- gli spessori di coltre non saranno costanti in tutta l'area cartografata, ma tenderanno ad un ispessimento nella parte centrale e ad un assottigliamento lungo le parti periferiche;
- le zone cartografate come sede di fenomeni franosi in atto potranno contenere aree di limitata estensione, prevalentemente stabili.

Tra i morfotipi più significativi si segnalano:

- **Zone a roccia affiorante e/o subaffiorante con copertura detritica di spessore inferiore al metro**, a loro volta distinte in zone con substrato roccioso in buone condizioni di conservazione e/o disposizione favorevole delle strutture rispetto al pendio (R); in buone condizioni di conservazione con disposizione sfavorevole delle strutture rispetto al pendio (Rs); in scadenti condizioni di conservazione, alterata e/o particolarmente fratturata rispetto al pendio (RF);

- **Coltri detritiche con spessore compreso tra 1 e 3 metri;**

- **Coltri detritiche con spessore presunto superiore a 3 metri;** tali aree, prevalenti in corrispondenza di depressioni e di concavità morfologiche, sono caratterizzate da coltri di materiale incoerente a granulometria e composizione miste e variabili.

Le coltri detritiche con spessore maggiore di 3 metri sono spesso interessate da circolazione idrica sotterranea con formazione di limitate falde acquifere sospese, talvolta temporanee, e/o da scorrimenti idrici posizionati sulla superficie di contatto tra roccia e coltre detritica.

- **Movimenti franosi attivi o quiescenti;**

- **Zone soggette a ruscellamento diffuso:**

In questa categoria sono state inserite tutte quelle aree, di una certa estensione, nelle quali la coltre eluviale viene facilmente asportata dagli agenti atmosferici o da fenomeni di ruscellamento superficiale, a causa dell'acclività del versante o della giacitura a franappoggio degli strati rocciosi.

- **La franosità reale:**

In base a quanto emerso dai rilevamenti di campagna il comprensorio dianese risulta interessato da un numero limitato di movimenti franosi.

Si riporta di seguito un quadro sintetico, sufficientemente rappresentativo per i fini descrittivi di questo capitolo, rimandando alle apposite schede per il censimento dei movimenti franosi in allegato per notizie e dati più precisi, ove sono stati reperibili.

Inoltre a seguito degli eventi alluvionali del novembre 2000, è stata aggiornata la franosità reale con l'aggiunta di n°23 frane e relative schede in allegato.

§ **Paleofrana di Capo Cervo.**

Trattasi di un antico movimento franoso nella zona di Capo Cervo. La paleofrana è stata originata da uno scorrimento gravitativo complesso che ha interessato la coltre detritica eluviale-colluviale.

L'accumulo risulta allo stato attuale stabilizzato, anche se le costruzioni realizzate in passato a valle della S.S.Aurelia risultano fortemente lesionate, complici anche le vibrazioni originate dal passaggio dei convogli ferroviari lungo la linea F.S. Genova-XXmiglia.

§ **Centro Storico del Comune di Cervo**

I numerosi dissesti (lesioni e fessurazioni) riscontrati sugli antichi fabbricati sono con tutta probabilità imputabili a microspostamenti di blocchi rocciosi sui quali appoggiano le fondazioni, dovuti ad una giacitura sfavorevole dei piani di stratificazione o di fessurazione, associati, in molti casi, a una tipologia fondazionale inadeguata.

§ **Paleofrana Diano Arentino.**

Si è in presenza di una deformazione gravitativa profonda, con rotazione di una zolla rocciosa di dimensioni notevoli che ha modificato la morfologia dell'interno versante sul quale insistono gli abitati di Diano Arentino e Diano Borrello. Sono state evidenziate limitate zone in cui sono presenti fenomeni di creep superficiale.

§ **Capo Berta**

I numerosi dissesti rilevati sul Capo, in particolare lungo la strada a mare "incompiuta", appartengono alla categoria delle frane "per crollo" in roccia. Pur essendo gli strati rocciosi disposti a reggipoggio rispetto al versante, i numerosi piani di fessurazione formano blocchi rocciosi poliedrici che, a causa di un'erosione differenziata, vengono a mancare del piano di appoggio e crollano "per ribaltamento".

L'esame sul terreno dei fenomeni di instabilità attuali e passati consente di trarre le seguenti conclusioni sulle diverse **tipologie di dissesto**:

§ Le frane **di crollo** risultano caratteristiche del flysch calcareo-marnoso nei suoi componenti più rigidi, ove si sviluppano sensibili pendenze di versante, in virtù delle discrete caratteristiche geomeccaniche globali del materiale. I meccanismi di crollo avvengono per svuotamento sotto i livelli competenti a causa della detrizione di elementi marnosi-argillosi sensibili all'esposizione agli agenti meteorici.

Stante lo stato fessurativo degli ammassi dovuti al campo di stress "neotettonico" il volume roccioso unitario, e cioè la dimensione media del masso di crollo (somma del numero di discontinuità per metro di ciascuna famiglia di discontinuità, equivalente all'inverso del numero di fratture per metro cubo J_w), risulta generalmente inferiore al metro cubo.

§ Le frane per **scorrimento rotazionale/planare o complesso** risultano tipiche del flysch marnoso-arenaceo e delle coltri più o meno potenti (non a caso presentano parametri geotecnici residui di laboratorio molto simili). In entrambi i casi la causa scatenante risulta essere la presenza di acqua (non tanto con gli effetti di sovrappressione, quanto per l'azione "lubrificante" della stessa, che porta allo scadimento dei parametri geomeccanici lungo la superficie di scorrimento), oltre che, naturalmente, la presenza di tagli al piede antropici o naturali (per erosione spondale). Cause predisponenti sono, nel flysch, lo stato di tettonizzazione del materiale, che ha due effetti principali: perdita dell'effetto di "ossatura" svolto dai livelli rigidi, possibilità di un più efficace processo alterativo da parte di acque di infiltrazione, poichè, in genere, gli ammassi tettonizzati presentano maggiore permeabilità secondaria.

La **dimensione** volumetrica coinvolta risulta varia, ma abbastanza costante è la profondità della superficie di scorrimento, con valori inferiori ai 10 m e generalmente pari a 3-6 m.

La **distribuzione** degli eventi mostra una prevalenza nei terreni del flysch marnoso-arenaceo (maELM), a maggiore debolezza litologica e tettonica, su cui si innesta l'azione antropica di urbanizzazione, per lo più con effetti stabilizzanti (opere di contenimento, edificazione, impermeabilizzazione, consolidamenti, terrazzamenti ecc., secondo la "regola" che per consolidare occorre edificare), in alcuni casi con effetti deleteri per mancanza di manutenzione delle opere di presidio e di governo superficiale delle acque, per mancanza di disciplina negli scarichi delle acque bianche e nere, per assenza di adeguate opere di drenaggio a tergo di muri, per sbancamenti sconsiderati ecc.

§ I fenomeni franosi **superficiali (soil slip)** sono causati da eventi pluviometrici di intensità elevata ed interessano frequentemente la coltre detritica eluviale ed il cappellaccio di alterazione del substrato roccioso. L'innesco del movimento franoso è causato essenzialmente dalle acque meteoriche che infiltrandosi rapidamente nei livelli superficiali del suolo ne provoca la saturazione ed il conseguente collasso gravitativo.

2.2.3 Assetto idrogeologico

2.2.3.1 Analisi morfometrica dei bacini

Da un attento studio delle carte, studio supportato da un'approfondita indagine sul territorio, si sono ottenute utili informazioni al fine di descrivere i bacini in oggetto. La sola analisi della cartografia ufficiale permette di riconoscere, per tutti i bacini, eccetto il rio Rodine, il rio Bondai e il rio della Madonna, una forma del reticolo idrografico di tipo detritico.

La differenza dei tre corsi d'acqua citati prima deriva dal fatto che la forma stessa dei loro bacini è particolare: in essi, infatti, gli spartiacque sono pressoché paralleli all'asta principale e, data anche la ridotta estensione superficiale, i rispettivi reticoli sono costituiti da un unico ramo significativo.

La pendenza media di tutti i corsi d'acqua è compresa tra un minimo di 8,7% del torrente Varcavello ad un massimo di 16,9% per il rio Bondai, che rappresentano anche le uniche particolarità, mentre tutti gli altri corsi d'acqua hanno pendenze medie pari a circa il 10%, evidenziando una discreta omogeneità di conformazione territoriale nei 56,60 km² dell'ambito in oggetto. La pendenza media non dà ragione, però, di quella che è la tipica conformazione del territorio ligure per cui nell'arco di pochi chilometri si passa dal mare ai monti. Tale andamento plano-altimetrico si riflette, evidentemente, nella pendenza dei vari tratti dei corsi d'acqua, che aumentano salendo in quota.

Nella seguente tabella si riportano i dati principali relativi ai singoli bacini: tali dati sono necessari per il successivo calcolo di alcuni parametri che caratterizzano idrologicamente i bacini stessi.

BACINI	S (km²)	La (Km)	Ltot (Km)	P (Km)	Hmax (mslm)	Hmedio (mslm)	Pendenze (%)
Gorleri	2.70	2.68	6.98	8.18	291.2	128	10,9
Varcavello	6.19	6.02	16.63	13.12	522	172	8,7
San Pietro – Evigno	18.21	10.26	43.79	23.16	988.5	351	9,6
Pineta	2.28	3.82	6.18	8.80	407.5	148	10,7
Rodine	0.32	1.48	1.58	3.70	175	75	11,8
Della Madonna	0.94	2.11	2.92	5.09	221.3	88	10,5
Cervo (Steria)	21.97	9.56	61.13	22.66	912.9	309	9,5
Bondai	0.91	1.39	2.72	5.40	351	154	25,2
Schenassi	0.84	2.08	2.93	4.33	323.8	153	15,6

dove:

S= superficie del bacino in km²
 La= lunghezza dell'asta principale in Km
 Ltot= lunghezza complessiva del reticolo idrografico in Km
 P = perimetro del bacino compreso il tratto costiero in Km
 Hmax= altezza massima del bacino in m.s.l.m.
 Hmedio= altezza media del bacino in m.s.l.m. (valore desunto dalla curva ipsografica).

Definizione del sistema superficiale di ricezione, ritenzione, scorrimento e di diffusione delle acque di precipitazione – Densità di drenaggio

La densità di drenaggio è definita dal rapporto tra la lunghezza totale di tutti gli affluenti e la superficie alla sezione di chiusura: tale parametro assume valori che oscillano tra 2.4 1/km e 4.94 1/km, rispettivamente relativi ai torrenti San Pietro e Rodine.

In particolare per i singoli bacini si hanno i seguenti valori:

Rio Gorleri	2.58 1/km
Rio Varcavello	2.69 1/km
Torrente San Pietro (Evigno)	2.40 1/km
Rio Pineta	2.71 1/km
Rio Rodine	4.94 1/km
Rio della Madonna	3.11 1/km
Torrente Cervo (Steria)	2.78 1/km
Rio Bondai	2.99 1/km
Rio Schenassi	3.49 1/km

Valore medio complessivo:	3.08 1/km
---------------------------	-----------

Il coefficiente di forma

Un altro modo per definire i bacini idrici è quello di determinare quelli che vengono definiti "fattori di forma".

Il primo, F1, è dato dal rapporto tra la lunghezza dell'asta principale e la radice quadrata della superficie; il secondo, F2, è dato dal rapporto tra la larghezza media del bacino (data dal rapporto tra la superficie totale del bacino e la lunghezza dell'asta principale) e la lunghezza dell'asta principale, il terzo, F3, detto anche coefficiente di uniformità, è dato dal rapporto tra il perimetro del bacino e la circonferenza del cerchio avente superficie pari a quella del bacino stesso; F3 = 1 significa che la forma del bacino è "circolare", al crescere dell'irregolarità cresce il valore di F3.

Bacino	F1	F2	F3
Rio Gorleri	1.63	0.38	1.39
Rio Varcavello	2.42	0.17	1.48
Torrente San Pietro (Evigno)	2.40	0.17	1.52
Rio Pineta	2.53	0.16	1.63
Rio Rodine	2.62	0.15	1.83
Rio della Madonna	2.18	0.21	1.47
Torrente Cervo (Steria)	2.04	0.24	1.35
Rio Bondai	1.46	0.47	1.59
Rio Schenassi	2.27	0.19	1.32
Valori medi	2.17	0.24	1.51

I risultati ottenuti portano a constatare che:

- il rio Rodine ed il rio Pineta hanno caratteristiche proprie di bacini "allungati" mentre il rio Bondai ed il rio Gorleri presentano una forma più "schiacciata";

- il rio Rodine, il rio Bondai ed il rio Pineta presentano bacini con più marcate caratteristiche di irregolarità mentre il rio Schenassi, Gorleri e Cervo (Steria) presentano i bacini più regolari.

In particolare il coefficiente F1 assume valori che oscillano intorno al valore 2.17; il coefficiente F2 vale, in media, 0.24 ed il coefficiente di uniformità F3 assume il valore medio 1,51.

La curva ipsografica

A partire dai dati ricavabili dalla cartografia ufficiale é possibile disegnare la curva ipsografica costruita riportando in ascisse la superficie di bacino superiore alla corrispondente quota riportata in ordinate.

Questa curva, costruita a partire dai dati riportati nella seguente tabella, fornisce una rappresentazione schematica dello sviluppo planimetrico del bacino.

In particolare nella figura grafo viene rappresentata la sovrapposizione delle nove curve adimensionalizzate, in cui le ascisse e le ordinate vengono rapportate rispettivamente alla superficie totale del bacino e alla quota massima dello spartiacque.

Gorleri		h max	291,2	m		
S > 250 m.	0,7	6,23%			S > 250 m.	0,7 6,23%
S > 100 m.	4,19	37,28%			250 > S > 100 m.	3,49 31,05%
S > 0 m.	6,65	59,16%			100 > S > 0 m.	2,46 21,89%
h media	116	m.			Totale	1,26 100,00%
Varcavello		h max	522	m.		
S > 400 m.	0,15	2,4%			S > 400 m.	0,15 2,4%
S > 250 m.	1,31	21,2%			400 > S > 250 m.	1,16 18,7%
S > 100 m.	4,29	69,3%			250 > S > 100 m.	2,98 48,2%
S > 0 m.	6,19	100,0%			100 > S > 0 m.	1,90 30,7%
h media	172	m.			Totale	6,19 100,0%
San Pietro – Evigno		h max	988,5	m.		
S > 900 m.	0,05	0,3%			S > 900 m.	0,05 0,3%
S > 800 m.	0,36	2,0%			900 > S > 800 m.	0,31 1,7%
S > 700 m.	1,45	8,0%			800 > S > 550 m.	1,09 6,0%
S > 550 m.	3,74	20,5%			700 > S > 550 m.	2,29 12,6%
S > 400 m.	7,24	39,8%			550 > S > 400 m.	3,50 19,2%
S > 250 m.	11,26	61,8%			400 > S > 250 m.	4,02 22,1%
S > 100 m.	15,31	84,1%			250 > S > 100 m.	4,05 22,2%
S > 0 m.	18,21	100,0%			100 > S > 0 m.	2,90 15,9%
h media	351	m.			Totale	18,21 100,0%
Pineta		h max	407,5	m.		
S > 250 m.	0,34	14,9%			S > 250 m.	0,34 14,9%
S > 100 m.	1,37	60,1%			100 > S > 250 m.	1,03 45,2%
S > 0 m.	2,28	100,0%			0 > S > 100 m.	0,91 39,9%
h media	148	m.			Totale	2,28 100,0%
Rodine		h max	175	m.		
S > 100 m.	0,09	28,1%			S > 100 m.	0,09 28,1%
S > 0 m.	0,32	100,0%			100 > S > 0 m.	0,23 71,9%
h media	75	m.			Totale	0,32 100,0%
Della Madonna		h max	221,3	m.		
S > 100 m.	0,30	31,9%			S > 100 m.	0,30 31,9%
S > 0 m.	0,94	100,0%			0 > S > 100 m.	0,64 68,1%
h media	88	m.			Totale	0,94 100,0%
Cervo – Steria		h max	912,9	m.		

S > 800 m.	0,14	0,6%		S > 800 m.	0,14	0,6 %
S > 700 m.	0,64	2,9%		800 > S > 700 m.	0,50	2,3 %
S > 550 m.	2,90	13,2%		700 > S > 550 m.	2,26	10,3%
S > 400 m.	6,80	31,0%		550 > S > 400 m.	3,90	17,8%
S > 250 m.	12,16	55,3%		400 > S > 250 m.	5,36	24,4%
S > 100 m.	18,75	85,3%		250 > S > 100 m.	6,59	30,0%
S > 0 m.	21,97	100,0%		100 > S > 0 m.	3,22	14,6%
h media	309 m.			Totale	21,97	100,0%
Bondai		h max	351 m.			
S > 250 m.	0,12	13,2%		S > 250 m.	0,12	13,2%
S > 100 m.	0,64	70,3%		250 > S > 100 m.	0,52	57,1%
S > 0 m.	0,91	100,0%		100 > S > 0 m.	0,27	29,7%
h media	154 m.			Totale	0,91	100,0%
Schenassi		h max	323,8 m.			
S > 250 m.	0,09	10,7%		S > 250 m.	0,09	10,7%
S > 100 m.	0,61	72,6%		250 > S > 100 m.	0,52	61,9%
S > 0 m.	0,84	100,0%		100 > S > 0 m.	0,23	27,4%
h media	153 m.			Totale	0,84	100,0%

Dall'analisi dei grafici riportanti le curve ipsografiche di ogni bacino si evidenzia quanto segue:

Rio Gorleri la quasi totalità del bacino è compresa fra le quote 0,0 m. slm e 250 m. slm e in tale fascia la curva presenta un andamento pressochè rettilineo;

Rio Varcavello l'80% della superficie del bacino è compresa tra la quota 0,0 m slm e 250 m slm mentre il rimanente 20% è compreso per la quasi totalità fra la quota 250 m slm e 400 m slm; la curva presenta una variazione di inclinazione in corrispondenza delle quote 100 - 250 - 400 m. slm;

Torrente San Pietro (Evigno) la quasi totalità della superficie del bacino è compresa tra la quota 0,0 m. slm e 700 m. slm; la curva presenta un'inclinazione regolare fra le quote 100 - 550 m. slm. Mentre tra le quote 0,0 -100 e 550-800 presenta un andamento con minore inclinazione;

Rio Pineta la superficie del bacino risulta essere uniformemente distribuita fino alla quota di circa 300-350 m.;

Rio Rodine il 70% della superficie del bacino è compresa fra la quota 0,0 m. slm e la quota 100 m. slm e l'andamento della curva presenta una pendenza più marcata nel suddetto tratto;

Rio della Madonna la superficie del bacino risulta essere altimetricamente uniformemente distribuita;

Torrente Cervo (Steria) circa il 90% della superficie del bacino è compresa tra la quota 0,0 m. slm e 550 m. slm. Come per il torrente San Pietro la curva presenta un'inclinazione regolare fra le quote 100 - 550 m. slm., mentre tra le quote 0,0 -100 e 550-800 presenta un andamento con minore inclinazione;

Rio Bondai e Rio Schenassi Tali bacini presentano curve ipsografiche pressochè identiche con una marcata concavità in prossimità della quota 100 m. slm e con il 90% della superficie del bacino compreso tra le quote 0,0 m. slm e 250 m. slm.

Nuova analisi morfologica

Nell'ambito degli studi idraulici di dettaglio e della progettazione preliminare complessiva delle opere volte alla mitigazione del rischio idraulico nei tratti terminali dei rii dell'ambito 7 – Dianese (rio Gorleri, rio Ciapasso, rio Varcavello, torrente S. Pietro – Evigno, rio Pineta, rio Rodine, rio della Madonna), realizzati nell'aprile 2004, è stata realizzata un'analisi morfologica che ha condotto alla determinazione dei bacini

idrografici dell'area in oggetto e dei corrispondenti parametri morfologici. Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei suddetti parametri, ricavati dal modello digitale delle quote della Regione Liguria.

Corso d'acqua	Area [km ²]	Perimetro [km]	Quota media [m s.l.m.]	Pendenza media [%]	Lunghezza asta principale [km]	CN II
Rio Gorleri	2.69	8.2	123.34	22.71	3.127	85
Rio Varcavello	6.37	12.92	164.43	27.87	6.26	85
Torrente San Pietro	18.05	23.42	353.78	32.55	10.93	84
Rio Pineta	2.48	9.2	134.14	24.13	4.21	85
Rio Rodine	0.32	3.046	40.56	12.8	1.27	87
Rio della Madonna	1.03	4.99	75.15	16.8	2.258	87

Alcuni dei parametri indicati in tabella risultano sensibilmente differenti rispetto a quelli riportati nei precedenti paragrafi, in particolare per quanto concerne l'area dei bacini (calcolata in entrambi i casi nella sezione di sbocco a mare): è evidente che le differenze riscontrate condurrebbero ad una diversa valutazione di una serie di ulteriori parametri, quali la densità di drenaggio, il coefficiente di forma e la curva ipsografica. Si ritiene tuttavia che le differenze non siano significative e tali da determinare modifiche rilevanti nelle considerazioni precedentemente espresse e relative alla morfologia delle aree oggetto di indagine.

I diversi valori di superficie delle aree dei bacini dei corsi d'acqua riportati nella precedente tabella porterebbero alla stima di portate di piena sensibilmente differenti rispetto a quelle già riportate nel Piano di Bacino (studio sulla regionalizzazione delle portate del CIMA, valido per i suddetti corsi d'acqua ad esclusione del torrente S. Pietro – Evigno). Tuttavia si vuole sin da ora sottolineare come, nell'ambito del sopraccitato studio idraulico, sia stata seguita una differente metodologia nella determinazione delle portate di piena, mediante l'impiego di un modello afflussi – deflussi di tipo spazialmente distribuito che nel seguito verrà descritto in modo più dettagliato (modello VAPI_ADD). Si ritiene pertanto che le sensibili differenze dei valori di superficie delle aree dei bacini siano irrilevanti ai fini della determinazione delle portate di piena, in quanto le differenti portate ricavate col sopraccitato metodo afflussi – deflussi risultano, come meglio evidenziato successivamente, ben più rilevanti.

2.2.3.2 Gerarchizzazione dei corsi d'acqua

La classificazione di un corso d'acqua può essere fatta ricorrendo a metodologie di ordinamento gerarchico del reticolo idrografico.

Tra i metodi proposti quello di Horton-Strahler, è indicato dalla letteratura come il più appropriato per i bacini di limitate dimensioni, caratterizzati dalla presenza di molti affluenti.

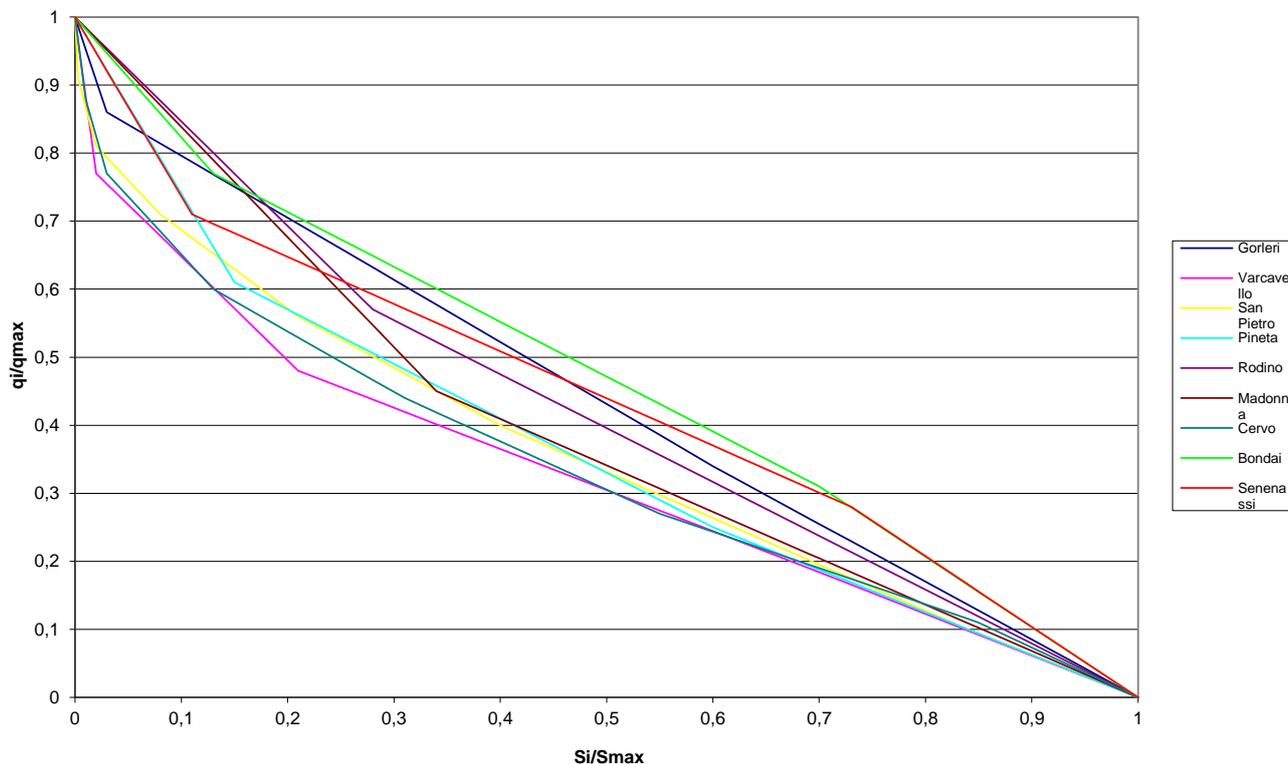
L'ordinamento secondo Strahler

Secondo tale procedura i criteri di ordinamento dei rami della rete sono i seguenti:

- ### - le sorgenti originano rami e canali di ordine 1;
- ### - quando due rami di ordine diverso si congiungono, il ramo risultante assume l'ordine massimo dei due;
- ### - quando due rami dello stesso ordine si congiungono il ramo risultante assume l'ordine superiore a quello dei due;
- ### - due o più rami in successione, aventi medesimo ordine, formano un canale del loro stesso ordine;
- ### - l'ordine del bacino di drenaggio corrisponde a quello del canale di ordine massimo.

La classificazione gerarchica della rete idrografica dei bacini in oggetto con il metodo Horton-Strahler porta ai seguenti risultati:

Curve ipsografiche adimensionalizzate



- Cervo (Steria)	ordine massimo:	4
- San Pietro (Evigno)	ordine massimo:	3
- Varcavello	ordine massimo:	3
- Gorleri	ordine massimo:	3
- Pineta	ordine massimo:	2
- Della Madonna	ordine massimo:	2
- Bondai	ordine massimo:	2
- Schenassi	ordine massimo:	2
- Rodine	ordine massimo:	2

I rapporti di biforcazione

Un metodo di confronto tra i diversi corsi d'acqua deriva dall'analisi dei rapporti di biforcazione che sono dati dal rapporto tra il numero di aste di ordine 'n-1' e quelle di ordine 'n' dove 'n' varia tra 1 e l'ordine massimo (secondo Strahler) del reticolo idrografico che si analizza.

Si indicano con R1 il rapporto tra i rami di ordine 1 e quelle di ordine 2, con R2 il rapporto tra i rami di ordine 2 e quelle di ordine 3 e così via per le classi successive.

I risultati di tale analisi sono i seguenti:

- Cervo	R1 = 3.3	R2 = 3.8	R3 = 6
- San Pietro	R1 = 6.6	R2 = 8	
- Varcavello	R1 = 6.3	R2 = 3	
- Gorleri	R1 = 3.3	R2 = 3	
- Pineta	R1 = 2		
- Bondai	R1 = 5		
- Schenassi	R1 = 4		
- Rodine	R1 = 2		

Una prima osservazione dei risultati ottenuti evidenzia, almeno per quanto riguarda la ramificazione del sistema di drenaggio superficiale, una certa disomogeneità fra i diversi corsi d'acqua.

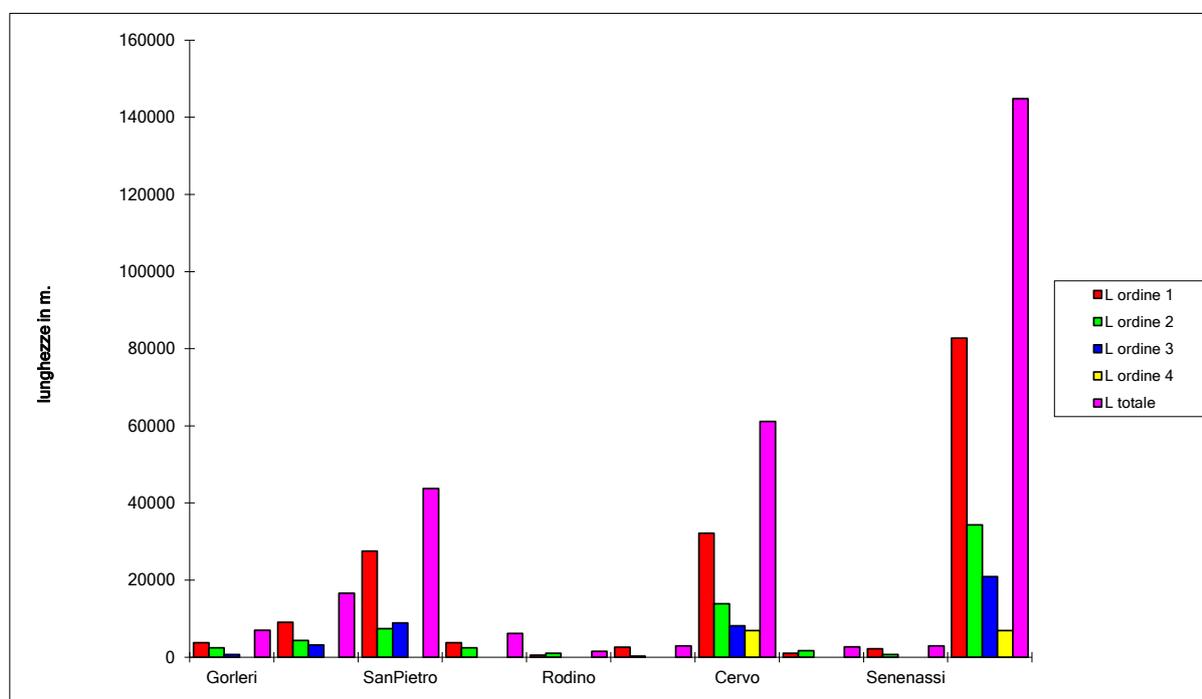
La media del rapporto di biforcazione R1, calcolata su tutti e nove i bacini, vale circa 4.3; quella di R2, calcolata solo su cinque di essi, vale circa 4.4; mentre per quanto riguarda R3 non si può parlare di valore medio in quanto il Cervo (Steria) è l'unico bacino di ordine 4 presente nell'ambito dianese.

Dall'analisi dei suddetti rapporti di biforcazione si evince che il torrente San Pietro presenta una estesa ramificazione di aste di classe 1 rispetto e quelle di classe 2 e di classe 2 rispetto a quelle di classe 3, il Varcavello ed il Pineta, una estesa ramificazione di aste di classe 1; il torrente Cervo (Steria), il rio della Madonna ed il rio Rodine sono al contrario caratterizzati da valori simili di aste di classe 1 e 2; tutti gli altri bacini presentano valori prossimi alla media dell'intero comprensorio.

Tali considerazioni derivano dall'osservazione della cartografia più recente che riporta, naturalmente, la rete idrografica dell'ambito in oggetto così come si presenta dopo lo sviluppo urbanistico e agricolo degli ultimi decenni.

Ciò evidenzia un fenomeno che, inevitabilmente, ha modificato la rete di drenaggio naturale, soprattutto nella parte più bassa dei bacini, non permettendo più di tenere conto di tutti quelle ramificazioni naturali che sicuramente esistevano e che ora sono canalizzate nella rete di drenaggio delle acque bianche che la cartografia non riporta e che confluiscono nella rete fognaria comunale che raccoglie le acque meteoriche.

Nella seguente figura sono riportate le lunghezze di ogni tratto di torrente di omogenea classe di ordinamento.



2.2.3.3 Valutazione del deflusso torbido e della erodibilità'

Valutazione del trasporto solido

Per la stima del trasporto torbido unitario si è fatto riferimento a due metodi di stima.

Il primo è una determinazione diretta basata unicamente sulla relazione esistente fra densità di drenaggio e trasporto torbido. Da indagini effettuate da Ciccacci (1980) tale trasporto è valutato in base alla seguente equazione di regressione lineare:

$$\log Tu = 0.35312.D + 1.43225$$

La densità di drenaggio (D) viene definita come il rapporto tra la lunghezza delle aste fluviali di un bacino e l'area di quest'ultimo. Nel considerare la lunghezza del reticolo idrografico, affinché esista una buona correlazione con l'intensità dei fenomeni erosivi, sono state considerate tutte le possibili vie ben definite di scorrimento superficiale delle acque presenti nei bacini studiati senza considerare le variazioni che il drenaggio può subire nell'arco dell'anno, variazioni peraltro di difficile individuazione. L'attendibilità

della correlazione fra erosione e densità di drenaggio è riferibile, secondo Ciccacci, al legame che esiste fra densità di drenaggio, regime e intensità delle precipitazioni, nonché permeabilità ed erodibilità dei suoli, copertura vegetale e interventi antropici.

Si ritiene che la densità di drenaggio può essere considerata come la risultante dall'azione di modellamento sul paesaggio attuata dagli agenti erosivi in tempi molto lunghi, ma che non rispecchia necessariamente le condizioni eluviali attuali.

La formula adottata per la determinazione del trasporto torbido unitario è, fra quelle risultanti dalla sperimentazione di Ciccacci, una delle più significative anche se dimostra una scarsa applicabilità con valori di densità del drenaggio troppo elevati, in genere superiori a 6. Peraltro i bacini del Comprensorio Dianese hanno densità di drenaggio che non supera in nessun caso 5. Nella seguente tabella è illustrato il trasporto torbido totale per i bacini esaminati.

Trasporto torbido totale secondo Ciccacci (1989)

Denominazione dei Bacini	Area totale A km ²	Lunghezza reticolo idrografico L Km	Densità di drenaggi o D=L/A	Log Tu	Tu tonn/ km ²	Trasporto torbido totale tonn
Rio Gorleri	2,70	6,98	2,585	2,340	219	591
Rio Varcavello	6,19	16,6	2,682	2,374	237	1465
Torrente San Pietro (Evigno)	18,21	43,79	2,405	2,277	189	3445
Rio Pineta	2,28	6,18	2,711	2,384	242	552
Rio Rodine	0,32	1,58	4,938	3,166	1466	469
Rio della Madonna	0,94	2,92	3,106	2,523	333	313
Torrente Cervo (Steria)	21,97	61,13	2,782	2,409	256	5633
Rio Bondai	0,91	2,72	3,006	2,488	308	278
Rio Schenassi	0,84	2,93	3,488	2,657	453,9	381

Il secondo metodo è indiretto e utilizza la formula USLE (Universal Soil Loss Equation) che permette di stimare la perdita di suolo annua. Attraverso un coefficiente di correlazione che, dalla bibliografia esistente è stato assunto corrispondente a 0,1, è possibile stabilire il trasporto torbido.

La perdita di suolo annua è calcolata secondo la seguente formula:

$$\text{Perdita di suolo annua (tonn/ha)} = R.K.LS.C.P$$

R è l'indice di erosività delle piogge calcolato in base alla massima intensità della pioggia.

K è l'indice di erodibilità del suolo; esso è definito come la media annua di perdita di suolo che si ha in condizioni standard rappresentate da suolo nudo, senza pratiche di conservazione, su un versante con 5° di pendenza e di lunghezza paria a 22 metri.

LS è il fattore morfometrico determinato in base alla lunghezza del versante e alla sua pendenza secondo la seguente formula, dove L è espresso in metri e S in percentuale:

$$LS = (L/100)^{0.5} \cdot (0.136 + 0.097S + 0.0139S^2)$$

C è il fattore copertura vegetale e tecniche colturali e dipende dall'uso del suolo e dalle caratteristiche della struttura delle formazioni vegetali presenti.

P è il fattore relativo all'adozione di pratiche di conservazione; in assenza di misure di conservazione il suo valore è uguale a 1,0.

Nel nostro l'uso della formula USLE richiede tuttavia alcune puntualizzazioni riguardanti i limiti della sua applicabilità:

- * limiti determinati dai caratteri geografici e topografici dell'area di studio;
- * limiti determinati dalla parzialità dei dati disponibili;
- * limiti determinati dall'elaborazione dei parametri morfometrici;
- * limiti determinati dall'elaborazione del parametro C

Il primo punto riguarda l'assenza di esperienze specifiche nell'applicazione della formula USLE nella zona di indagine, per cui è impossibile fare riferimento a studi approfonditi, anche di carattere sperimentale, che possono confortare il lavoro svolto. Inoltre la formula è nata ed è stata applicata in ambienti definiti per specifiche forme di utilizzazione e di gestione mentre nel nostro caso ci troviamo di fronte a un territorio di vaste dimensioni che presenta aspetti notevolmente diversificati fra di loro.

Il secondo aspetto è relativo alla determinazione del parametro R della formula per il quale l'indisponibilità di dati di intensità della pioggia ha reso impossibile l'esatta determinazione dell'indice di erosività. Per la sua determinazione sono state seguite le indicazioni di Renard e Freimund (1994) relative all'uso delle precipitazioni medie mensili usate per la stima dell'erosività. Fra le formule proposte è stata utilizzata quella di Arnoldus che lega R all'indice di Fournier modificato:

$$R = 0,264 \cdot F^{1,50}$$

dove F è l'indice di Fournier calcolato come sommatoria dei rapporti fra piovosità media mensile (p_i) e piovosità media annuale (P):

$$F = \sum_{(i=1)}^{12} p_i^2 / P$$

Il terzo aspetto riguarda la determinazione del parametro morfometrico LS. Dovendo calcolare tale parametro per un intero bacino e non per un versante, l'unica possibilità è quella di fare riferimento a valori medi. Per questa ragione si è fatto riferimento alla densità di drenaggio, come è stata precedentemente definita a proposito del metodo proposto da Ciccacci. L'inverso della densità di drenaggio diviso per due, rappresenta la lunghezza media dei pendii e quindi del percorso medio degli scorrimenti superficiali:

$$L = (A/2I) \times 1000$$

dove L è la lunghezza media dei versanti espressa in metri, A è l'area del bacino espressa in km² ed I è la lunghezza del reticolo idrografico espressa in km.

Un dato che può determinare una notevole influenza nei riguardi dell'esatta determinazione del valore assoluto di perdita di suolo è relativo alla copertura di esso. Il parametro C è di difficile determinazione e dipende da numerose variabili. Nel nostro caso ci siamo basati essenzialmente sulle classi di uso del suolo e copertura vegetale rappresentate nella carta di Uso del Suolo e in quella della Vegetazione Reale. Per ognuna di esse è stato stabilito un valore di C in base alle indicazioni di Persicani (1989, pp. 405-406). E' stata quindi calcolata la media ponderata di C in base alle superfici occupate dalle singole classi.

La formula USLE è riferita a situazioni in cui il livello di utilizzazione agricola può essere sofisticato e in cui si eseguono solitamente delle pratiche di conservazione.

Il valore di P adottato per ambienti in cui tali opere straordinarie di protezione nei confronti dell'erosione mancano, può essere ragionevolmente legato alla pendenza e alla presenza di sistemazione a terrazzi seguendo le indicazioni di Persicani (1989). Anche in questo caso ad ogni classe di utilizzazione del suolo è stato assegnato un valore di P. Il valore P medio di ogni bacino è stato calcolato facendo la media ponderata in relazione alla superficie occupata dalle classi di uso e copertura del suolo.

L'indice di erodibilità del suolo K viene definito da Wischmeier e Smith (1978) come la media annua di perdita di suolo per unità di erosività della pioggia in condizioni standard di suolo senza copertura, senza pratiche di conservazione in atto, e condizioni standard del versante di riferimento di 5° di pendenza e 22 metri di lunghezza. L'erodibilità varia in relazione alla tessitura dell'orizzonte superficiale, della stabilità degli aggregati, della capacità di infiltrazione, delle caratteristiche chimiche e del contenuto di sostanza organica. Il parametro K è stato determinato per mezzo del normografo di Wischmeier (1971). In pratica per ogni tipologia di suolo è stato determinato il valore di K medio in base ai risultati analitici ed alle osservazioni di campagna e di conseguenza stimato quello relativo a ogni unità cartografica rappresentata nella Carta delle Unità Suolo-Paesaggio.

L'indice di erodibilità del suolo se interpretato in senso qualitativo fornisce un'indicazione comparativa fra le varie unità pedologiche nei riguardi della loro predisposizione ad essere erose. Occorre sottolineare che la determinazione fatta si riferisce all'orizzonte superficiale del suolo (epipedon) caratterizzato da un contenuto elevato di sostanza organica rispetto agli orizzonti sottostanti. Ciò significa che l'erodibilità sarebbe molto più elevata se ad essere esposti all'azione dei fenomeni erosivi fossero gli orizzonti posti al di sotto dell'epipedon; quest'ultimo in molti casi ha uno spessore di pochi centimetri.

Riguardo all'erodibilità dei suoli occorre sottolineare alcuni importanti aspetti. In relazione alla tessitura, le particelle che mostrano maggiore resistenza ad essere trasportate sono quelle di dimensione maggiore (sabbia 0,1-0,2 mm), a causa del loro peso, e quelle molto fini, a causa della coesività che le lega fra di loro. Le particelle che hanno una minore resistenza all'erosione sono quelle delle dimensioni del limo e della sabbia fine o più fine (0,02-0,1 mm). Per questa ragione i suoli caratterizzati da un elevato contenuto in limo sono quelli più erodibili. Alcuni autori evidenziano come suoli più erodibili quelli che hanno una percentuale di limo compresa fra il 40 e il 60% mentre per altri i suoli a maggiore erodibilità contengono una quantità di argilla compresa fra il 9% e il 30%. La relazione fra contenuto in argilla ed erodibilità appare più soddisfacente rispetto ad altri in quanto l'argilla tende a formare aggregati stabili con la sostanza organica presente nel suolo.

La permeabilità è influenzata dalla dimensione dei pori, dalla loro stabilità e forma. I suoli caratterizzati da stabilità degli aggregati possono conservare una buona porosità e capacità di infiltrazione mentre questa appare bassa nei suoli con scarsa stabilità della struttura. Anche in questo caso sono i suoli limosi ad avere una minore stabilità e una maggiore predisposizione all'erosione. Nei suoli caratterizzati da elevata permeabilità, la rapida infiltrazione dell'acqua meteorica impedisce lo scorrimento superficiale. In questo senso è necessario comunque considerare come varia la tessitura lungo il profilo del suolo. In presenza di orizzonti molto permeabili disposti al di sotto di orizzonti a drenaggio impedito (orizzonti originati da discontinuità litologiche, orizzonti con forte accumulo di argilla, orizzonti cementati e impermeabili) il comportamento nei riguardi dell'erodibilità ne può essere fortemente influenzato. In presenza di suoli sabbiosi si può formare una crosta superficiale di appena 2 mm di spessore che impedisce l'infiltrazione dell'acqua provocando scorrimento superficiale.

I suoli del Comprensorio Dianese mostrano valori di K piuttosto bassi, variabili da 0,10 a 0,22; ciò è legato in prevalenza all'elevato contenuto in carbonio organico dell'orizzonte superficiale.

La determinazione del valore K medio per i singoli bacini è stato calcolato facendo la media ponderata in base alla superficie di ogni singola unità cartografica. Per le classi 10 e 11 in cui è presente un'associazione fra suolo e roccia affiorante è stato assunto che il 40% della superficie dell'unità sia occupato da roccia.

Nella tabella seguente sono illustrati i risultati relativi all'entità del trasporto torbido complessivo per i bacini considerati, calcolato moltiplicando la perdita suolo determinata secondo la USLE per un fattore di correlazione posto uguale a 0,1.

Determinazione del trasporto torbido secondo la correlazione con la perdita di suolo stimata attraverso l'uso della Universal Soil Loss Equation

Denominazione dei Bacini	Area km ²	Erosività delle piogge R	Erodibilità dei suoli K	Fattore LS	Fattore C	Fattore P	Perdita di suolo annua Tonn/km ² .anno	Perdita di suolo totale Tonn	Trasporto torbido unitario medio Tonn/km ² .anno	Trasporto torbido totale Tonn
Rio Gorleri	2,70	198	0,16	9,91	0,065	0,75	1531	4132	153	413
Rio Varcavello	6,19	198	0,16	13,58	0,072	0,76	2354	14572	235	1457
Torrente San Pietro	18,21	198	0,17	19,01	0,057	0,82	2991	54462	299	5446
Rio Pineta	2,28	198	0,16	10,37	0,045	0,71	1050	2393	105	239
Rio Rodine	0,32	198	0,12	3,68	0,017	0,56	83	27	8	3
Rio della Madonna	0,94	198	0,14	7,15	0,018	0,58	207	195	21	19
Torrente Cervo (Steria)	21,97	198	0,17	21,23	0,032	0,83	1898	41699	190	4170
Rio Bondai	0,91	198	0,16	18,42	0,049	0,77	2202	2004	220	200
Rio Schenassi	0,84	198	0,17	21,28	0,053	0,81	3075	2583	308	258

Analizzando i fattori della formula USLE per i singoli bacini possiamo porre l'attenzione su alcuni importanti aspetti che sottolineano anche la vulnerabilità di determinate aree del Comprensorio Dianese rispetto ad altre.

Esistono sostanziali differenze fra i vari bacini nei riguardi del parametro morfometrico LS che varia da 3,68 per il Rio Rodine a oltre 21 per il torrente Cervo (Steria) e il Rio Schenassi e a 19 per il Torrente San Pietro (Evigno). Questo da una valutazione precisa della complessità morfologica dei bacini di più grande estensione all'interno del Comprensorio Dianese.

Riguardo al fattore C, la protezione nei riguardi dei fenomeni erosivi determinata dall'uso del suolo e dalla copertura vegetale è inversamente proporzionale al valore di C. I bacini in cui è maggiore la protezione sono il Rio Rodine con un valore di C di 0,017, il Rio della Madonna con 0,018, mentre elevati valori di C sono relativi al Rio Varcavello con valori di C di 0,072.

Il fattore P mostra una variabilità meno marcata con valori che vanno da 0,56 per il Rio Rodine a 0,81-0,83 per il Torrente San Pietro (Evigno), il Torrente Cervo (steria) ed il Rio Schenassi.

E' evidente che non potendo modificare i parametri R-erosività delle piogge, K-erodibilità dei suoli e LS-fattore morfometrico, i fattori su cui occorre agire per mitigare i fenomeni erosivi sono C e P. Si deve peraltro sottolineare che la bassa erodibilità dei suoli allo stato attuale è legata, come detto precedentemente, all'elevato contenuto in sostanza organica; una diminuzione di tale contenuto, legato all'erosione degli orizzonti superficiali del suolo, determinerebbe di conseguenza un aumento dell'erodibilità con effetti diretti sulla perdita di suolo.

Nella tabella seguente sono messi a confronto i valori di trasporto torbido stimati con il metodo USLE e con quello proposto da Ciccacci.

Confronto fra il trasporto torbido unitario medio e il trasporto torbido totale stimato secondo il metodo Ciccacci e il metodo USLE

Denominazione dei Bacini	Area km ²	Trasporto torbido unitario medio Tonn/ km ² .anno		Trasporto torbido totale (tonn)	
		USLE	Ciccacci (1980)	USLE	Ciccacci (1980)
Rio Gorleri	2,70	153	219	413	591
Rio Varcavello	6,19	235	237	1457	1465
Torrente San Pietro (Evigno)	18,21	299	189	5446	3445
Rio Pineta	2,28	105	242	239	552
Rio Rodine	0,32	8	1466	3	469
Rio della Madonna	0,94	21	333	19	313
Torrente Cervo (Steria)	21,97	190	256	4170	5633
Rio Bondai	0,91	220	308	200	278
Rio Schenassi	0,84	308	453,9	258	381

Confrontando il dato finale di Trasporto Torbido Totale emergono alcuni elementi importanti:

Per la maggior parte dei bacini c'è corrispondenza fra i due metodi adottati; esiste proporzionalità fra di loro, con valori in genere minori nel metodo USLE rispetto a quello di Ciccacci. Nel caso del bacino del Rio Varcavello il dato è praticamente lo stesso.

C'è un'inversione del dato fra i due metodi, riferito al Torrente San Pietro (Evigno) e al Torrente Cervo (Steria) dove peraltro i dati sono piuttosto differenti fra di loro.

Sono fortemente discordanti i dati relativi al Rio Rodine e al Rio della Madonna; ciò è dovuto all'approssimazione del metodo di Ciccacci che si dimostra valido, come affermato dall'autore, soprattutto per densità di drenaggio non troppo elevate. Esso, inoltre, non considerando le caratteristiche di uso del suolo e copertura vegetale non permette di apprezzare le sostanziali differenze nel comportamento rispetto ai fenomeni erosivi. Dai dati estrapolati dalla Carta dell'Uso del Suolo si nota infatti come le aree urbane occupano quasi il 40% del bacino del Rio Rodine e il 27% del Rio della Madonna. Ovviamente tali superfici non contribuiscono al trasporto torbido dei bacini.

In conclusione, si ritiene che, nonostante i limiti di applicabilità per la frammentarietà dei dati a disposizione e per la laboriosità dell'elaborazione, il metodo USLE appare più attendibile del metodo di Ciccacci in quanto questo non tiene conto direttamente di importanti fattori che condizionano l'erosione nel momento in cui viene stimata. Ad esempio non considera le variazioni di copertura determinate dagli incendi boschivi: in tale caso, pur rimanendo la morfologia invariata, la copertura del suolo subisce una trasformazione repentina e di grande rilevanza se messa in relazione ai fenomeni erosivi.

È ovvio che i dati stimati con i due metodi sono puramente indicativi nei loro valori assoluti in quanto non si hanno verifiche sperimentali specifiche dell'area di studio.

Inoltre, anche per tali motivi, non si è ritenuto di usare la formula RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) per non complicare ulteriormente le modalità di determinazione della perdita di suolo.

2.2.3.4 Caratteristiche idrogeologiche delle unità

Tra le unità quaternarie e prequaternarie affioranti nell'ambito oggetto di studio, sono rappresentati tutti i gruppi idrogeologici fondamentali, con tipi e grado di permeabilità variabili in un vasto campo. Si passa da terreni impermeabili, a rocce e terreni molto permeabili per porosità e fessurazione. Per grado di permeabilità decrescente, sono stati distinti i seguenti gruppi:

Zone permeabili "per porosità"

Sono stati classificati in questa categoria i sedimenti alluvionali attuali e recenti che occupano la maggior parte dell'area di pianura, nonché le coltri detritiche eluviali-colluviali presenti sui versanti.

La permeabilità è di solito molto variabile a seconda della composizione granulometrica del sedimento, mantenendosi, comunque, sempre al di sopra dell'ordine dei 10^{-4} cm/sec.

In vicinanza del litorale e degli alvei dei corsi d'acqua principali, si ha un aumento graduale della granulometria con incremento della permeabilità fino ai livelli dei sedimenti grossolani attuali.

Zone permeabili "per fessurazione, fratturazione e carsismo"

Sono state inserite in questa tipologia i litotipi appartenenti alla formazione del Flysch in facies calcareo-marnosa e di quella dei Conglomerati di Monte Villa che, indipendentemente dal grado di fratturazione e/o di alterazione, manifestano un certo grado di permeabilità dovuto alla percolazione delle acque meteoriche lungo i piani di stratificazione e di fratturazione dell'ammasso roccioso.

La distribuzione disomogenea dei giunti di frattura e di faglia dà origine ad una permeabilità diversificata da zona a zona, ma con il comune denominatore espresso dalla tipologia descritta.

Gli acquiferi presenti all'interno di queste formazioni assumono spesso un andamento lineare coincidente con linee di contatto tettonico, fagliazioni e fasce milonitiche.

Zone semipermeabili

Questa tipologia comprende i litotipi appartenenti alla Formazione del Flysch ad Elmintoidi in facies marnoso-arenacea con permeabilità estremamente ridotta e dovuta esclusivamente agli eventuali giunti di fratturazione presenti nell'ammasso roccioso.

Zone impermeabili

Rientrano in questa tipologia il lembo pliocenico costituiti dalle Argille di Ortovero eventualmente alternate a i Conglomerati di Monte Villa essendo costituite da formazioni marnoso-sabbiose sovraconsolidate con coefficiente di permeabilità dell'ordine dei $10^{-7}/10^{-9}$ cm/sec).

Una particolare testimonianza della bassa permeabilità di questo litotipo è costituita dalle forme geomorfologiche calanchive operate dalle precipitazioni atmosferiche ed assunte dai fronti argillosi denudati dalla vegetazione.

Sono da attribuire a questa classe anche quelle zone intensamente urbanizzate, la cui copertura del suolo (strade, edilizia, ecc.) ha diminuito sensibilmente la permeabilità zonale: tali aree sono state indicate con TU sulla Carta Idrogeologica

In queste zone i deflussi delle acque avvengono esclusivamente attraverso le opere di drenaggio e di scolo, essendo preclusi i fenomeni di smaltimento per infiltrazione delle acque meteoriche.

Da quanto sopra esposto si conclude che la **Carta Idrogeologica** è stata realizzata attraverso la sovrapposizione delle Carte Geolitologica, Geomorfologica e Uso Suolo (da quest'ultima è stato riportato il Tessuto Urbano).

Anche in questo caso si segnalano dei limiti di validità della classificazione dovuti al fatto che, all'interno di una data classe di permeabilità, vi possono essere variazioni, anche notevoli, in ambito strettamente locale.

Tali variazioni sono dovute, per i materiali rocciosi, a variazioni spaziali dello stato di alterazione e di fratturazione, mentre per le coltri detritiche e per i sedimenti alluvionali, a variazioni della loro composizione, granulometria e grado di addensamento.

2.2.3.5 Capacità di infiltrazione del terreno

L'impatto delle precipitazioni meteoriche su un terreno possono dare origine a due differenti condizioni:

- se l'intensità di pioggia è inferiore alla capacità di infiltrazione del terreno, l'incremento di umidità dello strato superficiale del terreno crea una pressione di suzione tra questo e gli strati sottostanti, dando origine al fenomeno di infiltrazione;

- se al contrario l'intensità di pioggia è superiore alla capacità di infiltrazione del terreno, si forma uno strato di acqua superficiale che dà origine al fenomeno della infiltrazione per sommersione, nella quale, superata la fase iniziale nella quale il suolo è secco, la sola forza agente è quella gravitazionale.

Da risultati di prove sperimentali è possibile fare le seguenti considerazioni legate al rapporto capacità di infiltrazione-intensità di pioggia:

1. con maggiori intensità di precipitazione si raggiunge prima la sommersione;

2. a parità di tempo dall'inizio del fenomeno, la capacità di infiltrazione del terreno è inferiore a quella relativa ad una minore intensità di precipitazione.

La causa del fenomeno è attribuibile al fatto che l'aria presente nel terreno si allontana più facilmente in caso di progressivo e lento ispessimento delle pellicole di adsorbimento e dei cunei capillari che si verifica

per il movimento dell'acqua. In caso contrario alcune "bolle" gassose rimangono racchiuse nei pori del terreno impedendo il passaggio dell'acqua negli interstizi.

In base all'analisi dei dati pedologici è possibile affermare che per quasi tutto l'anno, ad eccezione dei mesi estivi più caldi, i suoli all'interno del comprensorio del Dianese sono in condizioni di surplus idrico. Di conseguenza durante le precipitazioni di fine estate-inizio autunno, immediatamente successive ai periodi di deficit idrico, si ha una minore propensione all'infiltrazione per il fenomeno precedentemente descritto. Al contrario verso i mesi di Ottobre-Novembre il suolo, nuovamente in surplus idrico, tende nuovamente ad assumere la massima propensione all'infiltrazione.

2.2.4 Assetto dell'uso del suolo

2.2.4.1 Carta di copertura e d'uso del suolo

Nella carta dell'uso del suolo sono evidenziati i "territori boscati e ambienti seminaturali" (TB) per 19,11 km² (33%) con i tipi: Zone Boscate, Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva, Zone con vegetazione rada o assente (spiagge, dune, rocce nude, aree con vegetazione rada, aree percorse da incendi recenti; il poligono di quest'ultima area è riportato sulla Carta Uso Suolo sovrapposto agli altri poligoni in quanto gli effetti degli incendi non sono stati tali da modificare in maniera prolungata e significativa le fitocenosi esistenti); i "territori agricoli" (TA) per 32,59 km² (57%) con i seguenti tipi: Colture ortofloricole terrazzate in pien'aria, Colture ortofloricole terrazzate in serra, Oliveti, vigneti e frutteti terrazzati, Prati e Pascoli, Zone agricole eterogenee, Ex coltivi; i "territori modellati artificialmente" (TMA) per 4,63 km² (8%) con due tipi principali: Tessuto urbano continuo e tessuto urbano discontinuo con inserimenti minori di aree sportive e ricreative, discariche, aree estrattive, aree portuali, aree industriali o commerciali oltre alla rete autostradale.

Una superficie minima pari a 0.6 km² è rappresentata da Zone Umide e Corpi Idrici.

OSSERVAZIONI GENERALI

Per i "Territori boscati ed ambienti seminaturali" valgono le analisi fatte per la carta vegetazionale. Nella carta Uso Suolo abbiamo una divisione più analitica dei territori agricoli in Colture ortofloricole terrazzate in pien'aria, Colture ortofloricole terrazzate in serra, Oliveti, Vigneti e frutteti terrazzati, Prati e Pascoli Zone agricole eterogenee, Ex coltivi.

Il poligono dei TA coincide con quello delle "aree agricole" della carta della vegetazione. L'uso agricolo prevalente del territorio risulta essere quello dell'oliveto terrazzato che si estende per 22,42 km² (40%), a ridosso del territorio urbanizzato costiero per risalire in genere fin'oltre i due terzi della lunghezza dell'asse dei corsi d'acqua principali rio Gorleri, rio San Pietro (Evigno), rio Varcavello, rio Pineta, torrente Cervo (Steria), giungendo fino a quota 400 m circa slm, in prossimità dell'abitato di Evigno (sottobacino San Pietro) e dell'abitato di Deglio (sottobacino Cervo).

In questa zona il tipo di coltivazione a oliveto è una coltura specializzata attualmente in buono stato fitosanitario; non si riscontra la tendenza a contrazione di questa superficie coltivata come avviene in altri territori della provincia di Imperia: infatti le aree denominate ex-coltivi, posizionate accanto alle coltivazioni dell'olivo, sono di limitata estensione, pari a 3,44 km² (6%) proporzionalmente distribuite tra i vari sottobacini.

I vigneti e i frutteti estesi su 0,76 km² (1%), rappresentano la superficie minima delle colture permanenti arboree e sono così suddivisi tra i diversi sottobacini: i vigneti nel Gorleri, Varcavello, San Pietro, Cervo e Vallovaira (rio della Madonna) per complessivi 0,70 km², quasi tutti in prossimità della costa e la maggior parte terrazzati; i frutteti nel Gorleri, San Pietro e Cervo per complessivi 0,06 km², anche questi a bassa quota vicino ai centri abitati.

Il tipo "Coltura in serra" che occupa una superficie di 0,46 km² (1%) risulta concentrato nelle zone pianeggianti, in prossimità delle zone urbanizzate costiere, per lo più nel sottobacino Cervo su 0,17 km². Manca del tutto in quelli più orientali ed occidentali del comprensorio. Le serre costruite sono tutte del tipo con strutture in acciaio zincato o legno e copertura in vetro.

I terreni agricoli dotati di serre permanenti rappresentano circa il 20% di quelle in piena aria che occupano complessivamente 2,35 km² (4%), evidenziando la vocazione floricola del territorio. Le colture in pien'aria sono più presenti (quasi la metà del totale), sia in forma terrazzata che non, nel sotto bacino San Pietro per 1,15 km² e secondariamente in quello di Cervo per 0,35 km², soprattutto nelle zone medio-basse dei bacini; si tratta principalmente di coltivazioni di piante annuali orto-floricole che, pertanto, lasciano scoperto il terreno in alcuni periodi dell'anno.

I terreni in stato di abbandono, gli "Ex-coltivi", coprono una superficie di 3,44 km² rappresentando circa il 10% della superficie complessiva dei TA (Territori agricoli). Sono presenti in tutti i sotto bacini, tranne nel Vallovaira (rio della Madonna), prevalentemente nel Cervo (0,9 km² km²), nel San Pietro (0,83 km²) e nel Varcavello (0,54 km²), arrivando anche alle quote medio-alte del territorio.

Le “Zone urbanizzate” nel tipo tessuto urbano continuo sono rappresentate in tutti i sottobacini eccetto l’Est, per un totale di 3,15 km² (6%), con maggiore incidenza nel San Pietro (0,91 km²) e nel Cervo (0,79 km²) grazie all’estensione dei tre grandi centri urbani costieri del bacino: Diano Marina, San Bartolomeo e Cervo. Il tipo tessuto urbano discontinuo è presente invece in tutti i sotto bacini, con percentuali proporzionali alla loro estensione, ma con una superficie nettamente inferiore al primo tipo (1,09 km² pari al 2%). Questa tipologia di uso del suolo risulta distribuita sino alle quote più elevate del comprensorio.

Le “Zone industriali” col tipo reti ferroviarie, autostradali e spazi accessori sono esclusivamente sviluppate alle quote inferiori dei principali sottobacini per un totale di 0,23 km², dei quali circa metà nel sottobacino Cervo.

Le “Aree industriali o commerciali” , le “Aree portuali” e le “Aree sportive e ricreative” occupano limitatissime superfici a stretto ridosso della costa per complessivi 0,16 km² e sono strettamente connesse con il tessuto urbano continuo dei principali centri abitati.

2.2.5 Assetto vegetazionale

2.2.5.1 Carta vegetazione reale

L'esecuzione del lavoro ha seguito una metodica schematizzabile nelle seguenti fasi.

La prima fase è consistita nella raccolta e nell'analisi dei dati esistenti, desumibili da studi e indagini pregresse, da monografie e da contatti con tecnici e responsabili degli enti coinvolti nella gestione del territorio (Corpo Forestale, Comunità Montana dell'Olivo).

Nella seconda fase sono state identificate le unità cartografiche, tramite foto interpretazione, con successiva verifica dei limiti nel corso di rilievi e sopralluoghi di campagna effettuati a partire dal mese di marzo 1998. Sempre in questa fase sono stati effettuati accurati rilievi floristici per definire la composizione nelle specie dominanti e sporadiche e la struttura delle differenti fitocenosi riscontrate nell'ambito del bacino e, in particolare, la percentuale di copertura da queste assicurato al suolo forestale attraverso lo strato arboreo (A), alto-arbustivo (B), basso-arbustivo (C) ed erbaceo (D). Le schede dei singoli rilievi vegetazionali sono riportate in allegato.

Nella carta della vegetazione sono stati evidenziate le seguenti tipologie di vegetazione:

PRATI E PASCOLI
 BOSCO MISTO di conifere e angiosperme termofile
 BOSCO di conifere termofile
 BOSCO di angiosperme termofile
 AREE AGRICOLE TERRAZZATE con tre differenti tipi
 ARBUSTETO macchia mediterranea
 FORMAZIONI RIPARIALI
 AREE NUDE O CON VEGETAZIONE SPORADICA

PRATI E PASCOLI

Dislocati principalmente lungo i crinali che separano i vari bacini e sottobacini, anche in aree prima coltivate, hanno preso il posto delle leccete e del querceto a roverella (*Quercus pubescens*), fatto evidenziato dal corteggio floristico riscontrabile nelle diverse stazioni del comprensorio: spesso abbondano infatti specie della macchia mediterranea o del sottobosco dei querceti termofili. La composizione del cotico erboso, che insiste su suoli spesso poco potenti e rocciosi, è rappresentativo di situazioni pascolive differenziate, a volte con la prevalenza di buone specie foraggere, altre contraddistinte dalla presenza di arbusti il cui sviluppo è legato al passaggio del fuoco (rovi, ginestra spinosa, biancospino).

BOSCHI DI ANGIOSPERME TERMOFILE

Sono rappresentati esclusivamente da querceti di Roverella che hanno colonizzato, in virtù della propria frugalità e della spiccata xerofilia caratteristica della specie, i coltivi abbandonati (ortivi e terrazzamenti ad olivo) e le zone ex-pascolive situate alle quote maggiori del comprensorio: gli adattamenti al clima mediterraneo, come la fioritura e l'entrata in vegetazione che eludono l'aridità estiva, nonché la pubescenza della pagina inferiore delle foglie e dei rametti, hanno permesso alla roverella di competere con il leccio (*Quercus ilex*) nelle zone più disturbate dall'uomo, soprattutto su substrati argillosi.

Questi boschi, con densità da rada a quasi colma, occupano tutti i versanti, in stazioni ad acclività da bassa ad accentuata, ospitando sporadicamente esemplari di pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*) o carpino nero (*Ostrya carpinifolia*). Si tratta in parte di popolamenti governati a ceduo per la produzione di legna da ardere, con pochi polloni per ceppaia e sviluppo e portamento mediocri. Frequenti anche giovani individui di origine gamica con migliore portamento.

In virtù dell'apparato radicale fittonante e molto espanso della roverella, questi boschi, ancorché radi, svolgono una importante funzione di consolidamento delle pendici maggiormente soggette a rischi di dissesto idrogeologico.

BOSCHI DI CONIFERE TERMOFILE

A dominanza assoluta di pino d'Aleppo, queste cenosi sono distribuite sulle colline a ridosso della costa su terreni spesso pietrosi, con substrato calcareo, a forte pendenza. La concorrenza di angiosperme termofile arboree è ridotta, il portamento è mediocre, la chioma irregolare.

La permanenza di queste pinete è in parte dovuta alla capacità, propria dei pini, di rinnovarsi prontamente dopo il passaggio degli incendi. Il pino d'Aleppo, infatti, ha molti coni serotini, ossia con schiusura ritardata per vari anni dopo la maturazione; per effetto del calore di un incendio questi si aprono tutti insieme disperdendo molti semi che germinano prontamente; le pinete del Dianese si possono ritenere derivanti da degradazione di precedenti formazioni a leccio.

BOSCHI MISTI DI CONIFERE E ANGIOSPERME TERMOFILE

Alle stesse quote dei boschi di conifere termofile sono presenti, frammentate, tipiche consociazioni tra il pino d'Aleppo e la roverella. All'interno di una preesistente cenosi della conifera si sono instaurate lentamente delle codominanze a quercia, favorite dalla non eccessiva copertura basso-arbustiva di elementi della macchia mediterranea; in alcuni casi, invece, tali formazioni si sono generate in seguito all'incendio di terreni occupati solo in parte da esemplari di pino d'Aleppo e roverella, evento che ha favorito un rapido sviluppo della cenosi con dominanza però della conifera, a causa del suo più rapido accrescimento iniziale.

Non rare sono le stazioni alle quote inferiori del bacino, in vicinanza del mare, nelle quali la maggior aridità favorisce l'insediamento dei semenzali della conifera e delle specie della macchia mediterranea in formazioni rade di roverella.

AREE AGRICOLE

Queste aree sono rappresentate dai tre tipi:

Aree Agricole Utilizzate

Aree Agricole non Utilizzate in Evoluzione Naturale

Aree Agricole Sottoutilizzate Invase da Infestanti

Le Aree Agricole Utilizzate sono rappresentate in prevalenza dalla coltura dell'olivo a cui si associano altre pratiche agricole in ordine di diffusione viticoltura, frutticoltura, orticoltura.

L'olivo viene coltivato da molto tempo sfruttando le condizioni climatiche favorevoli delle zone costiere del bacino: l'esposizione soleggiata e la vicinanza mitigatrice del mare hanno consentito di sfruttare una notevole superficie del territorio per l'olivicoltura, con la costruzione caratteristica di chilometri di muretti a secco per la riduzione delle pendenze e dell'erosione. Nelle fasce così ricavate sono state impiantate file di olivi con un sesto d'impianto di 3-4 metri sulla fila e tra le file (queste disposte quasi sempre in numero di una per fascia); non rara risulta la consociazione stagionale, peraltro localizzata, con il prato di leguminose o le colture ortive.

La forma di allevamento prevalente è quella libera, originatasi con potature irrazionali che hanno elevato sino anche a 4-5 metri la statura degli alberi. In secondo ordine quella a vaso più o meno regolare con un maggior diradamento delle branche all'interno della chioma. Ultimamente si sta diffondendo un sistema di potatura drastica che prevede l'abbassamento del tronco con taglio di tutti i rami al fine di ottenere piccoli alberelli rinvigoriti ai quali applicare una più facile raccolta del frutto. E' consigliabile che questo tipo di potatura venga eseguito in modo scalare nell'oliveto poiché, eliminando completamente la chioma della pianta, si lascia il terreno privo di copertura vegetale arborea per diversi anni. Si tratta comunque spesso di oliveti piuttosto vecchi, affiancati solamente in casi sporadici da impianti recenti, mentre più frequente è riscontrare la sostituzione di singoli alberi non più produttivi con individui giovani.

Negli oliveti è in uso la pratica del diserbo, sia meccanico che chimico, al fine di eseguire le singole operazioni colturali nella maniera più idonea, in primis la fase della raccolta: si origina così una pacciamatura indotta dai tessuti vegetali accumulatisi sul terreno dopo il taglio o il disseccamento e che li rimangono a lungo sino alla loro trasformazione in materiale organico decomposto.

Il drenaggio delle acque meteoriche è favorito dalla struttura stessa dei muretti a secco che permettono lo sgrondare dell'acqua infiltratasi nel suolo soprastante attraverso gli spazi tra i singoli massi; ciò contribuisce fortemente ad attenuare il rischio di cedimenti della struttura per un eccessivo carico statico dovuto all'accumulo di acqua nel terreno; purtroppo laddove gli oliveti sono in parte o del tutto abbandonati insorgono crolli o disfacimenti per la mancata manutenzione.

I terreni coltivati a vite, con il sistema Guyot, sono situati sulle pendici collinari a quote basse, in esposizioni soleggiate su vecchi terrazzamenti o su dolci declivi semplicemente lavorati e non meccanizzabili, per lo più in vicinanza dei centri abitati; il sesto d'impianto tipico è di 1x1 metri con tutori in cemento negli impianti più recenti.

Le colture ortive ed i frutteti sono localizzati nelle piane di fondovalle, vicino alla costa, molto frammentate, le prime anche sotto serra e le seconde allevate a vaso con sestri molto variabili; sempre nelle stesse stazioni sono presenti appezzamenti di modesta estensione impiegati per la floricoltura industriale in pien'aria o in serra.

Le aree agricole utilizzate hanno subito negli ultimi decenni una contrazione di superficie con un progressivo abbandono delle zone poste ad altitudine più elevata, ancorché con buona esposizione. La tendenza è stata quella di preferire le aree più vicine al tessuto urbano servite da strade, linee elettriche e con possibilità irrigue. Pertanto nei terreni non più coltivati si è innescato il naturale processo di dinamica vegetazionale con l'inserimento predominante della roverella grazie alle sue doti pioniere e frugali, insieme ad una sporadica formazione arbustiva qualificata negli stadi evolutivi della "gariga" e della "macchia mediterranea". Questa situazione a volte ha subito fasi di regressione conseguenti agli incendi e alla pratica del pascolo, per cui si può incontrare tale vegetazione rappresentata da formazioni erbaceo-arbustive o suffruticose-arbustive con copertura vegetale spesso assai rada. Queste aree sono state definite come Aree non Utilizzate in Evoluzione Naturale. Su di esse rimangono chiaramente visibili i manufatti che testimoniano il precedente uso agricolo quali i muretti a secco e le costruzioni rurali. Al contrario, quando la roverella prende il sopravvento, tali aree possono essere confuse con quelle del bosco rado di angiosperme termofile.

Le Aree Agricole Sottoutilizzate Invasa da Infestanti sono il risultato di un recente abbandono di piccole aree marginali non più coltivate. Su di esse prendono facilmente il sopravvento le più comuni infestanti erbacee a foglia stretta e larga ed i roveti.

ARBUSTETO

Questa fitocenosi, costituita da piante tipiche della macchia mediterranea, rappresenta uno stadio transitorio che dovrebbe portare, se non disturbato, all'affermazione del querceto termofilo. Nelle zone limitrofe ai prato-pascoli è frequente un arbusteto costituito da biancospino (*Crataegus monogyna*), Rosa canina e prugnolo (*Prunus spinosa*) formatosi in seguito al periodico passaggio del fuoco sui pascoli.

AREE NUDE O CON VEGETAZIONE SPORADICA

Si tratta di aree caratterizzate da suoli superficiali con affioramenti rocciosi ed esposizione soleggiata. La scarsa copertura vegetale è rappresentata dal prato-pascolo frammisto a rade formazioni arbustive.

FORMAZIONI RIPARIALI

Sono localizzate in zone con microclimi leggermente più freschi rispetto alle zone circostanti e si distinguono per la presenza di vegetazione arborea costituita da un'associazione di salice (*Salix sp.*), pioppo nero (*Populus nigra*), ontano nero (*Alnus glutinosa*). La pendenza e il corso incassato degli alvei non hanno consentito l'accumulo di depositi alluvionali tali da permettere lo sviluppo di un'associazione vegetale igrofila specifica.

Facendo riferimento alla distribuzione in termine di superficie delle diverse tipologie sopra descritte si sottolinea che più della metà della superficie dell'intero comprensorio, esattamente il 74%, è occupato da Aree Agricole Terrazzate e Bosco con una netta prevalenza dell'area agricola (49%) sul bosco (25%). Circa 4,05 km², pari al 7% della superficie totale, sono occupati da aree agricole abbandonate o sottoutilizzate, ricoperte da vegetazione in lenta evoluzione naturale che insieme al 9% (km² 5,04) occupata dall'arbusteto dovrebbero rappresentare la direzione verso il climax arboreo.

L'associazione Bosco-Arbusteto occupa poco più di un terzo (34%) della superficie totale del bacino; tale rapporto, però, varia all'interno dei singoli sottobacini, predominando in quelli a sviluppo altimetrico maggiore, Cervo e San Pietro, mentre negli altri casi predominano le Aree Urbane o Agricole con percentuali che variano tra l'80% e 100%.

I Pascoli sono situati alle quote maggiori del comprensorio, rivestendo 3,01 km², pari al 5% del totale, e rappresentano le fitocenosi più degradate da fattori antropici vari (pascolo e incendio) e quindi con tempi evolutivi verso il climax arboreo molto lunghi.

2.2.5.2 Rilievi della composizione e della struttura della vegetazione

Qui di seguito vengono illustrate brevemente le caratteristiche ecologiche dei principali raggruppamenti vegetali presenti nel comprensorio del Dianese, mettendone in rilievo alcuni aspetti ecologici e fitogeografici.

Orizzonte delle sclerofille sempreverdi

In origine, la copertura vegetale dominante era rappresentata dal bosco di leccio, prima che la fascia marittimo-collinare venisse ampiamente antropizzata, sottraendo spazi da destinare agli insediamenti ed alle

coltivazioni sia protette che in piena aria. L'intenso sfruttamento del bosco portò alla diffusione delle pinete al di fuori delle stazioni rupestri costiere con relativi passaggi intermedi della gariga della macchia e l'inserimento di lembi di vegetazione che andrebbero ascritte all'orizzonte delle latifoglie più o meno termofile.

Macchia

La macchia mediterranea è un insieme particolarmente fitto di forme arbustive sempreverdi che copre suoli prevalentemente silicei prediligendo esposizioni soleggiate. Le specie più ricorrenti nel bacino in oggetto sono:

l'euforbia spinosa (*Euphorbia spinosa*), la ginestra di Spagna (*Spartium junceum*), il cisto a foglie di salvia (*Cistus salviifolius*), il cisto a foglie sessili (*Cistus albidus*) il lentisco (*Pistacia lentiscus*), la ginestra Spinosa (*Calicotome spinosa*), il terebinto (*Pistacia terebinthus*), la coriaria (*Coriaria myrtifolia*), l'alaterno (*Rhamnus alaternus*).

Tra le piante a fusto lianoso si ricordano il caprifoglio mediterraneo (*Lonicera implexa*) e la salsapariglia nostrana (*Smilax aspera*). Praticamente assenti sono invece proprio le due forme arborescenti che tenderebbero col tempo a dominare gli arbusti della macchia nelle zone costiere calde della regione mediterranea: il carrubo (*Ceratonia siliqua*) e l'oleastro, o Ulivo spinoso (*Hippophae rhamnoides*), progenitore dell'Ulivo domestico.

La struttura è tipica della macchia bassa con altezza media delle piante non superiore ai 2 metri, esclusi sporadici esemplari di roverella, con una dominanza di specie calciofile come la ginestra di Spagna ed il cisto a foglie sessili o, più vicino al mare, di specie ubiquitarie come lentisco, alaterno e gnidio (*Daphne gnidium*); lo strato erbaceo è dominato da xerofite mediterranee quali l'asparago pungente (*Asparagus acutifolius*), il trifoglio bituminoso (*Psoralea bituminosa*), la valeriana rossa (*Centranthus ruber*), la ginestrella comune (*Dorycnium pentaphyllum*) e, in prossimità della costa, ruta d'Aleppo (*Ruta chalepensis*) e *Melica minuta* (rilievo n.7).

Il grado medio di copertura del suolo da parte degli arbusti di questa formazione è del 75% circa, mentre lo strato erbaceo vegeta sul'80% della superficie.

Localmente si possono incontrare formazioni miste di tipo erbaceo-arbustive o di tipo suffruticoso-arbustivo che costituiscono o fasi di regressione della macchia mediterranea in conseguenza degli incendi, oppure corrispondono a tappe intermedie della serie dinamica normale in aree non più coltivate dall'uomo.

Tali formazioni possono ricondursi a manifestazioni di gariga, una formazione vegetale costituita in prevalenza da suffrutici (timo, rosmarino, euforbia spinosa, trifogliolo e lavanda selvatica) che crescono mescolati ad una rada vegetazione erbacea che si insedia tipicamente su suoli pietrosi e detritici e negli ambienti più caldi e aridi; dove predominano i Cisti si è in una fase di transizione verso la macchia vera e propria.

In una serie dinamica normale la gariga invece costituisce lo stadio che precede la genesi della macchia mediterranea, allorché i suffrutici si addensano migliorano le condizioni del substrato permettendo l'attecchimento e lo sviluppo delle prime plantule degli arbusti. Questi ultimi crescendo sottrarranno il sole ai suffrutici e ne determineranno la loro scomparsa.

La flora delle garighe è molto più ricca di quella delle macchie perchè si tratta di popolamenti radi con bassi livelli di competizione tra i vegetali; per questo motivo possiamo trovare tra i suffrutici e le erbe numerose piantine che formano particolari endemismi (orchidee del genere *Ophrys*).

Pineta a pino d'Aleppo

Il pino d'Aleppo è, rispetto agli altri pini della flora mediterranea, il più eliofilo, termofilo, xerofilo. Purtroppo a fianco a suddette doti possiede il grave difetto di avere un legno estremamente infiammabile.

La struttura del bosco è monoplana con strato arboreo monospecifico e un grado di copertura di circa l'80%, un sottostante diffuso strato arbustivo ad alaterno, lentisco, ginestra di Spagna e ginestra spinosa, che copre il 50% circa del suolo, e una componente erbacea simile a quella della macchia (copertura del 95%); diffusi i rampicanti salsapariglia, caprifoglio delle macchie e robbia selvatica (*Rubia peregrina*) (rilievo n.6).

Bosco misto di pino d'Aleppo e roverella

E' una fitocenosi diffusa nella zona di transizione tra l'orizzonte delle sclerofille sempreverdi e quello delle latifoglie termofile: qui la roverella, tipica essenza dell'orizzonte superiore, si è insediata nelle radure delle pinete laddove è riuscita a contrastare il più rapido accrescimento del pino e degli elementi della macchia, nonché il loro più spiccato pionierismo.

La struttura infatti prevede due piani di vegetazione arborea distinti: il superiore occupato dal pino d'Aleppo, rappresentato da individui di discrete dimensioni seppur contorti, l'inferiore colonizzato dalla roverella che, per il lento accrescimento, è presente solamente con piante di modeste dimensioni; la copertura dello strato arboreo si aggira intorno all'80%; molto sviluppato appare lo strato arbustivo (50% di copertura negli arbusti alti e 25% in quelli più bassi) a testimoniare una evoluzione tendenziale verso cenosi

più complesse tendenti al bosco di querce caducifoglie in alto e a quello di leccio a quote inferiori; lo strato erbaceo è tipicamente mediterraneo con le stesse specie delle formazioni pure di pino d'Aleppo (rilievo n.5).

Orizzonte delle Latifoglie Termofile

Le formazioni di questo orizzonte, in realtà, nel comprensorio in oggetto sconfinano in parte nel sottostante orizzonte delle sclerofille sempreverdi.

Querceto a roverella

La frugalità e la notevole valenza ecologica di questa specie le consentono di colonizzare terreni di modesto spessore e di tollerare escursioni termiche e idrometriche di discreta ampiezza.

La composizione di questi querceti è tipica dei boschi appartenenti alla serie mediterranea della roverella, dove, sotto il piano arboreo unico e monospecifico della quercia, si è instaurato un piano arbustivo con elementi propri della macchia mediterranea quali l'atalerno, la ginestra spinosa e la ginestra di Spagna, oltre alla salsapariglia, asparago pungente, robbia selvatica e pisello odoroso (*Lathyrus latifolius*).

Sporadica risulta la presenza nello strato arbustivo dell'orniello (*Fraxinus ornus*), mentre alle quote superiori, nelle esposizioni più fresche e lungo i canali, compaiono individui isolati o piccoli gruppi di carpino nero.

La copertura dello strato arboreo va dall'80% delle formazioni quasi chiuse o dense al 50% di quelle rade. La copertura dello strato arbustivo si aggira intorno al 15-20% circa mentre quello erbaceo si attesta intorno al 90% (rilievi n.3 e 4).

Aree prative submontane

Si tratta di fitocenosi piuttosto estese nell'ambito del comprensorio, risultato dei disboscamenti ed utilizzate un tempo per le colture di sostentamento della popolazione rurale e per lo più oggi come fonte di foraggio attraverso il pascolamento di capi ovo-caprini e bovini; laddove non sono utilizzate più a questi fini si assiste ad una marcata invasione di specie ricostruttrici del bosco quali il rovo (*Rubus ulmifolius*), il biancospino, il prugnolo e, a quote inferiori, la ginestra di Spagna e l'euforbia spinosa, che ricoprono il suolo per il 5% circa. Mancando quasi del tutto lo strato arboreo (si notano solamente sporadici semenzali di roverella che testimoniano comunque una fase evolutiva più spinta); lo strato erbaceo predomina con oltre il 90% di superficie occupata con presenza di graminacee meso-xerofile quali la festuca rossa (*Festuca gr. rubra*), il paleo odoroso (*Anthoxanthum odoratum*), il brachipodio (*Brachypodium caespitosum*), i sonaglini (*Briza media*) e leguminose buone foraggere come alcune specie di trifoglio, ginestrino e lupinella (*Onobrychis viciifolia*) (rilievi n.1 e 8).

Arbusteto

E' una formazione che rappresenta una tappa intermedia nel processo evolutivo che tende allo sviluppo del bosco; tale fitocenosi ha occupato i terreni abbandonati dall'agricoltura, colonizzando rapidamente i terrazzamenti e le aree prative non più pascolate.

Le forme di invasione più frequenti prevedono la presenza di prugnolo, biancospino, Rosa canina, rovo e, nelle esposizioni più soleggiate, anche la ginestra di Spagna. Lo strato arbustivo ha un grado di copertura del 95% circa, lasciando poco spazio alle specie erbacee (10% circa di copertura), rappresentate da graminacee foraggere come la Poa annua, la coda di topo (*Phleum pratense*), il paleo odoroso, il brachipodio, il loglio (*Lolium perenne*); sporadici esemplari di orniello appaiono in seno a tali cenosi (rilievo n.2).

Vegetazione azonale

Si collocano in questo gruppo i consorzi cosiddetti azonali poiché il loro manifestarsi non è direttamente legato al clima ma, nel caso specifico, a determinate condizioni di umidità del suolo che si verificano nelle stazioni spondali dei corsi d'acqua, su suoli sabbiosi o spesso ciottolosi, indipendentemente dall'orizzonte vegetazionale di appartenenza: le formazioni ripariali e quelle di zone umide d'acqua dolce.

Formazioni ripariali

La componente arborea presenta specie igrofile pioniere come il pioppo nero e l'ontano nero in associazioni mediamente dense (60% circa di copertura delle sponde). Al di sotto si sviluppa un più rado strato alto-arbustivo a dominanza di pioppo nero e di canna domestica (*Arundo donax*) e un diffuso strato erbaceo con specie che vivono comunemente lungo i corsi d'acqua poco profonda, a volte sommerse dalla piena, come il crescione d'acqua (*Nasturtium officinale*), il sedano d'acqua (*Apium nodiflorum*), la *Veronica beccabunga*, la salcerella comune (*Lythrum salicaria*) ed alcuni giunchi (*Juncus* ssp.) (rilievo n.9).

2.2.6 Carta delle Unità suolo-paesaggio

Metodologia

La realizzazione della carta dei suoli presuppone un'attenta analisi di tutti quei caratteri che hanno un'elevata correlazione con i suoli, primi fra tutti morfologia, litologia, forme di utilizzazione e copertura del suolo. Tale analisi deve permettere di definire, per ogni tipologia distinta, la rispettiva classificazione ed i limiti areali. Tutto ciò, associato a caratteri stagionali, può fornire preziose indicazioni sulla potenzialità di utilizzazione e sulla vulnerabilità dei singoli suoli identificati. L'indagine pedologica si è svolta attraverso diverse fasi i cui contenuti vengono brevemente illustrati di seguito.

Fotointerpretazione

Il rilevamento pedologico è stato preceduto da una fase di fotointerpretazione preliminare di foto aeree di un volo della Regione Liguria a colori, in scala approssimativa 1:13.000 circa, con riprese effettuate dalla fine di agosto ai primi di settembre del 1991. Ciò ha consentito di programmare il rilevamento pedologico e di definire le principali unità di paesaggio presenti nel territorio. In particolare, sono stati evidenziati i caratteri morfologici e di utilizzazione del suolo seguendo una legenda di fotointerpretazione in cui alcune categorie, seppur di minor significato nei riguardi di morfologia e uso del suolo, hanno un'elevata correlazione con i suoli presenti.

La forte antropizzazione delle aree retro-costiere e submontane ha condizionato l'evoluzione dei suoli. Le superfici terrazzate di origine artificiale sono presenti un po' ovunque. Qui sono stati effettuati sbancamenti e riporti più o meno rilevanti in relazione alla possibilità di utilizzare mezzi meccanici. Per questa ragione, in fase fotointerpretativa, sono state evidenziate le situazioni di terrazzamento antropico. Particolare attenzione è stata posta all'interpretazione geomorfologica del paesaggio in quanto esiste un'elevata correlazione fra litologia, morfologia e tipologie pedologiche.

Morfologicamente si sono considerati alcuni elementi fondamentali del paesaggio quali, ad esempio, pendenza dei versanti, pattern idrografico e conseguente complessità e articolazione dei versanti, condizioni erosive eluviali o forme di accumulo alla base dei versanti, aree subpianeggianti di sommità o in versante, ripiani in versante di origine geomorfologica per presenza di paleofrane ormai assestate.

Altri parametri considerati, che si sono rivelati ben correlati con i suoli, sono densità e tipologia della vegetazione, aree cacuminali a prevalente vegetazione erbacea, aree degradate o in erosione attiva, esposizione dei versanti ecc.

L'associazione fra morfologia e tipi pedologici ha permesso di evidenziare le aree pianeggianti di fondovalle più o meno estese caratterizzate da sedimenti alluvionali di varia granulometria. La ricostruzione morfologica di tali aree è comunque resa difficile dall'intensa urbanizzazione che ha determinato forti modellamenti e movimenti di terreno rispetto alla situazione di origine.

Tabella 2.2.6/A Legenda di fotointerpretazione.

1.	VERSANTI SEMPLICI (profili omogeneo)	1.1	erosione incanalata debole pendenza da lieve a moderata
		1.2	erosione incanalata debole pendenza elevata
2.	VERSANTI COMPLESSI (profilo discontinuo)	2.0	erosione incanalata severa pendenza elevata
3.	RIPIANO IN VERSANTE	3.1	da corpo di frana
		3.2	da altre cause
4.	AREE SOMMITALI	4.1	ampie con sviluppo sia in larghezza che in lunghezza
		4.2	strette dorsali e linee di cresta
5.	AREE DI DISPLUVIO IN VERSANTE	5.1	aree di displuvio in versante a copertura rada e con frequenti affioramenti rocciosi
6.	PARTE BASSA DI VERSANTE	6.1	parte bassa di versante con colluvio evidente
7.	AFFIORAMENTI ROCCIOSI	7.1	aree con frequenti affioramenti rocciosi
8.	AREE ANTROPIZZATE	8.1	aree caratterizzate da terrazzamenti di origine antropica
		a.	in buono stato di manutenzione

b. in cattivo stato di manutenzione

Inoltre, sono state poste in evidenza le aree subpianeggianti localizzate in versante la cui origine è legata ad eventi franosi ormai stabilizzati e nelle quali i suoli sono quasi sempre caratterizzati da un notevole spessore.

Le unità di territorio distinte secondo tali parametri hanno consentito di delineare aree caratterizzate da una forte omogeneità pedologica.

Rilevamento pedologico.

La fotointerpretazione preliminare ha permesso di programmare il rilevamento di campagna basato sull'osservazione delle unità di paesaggio riconosciute: ciò ha permesso la preparazione di itinerari (transects) che hanno interessato le unità di paesaggio identificate.

Le osservazioni di campagna si sono articolate nell'esecuzione di trivellate (con trivella manuale di tipo olandese da 120 cm) e nell'apertura di sezioni di suolo (profili) la cui descrizione ha permesso successivamente la loro classificazione. L'esecuzione delle trivellate è stata resa quasi sempre estremamente difficoltosa dall'abbondante presenza di scheletro nel suolo; per tale ragione e per avere una migliore interpretazione dei modelli distributivi relativi alle tipologie pedologiche, si è data una netta priorità all'esecuzione dei profili.

Per la descrizione delle osservazioni si è fatto riferimento alla "Guida alla descrizione del suolo" (Sanesi et. al., 1977) mentre i colori sono stati stimati in campo servendosi delle Munsell Soil Color Charts (Munsell, 1954).

Nel comprensorio sono stati eseguiti 16 profili e un congruo numero di osservazioni necessarie all'individuazione delle delimitazioni presenti fra differenti tipologie. Il rilevamento effettuato non ha seguito una griglia prefissata: l'intensificazione delle osservazioni si è resa necessaria nei casi caratterizzati da una forte variabilità litologica del substrato, delle associazioni vegetali presenti o dell'incidenza dei fenomeni erosivi.

Minore attenzione è stata posta nel rilevamento delle aree agricole in quanto in esse è comune l'origine antropica dei suoli.

Le schede dei profili e delle trivellate pedologiche sono inserite negli allegati.

Analisi fisico – chimiche dei campioni di terreno.

Dai profili più rappresentativi sono stati prelevati complessivamente 18 campioni di suolo che sono stati sottoposti ad analisi fisico-chimiche presso il "Laboratorio Regionale Analisi Terreni e Produzioni Vegetali" della Regione Liguria di Sarzana (SP).

Ciò ha consentito una migliore caratterizzazione chimico-fisica del suolo per una corretta classificazione tassonomica.

Su tutti i campioni sono state effettuate le analisi seguendo le metodiche indicate dal M.A.F. con D.M. del 11.05.92, G.U. n. 121 del 25.05.92 suppl. ord. Il numero riportato nel testo indica il metodo utilizzato per la misurazione del rispettivo parametro specificato dal citato Decreto Ministeriale. Sui campioni sono state eseguite le seguenti determinazioni:

Tabella 2.2.6/B Determinazioni effettuate sui campioni di suolo

- | | |
|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | Determinazione del pH in sospensione 1:5 di acqua distillata e soluzione 1N di potassio cloruro (KCl), metodo n.7; |
| <input type="checkbox"/> | determinazione della conducibilità, metodo n.8; |
| <input type="checkbox"/> | determinazione del "calcare totale", metodo n.9 |
| <input type="checkbox"/> | determinazione della distribuzione della dimensione delle particelle (tessitura) per setacciatura ad umido e sedimentazione, metodo n.5; le frazioni granulometriche analizzate sono relative a: |
| 1. | sabbia grossa 2,00-0,25 mm |
| 2. | sabbia fine 0,25-0-10 mm |
| 3. | sabbia molto fine 0,10-0,05 mm |
| 4. | limo grosso 0,05-0,02 mm |
| 5. | limo fine 0,02-0,002 mm |
| 6. | argilla < 0,002 mm |
| <input type="checkbox"/> | determinazione del carbonio organico, metodo n.15; |
| <input type="checkbox"/> | determinazione della capacità di scambio cationico con bario cloruro e trietanolamina, metodo n.27; |

Classificazione dei suoli

La classificazione adottata fa riferimento alle indicazioni della Soil Taxonomy dell'U.S.D.A. (United States Department of Agriculture, 1992). Il livello tassonomico raggiunto è il sottogruppo in cui i suoli sono distinti per caratteri specifici propri e per la loro genesi.

Tuttavia sarebbe stato forse opportuno, in relazione al dettaglio della cartografia prodotta e agli obiettivi del piano, ricorrere al livello di famiglia in cui i suoli sono distinti anche in base alla classe granulometrica di appartenenza, alla classe di reazione, a quella mineralogica e a quella relativa al regime di temperatura. Soprattutto le prime due famiglie avrebbero permesso di distinguere suoli con epipedon (orizzonte superficiale) a differente grado di erodibilità in base alla loro tessitura e suoli che, pur appartenendo allo stesso sottogruppo, hanno una reazione anche molto differente fra di loro.

Tuttavia, essendo il documento finale prodotto, relativo non tanto alla carta pedologica quanto alla "Carta delle Unità Suolo-Paesaggio", le differenze granulometriche fra le varie tipologie pedologiche sono state evidenziate delineando unità cartografiche diversificate per il substrato da cui si sono originati i suoli.

In particolare questo vale per l'Unità 6 in cui i suoli sono stati classificati come Typic Xerochrepts, Calcixerollic Xerochrepts e Lithic Xerorthents con caratteri evolutivi e diagnostici uguali ad altri diffusi nel bacino ma la cui peculiarità è una tessitura franca o franco sabbiosa anziché franco argillosa o franco limosa. Essi si sono infatti originati da sedimenti pliocenici prevalentemente sabbiosi, sabbioso-ghiaiosi e argilloso-limosi presenti nei lembi di Diano Castello, Poiolo e Pairola.

Ai fini di una corretta classificazione è fondamentale il riconoscimento, nel suolo, di orizzonti diagnostici che permettono di entrare nelle categorie più elevate del sistema. Ciò non ha presentato particolari difficoltà, se si escludono i casi in cui l'originaria successione degli orizzonti è stata alterata da interventi antropici (terrazzamenti) o naturali (eventi franosi).

Classificazione delle forme di humus.

Particolare attenzione è stata prestata all'individuazione degli orizzonti organici per la cui descrizione è stata predisposta un'apposita scheda redatta sulla base delle indicazioni contenute nel "Towards a Taxonomic Classification of Humus Forms" (Green, Trowbridge & Klinka, 1993). La descrizione delle forme di humus costituisce un elemento fondamentale per l'esatta descrizione dei suoli forestali e per comprendere lo stato di integrità e potenzialità di un determinato territorio.

LE UNITA' PEDOLOGICHE

Prima di descrivere le tipologie pedologiche identificate nel corso del rilevamento occorre illustrare i caratteri climatici dei suoli e, più in particolare, definire il loro regime idrico e termico.

Caratterizzazione climatica dei suoli

Generalità

Considerata l'elevata escursione altimetrica presente all'interno del comprensorio (da 0 a quasi 1.000 m.s.l.m. del Pizzo d'Evigno) l'analisi delle caratteristiche climatiche dei bacini esaminati avrebbe richiesto l'elaborazione di dati termopluviometrici relativi a stazioni localizzate ad altitudini diverse. Purtroppo la mancanza di una rete capillare di rilevamento, non solo all'interno del comprensorio, ma anche in ambienti esterni significativamente riconducibili all'area di studio, non ha consentito una sicura individuazione del regime idrico dei suoli. L'elaborazione si è basata sui dati termopluviometrici delle stazioni di Imperia, Alassio e Bestagno che sono ragionevolmente attendibili per la parte costiera e per quella medio-montana ma che non danno indicazioni certe per la fascia situata ad altitudine più elevata. Per questa si possono fare solo alcune supposizioni.

Il regime idrico e il regime termico dei suoli

Il regime idrico dei suoli viene definito in base alle variazioni che l'acqua disponibile subisce, all'interno della sezione di controllo, durante l'anno.

La sezione di controllo corrisponde alla porzione di suolo compresa fra due limiti:

- il limite superiore è la profondità alla quale un suolo secco è inumidito dall'apporto di 25 mm. di acqua in 24 ore;
- il limite inferiore è dato dalla profondità a cui può giungere l'inumidimento di un suolo secco con un apporto di 75 mm. di acqua in 48 ore.

La sezione di controllo definita in questa maniera racchiude una zona corrispondente alla porzione di suolo in cui l'apparato radicale delle piante trova la sua maggiore espansione.

È quindi chiaro come tutto ciò sia fondamentale per definire i caratteri del suolo nei riguardi delle condizioni idriche e della vita delle piante e come sia un criterio basilare per la classificazione stessa.

I metodi che permettono di osservare la variazione delle condizioni idriche all'interno della sezione di controllo, si basano su dati climatici, ma costituiscono comunque dei modelli che riproducono con approssimazione ciò che succede nella realtà. Il metodo da noi usato è quello di Billaux che utilizza come dati la piovosità media mensile, la temperatura media mensile, l'evapotraspirazione potenziale media mensile (calcolata secondo il metodo di Thornthwaite). Viene stabilita a priori una quantità di acqua disponibile o AWC (available water capacity) che, nel nostro caso è stata calcolata (Regione Toscana, 1988) per ogni profilo descritto in base alla profondità dei singoli orizzonti ed al contenuto in argilla, limo, carbonio organico e scheletro. Essa può infatti variare da circa 30 mm nei suoli più sottili e ricchi di scheletro (profilo 3) a circa 130 per quelli più profondi e meno scheletrici.

L'elaborazione permette di definire due calendari, uno delle temperature e l'altro dello stato di umidità, dai quali si può desumere il numero cumulativo di giorni in cui la sezione di controllo è secca, parzialmente umida ed umida.

Il regime di umidità del suolo può essere definito xerico. In esso "la sezione di controllo dell'umidità è asciutta in ogni sua parte per 45 giorni o più consecutivi entro i 4 mesi del solstizio estivo per 6 anni o più su 10; essa è invece umida in ogni sua parte per 45 giorni o più consecutivi entro i 4 mesi che seguono il solstizio invernale per 6 anni o più su 10,..."(Giovagnotti, 1980).

Il periodo di deficit idrico, per i suoli più sottili, va da fine maggio a fine settembre mentre per i suoli più profondi da fine giugno a fine ottobre.

Per quanto riguarda il regime termico del suolo esso viene definito come termico in quanto "la temperatura media annua del suolo è uguale o superiore a 15°C ma è inferiore a 22°C e la differenza fra la temperatura media estiva e media invernale del suolo è maggiore di 5°C, ad una profondità di 50 cm, o a un contatto litico o paralithico, quale di essi sia meno profondo"(Giovagnotti, 1980). Ricordiamo che in genere per correlare la temperatura del suolo a 50 cm con la temperatura dell'aria è sufficiente aggiungere a quest'ultima 1°C.

Caratteri dei suoli

Nel comprensorio di indagine i fattori pedogenetici di maggiore importanza sono riconducibili alla litologia, alla geomorfologia, alla vegetazione ed all'erosione.

Tuttavia, l'intensa utilizzazione della maggior parte del territorio da parte dell'uomo, ha determinato rilevanti modellamenti morfologici con suoli che conseguentemente non presentano più i loro caratteri originari.

Da un punto di vista morfologico possono essere distinte aree subpianeggianti di fondovalle, aree subpianeggianti in versante ed aree di versante.

Queste ultime sono caratterizzate da una relativa omogeneità dei litotipi per la prevalenza di termini calcarei e calcareo-marnosi nelle formazioni flyschoidi.

Alle aree di fondovalle sono riconducibili le ampie pianure retrocostiere di Diano Marina e San Bartolomeo al Mare. In altri casi le superfici di fondovalle sono di limitata estensione e racchiuse fra i versanti calcareo-marnosi terrazzati a oliveto.

I fondovalle più significativi sono quelli del Rio Varcavello, del Torrente San Pietro, del Torrente Cervo e, anche se di limitata estensione, del suo affluente di sinistra Torrente del Tovo.

In particolari situazioni geomorfologiche sono state individuate aree di ripiano in versante che si sono originate da paleofrane stabilizzate in cui lo spessore del detrito è notevole e delle quali i suoli si sono potuti evolvere senza particolari impedimenti. Le due aree più rappresentative sono localizzate nei pressi di San Bernardo di Cervo e nei pascoli ai piedi del Monte Merlo.

Le aree di versante possono essere distinte in base alla loro pendenza, alla litologia e alla forma prevalente di utilizzazione del suolo.

Il rilevamento di campo e la carta geologica hanno permesso di constatare una relativa omogeneità del substrato flyschioide calcareo-marnoso. L'unica eccezione è rappresentata dai sedimenti sabbiosi e sabbioso-marnosi pliocenici. Si tratta in genere di aree caratterizzate da scarsa declività nelle porzioni centrali più stabili e fortemente erose, con la presenza di balze, ai margini della formazione.

La presenza di differenti tipologie pedologiche di versante è legata sia all'incidenza dei fenomeni erosivi che all'utilizzazione del suolo.

I pendii sono spesso molto acclivi e presentano un profilo omogeneo. A ciò è legata anche una forte omogeneità litologica e conseguentemente pedologica. Per tale ragione, i caratteri fisico-chimici dei suoli non cambiano lungo il versante ma la loro evoluzione risulta influenzata prevalentemente da fenomeni erosivi più o meno localizzati. Ciò è evidente soprattutto nelle aree più esposte agli agenti atmosferici come le linee di displuvio, quelle di impluvio e le zone con scarsa copertura vegetale.

Le zone di displuvio sono quasi sempre smantellate da un'erosione di tipo diffuso con frequente affioramento del substrato mentre, negli impluvi, i versanti prossimi ai corsi d'acqua sono molto acclivi e l'approfondimento continuo è determinato dall'erosione incanalata.

Solo quando la morfologia assume forme più dolci o la copertura vegetale è densa, alcuni processi pedogenetici si sono potuti completare senza eccessivo disturbo ed il suolo appare più evoluto. Tali suoli occupano aree scarsamente significative e sono quasi sempre in associazione con tipologie più erose e meno evolute. La protezione agli agenti erosivi offerta dalla copertura boschiva appare, in tutto il bacino, di modesta efficacia. Per tale ragione i suoli rilevati sono quasi sempre caratterizzati dall'assenza di orizzonti organici.

Esiste uno stretto legame fra suolo e sua utilizzazione. Nel caso delle praterie e dei pascoli posti nelle porzioni più elevate del comprensorio, la copertura erbacea assolve lo stesso ruolo dei boschi più densi, svolgendo il duplice compito di agente stabilizzante nei confronti dell'erosione e fertilizzante con formazione di orizzonti organici relativamente sviluppati e con orizzonti minerali ricchi di carbonio organico.

Nelle stazioni meno fertili, in presenza di soprassuoli a scarsa copertura o in aree percorse da incendio la situazione è sostanzialmente differente. L'esposizione del suolo all'azione erosiva delle piogge ha determinato una forte riduzione del suo spessore interessando gli strati superiori più fertili e facendo affiorare quelli inferiori meno evoluti che presentano bassi tenori in elementi nutritivi ed un elevato contenuto in scheletro.

Complessivamente il quadro pedologico del comprensorio mostra una forte caratterizzazione antropica con terrazzamenti in differente stato di manutenzione che coprono la quasi totalità del territorio. Dove nel corso dei secoli è stato possibile effettuare terrazzamenti e coltivare l'olivo, il paesaggio appare sostanzialmente modificato rispetto a quello di origine. Le zone in cui non sono stati effettuati terrazzamenti sono quelle caratterizzate da notevole acclività con frequenti affioramenti rocciosi. In tali situazioni si sono conservati lembi di formazioni boschive rade di latifoglie termofile spesso miste a conifere. Il suolo è sempre molto superficiale ed eroso senza alcuna caratteristica evolutiva.

Nello schema semplificato riportato in tabella 2.2.6/C sono illustrati i tipi pedologici e il paesaggio a loro associato:

Tabella 2.2.6/C Associazione fra paesaggio e tipologie pedologiche

MORFOLOGIA	LITOLOGIA	USO DEL SUOLO	SUOLO
Aree di fondovalle e pianure pedemontane	Sedimenti alluvionali ghiaioso-sabbiosi	Aree urbanizzate e aree agricole	Typic Xerofluent Mollic Xerofluent
Superfici subpianeggianti e	Formazioni sabbioso-limose plioceniche	Aree agricole	Typic Xerochrept Lithic Xerorthent

versanti lievemente pendenti			
Aree subpianeggianti in versante e versanti lievemente pendenti	Materiali detritici provenienti da paleofrane	Formazioni arbustive, praterie e pascoli.	Typic Xerochrept
Aree di versante	Formazioni flyschoidi prevalentemente calcaree e calcareo-marnose	Versanti con terrazzamenti di origine antropica utilizzati a oliveto specializzato	Typic Xerorthent
		Versanti pendenti fortemente erosi con formazioni arboree e/o arbustive	Lithic Xerorthent
		Versanti da poco pendenti a pendenti localmente fortemente erosi con prati e pascoli	Lithic Haploxeroll

Aree di fondovalle e pianure pedemontane

Entisuoli

Si tratta di suoli il cui profilo si presenta scarsamente evoluto e senza particolari caratteri distintivi. Il principale fattore che condiziona la loro evoluzione è il frequente apporto di materiali alluvionali o, talora, l'accumulo di materiali colluviali che ringiovaniscono periodicamente il profilo. Essendo il regime di umidità xerico, gli Entisuoli sono stati classificati quindi nel grande gruppo degli Xerofluvents.

Xerofluvents

Sono suoli tipici delle pianure alluvionali che si sono originati da sedimenti recenti. Nella "Carta delle Unità Suolo Paesaggio" caratterizzano l'Unità 1. La loro presenza è limitata alle pianure pedemontane del Torrente Cervo e del Torrente S.Pietro oltre ad alcune superfici pianeggianti poste lungo il Rio Varcavello e il Rio del Tovo.

Il rilevamento di campagna ha permesso di evidenziare una prevalenza dell'epipedon ochrico su altre tipologie ma in alcune stazioni, in presenza di apporti antropici di sostanza organica, si è formato un epipedon mollico (profilo n.10), piuttosto scuro, soffice e mai eccessivamente duro o compatto. Per questa ragione nell'Unità 1 è possibile trovare sia Typic Xerochrepts che Mollic Xerochrepts.

Typic Xerofluvent Si tratta di suoli provenienti da depositi alluvio-colluviali a granulometria eterogenea. Il loro spessore è superiore, in genere, a 120 cm e la tessitura può variare da franco limosa ad argillosa. La reazione è subcalcina negli orizzonti superiori e leggermente alcalina (pH 8,4) in quelli inferiori. Presentano un aumento progressivo del contenuto in scheletro con la profondità quando il sedimento da cui hanno preso origine è ghiaioso, con valori inferiori al 15% nell'orizzonte A e fino a oltre il 50% nell'orizzonte C.

Mollic Xerofluvent Sono distinguibili dai precedenti per avere un orizzonte Ap di circa 30 cm caratterizzato da colore bruno scuro (10YR3/3), che tende a diventare leggermente più chiaro (10YR4/3) nel sottostante orizzonte AC il cui limite inferiore è posto a una profondità di circa 60 cm. L'orizzonte Ap mostra una struttura grumosa fine moderatamente sviluppata e, quando umido, una consistenza friabile.

Superfici subpianeggianti e versanti lievemente pendenti su depositi pliocenici sabbioso-ghiaiosi e argilloso-limosi

Inceptisuoli

Si tratta di suoli evoluti in cui sono riconoscibili specifici processi pedogenetici. Occupano limitate porzioni di territorio riferibili a superfici subpianeggianti o a versanti leggermente pendenti. Il substrato da cui hanno preso origine è costituito da sedimenti sabbiosi con sabbie localmente cementate e con presenza di piccoli ciottoli e lembi conglomeratici e depositi argilloso-limosi. Gli Inceptisuoli si trovano spesso in associazione con tipologie meno evolute riconducibili ad Entisuoli. Infatti, è piuttosto frequente la presenza di Inceptisuoli ed Entisuoli sullo stesso versante in relazione all'incidenza dei fenomeni erosivi e ai processi di smantellamento delle aree più esposte e di rideposizione in quelle più stabili. Fra i sottordini sono stati riconosciuti unicamente gli Xerochrepts caratterizzati da un orizzonte superficiale ("epipedon") di colore chiaro, in genere al di sopra di tonalità 3/3. Non è mai presente in superficie un orizzonte organico o uno minerale arricchito in sostanza organica.

A livello di sottogruppo sono stati identificati Typic Xerochrepts e Calcixerollic Xerochrept.

Typic Xerochrepts Sono caratterizzati da una saturazione in basi superiore al 60% e da un contenuto in carbonati nel profilo talora anche molto elevato. Occupano versanti poco pendenti e, più che in unità pure, si trovano in associazione con Entisuoli lithici. Si tratta di suoli a profilo ABwC profondi fino a 130 cm, a tessitura da franca a franco sabbiosa. La loro reazione è leggermente alcalina con pH di circa 8,2-8,4. La quantità di scheletro è inferiore al 15%. Hanno un contenuto in calcare totale molto elevato e variabile da 490 a 649 g/kg. Piuttosto elevata è anche la C.S.C. con valori in genere superiori a 15 meq/100g.

Calcixerollic Xerochrept Sono caratterizzati dalla presenza di un orizzonte Bk con accumulo di carbonato di calcio. La tipologia è presumibilmente poco diffusa. L'orizzonte calcico difficilmente appare spesso o chiaramente espresso. Un esempio di Calcixerollic Xerochrept è rappresentato dal profilo n.9.

Entisuoli

Formano un complesso con gli Inceptisuoli precedentemente descritti. Il principale fattore che condiziona la loro evoluzione è l'erosione e sono localizzati nelle stazioni caratterizzate da maggiore pendenza che si trovano ai margini della formazione sabbioso-marnosa pliocenica. Anche in questo caso si tratta di suoli con regime di umidità xerico per cui sono stati classificati come Xerorthents. Questi sono Entisuoli caratterizzati da un orizzonte di superficie di colore chiaro (epipedon ochrico).

Lithic Xerorthents Si tratta di Xerorthents che presentano uno spessore inferiore a 50 cm. Sono suoli in cui la percentuale in volume di scheletro nel profilo è sempre maggiore del 35%. Al di sotto di un orizzonte Ap o A con struttura granulare fine debolmente sviluppata è presente un C poco spesso, incoerente. La tessitura può variare da franca a franco sabbiosa mentre la reazione è subalcalina o leggermente alcalina.

Aree subpianeggianti in versante e versanti lievemente pendenti

In alcune aree sono presenti superfici subpianeggianti in versanti anche notevolmente pendenti che rappresentano corpi di frana antichi ormai stabilizzati. Dai materiali detritici si sono originati dei suoli che presentano moderati caratteri evolutivi. E' riconoscibile infatti un orizzonte Bw cambico in cui sono stati allontanati i carbonati. Tali suoli sono stati classificati come Typic Xerochrepts.

Typic Xerochrepts Sono suoli a profilo ABwC, profondi fino a 100 cm con tessitura da franco limosa ad argillosa. La reazione è neutra in superficie, con un pH di circa 7,0, mentre tende a diventare leggermente subalcalina in profondità con pH di circa 7,6. Il contenuto in calcare totale è quasi assente e non subisce variazioni significative lungo il profilo mantenendosi su valori di circa 2-3 g/kg. La C.S.C. è elevata mostra valori di 22,3-26,2 meq/100g.

Aree di versante

Il comprensorio si indagine è dominato dalla presenza di formazioni flyschoidi calcaree e calcareo-marnose. Da esse si sono originati suoli i cui caratteri evolutivi sono legati all'influenza di tre parametri principali: azioni di modellamento antropico dei versanti, entità dei fenomeni erosivi, caratteri della copertura vegetale.

Suoli di versante interessati da terrazzamenti di origine antropica

Il bacino è stato interessato da terrazzamenti che hanno consentito nel passato e permettono tuttora la coltivazione dell'olivo anche su versanti dotati di notevole pendenza. L'assetto originario dei suoli è stato quindi completamente modificato. In tali aree sono stati spostati ingenti volumi di terreno con una conseguente omogeneizzazione delle tipologie pedologiche presenti. Per tali motivi i suoli associati ai terrazzamenti di origine antropica, ancora in buono stato di conservazione, sono stati classificati come Typic Xerorthents. L'incertezza potrebbe derivare dalla presenza, nei terrazzamenti più vecchi, di suoli che mostrano un moderato grado di aggregazione degli orizzonti profondi, con un orizzonte Bw strutturale. In ogni caso, nell'interpretazione di questi suoli, è stata data priorità alla loro origine essenzialmente antropica e nell'impossibilità di identificare orizzonti diagnostici certi.

Typic Xerorthents Interessa i suoli di origine antropica associati agli estesi interventi di sistemazione agraria. Tale tipologia è associata a tutti i terreni agricoli caratterizzati da opere sistematorie in buono stato d'uso. I riporti hanno determinato spessori anche notevoli, in genere compresi fra 50 e 100 cm, con suoli indifferenziati, a tessitura da franco limosa ad argillosa. La loro reazione è subalcalina o, talora, leggermente alcalina con pH di 8,0-8,2. Hanno un moderato contenuto in calcare totale con valori di 100-150 g/kg. La C.S.C. è moderatamente elevata con valori di 18-25 meq/100g.

Suoli di versante fortemente erosi in presenza di formazioni arboree e/o arbustive

In questo caso il parametro che più ha condizionato l'evoluzione del suolo è stato l'erosione. I fenomeni erosivi hanno determinato una progressiva riduzione dello spessore del suolo non permettendo il regolare sviluppo dei processi pedogenetici. Da ciò ne sono derivati suoli di ridotta profondità e a profilo indifferenziato che sono stati classificati come Lithic Xerorthent caratterizzati da un epipedon ochrico nel quale l'accumulo di sostanza organica è debole. Tale epipedon, inoltre, in condizioni di aridità diventa duro e con ridotta porosità.

Lithic Xerorthents. Si tratta di Xerorthents che presentano uno spessore inferiore a 50 cm. Nelle stazioni più erose la loro profondità è limitata a 25-35 cm. Sono suoli in cui la percentuale in volume di scheletro nel profilo è sempre maggiore del 35% ma supera anche il 50-60%. La tessitura può essere da franco limosa ad argillosa. La reazione può variare da subalcalina a leggermente alcalina con valori di pH di 8,0-8,3. La quantità di calcare totale oscilla intorno a 100-200 g/kg. La C.S.C. si mantiene intorno a 20 meq/100g.

Suoli di versante localmente fortemente erosi in presenza di prati e pascoli.

Nelle aree situate nella parte altimetricamente più elevata del comprensorio la vegetazione arborea lascia progressivamente il posto a quella erbacea. In presenza di substrati essenzialmente calcarei e di vegetazione erbacea si sono potuti sviluppare dei mollisuoli nei quali il carattere distintivo più rappresentativo è la presenza di un orizzonte superficiale (epipedon) mollico mai né duro né compatto da asciutto. In esso i colori sono molto scuri (con tonalità inferiori a 3/3) e ciò è determinato da quantità elevate di sostanza organica ben umificata proveniente, nel nostro caso, dalla densa copertura erbacea e dal fitto sistema radicale o dall'abbondante produzione di lettiera che caratterizza le associazioni vegetali presenti. La classe mineralogica prevalente è mista e la saturazione in basi è superiore al 50%.

Oltre che in presenza di prati e pascoli i mollisuoli si trovano anche in ex-coltivi terrazzati nei quali la copertura è fondamentalmente erbacea. Essendo il regime idrico xerico i Mollisuoli rientrano fra gli Haploxerolls. Fra di essi è stato identificato il sottogruppo dei Lithic Haploxerolls.

Lithic Haploxerolls. Si discostano dal concetto tipico degli Haploxerolls per avere una profondità inferiore a 50 cm. Il loro profilo è di tipo AC o, più raramente, ABwC con un orizzonte minerale Bw cambico ben strutturato ma di modestissimo spessore. Si tratta di suoli a tessitura da franco limosa ad argillosa, con reazione subalcalina (pH di 7,6-8,1). Il contenuto in scheletro supera facilmente il 35% soprattutto nell'orizzonte C.

Classificazione FAO-UNESCO.

Seguendo le indicazioni (FAO) i suoli possono essere classificati in sei gruppi: Fluvisols, Cambisols, Calcisols, Regosols, Leptosols e Phaeozems.

Fluvisols Sono caratterizzati da proprietà “fluviche” determinate da un apporto frequente di materiali alluvionali. Il loro profilo può mostrare una o entrambe le seguenti caratteristiche:

1. un contenuto in carbonio organico che decresce irregolarmente con la profondità o che rimane al di sopra dello 0,2% fino ad una profondità di 125 cm;
2. la presenza di materiali stratificati in almeno il 25% del volume del suolo entro 125 cm dalla superficie.

Il profilo n.10 è un esempio di Fluvisol nel quale il contenuto in carbonio organico anche nella parte inferiore del profilo è di circa lo 0,4%. Fra i Fluvisols, per la presenza di calcare in tutto il profilo, sono stati identificati i Calcaric Fluvisols, che corrispondono ai Typic Xerofluvents della classificazione USDA, e i Mollic Fluvisols, che corrispondono ai Mollic Xerofluvents.

Cambisols Sono caratterizzati da un orizzonte B cambico in cui sono evidenti alcuni dei processi pedogenetici che hanno portato alla formazione del suolo quali la perdita delle basi, la brunificazione o semplicemente un'evidente aggregazione delle particelle elementari del suolo in una struttura stabile. Corrispondono agli Inceptisuoli della classificazione USDA. Fra i Cambisols sono state identificate le unità dei Calcaric Cambisols e degli Eutric Cambisols.

Calcaric Cambisols: sono caratterizzati dalla presenza di calcare fra 20 e 50 cm dalla superficie del suolo.

Eutric Cambisols: sono stati classificati come Eutric Cambisols i Cambisols in cui i processi pedogenetici hanno portato ad un completo allontanamento dei carbonati o i suoli che essendosi evoluti da substrati privi di carbonati non hanno calcare nel loro profilo; in senso più ampio sono dei Cambisols con un epipedon ochrico e una saturazione in basi superiore al 50%; mostrano un orizzonte B cambico; nel nostro caso corrispondono ai Typic Xerochrepts della classificazione USDA che si sono evoluti su paleofrane con abbondante materiale detritico.

Calcisols Sono suoli caratterizzati da un orizzonte con accumulo di carbonato di calcio entro 125 cm dalla superficie del suolo. Non hanno altri orizzonti diagnostici se non un A ochrico o un B cambico. In particolare è stata identificata l'unità degli Haplic Calcisols nei quali non è presente né un orizzonte petrocalcico né un orizzonte argillico. Tale unità corrisponde ai Calcixerollic Xerochrept della classificazione USDA.

Regosols Il loro profilo è di tipo AC e sono caratterizzati da una scarsa evoluzione e senza orizzonti diagnostici se non un ochrico o un umbrico. Nel nostro caso corrispondono agli Entisuoli della classificazione USDA (Lithic e Typic Xerorthents) ma la loro profondità è superiore a 30 cm. I primi sono stati classificati come fase lithica degli Eutric Regosols mentre i secondi come Eutric Regosols.

<p>Leptosols Anch'essi assimilabili agli Entisuoli della classificazione USDA si differenziano dai Regosols per avere una profondità inferiore a 30 cm o meno del 20% di terra fine entro 75 cm dalla superficie. Si trovano quindi associati alle morfologie più accidentate ed erose. E' stato identificato il sottordine degli Eutric Leptosols.</p> <p><u>Eutric Leptosols</u> Sono assimilabili ai Lithic Xerorthents e hanno una saturazione in basi superiore al 50%.</p> <p>In alcuni casi il profilo è costituito in prevalenza da un orizzonte organico che deriva dall'alterazione della copertura erbacea costituita in prevalenza da graminacee. In questo caso i suoli sono stati classificati come <u>Mollic Leptosols</u>.</p> <p>Phaeozems Il principale carattere che li contraddistingue è la presenza di un epipedon mollico e di una saturazione in basi superiore al 50% per cui, nel nostro caso, possono essere assimilati ai gruppi degli Haploxerolls della classificazione USDA. E' stata identificata la sola unità dei <u>Calcaric Phaeozems</u>.</p>
--

Nella tabella seguente è riassunta la classificazione (USDA, 1992 e FAO, 1990) dei profili descritti.

Tabella 2.2.6/D Classificazione USDA (1992) e FAO (1990) dei profili descritti.

PROFILI	Classificazione USDA	Classificazione FAO
1	Typic Xerorthent	Calcaric Regosol
2	Lithic Xerorthent	Fase lithica dei Calcaric Regosols
3	Typic Xerochrept	Calcaric Cambisol
4	Lithic Xerorthent	Eutric Leptosol
5	Lithic Xerorthent	Fase lithica dei Calcaric Regosols
6	Typic Xerorthent	Calcaric Regosol
7	Typic Xerochrept	Calcaric Cambisol
8	Lithic Xerorthent	Calcaric Leptosol
9	Calcixerollic Xerochrept	Haplic Calcisol
10	Mollic Xerofluvent	Mollic Fluvisol
11	Lithic Xerorthent	Fase lithica dei Calcaric Regosols
12	Typic Xerochrept	Eutric Cambisol
13	Lithic Haploxeroll	Fase lithica degli Haplic Phaeozem
14	Lithic Haploxeroll	Fase lithica degli Haplic Phaeozem
15	Lithic Xerorthent	Eutric Leptosol
16	Typic Xerochrept	Calcaric Cambisol

Descrizione e classificazione delle forme di humus

La classificazione adottata per le forme di humus (definite da Muller, 1878, come "un gruppo di orizzonti di suolo posti sopra o vicino la superficie di un pedon, che si sono formati da residui organici sia separati che mescolati con materiale minerale") è quella di Klinka et al. (1993). In essa vengono distinti tre orizzonti organici principali in suoli liberamente drenati (L, F, H) e uno nei suoli a drenaggio impedito (O).

Nel corso del rilevamento sono stati individuati gli orizzonti L ed F. In nessun caso sono stati descritti gli orizzonti H e O.

L'orizzonte L, che corrisponde all'orizzonte Oi della classificazione USDA del Soil Survey Staff, è caratterizzato da residui vegetali freschi, la cui origine è ben identificabile, e da una buona attività biologica ma senza segni significativi di decomposizione.

Fra gli orizzonti L come orizzonte subordinato è stato identificato l'orizzonte Ln, caratterizzato da materiali nuovi ed, essenzialmente, non frammentati, sciolti e di recente accumulo sulla superficie del suolo.

Fra gli orizzonti F (Oe nella classificazione USDA del Soil Survey Staff) è stato descritto Fa, nel quale l'aggregazione dei residui delle piante è da debole a moderata e l'orizzonte Fm in cui la prevalenza dell'attività biologica è riferibile all'azione dei funghi. I caratteri dell'Fa sono intermedi fra Fm e Fz in cui l'attività biologica è in prevalenza zoogena.

Non sono stati identificati orizzonti di tipo H (Oa nella classificazione USDA del Soil Survey Staff). Ricordiamo che in H possono essere identificati tre tipi di humus: Hh, Hz e Hr. In Hh (humic) esiste una predominanza di sostanze fini con pochissimi, se riconoscibili, residui. Il carattere della sostanza organica, quando umida, è untuoso con una struttura da massiva a poliedrica. Il colore è tipicamente nero. In Hz (zoogenous) i residui, se presenti, sono pochissimo riconoscibili e abbondano, nella matrice, i coproliti della pedofauna. In Hr (residues) predominano le sostanze fini ma i residui presenti sono riconoscibili (radici fini, legno e cortecce); il colore è in genere bruno rossastro (2,5YR.).

L'orizzonte Ah (A nella classificazione USDA del Soil Survey Staff) corrisponde ad un orizzonte minerale arricchito in materiale organico umificato.

La classificazione di Klinka è organizzata in ordini, gruppi, sottogruppi e fasi. Di seguito sono illustrate brevemente le caratteristiche principali degli ordini:

Tabella 2.2.6/E Caratteristiche principali delle forme di humus (ERSAL, 1994)

MOR	Forme di humus caratterizzate da processi di lenta mineralizzazione della sostanza organica; la decomposizione è portata avanti, in primo luogo, da funghi decompositori della cellulosa. La frammentazione meccanica dei residui vegetali è limitata e la fauna superiore del suolo appare scarsa.
MODER	Sono forme di humus con caratteri di transizione fra i mor e i mull. La sostanza organica è presente sia in forma scarsamente decomposta, accumulata in superficie, sia mineralizzata ed incorporata negli orizzonti minerali. La presenza di coproliti è, in questo caso, frequente ed indica una certa attività della fauna nella decomposizione dei residui organici.
MULL	La sostanza organica si presenta, in prevalenza, in forma colloidale, in stretta connessione con la frazione minerale ed incorporata nel suolo; l'accumulo superficiale è limitato o assente. La decomposizione dei residui organici procede rapidamente, la lettiera è assente o scompare in pochi mesi e la decomposizione avviene principalmente ad opera di lombrichi. Sono in genere presenti altri tipi di specie animali e abbondante attività batterica a testimonianza di una buona areazione e di un bilanciato contenuto idrico, oltre ad un regolare apporto di lettiera facilmente decomponibile.

Nel corso del rilevamento l'unico profilo che ha presentato orizzonti organici di spessore significativo tale da poter essere descritti è il profilo n.6, nel quale la forma di humus è stata classificata come Mormoder.

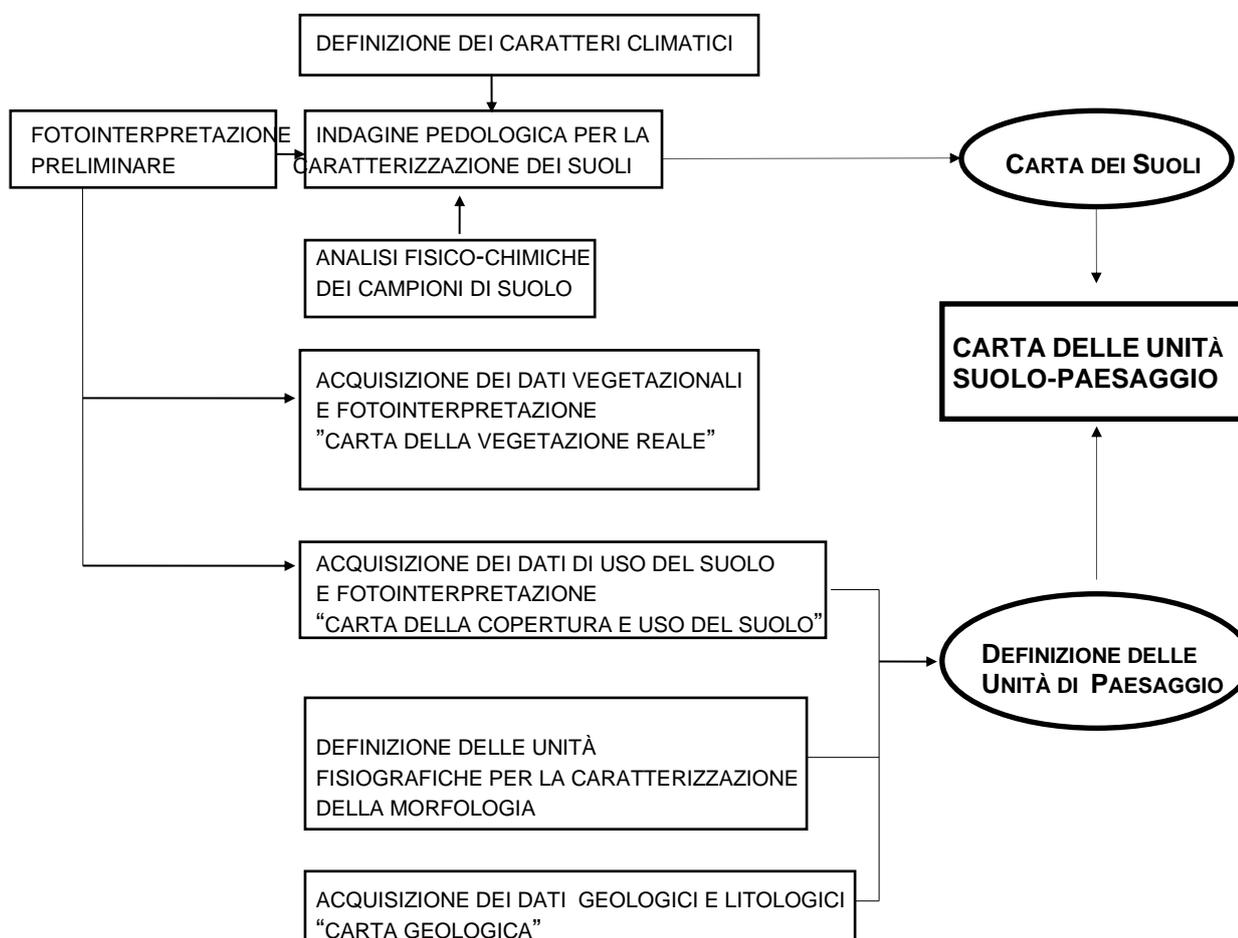
Nella maggior parte dei casi i suoli sono caratterizzati dall'assenza di orizzonti organici. Ciò può essere messo in relazione alla forte incidenza dei fenomeni erosivi che contraddistinguono alcune tipologie pedologiche e/o alla scarsa produzione o lenta umificazione della necromassa. In altri casi gli orizzonti organici appaiono di scarso spessore e sono poco evoluti. Di seguito viene descritta la forma di humus identificata.

Mormoder. La successione degli orizzonti prevede al di sotto della lettiera un orizzonte Fa. Possono anche essere presenti gli orizzonti Fm, Hh o Ah. I Mormoder rappresentano l'intergrado di passaggio fra i Mor e i Mull. L'orizzonte Fa è caratterizzato da fogliame frammentato e parzialmente decomposto aggregato in una struttura da debole a moderata. Possono essere presenti ife fungine ma mai sufficienti a definire l'F come un Fm. I Mormoder sono morfologicamente simili agli Hemimor ma in essi i processi biologici sono più attivi.

LA CARTA DELLE UNITA' SUOLO-PAESAGGIO

Generalità

La redazione della "Carta delle Unità Suolo-Paesaggio" presuppone l'esame degli elementi fisici del territorio. Nello schema seguente sono illustrate le fasi dell'indagine che si sono rese necessarie per la definizione delle singole unità.



La "Carta delle Unità di Paesaggio" analizza vari parametri del territorio in modo da racchiudere delle aree omogenee per geologia, topografia, idrologia, utilizzazione del suolo, vegetazione e climatologia. Nei riguardi della geologia si è seguito un criterio essenzialmente litologico, mettendo in evidenza la natura del substrato roccioso.

Dal punto di vista topografico si sono considerati morfologia, altimetria, pendenza media dei versanti, intensità del rilievo, come differenze di quota fra fondovalle e sommità dei rilievi, distribuzione delle altezze e, in modo sommario, genesi delle forme.

I parametri idrografici sono stati riassunti nella tipologia del pattern idrografico e nel profilo delle valli.

Per ciò che concerne utilizzazione del suolo e vegetazione sono state utilizzate le cartografie prodotte relative alla "Carta della vegetazione reale" e alla "Carta della copertura ed uso del suolo".

Inoltre, sono stati analizzati i parametri climatici disponibili della zona per definire il tipo climatico prevalente e, in alcuni casi, derivare alcune situazioni microclimatiche particolarmente significative.

Associazioni e complessi di suoli

Le unità cartografiche delimitate nel corso del rilevamento presentano, per quanto riguarda i suoli, un certo grado di eterogeneità. Spesso i suoli sono raggruppati fra di loro a costituire associazioni e complessi i cui singoli componenti possono essere difficilmente identificati alla scala adottata. Occorre ricordare che è definita come “associazione” un insieme di unità pedologiche aventi dimensioni cartografabili alla scala prescelta ma con limiti difficilmente individuabili, mentre come “complesso” si descrive un insieme di unità pedologiche aventi limiti facilmente determinabili ma con dimensioni non cartografabili. Nel nostro caso sono state introdotte associazioni e complessi fra tipi pedologici differenziati sia per la loro profondità che per il loro grado di evoluzione. In complessi non propriamente detti sono rappresentati tipi pedologici e affioramenti rocciosi.

Descrizione delle unità suolo-paesaggio

Di seguito vengono descritte le unità cartografiche delimitate nella carta delle Unità Suolo-Paesaggio.

UNITÀ 1 E' situata nelle pianure alluvionali pedemontane del Torrente Cervo e del Torrente S.Pietro, oltre che lungo alcuni corsi d'acqua minori. E' caratterizzata da depositi alluvionali mobili attuali e terrazzati recenti a granulometria prevalentemente sabbioso-limosa o più raramente ghiaiosa. I suoli sono a profilo AC anche se possono presentare talora un moderato grado di strutturazione al di sotto dell'orizzonte Ap. Quest'ultimo può presentare un notevole arricchimento in sostanza organica se i suoli sono permanentemente coltivati. La loro profondità è superiore a 120 cm ma il substrato ghiaioso inalterato si può trovare talora anche a solo 100 cm di profondità. La loro tessitura può variare da franca a franco sabbiosa. La reazione è da subalcalina a moderatamente alcalina con valori di pH di 8,0-8,3. In genere presentano una quantità di scheletro in volume inferiore al 15%. Tali suoli sono stati classificati in prevalenza come Typic Xerofluvents e secondariamente, per la presenza di un epipedon mollico, come Mollic Xerofluvents. Secondo la classificazione FAO rientrano nei Calcaric Fluvisols e nei Mollic Fluvisols.

te a seminativi, vivai, colture ortofrutticole di pieno campo o in serra e colture arboree. Nei fondovalle più chiusi accanto all'uso agricolo si trovano anche fasce ripariali a salici e/o formazioni erbacee e arbustive di zone umide d'acqua dolce.

UNITÀ 2 Interessa versanti poco pendenti (5-20%) e aree subpianeggianti in versante o in pianure pedecollinari. L'unità è associata a depositi alluvionali recenti e antichi terrazzati sabbioso-limosi (2a) oltre che a masse detritiche provenienti da paleofrane e da coltri di ricoprimento (2b). Si trova nei lembi più elevati dei sedimenti alluvionali del Torrente S.Pietro a sud di Diano Castello, in corrispondenza delle paleofrane poste nei dintorni di Deglio e di Casa Tommasina a nord di Cervo.

I suoli hanno un profilo di tipo ABwC, sono profondi fino a 100 cm ed hanno una tessitura che può variare da franco limosa a franco argillosa. La loro reazione varia da neutra a subalcalina con valori di pH di 7,0-8,1. Lo scheletro è in genere inferiore al 15%. Tali suoli sono stati classificati secondo la Tassonomia USDA come Typic Xerochrepts mentre secondo la Legenda FAO come Calcaric Cambisols ed Eutric Cambisols.

Le aree della pianura pedemontana sono utilizzate a seminativi, vivai, colture ortofrutticole ed arboree mentre i ripiani in versante e i versanti lievemente pendenti di Deglio sono caratterizzati da prato-pascoli.

UNITÀ 3 E' caratterizzata da versanti da poco pendenti a moderatamente pendenti (10-50%) con terrazzamenti di origine antropica. Il substrato è costituito da calcari marnosi e marne a prevalenza di litotipi marnoso-arenacei del Flysch di Sanremo. L'unità occupa la maggior parte del comprensorio ed è associata a tutte le aree terrazzate coltivate a oliveto specializzato. I suoli sono a profilo ApC con un moderato stato di aggregazione al di sotto dell'orizzonte Ap, nello strato di passaggio verso il C. Sono moderatamente profondi (50-100 cm), da franco limosi a franco argillosi, subalcalini o leggermente alcalini (pH 8,0-8,3) e con un contenuto in scheletro nel profilo inferiore al 15%. Tali suoli sono stati classificati come Typic Xerothents anche se, talora, per la presenza di un orizzonte Bw potrebbero rientrare nei Typic Xerochrepts. Secondo la classificazione FAO rientrano nei Calcaric Regosols.

UNITÀ 4 Interessa versanti pendenti (50-75%) caratterizzati da notevole erosione. Il substrato è rappresentato, anche in questo caso, da calcari marnosi e marne a prevalenza di litotipi marnoso-arenacei del Flysch di Sanremo. L'Unità si trova in ampie fasce nella parte centrale del comprensorio e nei suoi margini orientale e occidentale. I suoli sono caratterizzati da un profilo di tipo AC ed hanno una profondità inferiore a 50 cm. La loro tessitura varia da franco limosa a franco argillosa e la reazione da subalcalina a leggermente alcalina (pH 8,0-8,3). Lo scheletro nel profilo è sempre superiore al 35%. Tali suoli sono stati classificati come Lithic Xerorthents (USDA) e come fase lithica dei Calcaric Regosols e degli Eutric Leptosols secondo la Legenda FAO.

L'Unità è associata ai pochi ed esigui lembi di bosco rimasti nelle aree più impervie dell'oliveto terrazzato, oltre che a formazioni arbustive della macchia mediterranea. Il soprassuolo arboreo è composto da latifoglie termofile a prevalenza di Roverella (*Quercus pubescens*) e/o di conifere termofile a prevalenza di Pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*).

UNITÀ 5 Interessa versanti da poco pendenti a moderatamente pendenti (10-50%) localmente molto erosi su calcari marnosi del Flysch di Sanremo. Occupa le aree più elevate del comprensorio caratterizzate da una copertura erbacea pressoché continua utilizzata per il pascolo. In particolare interessa estese aree nei pressi di Monte Lago.

I suoli sono profondi meno di 50 cm, da franco limosi a franco argillosi, subalcalini (pH 7,6-8,1). La quantità di scheletro nel profilo è sempre superiore al 35%. I suoli sono stati classificati come Lithic Haploxerolls secondo la Tassonomia USDA e come fase lithica dei Calcaric Phaeozem e Mollic Leptosols secondo la Legenda FAO.

UNITÀ 6 Interessa limitate porzioni di territorio localizzate nei dintorni di Pairola e di Diano Castello. Occupa versanti da poco pendenti a moderatamente pendenti (10-50%), localmente fortemente erosi. L'unità è caratterizzata dalla presenza di un substrato di età pliocenica a granulometria eterogenea. La sottounità 6a è caratterizzata dai Conglomerati di Monte Villa e da alternanze irregolari e variabili dei Conglomerati di Monte Villa e delle Argille di Ortovero non differenziabili mentre il substrato della sottounità 6b è riferibile alle Argille di Ortovero.

I suoli sono riuniti in un complesso formato da tipologie più o meno evolute in relazione all'entità dei fenomeni erosivi. Si possono trovare quindi:

A) suoli a profilo ABwC o ABkC, profondi fino a 130 cm, da franco limoso argillosi (6b) a franco sabbiosi (6a), leggermente alcalini (pH 8,2-8,4) con scheletro nel profilo inferiore al 15%. Classificazione USDA: Typic Xerochrept e secondariamente Calcixerollic Xerochrept. Classificazione FAO Calcaric Cambisol e Haplic Calcisol.

B) suoli a profilo AC, profondi meno di 50 cm, da franco limoso argillosi (6b) a franco sabbiosi (6a), leggermente alcalini (pH 8,2-8,4), con scheletro superiore al 35%. Classificazione USDA: Lithic Xerorthent. Classificazione FAO: fase lithica dei Calcaric Regosol ed Eutric Leptosol.

Tali suoli sono utilizzati per la coltivazione di colture arboree specializzate (vigneto e oliveto) con sistemazioni agrarie riconducibili al terrazzamento o sono caratterizzate da formazioni arboree di angiosperme termofile a prevalenza di Roverella (*Quercus pubescens*).

UNITÀ 7 Interessa versanti da poco pendenti a moderatamente pendenti (10-50%), localmente fortemente erosi posti calcari marnosi del Flysch di Sanremo e su coltri detritiche. L'Unità è localizzata in aree di limitata estensione poste nei pressi di Diano Arentino, ai piedi del Pizzo di Evigno, a ovest di Riva Faraldi e nei pressi di Chiappa. La caratteristica saliente dell'Unità 7 è la presenza di morfologie dolci e stabili accanto ad altre più aspre ed erose. Ciò ha determinato un effetto diverso sull'evoluzione dei suoli per cui si trovano sia Typic Xerochrept di caratteristiche simili a quelli già descritti per l'Unità 2 che Lithic Xerorthents illustrati nella descrizione dei suoli dell'unità 4.

Il soprassuolo è caratterizzato da formazioni arboree di angiosperme termofile a prevalenza di Roverella (*Quercus pubescens*).

UNITÀ 8 Si trova nei dintorni di Tovo e a nord di Villa Faraldi. La sua presenza è probabile anche in altre localizzazioni la cui estensione non è però significativa. Interessa versanti da poco pendenti a moderatamente pendenti (10-50%), caratterizzati da terrazzamento antropico, localmente fortemente erosi. Il substrato è costituito da calcari marnosi del Flysch di Sanremo. L'Unità è associata a vecchi terrazzamenti in cattivo stato di manutenzione, localmente in completo disfacimento. Si tratta di aree agricole non più utilizzate, coltivate nel passato ad oliveto specializzato ma che appaiono ora in evoluzione naturale con ricolonizzazione da parte di specie arbustive della macchia mediterranea e/o da parte di formazioni arboree miste a copertura rada con angiosperme termofile a Roverella (*Quercus pubescens*) e conifere a prevalenza di Pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*).

Da un punto di vista pedologico l'unità è caratterizzata dall'associazione di Typic Xerorthents simili a quelli descritti nell'Unità 3, e Lithic Xerorthents, illustrati nella descrizione dei suoli dell'Unità 4.

UNITÀ 9 Interessa un'area situata nei pressi di Monte Lago con versanti da pendenti a molto pendenti (35-100% e oltre) localmente fortemente erosi su substrato calcareo-marnoso del Flysch di Sanremo. Le forti condizioni eluviali hanno determinato la presenza di suoli riuniti in un complesso formato da Lithic Xerorthent riconducibili ai suoli descritti nell'Unità 4 e a Lithic Haploxerolls dell'Unità 5. La forma di utilizzazione prevalente è costituita da prato-pascolo.

UNITÀ 10 Interessa versanti molto pendenti (50-100% e oltre) e aree di displuvio in forte erosione. Il substrato è costituito da litotipi prevalentemente calcareo-marnosi del Flysch di Sanremo. In un complesso non propriamente detto troviamo Lithic Xerorthents (vedi Unità 4) e affioramenti rocciosi che possono raggiungere un'estensione del 50% della superficie dell'Unità. La vegetazione è costituita da formazioni arbustive della macchia mediterranea e formazioni arboree rade di angiosperme termofile a prevalenza di Roverella (*Quercus pubescens*).

UNITÀ 11 Si trova in alcune porzioni di crinale situate nella parte più elevata del comprensorio. Occupa versanti da poco pendenti a molto pendenti (20-75%) e aree di displuvio in forte erosione. Il substrato è costituito in prevalenza da litotipi calcareo-marnosi del Flysch di Sanremo. Anche in questo caso in un complesso non propriamente detto si trovano Lithic Haploxerolls simili ai suoli descritti nell'Unità 5 e affioramenti rocciosi che possono rappresentare fino al 50% della superficie dell'Unità. La forma di utilizzazione è costituita dal prato-pascolo.

UNITÀ U Interessa tutte le aree non rilevate costituite da zone urbanizzate, zone commerciali e reti di comunicazione, aree estrattive e discariche, zone verdi artificiali non agricole.

Nella tabella 2.2.6/F sono illustrate le superfici relative alle singole unità rappresentate nella Carta delle Unità Suolo-Paesaggio:

Tabella 2.2.6/F Aree (ha) delle unità della Carta delle Unità Suolo-Paesaggio

Unità Cartografiche Bacini	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	0	Totale area (ha)
Bacino di Ponente			51,7	21,6				12,4		11,3		28	125
Rio Gorleri	10,6		212,5	13,0				6,9				27	270
Rio Varcavello	23,3	15,9	377,6	110,8		26,0	7,4			1,0		57	619
Torrente San Pietro (Evigno)	131,8	28,2	699,6	538,7	53,6	25,2	91,2			62,9	63, 8	126	1821
Rio Pineta	8,7		165,8	26,5								27	228
Rio Rodine	1,5		12,9	5,6								12	32
Rio della Madonna	1,8		29,8	29,4								33	94
Torrente Cervo	68,4	25,1	867,7	613,2	87,5	28,8	66,0	80,2	55,0	83,9	99,	122	2197

(Steria)												2	
Rio Bondai	4,4	64,9	13,2			0,5						8	91
Rio Schenassi	1,4	69,4	8,2									5	84
Bacino di Levante	3,1	25,6	43,4								5,9	20	98
Totale area (ha)	246,1	78,1	2577,5	1423,6	141,1	80,0	165,1	99,5	55,0	165,0	16,0	465,0	5676
Area %	4,3	1,4	45,4	25,1	2,5	1,4	2,9	1,8	1,0	2,9	2,9	8,2	100

Come si può notare dalla tabella quasi il 50% del bacino è occupato dall'unità 3. Ciò sottolinea un forte condizionamento antropico nell'evoluzione dei suoli. E' da porre in evidenza come i suoli evoluti occupino porzioni di territorio estremamente limitate.

2.3 CARTE DERIVATE

2.3.1 Premessa

Lo studio fino a questo punto condotto sulle caratteristiche del bacino si pone alla base dell'elaborazione della "Carta di pericolosità", carta che ha il fine di individuare le criticità del bacino e suddividere il territorio in aree a differente grado di pericolosità. Dalla sovrapposizione delle classi di pericolosità con gli elementi a rischio, derivanti dall'analisi dell'uso del suolo, si giunge poi alla carta del rischio.

In linea generale, nell'ambito dell'unitarietà del bacino idrografico e dell'interdisciplinarietà tipica della pianificazione di bacino ai sensi della L. 183/89, dovrebbero essere tenuti in considerazione tutti i processi fisici che possano causare situazioni di pericolosità nonché le loro interazioni. A tal fine i processi di cui sopra sono stati aggiornati a seguito dell'alluvione del novembre 2000.

2.3.2 Carte della "pericolosità"

Nell'ambito del presente piano la pericolosità è stata valutata sulla base delle componenti idraulica e geomorfologica e si concretizza, quindi, come sovrapposizione delle fasce di inondabilità e dalla carta della suscettività al dissesto di versante.

Per tale ragione, oltre che per questioni di scala, si è ritenuto di non produrre una carta di pericolosità complessiva ma di far riferimento alle due carte citate come carte di pericolosità idraulica e geomorfologica.

Per quanto riguarda la pericolosità geomorfologica, nell'ambito del presente piano, sulla base dei dati a disposizione, essa si ritiene costituita dalla suscettività al dissesto dei versanti, che deve essere intesa come la propensione di una determinata area all'innescarsi di movimenti di massa, sia in relazione alle caratteristiche intrinseche dei "materiali", sia alla maggiore esposizione nei confronti degli agenti morfogenetici.

In realtà la valutazione del reale stato di pericolosità presente sul territorio intesa come la probabilità che un determinato fenomeno si verifichi, non può essere disgiunta dalla determinazione della dinamica evolutiva del fenomeno stesso. Quest'ultimo aspetto non può essere valutato aprioristicamente, anche attraverso sofisticati modelli di analisi territoriale, poiché dipende strettamente dalla tipologia del fenomeno e dal modello fisico e geotecnico del terreno che è possibile definire solo attraverso specifiche indagini geognostiche ed approfondimenti sul campo.

Il concetto di pericolosità geomorfologica può essere, di massima, definito come:

$$\text{Pericolosità} = (\text{suscettività} \times \text{cinematica e dimensione del fenomeno})$$

Da questo ne discende che mentre nelle aree ad elevata suscettività al dissesto, o più ancora in quelle a molto alta suscettività, è immediatamente determinabile il grado di rischio associato, nelle aree a bassa suscettività può risultare errata una sua automatica associazione in quanto il grado di pericolosità territoriale non può prescindere dall'analisi delle condizioni al contorno e dalle caratteristiche delle aree limitrofe del territorio, oltreché da quelle locali. Ad esempio qualora, un'area a bassa suscettività si trovi a valle di un corpo di frana la sua reale pericolosità potrà essere determinata solo a seguito di un'analisi approfondita che riesca a ipotizzare la possibile evoluzione (in termini spaziali, volumetrici e di velocità di movimento) del dissesto.

L'analisi incrociata delle carte della suscettività al dissesto di versante, della franosità reale, delle fasce di inondabilità e dei tiranti idrici, permette, quindi, la ricostruzione di un quadro d'insieme delle caratteristiche del bacino sotto il profilo idrogeologico a cui deve far riferimento la pianificazione in termini sia normativi sia di linee di intervento a breve e lungo termine.

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

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

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

2.3.3 Commento alla carta della suscettività al dissesto dei versanti (carta della pericolosità)

Coerentemente con quanto già ampiamente delineato nei capitoli precedenti, si ribadiscono le forti difficoltà teoriche nello schematizzare e, quindi, nel prevedere il comportamento degli ammassi flyschoidi eterogenei, sia a breve termine (campo elasto-plastico) sia, a maggior ragione, a lungo termine (comportamento reologico), a causa della impossibilità attuale nel definire univocamente i parametri geomeccanici di partenza per una analisi della stabilità, condotta con i metodi classici.

Ciò comporta la necessità, al fine della definizione della carta della suscettività al dissesto, di criteri alternativi e, possibilmente, altrettanto validi e oggettivi: nell'impossibilità di un'analisi deterministica si ricorre quindi a una indagine statistico-probabilistica, che consenta, tramite l'analisi della franosità pregressa e attuale, di riconoscere i fattori che maggiormente influenzano la stabilità dei terreni, per giungere quindi a una zonazione del territorio in funzione della distribuzione e dei valori dei vari parametri "di base" ritenuti significativi.

Si sottolinea con forza che in ragione della scala del rilevamento, delle carenze teoriche, della disomogenea distribuzione delle informazioni sul territorio ecc., la rappresentazione cartografica fornita rappresenta una approssimazione indicativa, seppur meditata e criticamente elaborata.

La zonizzazione del territorio secondo fasce di vulnerabilità, quindi, non può essere considerata definitiva ed esaustiva, ma semplicemente la miglior sintesi possibile con i dati e le conoscenze ad oggi disponibili, che possono anche essere parzialmente smentiti in fase di rilevamento di dettaglio in situazioni localizzate e che dovrà essere sottoposta al vaglio dell'esperienza futura.

Ciò premesso, la costruzione della carta si basa su una serie di parametri (litologia, morfologia, copertura vegetazionale, assetto strutturale ecc..) descritti nelle carte di base, individuando il "peso" di ciascun componente nell'ambito dell'area indagata.

La carta, in base a quanto precedentemente detto, viene costruita distinguendo:

Aree a pericolosità molto alta (classe Pg4)

Sono le aree in frana attiva derivate direttamente dalla carta geomorfologica. Per tutte le frane significative è stato redatto un catasto delle frane in allegato. Le altre aree non censite nel catasto riguardano estesi e significativi fenomeni di creep superficiale in aree soggette a forte ruscellamento. Si può notare come le aree in frana attiva siano relativamente poche e ben localizzate.

Aree a pericolosità alta (classe Pg3A- Pg3B)

Appartengono alla classe Pg3A le aree classificate come frane quiescenti e le frane relative all'alluvione 2000 artificialmente stabilizzate. Per una piccola area a Nord di Capo Minosa, in aderenza ad una frana artificialmente stabilizzata, è stata introdotta un'area Pg3A a causa dell'acclività e degli intensi fenomeni erosivi in atto, lo stesso vale per una piccola area il Località Colletto-M. Gascio.

Appartengono alla classe Pg3B le aree classificate come paleofrane, frane stabilizzate artificialmente in cui le opere risultano terminate ed più esaustive rispetto a quelle classificate come Pg3A., fronti di cava abbandonati che nel Bacino in esame di limitata estensione areale e di altezze contenute, sono stati classificati come Pg3B.

Aree a pericolosità media (classe Pg2)

Rientrano in questa categoria le aree che presentano le seguenti caratteristiche:

- Classi di Acclività maggiori di 4 e roccia affiorante in buono stato di conservazione (R sulla Carta Geomorfologica);
- Classe di Acclività 4 con classi Unità suolo-paesaggio 11, 8-9, 5-4 non ricadenti in aree a Pericolosità superiore;
- Classe di Acclività 3 con presenza di:
 - Coltre potente (dt) depositata su litotipi appartenenti alle formazioni geologiche del Flysch di Sanremo in facies marnoso-arenacea (maELM) e delle Argille di Ortovero (aORV);
 - Coltre di spessore medio depositata su litotipi appartenenti alle formazioni geologiche del Flysch di Sanremo in facies marnoso-arenacea (maELM) e delle Argille di Ortovero (aORV) ed in condizioni di Uso del Suolo sfavorevoli (classi 2.5 – ex coltivi, 3.4.3 – zone con vegetazione rada, 3.4.4 – aree percorse recentemente da incendi, 2.1.2.2 – colture orotofloricole in serra);
- Roccia affiorante appartenente alle formazioni geologiche del Flysch di Sanremo in facies marnoso-arenacea (maELM) e delle Argille di Ortovero (aORV).
- Classe di Acclività 2 con Roccia affiorante appartenente alle formazioni geologiche del Flysch di Sanremo in facies marnoso-arenacea (maELM) e delle Argille di Ortovero (aORV).

Aree a pericolosità bassa (Pg1)

Rientrano in questa categoria le aree che presentano le seguenti caratteristiche:

- Classe di Acclività 4 con classi Unità suolo-paesaggio 7-6-3 non ricadenti in aree a Pericolosità superiore;
- Classe di Acclività 3 con presenza di:
 - Coltre di spessore medio o potente (c e dt) poggiate sui litotipi appartenenti alle Formazioni geologiche del Flysch di Sanremo in facies calcareo-marnosa (cmELM) e dei Calcari di Montevilla (cgCMV);
 - Roccia affiorante appartenente alle Formazioni geologiche del Flysch di Sanremo in facies calcareo-marnosa (cmELM) e dei Calcari di Montevilla (cgCMV).
- Classe di Acclività 2 con presenza di:
 - Coltre di spessore medio o potente (c o dt);
 - Roccia affiorante appartenente alle Formazioni geologiche del Flysch di Sanremo in facies calcareo-marnosa (cmELM) e dei Calcari di Montevilla (cgCMV).

Aree a pericolosità bassa (Pg0)

Sono le aree che presentano Acclività in classe 1 che sono generalmente rappresentate dalle piane alluvionali.

La perimetrazione ottenuta sulla base delle considerazioni sopra esposte è stata, infine, rivista tenendo conto della franosità attivatasi a seguito del Novembre 2000 che ha evidenziato le aree a maggiore suscettività; per questo motivo sono state operate perimetrazioni qualitative in modo che aree in frana attiva non ricadessero in zone a pericolosità molto bassa o bassa.

L'ultimo passaggio previsto nel percorso descritto è quello della delimitazione ed assegnazione ad una categoria speciale delle aree interessate dalla presenza di discariche attive che si è ritenuto opportuno trattare separatamente rispetto ai versanti naturali, sia per quanto riguarda gli aspetti di suscettività e di rischio sia per i regimi normativi.

2.3.4 La carta del rischio

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

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

dove:

P: pericolosità, intesa come la probabilità che si realizzino le condizioni di accadimento dell'evento calamitoso;

E: valore degli elementi a rischio, intesi come persone e beni;

V: vulnerabilità, intesa come la capacità degli elementi a rischio a resistere all'evento in considerazione.

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

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

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

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

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

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

Si noti, infine, che la carta del rischio non sostituisce le mappature del rischio dei piani di protezione civile, pur costituendone un supporto essenziale, in quanto non è stata elaborata ad una scala di sufficiente dettaglio, soprattutto per quanto riguarda la classificazione degli elementi a rischio. Ai piani di protezione civile a livello comunale spetta naturalmente il compito di individuare e dettagliare i singoli elementi presenti in relazione alle loro funzioni, alla loro destinazione d'uso e alla loro specifica vulnerabilità, e soprattutto di individuare le opportune misure (non strutturali) di prevenzione e mitigazione del rischio per le diverse aree.

2.3.4.1 Determinazione del rischio idrogeologico

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

In particolare, si ricorda che si è assunto che la pericolosità P sia rappresentata dalle carte delle fasce di inondabilità e di suscettività al dissesto.

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

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

E0 : aree disabitate o improduttive

E1: edifici isolati, zone agricole

E2: nuclei urbani, insediamenti industriali e commerciali minori infrastrutture minori

E3: centri urbani, grandi insediamenti industriali e commerciali, principali infrastrutture e servizi

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

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

R1: rischio moderato

R2: rischio medio

R3: rischio elevato

R4: rischio molto elevato

Si è inoltre ritenuto di introdurre un'ulteriore classe di rischio R0 definita come rischio lieve o trascurabile, che permette di estrarre le situazioni a rischio minore in ragione di pericolosità estremamente basse o di completa assenza di valenze socio-economiche.

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

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

Elementi a rischio

Classe Elementi a rischio	Sigle uso del suolo	Specifiche
E0	2.3 -3.2 – 3.3 – 3.4.2 - 3.4.3 – 3.4.4	Prati e pascoli - Zone boscate - Zone caratterizzate da vegetazione arbustive – Rocce nude - Aree con vegetazione rada o assente – Aree percorse da incendi recenti
E1	1.3.1 - 1.4.1 -1.4.2 – 2.1.2.1 – 2.2.1 – 2.2.2 - 2.2.3 - 2.5	Aree estrattive (dismesse) - Aree verdi urbane - Aree sportive – Colture ortofloricole in piena aria – Vigneti – Frutteti - Oliveti - Ex coltivati
E2	1.1.2 – 1.2.1 – 1.4.2 - 2.1.2.2	Tessuto urbano discontinuo – Aree industriali o commerciali – Aree sportive e ricreative - Colture ortofloricole in serra
E3	1.1.1 – 1.2.2	Tessuto urbano continuo – Reti autostradali e ferroviarie

2.3.4.2 Rischio geomorfologico

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

La matrice di intersezione utilizzata può essere così schematizzata:

SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DEI VERSANTI					
Elementi a rischio	Suscettività molto bassa	Suscettività bassa	Suscettività media	Suscettività alta	Aree in frana attiva
E0	R ₀	R ₀	R ₀	R ₁	R ₁
E1	R ₀	R ₁	R ₁	R ₂	R ₃
E2	R ₀	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
E3	R ₀	R ₁	R ₂	R ₄	R ₄

2.3.4.3 Rischio idraulico

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

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

ELEMENTI A RISCHIO	FASCE DI INONDABILITÀ		
	200 < T ≤ 500 fascia C	50 < T ≤ 200 fascia B	T ≤ 50 fascia A
E0	R ₀	R ₁	R ₁
E1	R ₁	R ₂	R ₃
E2	R ₂	R ₃	R ₄
E3	R ₂	R ₄	R ₄

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

Inoltre è stata inserita una ulteriore fascia (denominata "a**") che proviene dalla carta delle aree storicamente esondate; tale fascia è relativa a quei tratti di torrente non indagati che sono stati oggetto di esondazioni e per i quali, allo stato attuale, non sussistono verifiche idrauliche in grado di confermare o smentire le insufficienze idrauliche registrate.

Ai fini normativi tali fasce presentano lo stesso grado di pericolosità delle fasce "a".

All'interno della carta del rischio sono stati individuati altri tipo di rischio non derivanti dalla carta delle fasce fluviali, ma bensì da valutazioni basate sulle condizioni morfologiche degli alvei in correlazioni con le strutture antropiche presenti in zona. Sono i cosiddetti rischi puntuali non cartografabili e sono riferiti alla possibilità di occlusione di ponti, passerelle, guadi, tombini e conseguente pericolo di crollo della struttura o di esondazione, oppure legati alla stabilità delle sponde. Tali "pericolosità" associate alla presenza di strutture antropiche nelle immediate vicinanze ha portato alla formulazione di un rischio che, prescindendo dal mero rischio idraulico derivante da calcoli matematici di verifica degli alvei, completa, in una visione qualitativa generale, il panorama delle probabili criticità del bacino.

Carta del rischio idrogeologico

Dall'applicazione delle matrici del rischio geomorfologico ed idraulico (riportate nel precedente paragrafo) a partire dalle carte di suscettività al dissesto, delle fasce di inondabilità e degli elementi a rischio già elaborate per lo specifico bacino si è individuata la zonizzazione in classi di rischio riportata nella Carta del Rischio Idrogeologico.

La carta del rischio idrogeologico è stata ottenuta dalla sovrapposizione delle aree a rischio idraulico e a rischio geomorfologico, secondo il criterio della prevalenza, in ogni punto del bacino, del rischio più elevato tra i due forniti dalle due carte.

2.3.5 Catasto delle Opere Idrauliche

OPERE IDRAULICHE PRINCIPALI

BACINO	SIGLA	TIPOLOGIA MANUFATTO	FILE
Torrente CERVO (STERIA)	TC/1-PT.001	Ponte ANAS alla foce. Comune di Cervo - S. Bartolomeo al Mare	Tcervo.xls
	TC/2-PT.002	Ponte ferroviario alla foce Comune di Cervo - S. Bartolomeo al Mare	
	TC/3-GD.003	Guado. Comune di Cervo - S. Sartolomeo al Mare.	
	TC/4-GD.004	Guado loc. S.Rocco. Comune di S. Bartolomeo al Mare	
	TC/5-PT.005	Ponte su affluente rio Chiappa loc. S.Simone. Comune di S.Bartolomeo al Mare	
	TC/6-PT.006	Ponte loc. S.Simone. Comune di S.Bartolomeo al Mare	

TC/7-PT.007	Ponte loc. Richieri. Comune di S.Bartolomeo al Mare
TC/8-PT.008	Ponte su affluente Rio del Bosco. Comune di S.Bartolomeo al Mare
TC/9-PT.009	Ponte a monte della confluenza con rio Tovo loc. Molino del Fico. Comune di San Bartolomeo al Mare
dalla TC.0 alla TC.18	n° 19 opere minori
SB/1-TB.001	Tombino allo sbocco innesto con torrente Cervo. Comune di S.Bartolomeo al Mare
SB/2-TB.002	Tombino. Comune di S.Bartolomeo al Mare
SB/3-PT.003	Ponte loc. Casa Scoffieri (non più carrabile). Comune di S.Bartolomeo al Mare.
SB/4-PT.004	Nuovo ponte a deviazione del precedente. Comune di S. Bartolomeo al Mare.
SB/5-PT.005	Ponte loc. Casa Scoffieri. Comune di S.Bartolomeo al Mare
SB/6-PT.006	Ponte loc. Casa Scoffieri. Comune di S.Bartolomeo al Mare
SB/7-PT.007	Ponte loc. Casa Scoffieri. Comune di S.Bartolomeo al Mare
SB/8-TB.008	Tombino. Comune di S.Bartolomeo al Mare
SB.1	Opera minore
SB.2	Opera minore
SB.3	Opera minore
SB.4	Opera Minore

BACINO	SIGLA	TIPOLOGIA MANUFATTO	FILE
Rio BONDAL	RB/1 - PT.001	Ponte ferroviario alla foce. Comune di Cervo	Tbondai. Xls
	RB/2 - PT.002	Ponte a monte del ponte ferroviario. Comune di Cervo	
	RB/3 - PT.003	Ponte Anas variante alla vecchia strada. Comune di Cervo	
	RB/4 - PT.004	Ponte in corrispondenza del tornante in loc. San Nicola. Comune di Cervo	
	RB/5 - PT.005	Ponte a doppia arcata in pietra. Comune di Cervo	
	RB/6 - TB.006	Tratto tombinato. Comune di Cervo	
	RB/7 - PT.007	Passerella. Comune di Cervo	
	RB/8 - PT.008	Ponte località S.Giuseppe. Comune di Cervo	
	RB/9 - PT.009	Ponte privato. Località S.Giuseppe Comune di Cervo	
	RB.1	Opera minore	

BACINO	SIGLA	TIPOLOGIA MANUFATTO	FILE
Torrente SAN PIETRO (EVIGNO)	SP/1-PT.001	Ponte Anas alla foce. Comune Diano Marina	TSPietr.xls
	SP/2-PT.002	Ponte stradale alla foce. Comune Diano Marina	
	SP/3-PT.003	Ponte stradale a valle del ponte ferroviario Comune di Diano Marina	
	SP/4-PT.004	Ponte ferroviario. Comune di Diano Marina	
	SP/5-GD.005	Guado presso "frantoio Ardoini". Comune di Diano Castello - Diano S. Pietro	
	SP/6-PT.006	Ponte Romano su affluente rio Beste. Comune di Diano San Pietro	
	SP/7-PT.007	Ponte a monte del ponte romano sul rio Beste. Comune di Diano San Pietro	
	SP/8-PT.008	Ponte a monte della confluenza con rio Beste. Comune D. San Pietro - D. Castello	
	SP/9-PT.009	Ponte loc. "frantoio Peretti". Diano S.Pietro - D. Castello	
	SP/10-GB.010	Gabbioni località Trinità. Comune Diano San Pietro - D. Arentino	
	SP/11-PT.011	1° Ponte su affluente Rio Murte. Comune di Diano Arentino	
	SP/12-PT.012	2° Ponte su affluente Rio Murte. Comune di Diano Arentino	
	SP/13-PT.013	Ponte su affluente rio Caporondo località Trucchi. Comune di Diano San Pietro	
	SP/14-PT.014	Ponte su affluente rio Zuccamelo. Comune di Diano San Pietro	
	SP/15-PT.015	Ponte su affluente località Poggio. Comune di D. Arentino	
	SP/16-PT.016	Ponte romano loc. Virgilio Comune di Diano San Pietro - Diano Arentino	

BACINO	SIGLA	TIPOLOGIA MANUFATTO	FILE
Torrente SAN PIETRO (EVIGNO)	SP/17-PT.017	Ponte a monte del precedente ponte romano loc. Virgillii. Comune di Diano San Pietro - Diano Arentino	Tspietr.xls
	SP/18-PT.018	Ponte loc. Roncagli. Comune di Diano San Pietro	
	SP/19-PT.019	Ponte loc. Roncagli. Comune di Diano San Pietro	
	dalla SP.1 alla SP.16	n°16 opere minori	

BACINO	SIGLA	TIPOLOGIA MANUFATTO	FILE
Rio VALLOVAIRA o Della MADONNA	RM/01-TB.001	Tratto tombino sbocco a mare. Comune di San Bartolomeo al Mare	Tmadonn. Xls
	RM/02-PT.002	Ponte stradale a monte. Comune di San Bartolomeo al Mare	
	RM.1	Opera minore	
	RM.2	Opera minore	

BACINO	SIGLA	TIPOLOGIA MANUFATTO	FILE
Rio PINETA	RP/01-TB.001	Tratto tombinato allo sbocco a mare Comune di Diano Marina	Tpineta.xls
	RP/02-AR+PL.002	Canale a cielo libero Comune di Diano Marina	
	RP/03-PT.003	Ponte stradale Anas Località Ponte Rosso Comune di Diano Marina	
	RP/04-PT.004	Ponte ferroviario località Ponte Rosso Comune di Diano Marina	
	RP/05-PT.005	Ponte stradale località Ponte Rosso Comune di Diano Marina	
	RP/06-PT.006	Ponte stradale località Casa Rossa Comune di Diano Marina	
	RP/07-PS.007	Passerella privata località Casa Rossa Comune di Diano Marina	
	RP.1	Opera minore	
	RP.2	Opera minore	

BACINO	SIGLA	TIPOLOGIA MANUFATTO	FILE
Rio GORLERI	RG/01-TB.001	Tratto tombinato alla foce Comune di Diano Marina	Tgorleri. Xls
	RG/02-PT.002	Ponte ferroviario alla foce Comune di Diano Marina	
	RG/03-PT.003	Ponte stradale. Comune di Diano Marina	
	RG/04-PL+AR.004	Canale a cielo libero località C. Biacine Comune di Diano Marina	
	RG/05-PS.005	Passerella a monte del precedente ponte stradale. Comune di Diano Marina	
	RG/06-PT.006	Ponte. Comune di Diano Marina	
	RG/07-PT.007	Ponte. su Rio Ciappasso Comune di Diano Marina	
	RG.1	Opera minore	
	RG.2	Opera minore	

BACINO	SIGLA	TIPOLOGIA MANUFATTO	FILE
Rio VARCVELLO	RV/01-PT.001	Ponte Anas allo sbocco a mare Comune di Diano Marina	Tvarcavell. Xls
	RV/02-PT.002	Ponte stradale alla foce Comune di Diano Marina	
	RV/03-PT.003	Ponte ferroviario. Comune di Diano Marina	
	RV/04-AR+PL.004	Canale a cielo libero Comune di Diano Marina	
	RV/05-PT.005	Ponte stradale a valle del Cimitero Comune di Diano Marina	
	RV/06-PT.006	Ponte stradale a monte del Cimitero Comune di Diano Marina	
	RV/07-PT.007	Ponte località Diano Calderina Comune di Diano Marina	
	RV/08-PT.008	Ponte località Villa Novaro. Comune di Diano Castello	
	RV/09-PT.009	Ponte su Rio Codeville. Comune di diano Castello	
	dalla RV.1 alla RV.15	N° 15 opere minori	

BACINO	SIGLA	TIPOLOGIA MANUFATTO	FILE
Rio RODINE	RR/1-TB.001	Tratto tombinato alla foce. Comune di San Bartolomeo al Mare – Diano Marina	Trodine. Xls
	RR/2-TB.002	Tratto tombinato. Inizia dalla strada Anas e termina dopo la ferrovia. Comune di San Bartolomeo al Mare – Diano Marina	

BACINO	SIGLA	TIPOLOGIA MANUFATTO	FILE
Rio SCHENASSI	RS/1 - PT.001	Ponte ferroviario. Comune di Cervo	Tsenenass. Xls
	RS/2 - PT.002	Ponte Anas. Comune di cervo.	
	RS.1	Opera minore	

Per ogni opera è stata redatta la scheda informativa con tutti i dati relativi disponibili e con documentazione fotografica.

L'ubicazione delle Opere Idrauliche Principali è riportata nella Tavola del catasto Opere idrauliche, con le sigle di identificazione di cui sopra.

Nella predetta tavola sono altresì riportate le ubicazioni delle Opere Idrauliche Minori, costituite da manufatti stradali, tombinature, piccole passerelle, ecc., rilevate dalla cartografia e da viste generali dell'area, ma inaccessibili per un rilievo di dettaglio.

2.4 VALUTAZIONE DELLE MASSIME PORTATE DI PIENA E VERFICHE IDRAULICHE

2.4.1 Aggiornamento e sistemazione dei dati climatici e meteorologici

Lo studio degli aspetti climatici, idrologici e idrogeologici é fondamentale per la predisposizione di un piano di bacino, rivelandosi tuttavia, nel nostro caso assai complicato a causa della carenza di dati, soprattutto pluviometrici ed idrometrici, tipica appunto delle nostre zone. In realtà gli strumenti di misura distribuiti sul territorio ligure sono da ritenersi assolutamente insufficienti a causa della morfologia territoriale della nostra regione.

Il problema riguarda solo marginalmente i dati termometrici (la variabilità spazio-temporale delle temperature é minima), ma è drasticamente significativo per i dati pluviometrici considerato che le precipitazioni hanno una variabilità spazio-temporale assai maggiore delle temperature. Ciò deriva dal fatto che "le condizioni per la pioggia" si realizzano in spazi tanto più ristretti quanto più variabile é la morfologia territoriale.

Per quel che riguarda i dati idrometrici il problema non si pone neppure perchè non esistono stazioni idrometriche sul territorio di nostra competenza; ai fini della determinazione di una modellistica idrodinamica sarebbe necessaria una stazione idrometrica per ogni bacino o, al minimo, una stazione all'interno dell'area in oggetto.

La condizione necessaria per redigere uno studio idrologico significativo, a partire dai dati di pioggia, consiste nel fatto che le stazioni di rilevamento siano, dal punto di vista plano-altimetrico, uniformemente distribuite sul territorio, altrimenti si rischia di avere un'analisi poco rappresentativa; altro fattore importante é che le stazioni siano numericamente sufficienti e dotate di serie storiche di dati sufficientemente ampie.

Sul territorio oggetto del nostro studio (56,6 km²) non vi sono stazioni di rilevamento, ma in aree limitrofe le stazioni pluviometriche e termometriche presenti sono 4: quella di Alassio (10 m. s.l.m.), quella di Bestagno (300 m. s.l.m.), quella di Imperia (15 m s.l.m.) e quella di Stellanello (141 m s.l.m.). Dall'osservazione delle quote di posizionamento delle stazioni, ricordando che il territorio in oggetto è compreso tra il mare e punta d'Evigno (988,5 m. s.l.m.), si riscontra immediatamente l'insufficiente distribuzione altimetrica delle stazioni.

L'analisi delle carte topografiche evidenzia la discreta distribuzione planimetrica delle quattro stazioni che, seppure tutte esterne all'area oggetto del presente studio, si trovano in posizioni simmetriche attorno ai bacini di nostro interesse.

Si ritiene comunque che il problema della distribuzione planimetrica delle stazioni, di per sé, sia di secondaria importanza per il nostro territorio; il problema diventa rilevante quando la carenza planimetrica accompagna quella altimetrica. Infatti, se i dati delle stazioni di Bestagno e Stellanello si possono ritenere significativi anche per le porzioni di territorio dell'area oggetto dello studio che siano su quote confrontabili, non lo sono sicuramente per tutta quella fascia di territorio che si snoda a quote superiori ai 400 m, ovvero circa il 25% dell'ambito in oggetto.

Le alternative possibili, criticabili entrambe, sono quelle di utilizzare i dati di alcune delle stazioni distribuite in bacini situati nelle vicinanze (idrologicamente non simili), oppure quello di determinare, a partire dai dati di Alassio, Bestagno, Imperia e Stellanello, il gradiente di pioggia che ci porti a "calcolare" le piogge su quote maggiori.

Come si diceva, entrambi i metodi sono criticabili: il primo perchè ogni bacino è caratterizzato da una sua particolare micro-climatologia, e quindi da una tipica pluviometria, il secondo in quanto la determinazione di un gradiente di pioggia, a partire da dati di sole quattro stazioni (per di più non troppo ben dislocate sul territorio), è poco attendibile.

A monte di tutto occorre premettere un problema fondamentale, quello relativo all'affidabilità dei dati: i meccanismi che regolavano i pluviometri potevano incepparsi o funzionare male a causa della presenza di oggetti e, soprattutto, di animali che in qualche modo andavano ad interferire con il corretto funzionamento degli strumenti. Per le analisi di tipo statistico sono necessarie serie di osservazioni superiori ai 20 anni.

Affinchè tali studi abbiano significato, soprattutto per l'analisi climatologica che ci si propone di fare in questo lavoro, sarebbe opportuno che tali serie abbraccino gli anni più vicini e che tale periodo fosse consecutivo e comune a tutte le stazioni.

Sulla scorta delle precedenti considerazioni si è optato per la determinazione del volume di pioggia affluito, valore alla base di tutte le successive analisi idrologiche, in base alle elaborazioni statistiche delle piogge registrata nei pluviometri delle stazioni di Alassio, Imperia Bestagno e Stellanello, ragguagliando in seguito tali piogge all'intero bacino in questione.

Visti i dati in nostro possesso si è cioè considerata più attendibile l'ipotesi di calcolare il volume di pioggia partendo da dati puntuali che, seppur riferiti a quote altimetriche non rappresentative dell'intero bacino in questione, fossero ubicati in posizioni il più possibile vicini al comprensorio.

2.4.1.1 I dati

I dati utilizzati in questo lavoro, sia termometrici che pluviometrici, sono stati raccolti dagli Annali Idrografici del Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici. A tal proposito c'è da sottolineare il fatto che le pubblicazioni sono aggiornate al 1984, ma è stato possibile reperire i dati fino al 1993: gli ultimi 4 anni di registrazioni fino al 1997 non sono ancora a disposizione degli utenti in quanto in fase di elaborazione.

I dati pluviometrici riportati sono di due tipi: le piogge totali giornaliere, mensili e quindi annue e le piogge massime registrate su 5 durate di riferimento (1h, 3h, 6h, 12h e 24h) e su durate inferiori all'ora (ad es. 10, 15 e 30 minuti).

Per quel che riguarda le temperature sugli annali vengono riportati i valori minimi e massimi giornalieri e, quindi, le medie mensili e annue.

Per le stazioni di Alassio, Bestagno e Imperia si sono stati assunti tutti i dati, essendo questi numericamente sufficienti e consecutivi.

Di Stellanello, invece, si sono utilizzati solo i dati massimi di pioggia registrati sulle 5 durate sopradette e sulle frazioni d'ora, anche se relative ad anni non consecutivi, utili solo per l'analisi idrologica.

Ciò perchè i dati di temperatura di Stellanello sono in numero insufficiente ai fini di un'analisi climatologica ed, inoltre, non esiste un periodo sufficientemente lungo in cui tutte le stazioni abbiano funzionato in modo sincrono.

2.4.1.2 Analisi climatica

Al fine di ottenere un quadro descrittivo il più completo possibile sul clima dell'area presa in esame si è proceduto alla stesura di tavole e grafici che rappresentano il clima a scala locale. I dati termometrici sono stati scelti per le sole stazioni di Alassio, Bestagno e Imperia poichè, come già sottolineato nel paragrafo precedente, i dati relativi a Stellanello risultano essere, per lo scopo che ci proponiamo di raggiungere, insufficienti e, soprattutto, non significativi perchè non consecutivi.

Inoltre per poter confrontare le serie di dati di diverse stazioni è indispensabile che le registrazioni siano, per un periodo significativo, sincrono.

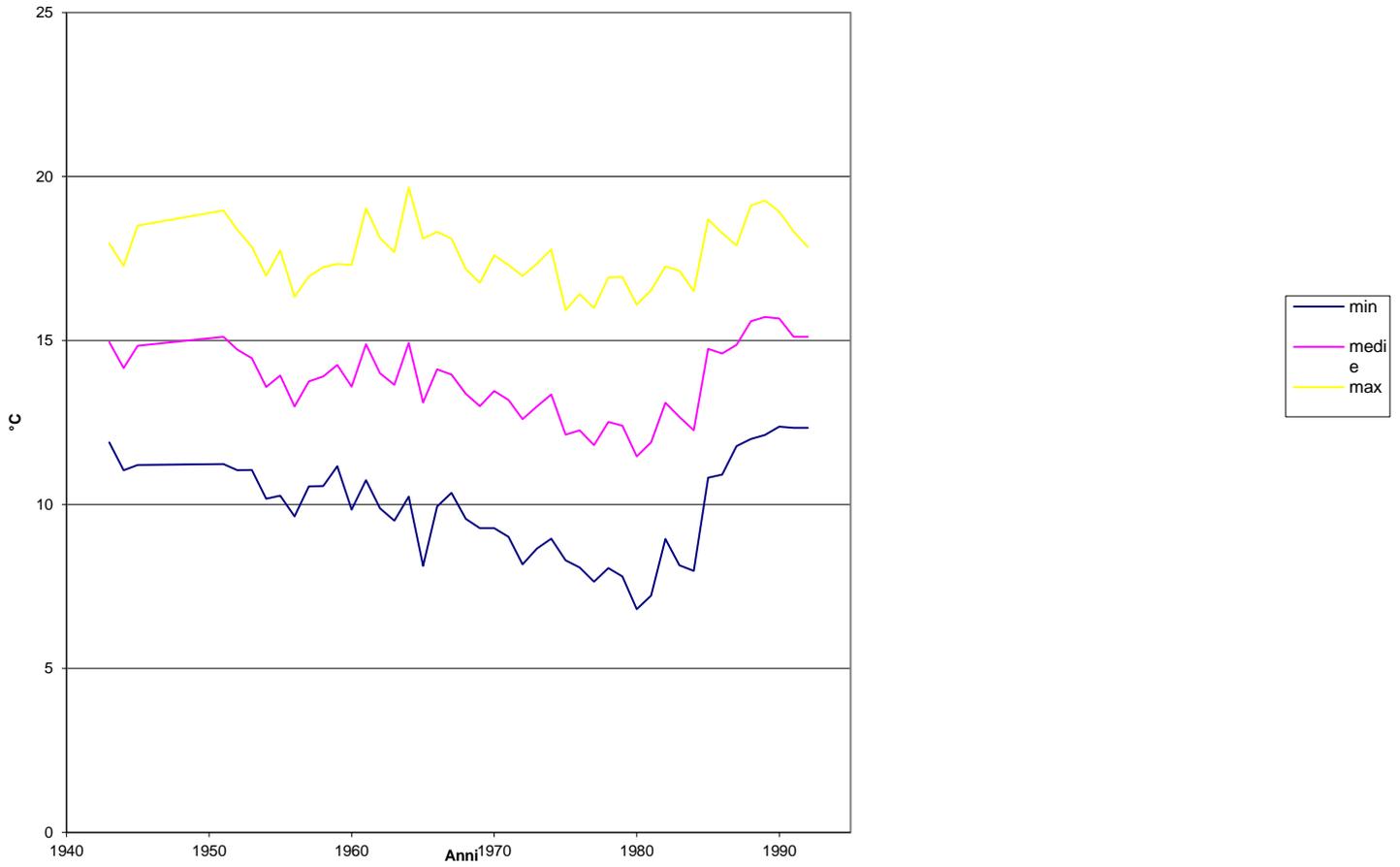
Per Alassio, Bestagno e Stellanello si è scelto di tracciare due diagrammi realizzati dalla combinazione dei dati termometrici con quelli pluviometrici. Si sono così ottenuti i diagrammi ombrotermici (o termouidogrammi), cioè diagrammi temperatura-pioggia, e i climogrammi, cioè i diagrammi che individuano alcune caratteristiche del clima.

I dati da noi utilizzati sia pluviometrici che termometrici sono quelli riportati negli ANNALI IDROGRAFICI relativamente al periodo compreso tra il 1921 e il 1993.

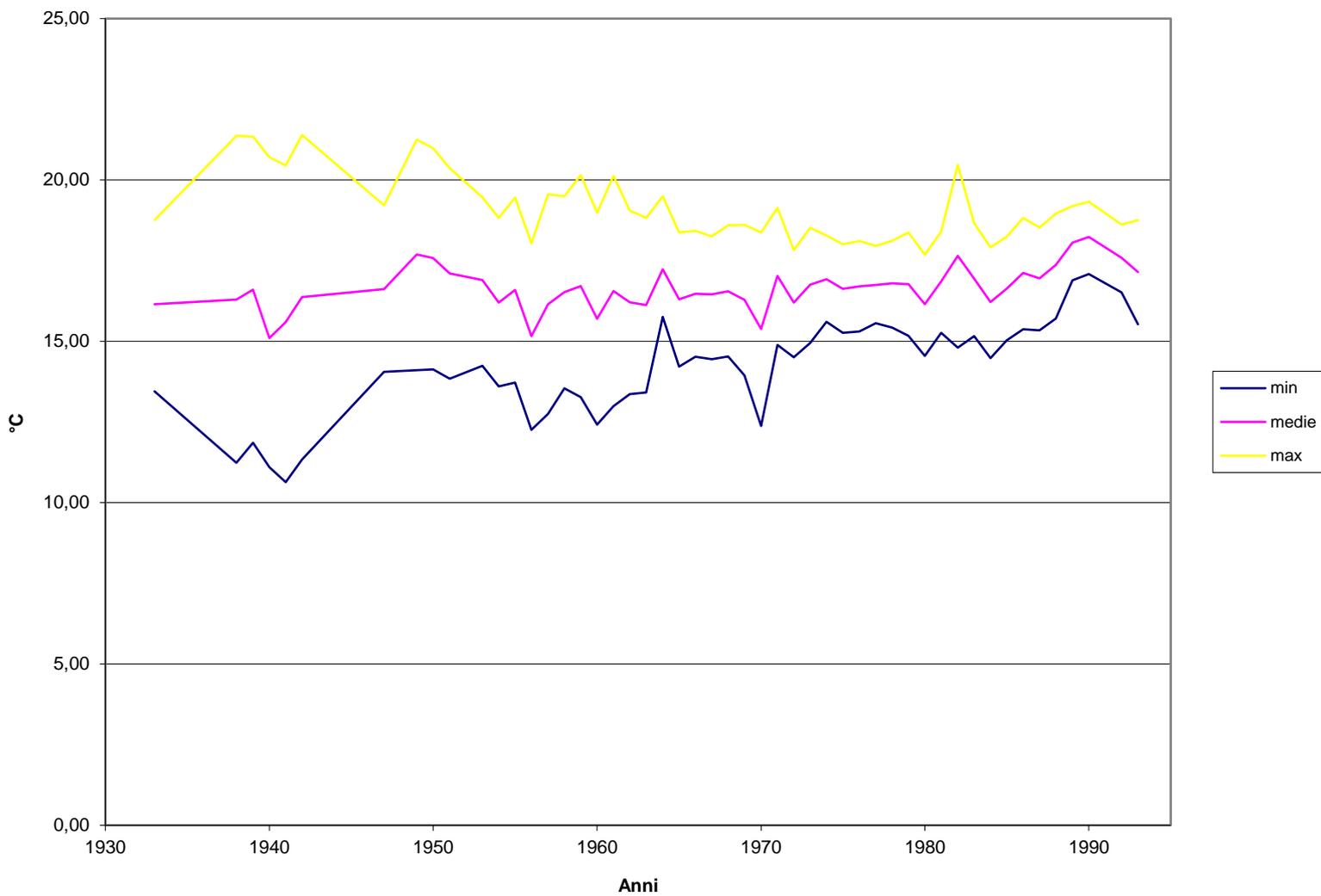
Alcune considerazioni riguardo le variazioni climatologiche di questi ultimi 60 anni si possono fare osservando i dati medi delle temperature e quelli delle piogge.

Per meglio evidenziare i risultati si è costruito un grafico delle temperature medie annue (minime, medie e massime).

Grafico dell'andamento delle temperature
Stazione di Bestagno



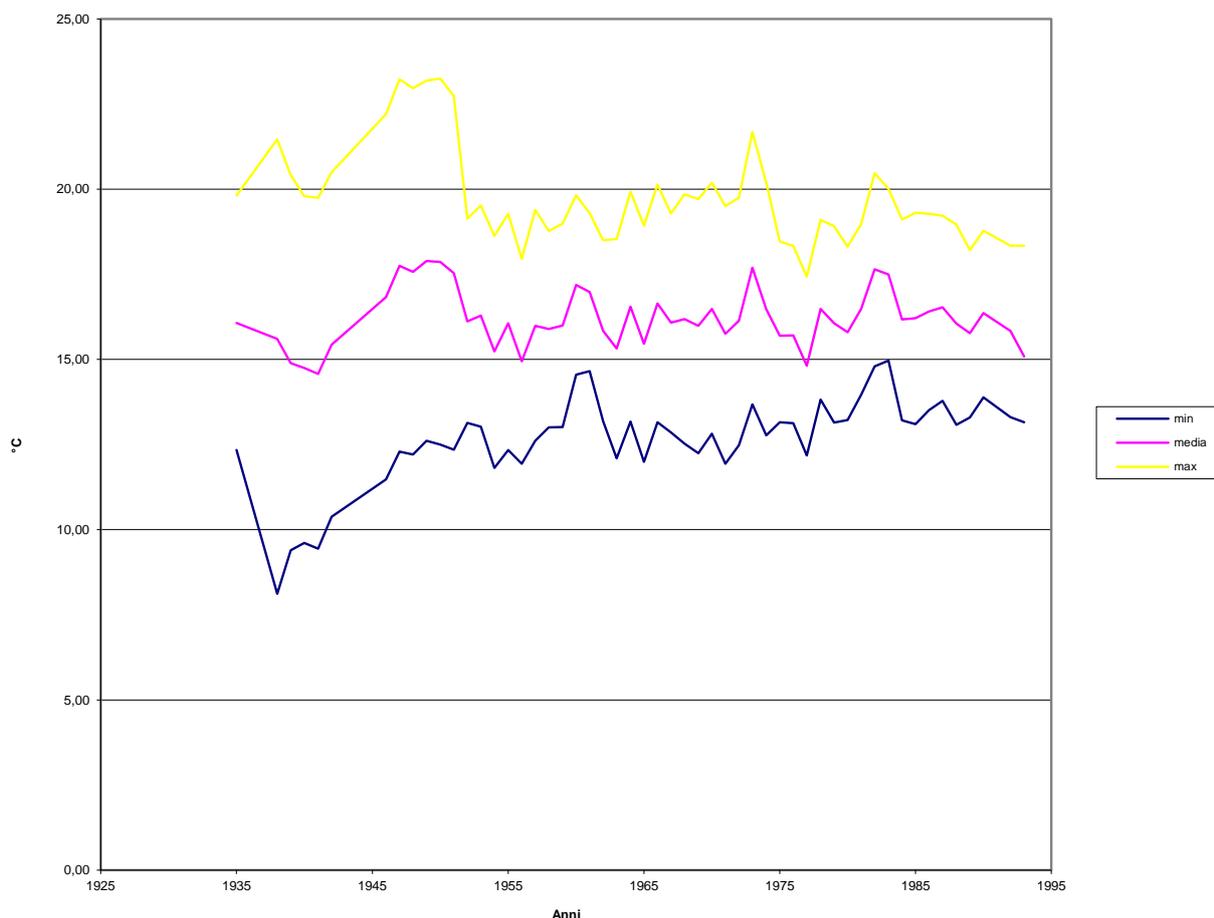
**Grafico dell'andamento delle temperature
Stazione di Alassio**



Dall'osservazione della figura relativa alla stazione di Alassio, si osserva un andamento che a tratti appare diverso: nel primo periodo (dal 1934 al 1955 circa) si rileva un'escursione termica annua piuttosto significativa, cosa che non si rileva nei periodi successivi dove l'andamento delle tre linee è pressochè parallelo.

Mediamente le temperature medie e minime sono andate aumentando, mentre quelle massime hanno

Grafico dell'andamento delle temperature
Stazione di Imperia



subito, nel corso degli anni, una lieve diminuzione. Nel complesso non si registrano picchi particolarmente significativi ad eccezione di quello relativo al 1982, rilevante soprattutto per la temperatura massima.

Per quanto attiene ai dati registrati alla stazione di Bestagno le tre linee sono sempre parallele, con un andamento oscillatorio che non presenta eventi significativi; mediamente le temperature sono andate diminuendo fino alla metà degli anni '80, per poi aumentare nuovamente (almeno fino al 1993).

Il grafico relativo alla stazione di Imperia presenta un andamento analogo a quello riscontrato alla stazione di Alassio: prima un periodo caratterizzato da una forte escursione termica annuale, poi un lungo periodo di rilevamenti uniformi, rappresentato dalle tre linee parallele ravvicinate. L'andamento dei tre grafici, soprattutto nella seconda parte, appare lievemente più frastagliato che nel caso di Alassio, ma a differenza di quest'ultima stazione le temperature (minime, medie e massime) non si sono mai discostate da un rispettivo valore medio che, nel corso dei 60 anni di registrazioni, si è mantenuto pressochè costante.

**Grafico piogge medie annue
Stazione di Alassio**

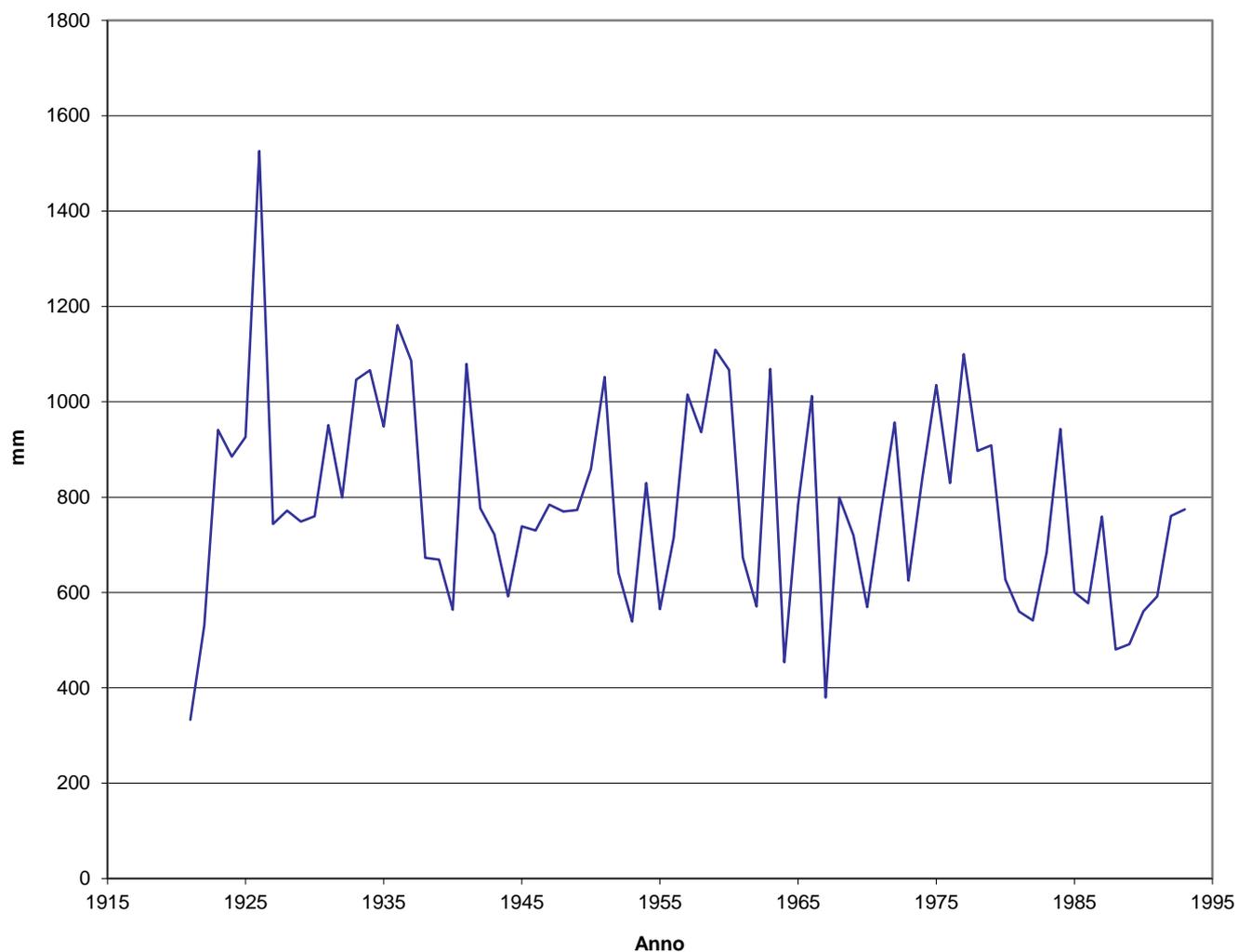
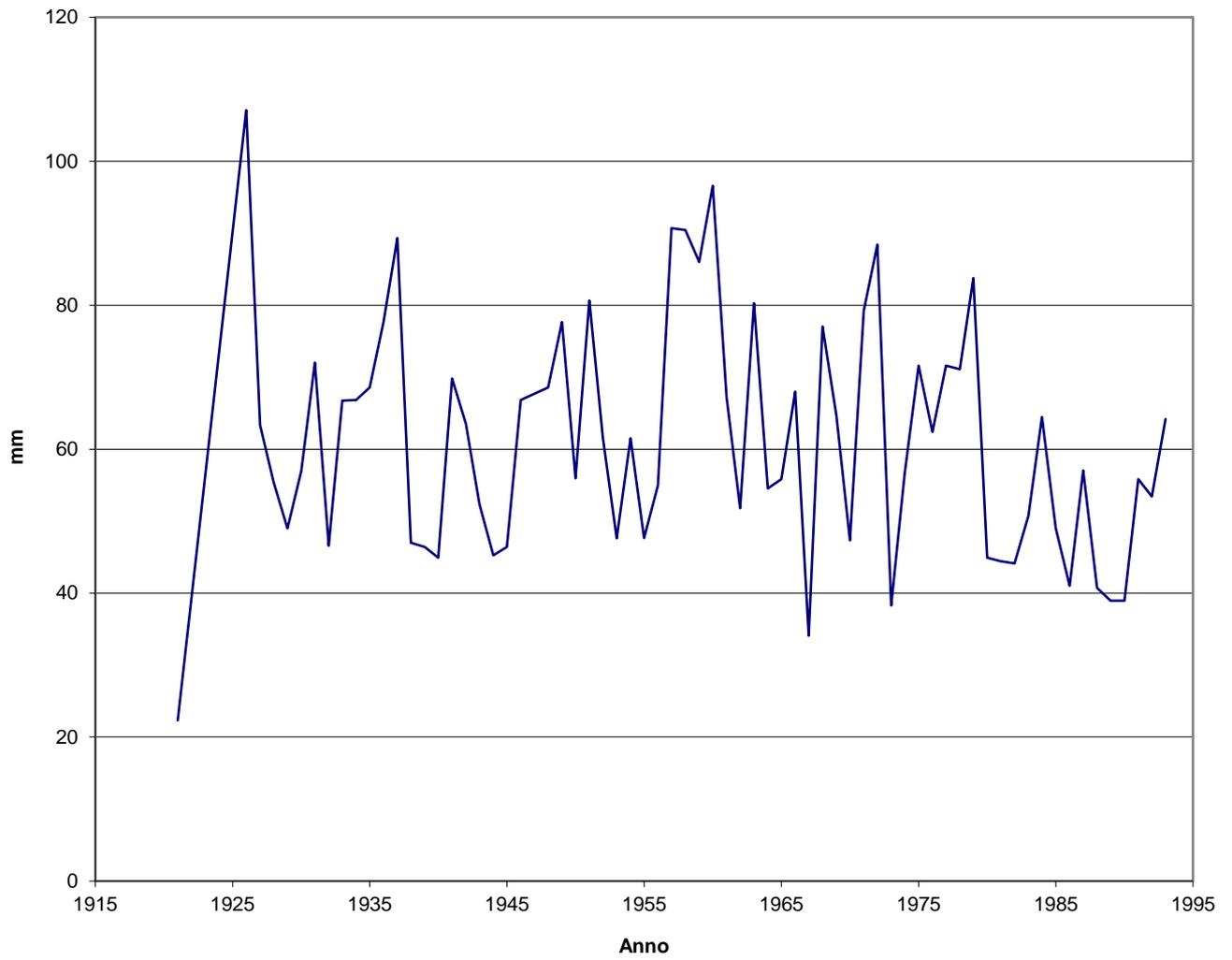
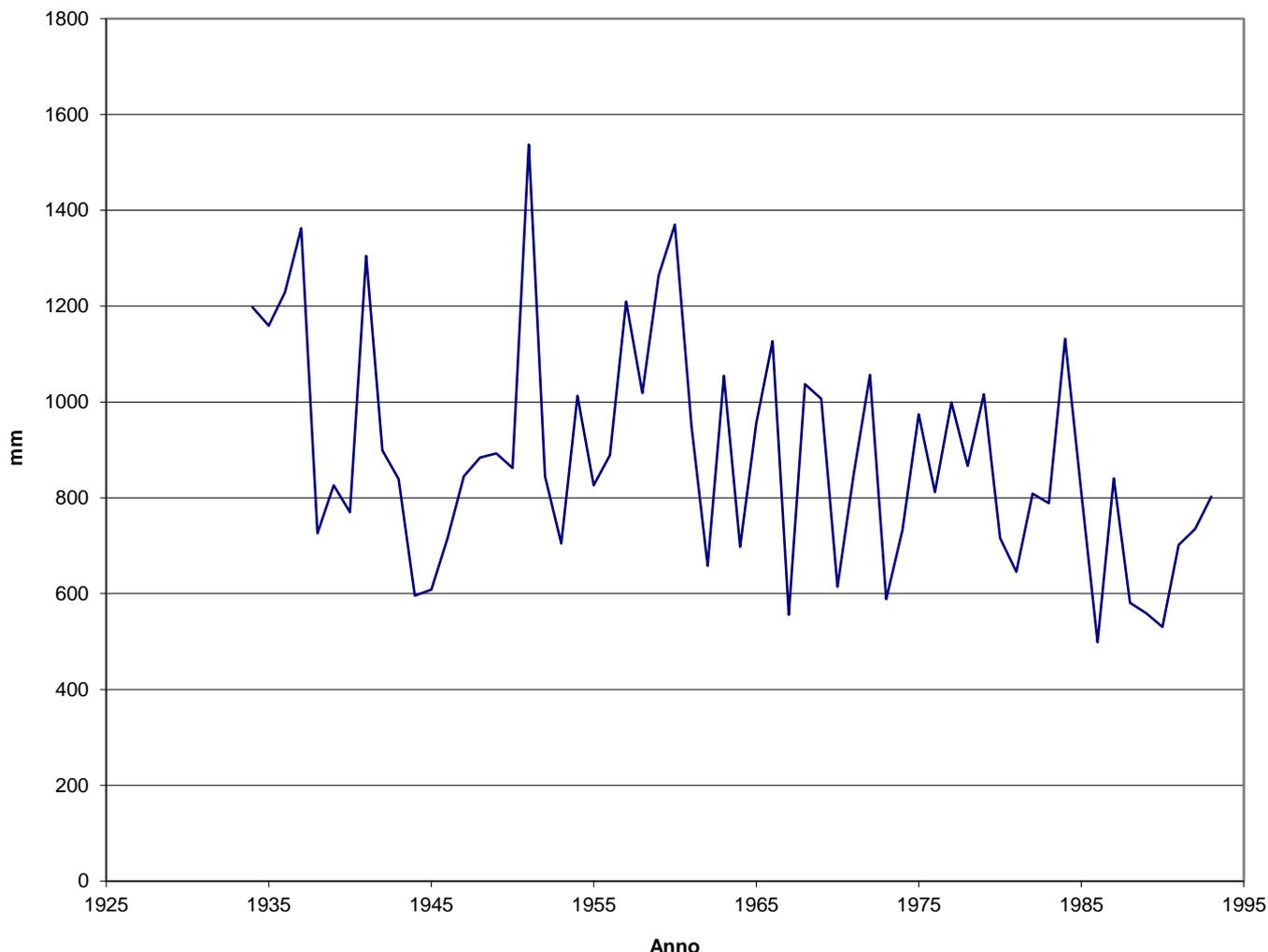


Grafico piogge medie annue
Stazione di Imperia



**Grafico piogge medie annue
Stazione di Bestagno**



2.4.1.3 Analisi della bontà delle serie

L'osservazione del grafico delle piogge di Alassio non evidenzia situazioni molto significative ad eccezione del picco che si è registrato nel 1926, ma che appare come un fenomeno isolato: mediamente le piogge medie annue evidenziano, per la stazione di Alassio, una lieve diminuzione della piovosità complessiva.

Per la stazione di Bestagno si rilevano diversi picchi, soprattutto nei primi anni di registrazioni (fino al 1955) tra i quali emerge quello del 1951. Anche per questa stazione si evidenzia una diminuzione media delle precipitazioni totali annue.

Dall'osservazione del grafico relativo alla stazione pluviometrica di Imperia, appare rilevante il primo evento (1926) a cui segue un andamento che seppur molto frastagliato, non presenta più picchi così rilevanti. Mediamente la pluviometria totale annua si è mantenuta attorno ad un valore medio costante fino alla fine degli anni '70, mentre negli ultimi 15 anni si è registrata una lieve diminuzione.

2.4.1.4 Indicazioni climatologiche

Nella tabella seguente si riportano i dati relativi alle piogge e alle temperature medie mensili delle tre stazioni considerate necessari per la successive analisi climatiche.

Mesi	ALASSIO		BESTAGNO		IMPERIA	
	Tm (°C)	Pm (mm)	Tm (°C)	Pm (mm)	Tm (°C)	Pm (mm)

Gennaio	9.56	71.98	6.46	79.64	9.32	70.25
Febbraio	9.99	71.86	7.06	79.71	9.81	70.18
Marzo	12.00	77.82	9.31	83.50	11.69	73.19
Aprile	14.60	72.01	12.02	81.31	14.32	60.91
Maggio	18.12	60.19	15.40	68.83	17.56	54.95
Giugno	21.63	34.38	19.07	42.06	21.14	34.84
Luglio	24.42	18.78	22.41	18.32	24.07	13.50
Agosto	24.69	29.76	22.23	35.57	23.97	24.72
Settembre	22.10	63.51	19.26	73.94	21.47	54.26
Ottobre	18.20	100.03	14.46	108.07	17.57	93.22
Novembre	13.62	98.91	10.24	123.49	13.16	109.79
Dicembre	10.62	85.33	7.54	92.53	10.43	84.60
Annua	16.63	785.91	13.80	886.38	16.20	744.24

Piogge e temperature medie mensili

La prima vera classificazione climatica, che rientra nelle classificazioni zonali a base termica, è stata fatta da W. KOPPEN nel 1884. Questo autore individua 5 tipi climatici fondamentali (N.B. Tmm = temperatura media mensile):

1. clima tropicale: Tmm > 20°C sempre
2. clima subtropicale: Tmm > 20°C per 4-11 mesi
10° C < Tmm < 20° C per 1-8 mesi
3. clima temperato: Tmm > 20°C per meno di 4 mesi
10° C < Tmm < 20° C per 4-11 mesi
Tmm < 10°C per meno di 4 mesi
4. clima freddo: 10° C < Tmm < 20° C per 1-4 mesi
Tmm < 10°C per 8-11 mesi
5. clima polare: Tmm < 10°C per 12 mesi

Tale classificazione, non considerando i casi con Tmm < 0°C, non discrimina i climi in alcune zone temperate. Tale difetto, però, non interessa la nostra zona dato che le temperature tipiche del comprensorio del dianese, almeno sulla fascia costiera, raramente sono scese sotto lo 0°: il problema si potrebbe presentare per la stazione di Bestagno dove si osservano occasionalmente dei valori di temperature inferiori allo 0°: i valori medi, però, sono sempre positivi, permettendo quindi l'utilizzo di questa classificazione anche in questo caso.

Dall'osservazione dei dati della precedente tabella, che riporta i dati termometrici medi relativi alle tre stazioni considerate, si evidenzia che il clima di Alassio, di Bestagno e di Imperia rientrano nella categoria definita da W. Koppen a '**clima temperato**'.

Un'altra classificazione è stata fatta da De Martonne che distingue 6 tipologie di clima: arido estremo, arido, semiarido, subumido, umido e perumido. Tale classificazione viene fatta a partire da quello che De Martonne indica come 'indice di aridità' A dato dalla seguente formula:

$$A = \frac{P}{T+10} + \frac{12p}{t+10}$$

dove: P = precipitazione media annua
T = temperatura media annua
p = precipitazione media del mese più arido
t = temperatura media del mese più arido

La classificazione risulta essere la seguente:

- arido estremo 0 < A < 5
- arido 5 < A < 15
- semiarido 15 < A < 20
- subumido 20 < A < 30
- umido 30 < A < 60
- perumido A > 60

Nel nostro caso si ottiene:

Alassio	A = 18.0
Bestagno	A = 20.3
Imperia	A = 16.6

Da ciò si ricava che, secondo la classificazione di De Martonne, il clima è del tipo **semiarido** nei casi di Alassio e Imperia, mentre per Bestagno rientra nella classe definita **subumida**.

2.4.1.5 Diagramma ombrotermico

I termoudogrammi (o diagrammi ombrotermici) rappresentano in maniera sintetica l'andamento delle temperature e delle precipitazioni, e permettono di stabilire il grado di umidità e aridità di un'area. I periodi di aridità in tali diagrammi si identificano con i mesi nei quali l'altezza della precipitazione mensile (espressa in millimetri) risulta minore del valore dato dal doppio della temperatura media in quello stesso mese (espressa in °C).

Nei termoudogrammi relativi ai dati delle stazioni di Alassio, Bestagno e Imperia, realizzati mediando **tutti** i dati degli annali idrografici in nostro possesso, si può osservare l'andamento stagionale medio delle precipitazioni e delle temperature, le quali presentano valori sempre positivi .

Osservando le seguenti figure si nota che l'andamento delle curve è simile in tutti e tre i casi considerati. Per le stazioni di Alassio e Imperia la curva relativa alla precipitazione si trova al di sopra di quella delle temperature per circa 9 mesi all'anno; negli altri tre mesi le curve sono invertite: secondo la teoria di Bagnouls & Gaussen, autori di questo tipo di analisi, si definisce che per tre mesi (giugno, luglio e agosto) il clima è 'arido'; per la stazione di Bestagno, invece, il clima è 'arido' solo per due mesi all'anno in quanto tale inversione avviene solo per i mesi di luglio e agosto.

DIAGRAMMA OMBROTERMICO
Stazione di Bestagno

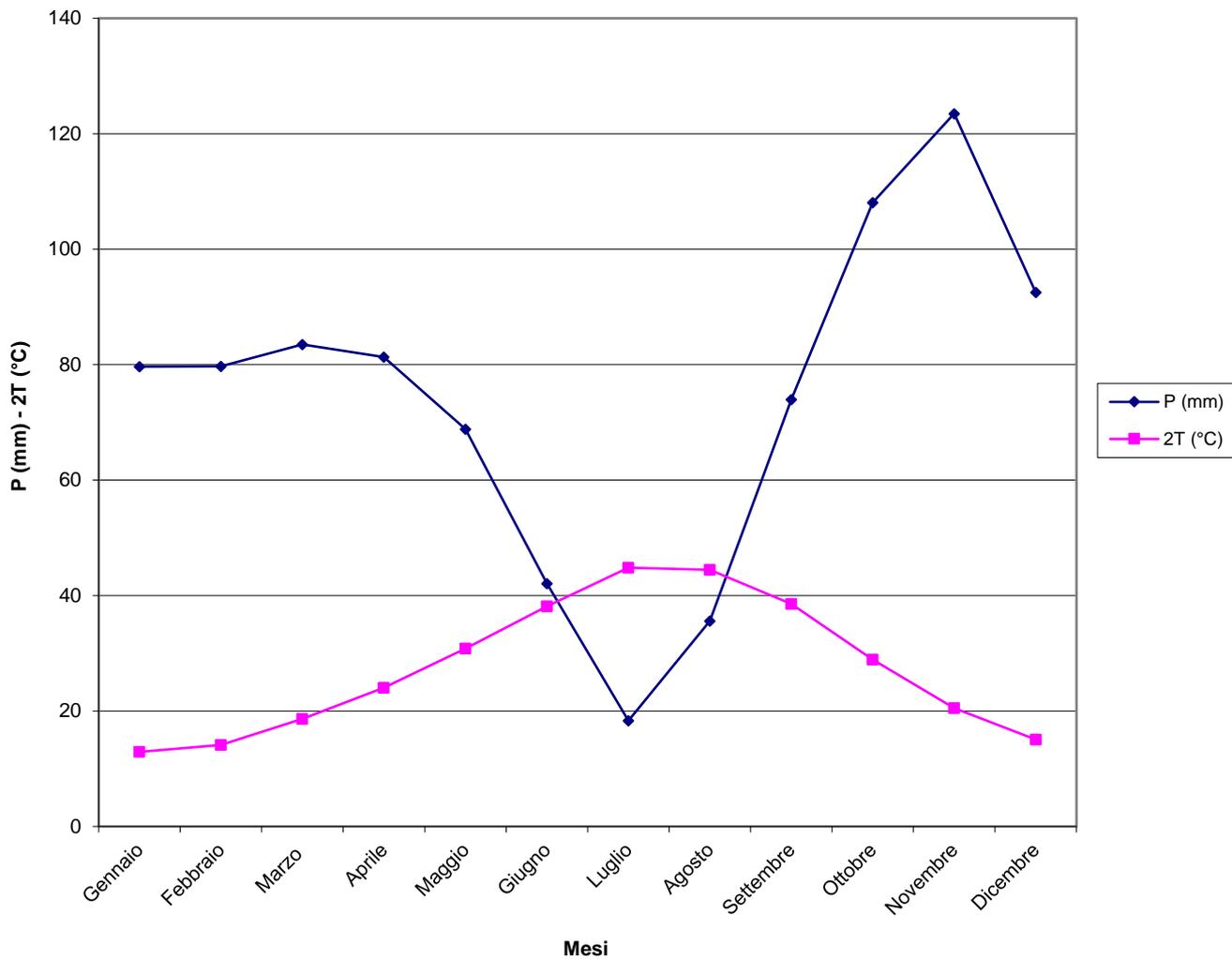


DIAGRAMMA OMBROTERMICO
Stazione di Imperia

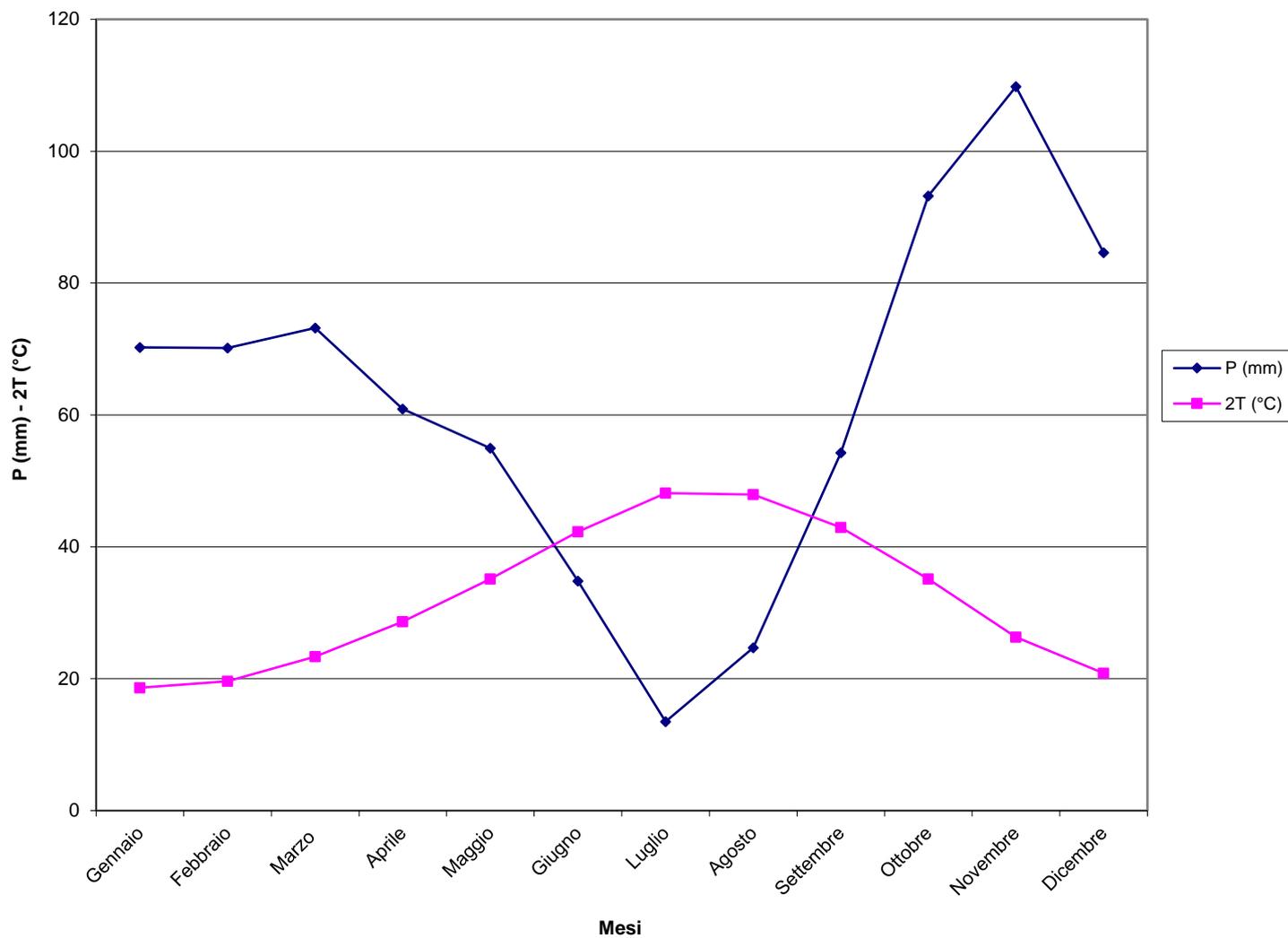
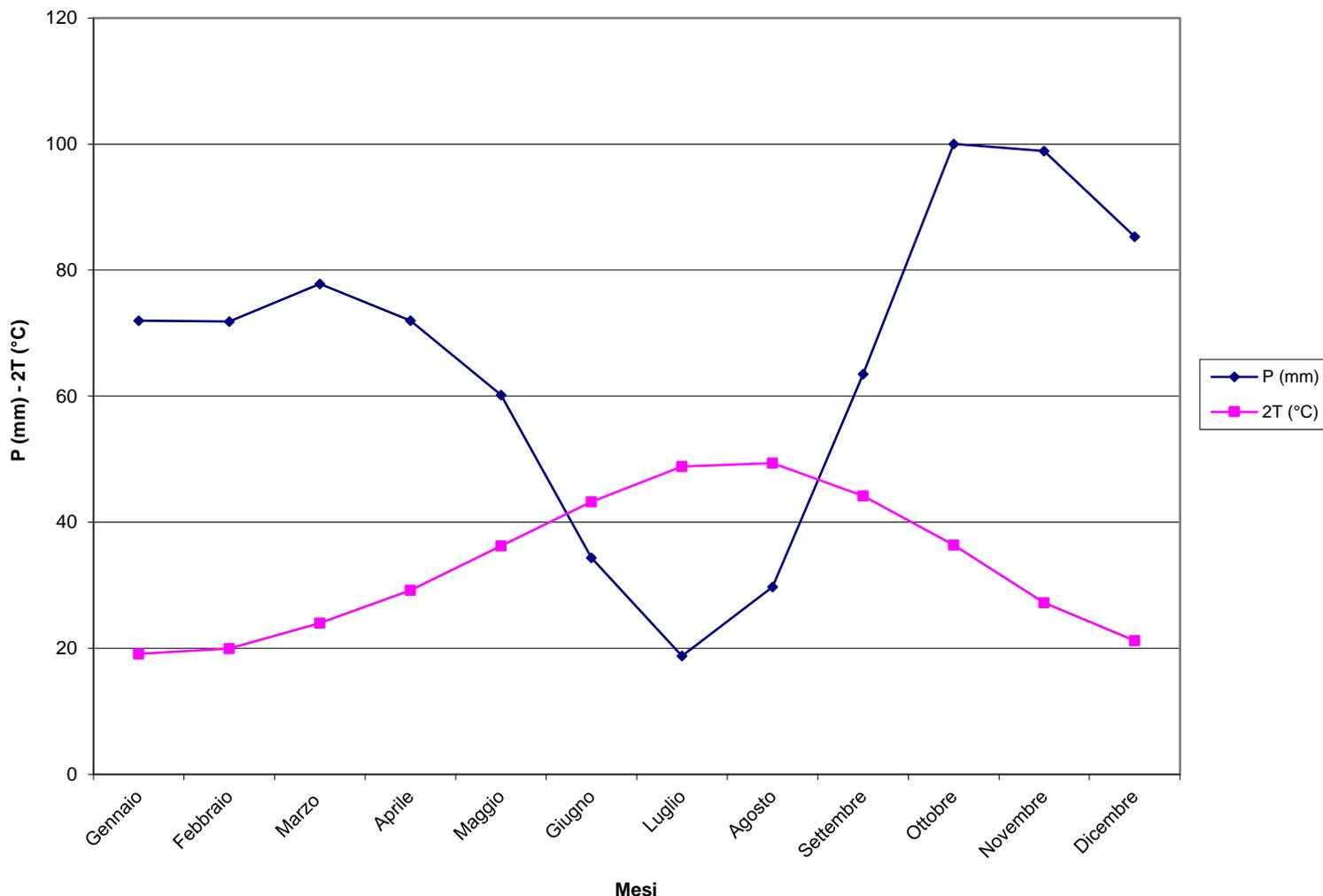


DIAGRAMMA OMBROTERMICO
Stazione di Alassio



Tale risultato, è opportuno sottolinearlo di nuovo, ha senso solo per le zone prossime alle stazioni di rilevamento, sebbene, data l'omogeneità dei risultati tra le due stazioni di Alassio e Imperia, tali considerazioni si possono estendere a tutta la fascia costiera dell'ambito in oggetto. Ciò deriva dal fatto che, come già detto nelle premesse, il territorio Ligure, e quindi quello del comprensorio dianese, è caratterizzato da una morfologia estremamente variabile.

Da ciò segue una variabilità climatica e pluviometrica piuttosto significativa: le maggiori precipitazioni che caratterizzano le zone montane, almeno nell'ambito oggetto del presente studio, garantiscono il rifornimento idrico delle falde acquifere e quindi assicurano l'apporto necessario a soddisfare anche il fabbisogno dei centri costieri (anche e soprattutto nei mesi definiti 'aridi').

2.4.1.6 Climogramma

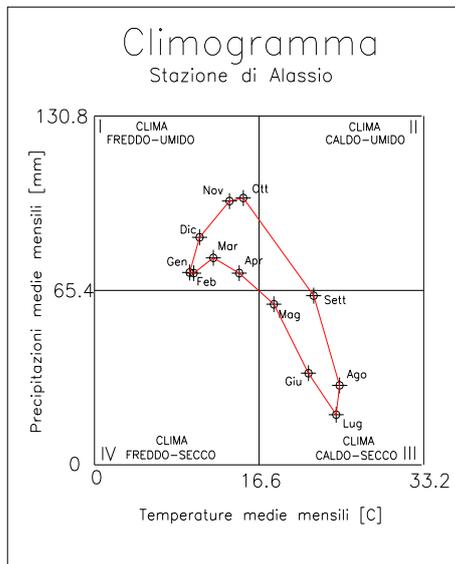
Il climogramma relativo ai dati delle stazioni prese in esame si costruisce posizionando sull'asse delle ascisse le temperature (°C) e sull'asse delle ordinate le precipitazioni medie (mm). Ad ogni punto corrispondono i valori medi di precipitazione e di temperatura mensili; la spezzata che unisce fra di loro i punti individua un'area rappresentativa del comportamento climatico locale medio. Tale diagramma è stato suddiviso in quadranti dall'intersezione delle rette corrispondenti ai valori medi di temperatura e precipitazione mensili. Lo sviluppo della poligonale precedentemente definita all'interno dei quadranti

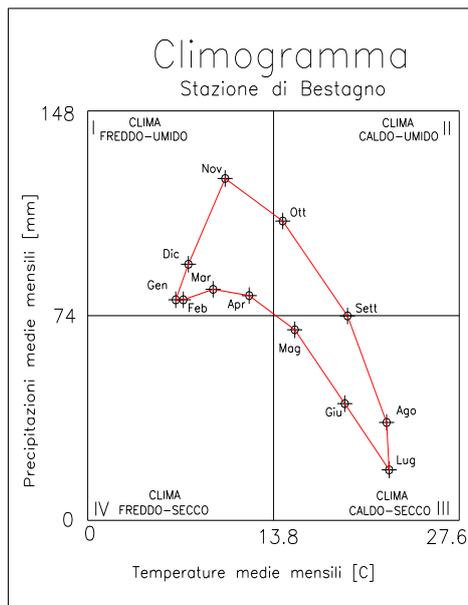
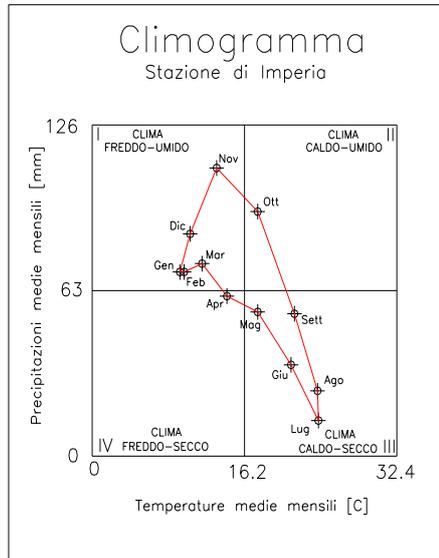
consente di definire il carattere predominante dei due elementi climatici considerati e i loro rapporti di interdipendenza. Si può osservare l'andamento medio delle temperature nei vari mesi dell'anno in rapporto alle altezze delle precipitazioni.

Nella seguente tabella si riportano i valori medi di temperatura e precipitazione mensili per le tre stazioni considerate.

	Pm (mm)	Tm (°C)
ALASSIO	65.44	16.63
BESTAGNO	74.02	13.80
IMPERIA	63.00	16.20

Dall'osservazione dei grafici, riportati nelle pagine seguenti , rappresentante il climogramma di ogni stazione si evidenzia quanto segue:





Stazione di Alassio

- i mesi da novembre a marzo rientrano nella categoria identificata come clima freddo-umido'
- il mese di aprile é caratterizzato da un clima 'freddo-secco'
- i mesi da maggio a settembre sono caratterizzati da un clima 'caldo-secco'
- il mese di ottobre é l'unico con un clima definito 'caldo-umido'

E' evidente la prevalenza dei climi 'caldo-secco' e 'freddo-umido' mentre risultano pressochè assenti i periodi caratterizzati da climi 'freddo-secco' e 'caldo-umido'.

Stazione di Bestagno

- i mesi da novembre ad aprile sono caratterizzati da un clima definito 'freddo-umido'
- i mesi da maggio ad agosto appartengono alla categoria del clima 'caldo-secco'
- il mese di settembre si trova al limite tra il clima definito 'caldo-secco' e quello definito 'caldo-umido'
- il mese di ottobre è l'unico, secondo questo tipo di classificazione, a carattere 'caldo-umido'
- non vi sono periodi dell'anno caratterizzati da un clima 'freddo-secco'

Stazione di Imperia

- i mesi da novembre a febbraio sono caratterizzati da un clima 'freddo-umido'
- il solo mese di aprile rientra nella classe definita a clima 'freddo-secco'
- i mesi da maggio a settembre appartengono al periodo a clima 'caldo-secco'
- il mese di ottobre è l'unico caratterizzato da un clima definito 'caldo-umido'

Si ritiene necessario fare alcune considerazioni: sebbene la suddivisione di questo diagramma nei quattro quadranti, relativi ai quattro tipi di clima, derivi direttamente dall'elaborazione dei dati registrati dalla stazione in oggetto e classifichi pertanto rigidamente il clima delle zone, non si può certo inquadrare in schematismi così vincolati la complessità dei fenomeni meteorologici di una zona. Ciò deriva in particolare dal fatto che, in questo tipo di approccio, come pure negli altri affrontati nei paragrafi precedenti, non si tiene conto di fattori quali l'umidità e il vento, che, soprattutto nei giorni non piovosi, influenzano fortemente la tipologia di clima; inoltre questo metodo, come quelli visti precedentemente, sono stati studiati e tarati su realtà che spesso sono diverse da quelle oggetto di questo studio.

Per poter sviluppare una analisi climatica completa che tenga conto di tutte le variabili, sarebbe necessario avere a disposizione osservazioni storiche climatiche sufficientemente estese e comprendenti anche i valori relativi a umidità, vento, ecc..

Sarebbe cioè necessario costituire un osservatorio meteorologico permanente sul territorio.

2.4.2 Valutazione probabilistica delle precipitazioni intense**2.4.2.1 Relazione idrologica**

La previsione del rischio di inondazione comporta lo svolgimento di una serie di studi modellistici basati, in primo luogo, sull'analisi degli eventi pluviometrici e, successivamente, sullo studio idrodinamico degli alvei.

Lo studio idrologico di un bacino imbrifero é dunque il momento basilare nel contesto della pianificazione territoriale idraulico e comporta l'acquisizione di una serie di dati atti a rappresentare il regime pluviometrico della zona in esame.

La caratteristica fondamentale di tali dati, siano essi dati di pioggia o di portata, è data dalla omogeneità statistica del campione esaminato; senza tale requisito non è possibile operare alcuna elaborazione.

Altri requisiti necessari per la corretta interpretazione dei risultati conseguiti sono forniti dalla attendibilità dei dati, dalla grandezza del campione esaminato (più dati disponibili implicano una minore approssimazione delle formule interpolatrici), dalla presenza o meno sul territorio di più stazioni di osservazione e dalla loro uniforme distribuzione spaziale (sia planimetrica che altimetrica).

La mancanza di uno o più dei suddetti requisiti comporta la formulazione di teorie approssimate la cui bontà può essere verificata empiricamente sulla scorta di esperienze personali, osservazioni sul territorio e comparazione con studi analoghi su zone limitrofe.

Il territorio oggetto del presente studio comprende 9 bacini imbriferi (rio Gorleri, rio Varcavello, torrente Evigno – S.Pietro, rio Pineta, rio Rodine, rio Della Madonna, torrente Cervo – Steria, rio Bondai e rio Schenassi) e due aree caratterizzate da una raccolta delle acque di pioggia mediante impluvi naturali di limitata estensione.

Tali zone sono comprese tra il promontorio di Capo Berta a ponente e il promontorio di Capo Mimosa a levante, e si estende in profondità fino alla vetta del Pizzo d'Evigno (988.5 m s.l.m.).

I bacini imbriferi in oggetto possono essere considerati tra loro parzialmente simili, stante la loro contiguità, le analoghe caratteristiche morfologiche (acclività, estensione, pendenza media ecc.) e la medesima esposizione alle condizioni climatiche.

Sussistono alcune differenze sostanzialmente legate al grado di urbanizzazione dei bacini che possono influenzare il regime idraulico di ogni corso d'acqua, ma di tali differenze si terrà conto mediante l'adozione di opportuni coefficienti nelle fasi successive del presente studio.

Nell'ambito del territorio in oggetto non vi sono strumenti di misura delle portate per nessuno dei 9 torrenti esaminati; gli unici dati di misura delle portate disponibili sono quelli forniti dalla stazione idrometrica di Merelli, ubicata nel Comune di Taggia sul torrente Argentina, a circa 25 Km ad ovest della zona in esame o quelli delle stazioni idrometriche sul torrente Arroscia.

Purtroppo tali misure non possono essere prese in considerazione in quanto i bacini idrici dei torrenti Argentina o Arroscia non possono essere considerati simili ai bacini del comprensorio dianese a causa della notevole diversità morfologica, altimetrica e di estensione dei bacini stessi, nonché della distanza di tali strumenti dall'ambito di nostro interesse che rende significativa anche la differenza climatica tra le varie zone.

Pertanto la determinazione delle massime portate di piena caratteristiche dei torrenti appartenenti al comprensorio del dianese può essere condotta solo tramite la valutazione e la successiva elaborazione dei dati di pioggia estrapolati dalle misurazioni effettuate dai quattro pluviometri considerati (utilizzando formule empiriche e/o analitiche).

Alla luce di quanto sopra si è proceduto all'analisi idrologica utilizzando come dati di partenza le osservazioni pluviometriche delle stazioni di Alassio, Bestagno, Imperia e Stellanello.

Si fa presente che, a causa della limitatezza dei dati a disposizione ed a seguito di osservazioni di carattere generale sul comprensorio idrico, sono state formulate una serie di ipotesi che se da un lato consentono il corretto svolgimento delle successive analisi statistiche, dall'altro necessitano di una adeguata verifica che può essere condotta solo dopo l'effettuazione di misure pluviometriche e idrometriche almeno decennali.

In particolare sono state effettuate le seguenti considerazioni preliminari:

- il comprensorio idrico dell'intero territorio oggetto dello studio è caratterizzato da quattro distinti regimi pluviometrici determinabili dall'assunzione dei dati di pioggia delle stazioni di Alassio, Bestagno, Imperia e Stellanello, i quali insistono su aree di competenza determinabili con il metodo dei topoietai o di Thiessen; su tali aree si sono assunti, come piogge efficaci, i valori elaborati statisticamente dalle registrazioni dei quattro pluviometri in questione ottenendo pertanto, in accordo con la teoria dei topoietai, dei solidi di pioggia ad altezza costante per l'intera area di competenza;

- le altezze di pioggia elaborate statisticamente per diverse durate (10 min, 15 min, 60 min, ecc.), dopo essere state ragguagliate all'intero bacino, sono state assunte come set di valori di un evento meteorologico fittizio avente tempo di ritorno predeterminato e tale evento è stato considerato come quello che causa l'onda di piena di progetto;

- la formula che regola la trasformazione degli afflussi in deflussi per l'evento di piena è data dal volume di pioggia affluito sul bacino nella durata pari al tempo di corrivazione del bacino stesso moltiplicata per il coefficiente di deflusso, che verrà valutato nella seconda fase del presente studio; tale valore viene determinato empiricamente in base alle caratteristiche del suolo per ogni bacino imbrifero, tenendo conto anche dei fenomeni di evapotraspirazione e trascurando quelli di infiltrazione profonda delle acque.

Sulla base delle suddette considerazioni è stata quindi elaborata la seguente procedura analitica, finalizzata alla determinazione di una formula generale per il calcolo della massima portata di piena dei bacini del comprensorio dianese:

1. raccolta dei dati delle massime piogge registrate per diverse durate desunti dagli Annali Idrografici per le stazioni pluviometriche di Alassio, Bestagno, Imperia e Stellanello;
2. regolarizzazione ed elaborazione dei dati mediante la legge statistica di Gumbel e determinazione delle massime altezze di pioggia per assegnati tempi di ritorno;
3. determinazione delle aree di competenza di ciascun pluviometro mediante il metodo dei topoietai o di Thiessen;
4. determinazione delle altezze di pioggia e delle corrispondenti intensità ragguagliate a ciascuno dei bacini del comprensorio in esame;
5. determinazione delle curve di possibilità climatica delle altezze di pioggia e delle intensità ragguagliate per ciascun tempo di ritorno e per ciascun bacino considerato;
6. determinazione delle formule di calcolo della portata di massima piena con il metodo del coefficiente di deflusso e mediante l'utilizzo di varie formule empiriche per il calcolo del tempo di corrivazione;
7. comparazione dei risultati ottenuti e verifica con le corrispondenti portate desunte dalla Curva di Inviluppo delle massime portate di piena dei torrenti della Regione Liguria (curva del Cati).

Si ribadisce infine che tutta l'analisi sopra descritta si basa sull'attendibilità delle registrazioni effettuate nei quattro pluviometri, che rappresentano a tutt'oggi l'unico sistema di monitoraggio del territorio del comprensorio dianese; una verifica dei suddetti valori potrà essere effettuata solo dopo aver installato su tutto il territorio una adeguata rete di registratori pluviometrici ed idrometrici ed aver osservato gli eventi meteorici e le relative risposte dei corpi idrici per un lasso di tempo di almeno dieci-venti anni.

2.4.2.2 Introduzione all'analisi statistica

Per le stazioni pluviometriche di Alassio, Bestagno, Imperia e Stellanello sono stati riportati in tabella i valori massimi di precipitazione per diverse durate di pioggia (10 min, 15min, 20min, 30min, 1h, 3h, 6h, 12h, 24h) come desunto dagli Annali Idrografici del Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici.

Tale operazione è stata fatta considerando **tutti** i dati registrati durante gli anni di attività dei quattro pluviometri. Per ogni durata di pioggia avremo quindi un campione della variabile "massimo valore di pioggia": tale campione risulta essere numericamente significativo ed attendibile per le durate maggiori o uguali all'ora, ma scarso e poco attendibile, in quanto spesso ricavato da osservazioni soggettive, per le durate inferiori all'ora (che rappresentano comunque le uniche osservazioni disponibili).

I suddetti valori sono stati ricavati dai dati Ufficiali riportati negli annali dell'Istituto idrografico di Genova per le stazioni di Alassio, Bestagno, Imperia e Stellanello.

Trattandosi di valori massimi i dati di pioggia sono stati regolarizzati con la legge del "massimo valore" di GUMBEL:

$$P(h) = e^{-e^{-\alpha(h-h_0)}}$$

che viene descritta più approfonditamente nel paragrafo successivo. Per completezza sono state effettuate alcune verifiche anche con altre distribuzioni (come la legge 'Log-Normale'), ma l'analisi dei risultati ottenuti con i test ha evidenziato la maggiore attendibilità del metodo di Gumbel.

Per assegnato tempo di ritorno T si ricavano poi i valori massimi di pioggia che verranno poi utilizzati per la determinazione delle altezze di pioggia ragguagliate all'intero bacino e le corrispondenti curve di possibilità climatica.

2.4.2.3 Regolarizzazione dei dati con la legge di Gumbel

Come evidenziato nel paragrafo precedente, per regolarizzare i dati in oggetto è stata utilizzata la legge di Gumbel.

Sono stati analizzati i valori di altezza di pioggia massima registrati dai pluviometri per le seguenti durate: 10', 15', 20', 30', 1 h, 3 h, 6 h, 12 h, 24 h, trascurando, nelle diverse stazioni, le durate con set di valori numericamente scarsi.

Per alcuni di essi mancano i dati in alcuni anni, o perchè non sono stati registrati, o perchè sono poco significativi. Quindi si sono regolarizzati i dati di ogni campione costruendo la tabella tipica della distribuzione di Gumbel.

Ordinato il campione in modo crescente e riportati i corrispondenti valori h, si ricavano le frequenze

cumulate $f = \frac{h}{N+1}$ dove N è la dimensione del campione. Si introduce quindi la variabile ridotta :

$$y_s = -\ln[-\ln(f)]$$

e si valutano i parametri α e ω della distribuzione:

$$\alpha = \frac{\overline{s(y_s)}}{\overline{s(h)}} \quad \omega = \overline{h} - \frac{\overline{y_s}}{\alpha}$$

dove:

h = altezza di pioggia in mm

s = scarto quadratico medio

$\overline{h}, \overline{Y_s}$ = medie delle grandezze corrispondenti

Infine si valuta la variabile:

$$y = \alpha(h - \omega)$$

e la probabilità

$$P(y) = e^{-e^{-y}} = P(h)$$

2.4.2.4 Test statistici

Test del segno

Questo test fissa un livello di significatività α (probabilità massima di rigettare un'ipotesi vera) e valuta il n° di segni positivi e negativi della distribuzione. Si confronta quest'ultimo con K, valore critico, ovvero minimo numero di segni positivi o negativi al di sotto del quale non bisogna scendere per poter accettare l'ipotesi fatta.

Il valore di K critico è determinato in funzione di N (dimensione del campione) e di α appunto.

Nella presente elaborazione è stato assunto un livello di significatività α pari a 0,05.

Test del χ^2

Questo test consiste nel porre a confronto un valore critico χ^2_{crit} (valutato in funzione del numero dei gradi di libertà f e di una probabilità pari a $(1-\alpha)$ dove α è ancora il livello di significatività che si assume pari a 0.05 con i valori di una variabile casuale X^2).

Quest'ultima è definita come segue:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(N_i - Np_i)^2}{Np_i}$$

Seguendo l'ipotesi di GUMBEL per cui un elemento in qualunque classe deve avere una eguale probabilità (Legge empirica di equiprobabilità), si trova una relazione:

$$Np_i \geq 5 \quad (\text{condizione di PEARSON})$$

$$p_i = \frac{1}{k} \quad (\text{Legge di equiprobabilità})$$

Dopo aver ordinato tutti gli elementi in ciascuna classe si costruisce la nuova variabile X^2 dove:

Np_i = n° di elementi che cadono effettivamente in una classe

N_i = n° di elementi che teoricamente dovrebbero cadere in ogni classe

K = n° classi considerate (nel nostro caso si assume K = 4).

Quando il campione tende ad infinito X^2 è distribuito come la funzione X^2 a f gradi di libertà; poichè i parametri sono stati stimati con il metodo dei momenti:

$$f = (K - s - 1)$$

s = n° di parametri che caratterizzano la distribuzione (nel caso della distribuzione di Gumbel da noi assunta s = 2).

Inoltre:

$$P(x_{cv}^2) = 1 - \alpha = 0.95$$

Dalle tabelle fornite dalla letteratura specializzata, poichè f = 1 e $P(x_{cv}^2) = 0.95$, si ottiene $x_{cv}^2 = 3.84$.

Per valutare se la distribuzione in esame supera questo test, si confronta il valore di x_{cv}^2 con quello di x^2 :

$$x^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(N_i - Np_i)^2}{Np_i}$$

ottenuto organizzando i valori di N_i , Np_i e $\frac{(N_i - Np_i)}{Np_i}$.

Se: $x_{cr}^2 > x^2$ accetto la distribuzione

$x_{cr}^2 < x^2$ rigetto l'ipotesi fatta

Questo lavoro è stato condotto per tutte le diverse durate di pioggia; i risultati finali sono riportati nelle tabelle del successivo paragrafo.

2.4.2.5 Determinazione della curva di possibilità climatica per assegnato tempo di ritorno

Determinazione delle massime altezze di pioggia

Definito "TEMPO DI RITORNO T" del massimo valore x il n° di anni T in cui, mediamente, x è superato una sola volta avremo:

$$T(1 - P(x)) = 1$$

e dunque:

$$P(x) = P(y) = 1 - \frac{1}{T}$$

nota la probabilità si ricava quindi y

$$Y = -Ln[-Ln(P)]$$

e infine l'altezza di precipitazione h.

Fissato un T (tempo di ritorno) si ottengono pertanto i valori di altezza di pioggia h per una certa durata, come riportato nelle seguenti tabelle relative alle quattro stazioni considerate.

STAZIONE DI ALASSIO					
Durata	T = 50 ANNI	T = 100 ANNI	T = 200 ANNI	T = 250 ANNI	T = 500 ANNI
10'	27,26768	30,43735	33,59545	34,61074	37,76197
20'	34,0831	37,93405	41,77096	43,00446	46,83302
30'	45,7009	51,24191	56,76269	58,53755	64,04632
60'	59,29415	66,0622	72,80556	74,97345	81,70215
3 h	103,3355	115,5646	127,749	131,6661	143,824
6 h	106,4733	117,505	128,4964	132,03	142,9976
12 h	146,6422	162,7975	178,8938	184,0685	200,1299
24 h	165,8784	182,9383	199,936	205,4006	222,3613

STAZIONE DI BESTAGNO					
Durata	T = 50 ANNI	T = 100 ANNI	T = 200 ANNI	T = 250 ANNI	T = 500 ANNI
15'	24,72667	27,02581	29,31656	30,053	32,33876
20'	34,95291	38,73284	42,49897	43,70973	47,46766
30'	48,81293	54,6771	60,51987	62,39824	68,2283
60'	55,55099	61,71013	67,84679	69,81964	75,94296
3 h	79,16991	87,64313	96,08543	98,7995	107,2234
6 h	124,7282	139,359	153,9364	158,6228	173,1685
12 h	170,4072	190,3659	210,2517	216,6448	236,4874
24 h	206,876	230,3531	253,7444	261,2644	284,605

STAZIONE DI IMPERIA					
Durata	T = 50 ANNI	T = 100 ANNI	T = 200 ANNI	T = 250 ANNI	T = 500 ANNI
15'	24,92623	27,07833	29,22258	29,91193	32,05151
20'	31,36984	34,67281	37,96374	39,02172	42,30548
30'	34,64704	38,05768	41,45587	42,54834	45,93913
60'	52,48227	58,00346	63,5045	65,27301	70,76209
3 h	91,11645	101,6553	112,1558	115,5315	126,0091
6 h	103,6276	114,4309	125,1946	128,655	139,3954
12 h	124,6255	137,0654	149,46	153,4447	165,8124
24 h	152,4666	167,9131	183,3033	188,251	203,6077

STAZIONE DI STELLANELLO					
Durata	T = 50 ANNI	T = 100 ANNI	T = 200 ANNI	T = 250 ANNI	T = 500 ANNI
10'	30,5364	33,67641	36,80496	37,81074	40,93248
15'	33,6817	37,16837	40,64232	41,75914	45,22553
20'	47,16086	52,46225	57,7443	59,44241	64,71297
30'	50,79457	56,04342	61,27313	62,9544	68,17273
60'	61,06086	67,36971	73,65554	75,67634	81,9485
3 h	115,4638	128,3651	141,2194	145,3518	158,1781
6 h	153,9003	170,9429	187,9233	193,3822	210,3257
12 h	197,3559	217,5823	237,7349	244,2137	264,3225
24 h	251,913	276,9589	301,9133	309,9358	334,8359

Le altezze di pioggia ragguagliate

Per determinare le altezze di pioggia ragguagliate per ciascuno dei bacini del comprensorio, si utilizza il metodo dei topiети applicato ai quattro pluviometri di Alassio, Imperia, Bestagno e Stellanello; unendo con una retta le posizioni planimetriche dei quattro strumenti si determinano le rispettive perpendicolari nel punto di mezzo; si ottiene così una suddivisione dell'intero ambito in quattro aree rispettivamente di competenza di ciascun pluviometro.

Nella seguente tabella si riportano le superfici di competenza dei quattro pluviometri per ciascuno dei bacini dell'ambito in oggetto, ricavate con il metodo dei topiети.

Superfici dei singoli bacini di competenza dei diversi pluviometri

BACINI	S _{tot} (km ²)	S _A (km ²)	S _I (km ²)	S _B (km ²)	S _S (km ²)
Ovest	1.25	-	1.25	-	-
Gorleri	2.70	-	2.20	0.50	-
Varcavello	6.19	-	0.74	5.45	-
San Pietro (Evigno)	18.21	-	0.83	9.34	8.04
Pineta	2.28	-	0.32	1.95	0.01
Rodine	0.32	-	0.14	0.18	-

BACINI	S _{tot} (km ²)	S _A (km ²)	S _I (km ²)	S _B (km ²)	S _S (km ²)
Della Madonna	0.94	-	0.40	0.54	-
Cervo (Steria)	21.97	5.53	0.23	2.63	13.58
Bondai	0.91	0.86	0.05	-	-
Schenassi	0.84	0.84	-	-	-
Est	0.98	0.98	-	-	-

Le altezze ragguagliate a ciascuno dei bacini del comprensorio sono determinate dalle medie ponderate rispetto alle aree di competenza delle altezze di pioggia puntuali calcolate per vari tempi di ritorno e per le diverse durate:

dove:

H_r = altezza di pioggia ragguagliata in mm per assegnato tempo di ritorno

H_i = altezza di pioggia puntuale del misuratore i-esimo

A_i = superficie del bacino di competenza del misuratore i-esimo in km²

A_{tot} = superficie totale del bacino in km².

Determinazione della curva di possibilità climatica

Fissato un T abbiamo ottenuto, per ogni singolo bacino, i valori dell'altezza di pioggia (h) per ogni durata di pioggia (t).

Portando il tempo in ascissa e le altezze di pioggia in ordinata si ottiene la curva di possibilità climatica

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

che associa al tempo t la corrispondente altezza di precipitazione h. Entrambi vanno espressi in opportune unità di misura

[t] = ore

[h] = mm

a ed h sono due parametri caratteristici per ogni tempo di ritorno T.

E' tuttavia molto più comodo data la legge passare ad una rappresentazione in scala logaritmica:

$$\ln(h) = \ln a + n \ln t$$

posto: $\ln a = B$ $\ln t = x$ $\ln h = y$

n = A si ottiene infatti l'equazione di una retta:

$$y = Ax + B$$

E' possibile constatare che i punti tendono a disporsi non su un'unica retta, ma su due, una per un tempo minore dell'ora e una per un tempo di pioggia maggiore di un'ora. Queste due rette essendo interpolatrici non necessariamente si incontreranno per t = 1h.

E' possibile valutare la retta interpolatrice mediante il metodo dei minimi quadratici che consiste nello scegliere tra le diverse linee quella che minimizza la somma dei quadrati degli scarti tra i valori osservati della variabile y e i valori della curva di regressione di ugual ascissa. Posta quindi come curva di regressione la retta si ottengono per i coefficienti A e B le seguenti espressioni:

$$A = \frac{N \sum_{i=1}^N x_i y_i - \sum_{i=1}^N x_i \sum_{i=1}^N y_i}{N \sum_{i=1}^N x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N x_i \right)^2}$$

$$B = \frac{\sum_{i=1}^N x_i^2 \sum_{i=1}^N y_i - \sum_{i=1}^N x_i \sum_{i=1}^N x_i y_i}{N \sum_{i=1}^N x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N x_i\right)^2}$$

Nel nostro caso evidentemente $y_i \equiv \ln h_i$ e $x_i \equiv \ln t_i$. Per valutare infine la bontà dell'interpolazione, si valuta il COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE che per una funzione lineare è definito come:

$$r = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Ax_i + B - \bar{y})}{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}}$$

dove n è il numero di punti in esame. Quindi ricavati i valori di h_i si è implementato l'algoritmo di calcolo di questi 3 coefficienti con l'utilizzo di un calcolatore. I parametri A e B, rappresentanti rispettivamente coefficiente angolare e intercetta con l'asse delle h della retta sono stati ricavati per i diversi tempi di ritorno T.

Questo tipo di elaborazione è stata fatta per ogni singolo bacino e i risultati dell'analisi sono riportati nelle seguenti tabelle.

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA - BACINO GORLERI

T = 50 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)	
0.1666667		17.36	-1.79	3.21	2.85	-5.11
0.25	18.62	-1.39	1.92	2.92	-4.05	A = n = 0.47
0.5	35.52	-0.69	0.48	3.57	-2.47	B = 3.78
1	53.05	0.00	0.00	3.97	0.00	r = 0.98
3	88.41	1.10	1.21	4.48	4.92	a = expB = 44.01
6	107.54	1.79	3.21	4.68	8.38	4.23
12	133.10	2.48	6.17	4.89	12.15	
24	162.54	3.18	10.10	5.09	16.18	media = 4.06
4.68	26.30	32.46	30.00			

h=axd^n = 44,01 x d^0,47

T = 100 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)	
0.1666667		18.62	-1.79	3.21	2.92	-5.24
0.25	19.85	-1.39	1.92	2.99	-4.14	A = n = 0.47
0.5	39.19	-0.69	0.48	3.67	-2.54	B = 3.87
1	58.69	0.00	0.00	4.07	0.00	r = 0.98
3	98.49	1.10	1.21	4.59	5.04	a = expB = 48.11
6	119.05	1.79	3.21	4.78	8.56	4.33
12	146.94	2.48	6.17	4.99	12.40	
24	179.48	3.18	10.10	5.19	16.49	media = 4.15
4.68	26.30	33.20	30.58			

h=axd^n = 48,11 x d^0,47

T = 200 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)	
0.1666667		19.86	-1.79	3.21	2.99	-5.36
0.25	21.08	-1.39	1.92	3.05	-4.23	A = n = 0.48
0.5	42.59	-0.69	0.48	3.75	-2.60	B = 3.95
1	64.31	0.00	0.00	4.16	0.00	r = 0.98
3	108.53	1.10	1.21	4.69	5.15	a = expB = 52.13
6	130.52	1.79	3.21	4.87	8.73	4.41
12	160.72	2.48	6.17	5.08	12.62	
24	196.35	3.18	10.10	5.28	16.78	media = 4.23
4.68	26.30	33.87	31.10			

$$h = axd^n = 52,13x d^{0,48}$$

T = 250 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)	
0.1666667		20.26	-1.79	3.21	3.01	-5.39
0.25	21.47	-1.39	1.92	3.07	-4.25	A = n = 0.48
0.5	43.73	-0.69	0.48	3.78	-2.62	B = 3.98
1	66.11	0.00	0.00	4.19	0.00	r = 0.98
3	111.76	1.10	1.21	4.72	5.18	a = expB = 53.43
6	134.20	1.79	3.21	4.90	8.78	4.44
12	165.15	2.48	6.17	5.11	12.69	
24	201.77	3.18	10.10	5.31	16.87	media = 4.26
4.68	26.30	34.07	31.26			

$$h = axd^n = 53,43x d^{0,48}$$

T = 500 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)	
0.1666667		21.51	-1.79	3.21	3.07	-5.50
0.25	22.70	-1.39	1.92	3.12	-4.33	A = n = 0.48
0.5	47.25	-0.69	0.48	3.86	-2.67	B = 4.05
1	71.72	0.00	0.00	4.27	0.00	r = 0.98
3	121.78	1.10	1.21	4.80	5.28	a = expB = 57.45
6	145.65	1.79	3.21	4.98	8.93	4.52
12	178.90	2.48	6.17	5.19	12.89	
24	218.61	3.18	10.10	5.39	17.12	media = 4.33
4.68	26.30	34.68	31.71			

$$h = axd^n = 57,45x d^{0,48}$$

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA - BACINO VARCAVELLO**T = 50 ANNI**

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)	
0.1666667	22.35	-1.79	3.21	3.11	-5.57	
0.25	23.83	-1.39	1.92	3.17	-4.40	A = n = 0.46
0.5	38.79	-0.69	0.48	3.66	-2.54	B = 3.92
1	55.18	0.00	0.00	4.01	0.00	r = 1.00
3	80.52	1.10	1.21	4.39	4.82	a = expB = 50.62
6	122.21	1.79	3.21	4.81	8.61	4.35
12	164.93	2.48	6.17	5.11	12.69	
24	200.37	3.18	10.10	5.30	16.84	media = 4.19
	4.68	26.30	33.55	30.47		

$$h = axd^n = 50,62 x d^{0,46}$$

T = 100 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)	
0.1666667	24.28	-1.79	3.21	3.19	-5.72	
0.25	25.97	-1.39	1.92	3.26	-4.52	A = n = 0.46
0.5	42.85	-0.69	0.48	3.76	-2.60	B = 4.02

1	61.27	0.00	0.00	4.12	0.00	r =	1.00
3	89.23	1.10	1.21	4.49	4.93	a =expB =	55.79
6	136.38	1.79	3.21	4.92	8.81		4.45
12	183.99	2.48	6.17	5.21	12.96		
24	222.89	3.18	10.10	5.41	17.18	media =	4.29
		4.68	26.30	34.35	31.05		

$$h=axd^n = 55,79 \times d^{0,46}$$

T = 200 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	26.21	-1.79	3.21	3.27	-5.85		
0.25	28.11	-1.39	1.92	3.34	-4.62	A = n =	0.47
0.5	46.85	-0.69	0.48	3.85	-2.67	B =	4.11
1	67.33	0.00	0.00	4.21	0.00	r =	1.00
3	97.91	1.10	1.21	4.58	5.04	a =expB =	60.94
6	150.50	1.79	3.21	5.01	8.98		4.54
12	202.98	2.48	6.17	5.31	13.20		
24	245.32	3.18	10.10	5.50	17.49	media =	4.38
		4.68	26.30	35.07	31.57		

$$h=axd^n = 60,94 \times d^{0,47}$$

T = 250 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	26.83	-1.79	3.21	3.29	-5.89		
0.25	28.79	-1.39	1.92	3.36	-4.66	A = n =	0.47
0.5	48.14	-0.69	0.48	3.87	-2.69	B =	4.14
1	69.28	0.00	0.00	4.24	0.00	r =	1.00
3	100.70	1.10	1.21	4.61	5.07	a =expB =	62.59
6	155.04	1.79	3.21	5.04	9.04		4.57
12	209.09	2.48	6.17	5.34	13.28		
24	252.54	3.18	10.10	5.53	17.58	media =	4.41
		4.68	26.30	35.29	31.72		

$$h=axd^n = 62,59 \times d^{0,47}$$

T = 500 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	28.75	-1.79	3.21	3.36	-6.02		
0.25	30.92	-1.39	1.92	3.43	-4.76	A = n =	0.47
0.5	52.15	-0.69	0.48	3.95	-2.74	B =	4.22
1	75.32	0.00	0.00	4.32	0.00	r =	1.00
3	109.36	1.10	1.21	4.69	5.16	a =expB =	67.72
6	169.13	1.79	3.21	5.13	9.19		4.65
12	228.04	2.48	6.17	5.43	13.49		
24	274.92	3.18	10.10	5.62	17.85	media =	4.49
		4.68	26.30	35.94	32.18		

$$h=axd^n = 67,72 \times d^{0,47}$$

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA - BACINO EVIGNO (S. PIETRO)**T = 50 ANNI**

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	26.11	-1.79	3.21	3.26	-5.85		
0.25	28.34	-1.39	1.92	3.34	-4.64	A = n =	0.45
0.5	44.19	-0.69	0.48	3.79	-2.63	B =	4.05
1	57.85	0.00	0.00	4.06	0.00	r =	1.00
3	95.71	1.10	1.21	4.56	5.01	a =expB =	57.62
6	136.65	1.79	3.21	4.92	8.81		4.47
12	180.22	2.48	6.17	5.19	12.91		

24	224.28	3.18	10.10	5.41	17.20	media =	4.32
		4.68	26.30	34.54	30.82		

$h=axd^n = 57,62 \times d^{0,45}$

T = 100 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	28.60	-1.79	3.21	3.35	-6.01		
0.25	31.10	-1.39	1.92	3.44	-4.77	A = n =	0.45
0.5	48.79	-0.69	0.48	3.89	-2.69	B =	4.15
1	64.05	0.00	0.00	4.16	0.00	r =	1.00
3	106.23	1.10	1.21	4.67	5.13	a =expB =	63.60
6	152.17	1.79	3.21	5.02	9.00		4.57
12	199.95	2.48	6.17	5.30	13.17		
24	248.08	3.18	10.10	5.51	17.52	media =	4.42
		4.68	26.30	35.34	31.35		

$h=axd^n = 63,60 \times d^{0,45}$

T = 200 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	31.08	-1.79	3.21	3.44	-6.16		
0.25	33.86	-1.39	1.92	3.52	-4.88	A = n =	0.45
0.5	53.35	-0.69	0.48	3.98	-2.76	B =	4.24
1	70.22	0.00	0.00	4.25	0.00	r =	1.00
3	116.71	1.10	1.21	4.76	5.23	a =expB =	69.56
6	167.63	1.79	3.21	5.12	9.18		4.66
12	219.62	2.48	6.17	5.39	13.40		
24	271.80	3.18	10.10	5.61	17.81	media =	4.51
		4.68	26.30	36.07	31.82		

$h=axd^n = 69,56 \times d^{0,45}$

T = 250 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	31.88	-1.79	3.21	3.46	-6.20		
0.25	34.74	-1.39	1.92	3.55	-4.92	A = n =	0.46
0.5	54.82	-0.69	0.48	4.00	-2.78	B =	4.27
1	72.21	0.00	0.00	4.28	0.00	r =	1.00
3	120.08	1.10	1.21	4.79	5.26	a =expB =	71.47
6	172.60	1.79	3.21	5.15	9.23		4.69
12	225.94	2.48	6.17	5.42	13.47		
24	279.43	3.18	10.10	5.63	17.90	media =	4.54
		4.68	26.30	36.29	31.96		

$h=axd^n = 71,47 \times d^{0,46}$

T = 500 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	34.35	-1.79	3.21	3.54	-6.34		
0.25	37.49	-1.39	1.92	3.62	-5.02	A = n =	0.46
0.5	59.38	-0.69	0.48	4.08	-2.83	B =	4.35
1	78.37	0.00	0.00	4.36	0.00	r =	1.00
3	130.54	1.10	1.21	4.87	5.35	a =expB =	77.41
6	188.03	1.79	3.21	5.24	9.38		4.77
12	245.56	2.48	6.17	5.50	13.68		
24	303.09	3.18	10.10	5.71	18.16	media =	4.62
		4.68	26.30	36.93	32.38		

$h=axd^n = 77,41 \times d^{0,46}$

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA - BACINO PINETA

T = 50 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)
0.1666667	22.23	-1.79	3.21	3.10	-5.56
0.25	23.71	-1.39	1.92	3.17	-4.39
0.5	38.75	-0.69	0.48	3.66	-2.53
1	55.14	0.00	0.00	4.01	0.00
3	80.92	1.10	1.21	4.39	4.83
6	121.89	1.79	3.21	4.80	8.61
12	164.10	2.48	6.17	5.10	12.67
24	199.44	3.18	10.10	5.30	16.83
		4.68	26.30	33.53	30.46

A = n = 0.46
 B = 3.92
 r = 1.00
 a = expB = 50.49
 4.35
 media = 4.19

$h = axd^n = 50,49 \times d^{0,46}$

T = 100 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)
0.1666667	24.15	-1.79	3.21	3.18	-5.71
0.25	25.83	-1.39	1.92	3.25	-4.51
0.5	42.80	-0.69	0.48	3.76	-2.60
1	61.21	0.00	0.00	4.11	0.00
3	89.69	1.10	1.21	4.50	4.94
6	136.00	1.79	3.21	4.91	8.80
12	183.00	2.48	6.17	5.21	12.95
24	221.79	3.18	10.10	5.40	17.17
		4.68	26.30	34.33	31.04

A = n = 0.46
 B = 4.02
 r = 1.00
 a = expB = 55.64
 4.45
 media = 4.29

$h = axd^n = 55,64 \times d^{0,46}$

T = 200 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)
0.1666667	26.06	-1.79	3.21	3.26	-5.84
0.25	27.95	-1.39	1.92	3.33	-4.62
0.5	46.78	-0.69	0.48	3.85	-2.67
1	67.26	0.00	0.00	4.21	0.00
3	98.43	1.10	1.21	4.59	5.04
6	150.05	1.79	3.21	5.01	8.98
12	201.84	2.48	6.17	5.31	13.19
24	244.07	3.18	10.10	5.50	17.47
		4.68	26.30	35.05	31.56

A = n = 0.47
 B = 4.11
 r = 1.00
 a = expB = 60.76
 4.54
 media = 4.38

$h = axd^n = 60,76 \times d^{0,47}$

T = 250 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)
0.1666667	26.67	-1.79	3.21	3.28	-5.88
0.25	28.63	-1.39	1.92	3.35	-4.65
0.5	48.07	-0.69	0.48	3.87	-2.68
1	69.21	0.00	0.00	4.24	0.00
3	101.24	1.10	1.21	4.62	5.07
6	154.57	1.79	3.21	5.04	9.03
12	207.90	2.48	6.17	5.34	13.26
24	251.23	3.18	10.10	5.53	17.56
		4.68	26.30	35.27	31.71

A = n = 0.47
 B = 4.13
 r = 1.00
 a = expB = 62.41
 4.57
 media = 4.41

$h = axd^n = 62,41 \times d^{0,47}$

T = 500 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)
0.1666667	28.58	-1.79	3.21	3.35	-6.01
0.25	30.73	-1.39	1.92	3.43	-4.75
0.5	52.07	-0.69	0.48	3.95	-2.74
1	75.24	0.00	0.00	4.32	0.00
3	109.95	1.10	1.21	4.70	5.16

A = n = 0.47
 B = 4.21
 r = 1.00
 a = expB = 67.52

6	168.59	1.79	3.21	5.13	9.19		4.65
12	226.69	2.48	6.17	5.42	13.48		
24	273.46	3.18	10.10	5.61	17.83	media =	4.49
		4.68	26.30	35.91	32.16		

$$h = axd^n = 67,52 \times d^{0,47}$$

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA - BACINO RODINE

T = 50 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	20.06	-1.79	3.21	3.00	-5.37		
0.25	21.45	-1.39	1.92	3.07	-4.25	A = n =	0.46
0.5	37.30	-0.69	0.48	3.62	-2.51	B =	3.86
1	54.21	0.00	0.00	3.99	0.00	r =	0.99
3	84.13	1.10	1.21	4.43	4.87	a = expB =	47.67
6	115.50	1.79	3.21	4.75	8.51		4.30
12	150.38	2.48	6.17	5.01	12.46		
24	183.07	3.18	10.10	5.21	16.56	media =	4.14
		4.68	26.30	33.08	30.26		

$$h = axd^n = 47,67 \times d^{0,46}$$

T = 100 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	21.69	-1.79	3.21	3.08	-5.51		
0.25	23.17	-1.39	1.92	3.14	-4.36	A = n =	0.47
0.5	41.17	-0.69	0.48	3.72	-2.58	B =	3.96
1	60.09	0.00	0.00	4.10	0.00	r =	0.99
3	93.47	1.10	1.21	4.54	4.99	a = expB =	52.37
6	128.45	1.79	3.21	4.86	8.70		4.40
12	167.05	2.48	6.17	5.12	12.72		
24	203.04	3.18	10.10	5.31	16.89	media =	4.23
		4.68	26.30	33.86	30.84		

$$h = axd^n = 52,37 \times d^{0,47}$$

T = 200 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	23.31	-1.79	3.21	3.15	-5.64		
0.25	24.89	-1.39	1.92	3.21	-4.46	A = n =	0.47
0.5	44.90	-0.69	0.48	3.80	-2.64	B =	4.04
1	65.95	0.00	0.00	4.19	0.00	r =	0.99
3	102.77	1.10	1.21	4.63	5.09	a = expB =	57.02
6	141.36	1.79	3.21	4.95	8.87		4.49
12	183.66	2.48	6.17	5.21	12.95		
24	222.93	3.18	10.10	5.41	17.18	media =	4.32
		4.68	26.30	34.56	31.36		

$$h = axd^n = 57,02 \times d^{0,47}$$

T = 250 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	23.83	-1.79	3.21	3.17	-5.68		
0.25	25.45	-1.39	1.92	3.24	-4.49	A = n =	0.47
0.5	46.12	-0.69	0.48	3.83	-2.66	B =	4.07
1	67.83	0.00	0.00	4.22	0.00	r =	0.99
3	105.76	1.10	1.21	4.66	5.12	a = expB =	58.52
6	145.51	1.79	3.21	4.98	8.92		4.51
12	188.99	2.48	6.17	5.24	13.03		
24	229.32	3.18	10.10	5.44	17.27	media =	4.35
		4.68	26.30	34.77	31.52		

$$h = axd^n = 58,52 \times d^{0,47}$$

T = 500 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	25.44	-1.79	3.21	3.24	-5.80		
0.25	27.16	-1.39	1.92	3.30	-4.58	A = n =	0.48
0.5	49.91	-0.69	0.48	3.91	-2.71	B =	4.15
1	73.68	0.00	0.00	4.30	0.00	r =	0.99
3	115.04	1.10	1.21	4.75	5.21	a =expB =	63.17
6	158.39	1.79	3.21	5.07	9.08		4.60
12	205.57	2.48	6.17	5.33	13.23		
24	249.17	3.18	10.10	5.52	17.54	media =	4.43
		4.68	26.30	35.40	31.97		

$$h = axd^n = 63,17 \times d^{0,48}$$

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA - BACINO RIO DELLA MADONNA**T = 50 ANNI**

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	20.15	-1.79	3.21	3.00	-5.38		
0.25	21.54	-1.39	1.92	3.07	-4.26	A = n =	0.46
0.5	37.35	-0.69	0.48	3.62	-2.51	B =	3.87
1	54.25	0.00	0.00	3.99	0.00	r =	0.99
3	83.99	1.10	1.21	4.43	4.87	a =expB =	47.79
6	115.75	1.79	3.21	4.75	8.51		4.30
12	150.93	2.48	6.17	5.02	12.47		
24	183.72	3.18	10.10	5.21	16.57	media =	4.14
		4.68	26.30	33.10	30.27		

$$h = axd^n = 47.79 \times d^{0,46}$$

T = 100 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	21.79	-1.79	3.21	3.08	-5.52		
0.25	23.28	-1.39	1.92	3.15	-4.36	A = n =	0.47
0.5	41.24	-0.69	0.48	3.72	-2.58	B =	3.96
1	60.13	0.00	0.00	4.10	0.00	r =	0.99
3	93.31	1.10	1.21	4.54	4.98	a =expB =	52.51
6	128.75	1.79	3.21	4.86	8.70		4.40
12	167.68	2.48	6.17	5.12	12.73		
24	203.78	3.18	10.10	5.32	16.90	media =	4.23
		4.68	26.30	33.88	30.85		

$$h = axd^n = 52.51 \times d^{0,47}$$

T = 200 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	23.42	-1.79	3.21	3.15	-5.65		
0.25	25.01	-1.39	1.92	3.22	-4.46	A = n =	0.47
0.5	44.98	-0.69	0.48	3.81	-2.64	B =	4.05
1	66.00	0.00	0.00	4.19	0.00	r =	0.99
3	102.59	1.10	1.21	4.63	5.09	a =expB =	57.17
6	141.71	1.79	3.21	4.95	8.88		4.49
12	184.38	2.48	6.17	5.22	12.96		
24	223.77	3.18	10.10	5.41	17.20	media =	4.32
		4.68	26.30	34.58	31.37		

$$h = axd^n = 57.17 \times d^{0,47}$$

T = 250 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)
---------	--------	-------	-----------	-------	-------------

0.1666667	23.94	-1.79	3.21	3.18	-5.69	
0.25	25.57	-1.39	1.92	3.24	-4.49	A = n = 0.47
0.5	46.20	-0.69	0.48	3.83	-2.66	B = 4.07
1	67.88	0.00	0.00	4.22	0.00	r = 0.99
3	105.57	1.10	1.21	4.66	5.12	a = expB = 58.68
6	145.87	1.79	3.21	4.98	8.93	4.52
12	189.75	2.48	6.17	5.25	13.04	
24	230.19	3.18	10.10	5.44	17.29	media = 4.35
		4.68	26.30	34.79	31.53	

$h=axd^n = 58.68 \times d^{0,47}$

T = 500 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)	
0.1666667	25.56	-1.79	3.21	3.24	-5.81	
0.25	27.30	-1.39	1.92	3.31	-4.58	A = n = 0.48
0.5	49.99	-0.69	0.48	3.91	-2.71	B = 4.15
1	73.74	0.00	0.00	4.30	0.00	r = 0.99
3	114.83	1.10	1.21	4.74	5.21	a = expB = 63.34
6	158.80	1.79	3.21	5.07	9.08	4.60
12	206.41	2.48	6.17	5.33	13.24	
24	250.14	3.18	10.10	5.52	17.55	media = 4.43
		4.68	26.30	35.42	31.98	

$h=axd^n = 63.34 \times d^{0,48}$

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA - BACINO CERVO (STERIA)

T = 50 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)	
0.1666667	28.68	-1.79	3.21	3.36	-6.01	
0.25	32.17	-1.39	1.92	3.47	-4.81	A = n = 0.43
0.5	47.97	-0.69	0.48	3.87	-2.68	B = 4.12
1	57.81	0.00	0.00	4.06	0.00	r = 1.00
3	107.81	1.10	1.21	4.68	5.14	a = expB = 61.82
6	143.77	1.79	3.21	4.97	8.90	4.52
12	180.60	2.48	6.17	5.20	12.91	
24	223.83	3.18	10.10	5.41	17.20	media = 4.38
		4.68	26.30	35.01	30.64	

$h=axd^n = 61,82 \times d^{0,43}$

T = 100 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)	
0.1666667	31.68	-1.79	3.21	3.46	-6.19	
0.25	35.58	-1.39	1.92	3.57	-4.95	A = n = 0.43
0.5	53.14	-0.69	0.48	3.97	-2.75	B = 4.23
1	63.77	0.00	0.00	4.16	0.00	r = 1.00
3	119.98	1.10	1.21	4.79	5.26	a = expB = 68.42
6	160.03	1.79	3.21	5.08	9.09	4.62
12	199.69	2.48	6.17	5.30	13.16	
24	246.57	3.18	10.10	5.51	17.50	media = 4.48
		4.68	26.30	35.82	31.12	

$h=axd^n = 68,42 \times d^{0,43}$

T = 200 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)	
0.1666667	34.66	-1.79	3.21	3.55	-6.35	
0.25	38.96	-1.39	1.92	3.66	-5.08	A = n = 0.43
0.5	58.29	-0.69	0.48	4.07	-2.82	B = 4.32
1	69.72	0.00	0.00	4.24	0.00	r = 1.00
3	132.11	1.10	1.21	4.88	5.37	a = expB = 74.99

6	176.23	1.79	3.21	5.17	9.27		4.72
12	218.71	2.48	6.17	5.39	13.39		
24	269.24	3.18	10.10	5.60	17.78	media =	4.57
		4.68	26.30	36.56	31.55		

$h=axd^n = 74,99 \times d^{0,43}$

T = 250 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	35.62	-1.79	3.21	3.57	-6.40		
0.25	40.05	-1.39	1.92	3.69	-5.12	A = n =	0.43
0.5	59.95	-0.69	0.48	4.09	-2.84	B =	4.35
1	71.63	0.00	0.00	4.27	0.00	r =	1.00
3	136.01	1.10	1.21	4.91	5.40	a =expB =	77.10
6	181.43	1.79	3.21	5.20	9.32		4.74
12	224.82	2.48	6.17	5.42	13.46		
24	276.52	3.18	10.10	5.62	17.87	media =	4.60
		4.68	26.30	36.78	31.69		

$h=axd^n = 77,10 \times d^{0,43}$

T = 500 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	38.60	-1.79	3.21	3.65	-6.55		
0.25	43.43	-1.39	1.92	3.77	-5.23	A = n =	0.43
0.5	65.08	-0.69	0.48	4.18	-2.89	B =	4.43
1	77.56	0.00	0.00	4.35	0.00	r =	1.00
3	148.12	1.10	1.21	5.00	5.49	a =expB =	83.65
6	197.60	1.79	3.21	5.29	9.47		4.83
12	243.80	2.48	6.17	5.50	13.66		
24	299.13	3.18	10.10	5.70	18.12	media =	4.68
		4.68	26.30	37.43	32.07		

$h=axd^n = 83,65 \times d^{0,43}$

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA - BACINO BONDAL

T = 50 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	26.65	-1.79	3.21	3.28	-5.88		
0.25	31.79	-1.39	1.92	3.46	-4.80	A = n =	0.39
0.5	45.09	-0.69	0.48	3.81	-2.64	B =	4.03
1	51.14	0.00	0.00	3.93	0.00	r =	0.99
3	102.63	1.10	1.21	4.63	5.09	a =expB =	56.27
6	128.19	1.79	3.21	4.85	8.70		4.40
12	145.43	2.48	6.17	4.98	12.37		
24	165.14	3.18	10.10	5.11	16.23	media =	4.26
		4.68	26.30	34.06	29.07		

$h=axd^n = 56,27 \times d^{0,39}$

T = 100 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	29.70	-1.79	3.21	3.39	-6.08		
0.25	35.45	-1.39	1.92	3.57	-4.95	A = n =	0.39
0.5	50.53	-0.69	0.48	3.92	-2.72	B =	4.14
1	56.22	0.00	0.00	4.03	0.00	r =	0.99
3	114.76	1.10	1.21	4.74	5.21	a =expB =	62.63
6	143.27	1.79	3.21	4.96	8.90		4.50
12	161.38	2.48	6.17	5.08	12.63		
24	182.11	3.18	10.10	5.20	16.54	media =	4.36
		4.68	26.30	34.91	29.54		

$$h=axd^n = 62,63 \times d^{0,39}$$

T = 200 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	32.75	-1.79	3.21	3.49	-6.25		
0.25	39.09	-1.39	1.92	3.67	-5.08	A = n =	0.39
0.5	55.92	-0.69	0.48	4.02	-2.79	B =	4.23
1	61.28	0.00	0.00	4.12	0.00	r =	0.99
3	126.85	1.10	1.21	4.84	5.32	a =expB =	68.96
6	158.30	1.79	3.21	5.06	9.07		4.60
12	177.28	2.48	6.17	5.18	12.87		
24	199.02	3.18	10.10	5.29	16.82	media =	4.46
		4.68	26.30	35.67	29.96		

$$h=axd^n = 68,96 \times d^{0,39}$$

T = 250 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	33.73	-1.79	3.21	3.52	-6.30		
0.25	40.26	-1.39	1.92	3.70	-5.12	A = n =	0.39
0.5	57.66	-0.69	0.48	4.05	-2.81	B =	4.26
1	62.90	0.00	0.00	4.14	0.00	r =	0.99
3	130.73	1.10	1.21	4.87	5.35	a =expB =	70.99
6	163.13	1.79	3.21	5.09	9.13		4.63
12	182.39	2.48	6.17	5.21	12.94		
24	204.46	3.18	10.10	5.32	16.91	media =	4.49
		4.68	26.30	35.90	30.09		

$$h=axd^n = 70,99 \times d^{0,39}$$

T = 500 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.1666667	36.76	-1.79	3.21	3.60	-6.46		
0.25	43.90	-1.39	1.92	3.78	-5.24	A = n =	0.38
0.5	63.05	-0.69	0.48	4.14	-2.87	B =	4.35
1	67.95	0.00	0.00	4.22	0.00	r =	0.98
3	142.79	1.10	1.21	4.96	5.45	a =expB =	77.31
6	178.12	1.79	3.21	5.18	9.29		4.71
12	198.24	2.48	6.17	5.29	13.14		
24	221.31	3.18	10.10	5.40	17.16	media =	4.57
		4.68	26.30	36.58	30.47		

$$h=axd^n = 77,31 \times d^{0,38}$$

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA - BACINO SCHENASSI**T = 50 ANNI**

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.166667	27.27	-1.79	3.21	3.31	-5.92		
0.25	32.64	-1.39	1.92	3.49	-4.83	A = n =	0.38
0.5	45.70	-0.69	0.48	3.82	-2.65	B =	4.04
1	51.06	0.00	0.00	3.93	0.00	r =	0.99
3	103.34	1.10	1.21	4.64	5.10	a =expB =	57.03
6	129.62	1.79	3.21	4.86	8.72		4.41
12	146.64	2.48	6.17	4.99	12.39		
24	165.88	3.18	10.10	5.11	16.24	media =	4.27
		4.68	26.30	34.15	29.05		

$$h=axd^n = 57,03 \times d^{0,38}$$

T = 100 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)
0.166667	30.44	-1.79	3.21	3.42	-6.12

0.25	36.45	-1.39	1.92	3.60	-4.99	A = n =	0.38
0.5	51.24	-0.69	0.48	3.94	-2.73	B =	4.15
1	56.11	0.00	0.00	4.03	0.00	r =	0.99
3	115.56	1.10	1.21	4.75	5.22	a =expB =	63.52
6	144.95	1.79	3.21	4.98	8.92		4.51
12	162.80	2.48	6.17	5.09	12.65		
24	182.94	3.18	10.10	5.21	16.55	media =	4.38
		4.68	26.30	35.00	29.51		

$$h=axd^n = 63,52 \times d^{0,38}$$

T = 200 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.166667	33.60	-1.79	3.21	3.51	-6.30		
0.25	40.25	-1.39	1.92	3.70	-5.12	A = n =	0.38
0.5	56.76	-0.69	0.48	4.04	-2.80	B =	4.25
1	61.15	0.00	0.00	4.11	0.00	r =	0.99
3	127.75	1.10	1.21	4.85	5.33	a =expB =	69.98
6	160.22	1.79	3.21	5.08	9.10		4.61
12	178.89	2.48	6.17	5.19	12.89		
24	199.94	3.18	10.10	5.30	16.84	media =	4.47
		4.68	26.30	35.77	29.93		

$$h=axd^n = 69,98 \times d^{0,38}$$

T = 250 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.166667	34.61	-1.79	3.21	3.54	-6.35		
0.25	41.47	-1.39	1.92	3.72	-5.16	A = n =	0.38
0.5	58.54	-0.69	0.48	4.07	-2.82	B =	4.28
1	62.77	0.00	0.00	4.14	0.00	r =	0.98
3	131.67	1.10	1.21	4.88	5.36	a =expB =	72.06
6	165.14	1.79	3.21	5.11	9.15		4.64
12	184.07	2.48	6.17	5.22	12.96		
24	205.40	3.18	10.10	5.32	16.92	media =	4.50
		4.68	26.30	36.01	30.06		

$$h=axd^n = 72,06 \times d^{0,38}$$

T = 500 ANNI

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.166667	37.76	-1.79	3.21	3.63	-6.51		
0.25	45.26	-1.39	1.92	3.81	-5.29	A = n =	0.38
0.5	64.05	-0.69	0.48	4.16	-2.88	B =	4.36
1	67.79	0.00	0.00	4.22	0.00	r =	0.98
3	143.82	1.10	1.21	4.97	5.46	a =expB =	78.51
6	180.38	1.79	3.21	5.20	9.31		4.72
12	200.13	2.48	6.17	5.30	13.17		
24	222.34	3.18	10.10	5.40	17.17	media =	4.59
		4.68	26.30	36.69	30.43		

$$h=axd^n = 78,51 \times d^{0,38}$$

2.4.2.6 Bilancio idrologico dei bacini imbriferi

A partire dai dati raccolti ed elaborati nei paragrafi precedenti, si procede con le successive fasi dell'analisi idrologica al fine di determinare la portata di massima piena dei singoli bacini presi in esame per diversi tempi di ritorno. I passaggi da effettuare, a partire dai dati di pioggia, prima di poter procedere con le verifiche idrauliche sono quindi: la determinazione del tempo di corrivazione, per la quale sono necessarie tutte le informazioni di carattere morfologico dei corsi d'acqua, il bilancio idrologico del bacino imbrifero e la stima del coefficiente di deflusso, per determinare la potenziale capacità di assorbimento del terreno. Quest'ultimo termine si valuta a partire dai risultati riportati nel successivo paragrafo 2.4.2.10, con particolare attenzione alle caratteristiche di uso del suolo.

Gli afflussi al bacino idrografico, costituiti essenzialmente da pioggia, in parte si infiltrano nelle falde acquifere, in parte scorrono sul terreno e raggiungono la sezione di chiusura attraverso la rete di drenaggio, in parte ritornano all'atmosfera per effetto dell'evapotraspirazione.

Una certa quantità d'acqua rimane immagazzinata, per un tempo più o meno lungo, sulla superficie oppure nel suolo e nel sottosuolo, per lasciare infine il bacino nei modi appena visti, cioè per scorrimento superficiale, per scorrimento sotterraneo o per evaporazione.

Le forme di accumulo d'acqua in superficie sono di quattro tipi: sul terreno per detenzione superficiale (si tratta del velo d'acqua che scorre sul terreno durante e immediatamente dopo la pioggia), nella rete idrografica (nei corsi d'acqua e nei laghi), nelle depressioni superficiali (intendendo con questo termine quelle che non appartengono alla rete di drenaggio), sulla copertura vegetale per intercezione (si tratta di acqua che ritorna all'atmosfera per evaporazione, sia durante la pioggia che dopo che questa sia cessata).

Nel primo caso i volumi immagazzinati si esauriscono in un tempo rapidissimo; nel secondo in un tempo molto variabile (anche molto lungo quando vi sono estese superfici lacustri); nel terzo caso si esauriscono in un tempo generalmente breve; nel quarto caso in un tempo molto breve (dell'ordine di grandezza delle ore).

Tale descrizione è naturalmente di carattere generale. Per quanto riguarda il territorio oggetto del presente studio, si possono fare due osservazioni circa le 'forme di accumulo d'acqua': in nessuna delle reti idrografiche in studio sono presenti dei laghi e si possono ritenere trascurabili, per non dire inesistenti, le depressioni superficiali che possono dar luogo a dei locali accumuli d'acqua a causa delle elevate pendenze che caratterizzano la gran parte del nostro territorio.

Come si vedrà meglio in seguito, una trattazione rigorosa dell'argomento richiede la definizione di un volume di controllo, col quale il bacino si identifica, e l'applicazione a questo volume dell'equazione di continuità dell'idraulica, che esprime il bilancio tra i flussi d'acqua entrante e uscente, che devono a loro volta essere precisamente definiti.

Si tratta, in definitiva, di determinare la relazione che intercorre tra afflussi e deflussi.

Nella sua formulazione più generale il bilancio idrologico di un bacino può essere descritto sinteticamente dalla seguente formula:

$$P = E+R+I$$

dove:

P= precipitazioni (afflussi)

E = perdite per evapotraspirazione

R = deflusso superficiale

I = perdite per infiltrazione profonda

L'immagazzinamento d'acqua sul terreno e nella rete idrografica, pur costituendo una parte essenziale del fenomeno dello scorrimento superficiale, influisce in genere assai poco sulla quantità d'acqua totale che lascia il bacino per questa via (solo nel caso in cui l'acqua resti a lungo in laghi di grande estensione si può avere una sensibile sottrazione d'acqua per evaporazione).

L'immagazzinamento sulla vegetazione (intercezione), destinato ad alimentare l'evaporazione, corrisponde sempre completamente ad una perdita d'acqua agli effetti del deflusso superficiale.

A favore della sicurezza, esclusivamente ai fini del calcolo dei deflussi superficiali, si ipotizzano trascurabili le perdite per evapotraspirazione e per infiltrazione profonda, che però verranno stimate nei paragrafi successivi, assumendo pertanto che i deflussi corrispondano agli afflussi (coefficiente di deflusso pari a 1 - sul coefficiente di deflusso si rimanda al paragrafo specifico), ovvero riprendendo la formula sopra descritta si assume:

$$P = R$$

In definitiva si assume che la pioggia critica alla base dei successivi calcoli di verifica avvenga in condizioni di terreno completamente saturo ed in condizioni meteorologiche tali da non permettere una evaporazione superficiale.

2.4.2.7 Valutazione del tempo di corrivazione

La valutazione del tempo di corrivazione dei bacini oggetto di questo studio è risultata piuttosto complessa a causa della tipicità più volte sottolineata dell'ambito territoriale in esame.

Le formule per il calcolo del tempo di corrivazione, fornite dalla letteratura specializzata, sono molte, determinate empiricamente da osservazioni fatte su diversi bacini, in generale di caratteristiche assai differenti dai nostri.

In primo luogo la superficie: i bacini dell' "Ambito n°7 - Dianese" hanno dimensioni assai ridotte (ad eccezione del Cervo (Steria) e del San Pietro (Evigno) che hanno estensione superficiale di circa 20 km²), mentre in generale le formule, soprattutto quelle proposte dagli autori stranieri, sono state tarate su bacini di elevate dimensioni.

Il metodo migliore per determinare i tempi di corrivazione sarebbe quello di realizzare un modello di un bacino con caratteristiche analoghe a quelle dei corsi d'acqua del comprensorio in oggetto, tarandolo a partire dai dati rilevati sul campo. Anche in questo caso, per carenza di base, emerge la necessità di monitorare i corsi d'acqua installando strumenti atti a rilevare i dati di pioggia e di portata in alcune sezioni significative.

Si é quindi proceduto al calcolo dei tempi di corrivazione (determinati in ore) usando le seguenti formule fornite dalla letteratura:

$$\text{FORMULA DI PASINI: } t_c = 0.108 \cdot \frac{\sqrt[3]{S \cdot L}}{\sqrt{i}}$$

$$\text{FORMULA DI PEZZOLI: } t_c = 0.055 \cdot \frac{L}{\sqrt{i}}$$

$$\text{FORMULA DI VENTURA: } t_c = 0.1272 \cdot \frac{\sqrt{S}}{\sqrt{i}}$$

$$\text{FORMULA DI KIRPICH: } t_c = 0.066 \cdot L^{0.77} \cdot \left(\frac{1000 \cdot L}{\Delta H} \right)^{0.385}$$

$$\text{FORMULA DI PUGLISI: } t_c = 6 \cdot L^{2/3} \cdot \Delta H^{-1/3}$$

$$\text{FORMULA DI GIANDOTTI: } t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1.54 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H_{Med}}}$$

dove:

S = superficie del bacino (km²)

L = lunghezza dell'asta principale (Km)

i = pendenza del corso d'acqua (-)

ΔH = altitudine max dell'asta principale riferita alla sezione di chiusura (m)

H_{med} = quota media del bacino (m)

Nella seguente tabella si riportano i risultati ottenuti per i singoli bacini utilizzando le sei formule sopra descritte.

Dall'osservazione dei risultati ottenuti per i singoli bacini e dalla sensibilità che deriva per esperienze di lavoro sul territorio, si sono immediatamente esclusi i risultati ottenuti a partire dalla formula di Puglisi che fornisce valori del tempo di corrivazione, in generale, eccessivi.

Data l'estrema variabilità dei corsi d'acqua oggetto del presente studio si ritiene che assumere un'unica formula per stabilire il tempo di corrivazione dei nove bacini non sia significativo: la letteratura fornisce, per ogni formula utilizzata, la tipologia cui è maggiormente attendibile e rispondente.

TEMPI DI CORRIVAZIONE (ore)

TORR.	T1(Pas)	T2(Pez)	T3(Ven)	T4(Kir)	T5(Pug)	T6(Gian)
Gorleri	0,63	0,45	0,63	0,33	1,75	1,18
Varcavello	1,22	1,12	1,07	0,67	2,47	1,83
Evigno (S. Pietro)	1,99	1,82	1,75	0,98	2,84	2,19
Pineta	0,68	0,64	0,59	0,44	1,98	1,23
Rodine	0,25	0,24	0,21	0,20	1,39	0,66
Della Madonna	0,42	0,36	0,38	0,28	1,63	0,95
Cervo (Steria)	2,08	1,71	1,93	0,93	2,79	2,38
Bondai	0,32	0,28	0,30	0,23	1,39	0,71
Schenassi	0,24	0,16	0,24	0,15	1,09	0,59

La formula di Pasini, per esempio, è consigliata per i bacini di forma allungata e quindi adatta per il Rio Rodine e il Rio Bondai; mentre per il Rio Schenassi, che ha forma piuttosto arrotondata, è più adatta la formula di Ventura. La formula di Kirpich, invece, viene consigliata per i bacini piccoli di tipo generico e quindi si assume valida per il Rio Gorleri, il Rio Pineta, il Varcavello e il Rio della Madonna.

Per i due bacini più grandi, invece, diverse formule potrebbero andar bene, compresa quella del Giandotti: pertanto si ritiene come soluzione migliore quella di assumere come tempo di corrivazione per l'Evigno (S. Pietro) e il Cervo (Steria) la media dei risultati ottenuti con le cinque formule scelte.

Nella tabella seguente si riassumono i valori dei tempi di corrivazione assunti per i nostri calcoli:

BACINO	GO	VAR	EVI	PI	RO	VAL	CE	BO	SE
T_c (ore)	0.33	0.67	1.75	0.44	0.25	0.28	1.81	0.32	0.24

- Il sottobacino del San Bartolomeo (Torrente Cervo)

Con procedimento analogo a quello utilizzato per i nove bacini principali si è proceduto al calcolo del tempo di corrivazione del Rio San Bartolomeo, affluente destro del Torrente Cervo, sul quale si vuole eseguire la verifica idraulica.

Le caratteristiche morfologiche del Rio San Bartolomeo sono le seguenti:

$$S = 2.5 \text{ km}^2$$

$$\Delta H = 330 \text{ m}$$

$$H_{\text{med}} = 200 \text{ m}$$

$$L_a = 2.8 \text{ Km}$$

$$i_f = 11,8\%$$

Utilizzando le sei formule suddette si ottengono i seguenti risultati:

TEMPO DI CORRIVAZIONE (ore)

RIO	T1(Pas)	T2(Pez)	T3(Ven)	T4(Kir)	T5(Pug)	T6(Gian)
San Bartolomeo	0,60	0,45	0,58	0,33	1,72	0,94

Escludendo la formula del Puglisi, per i motivi già espressi, ed effettuando la media degli altri 5 valori, così come si è fatto per il Torrente Cervo, si ottiene che il valore del tempo di corrivazione del Rio San Bartolomeo è pari a **0.58 ore**, ovvero circa **35 minuti**.

- Il sottobacino del Beste (Torrente Evigno)

Con procedimento analogo a quello utilizzato per i nove bacini principali si è proceduto al calcolo del tempo di corrivazione del Rio Beste, affluente sinistro del Torrente Evigno, sul quale si vuole eseguire la verifica idraulica.

Le caratteristiche morfologiche del Rio Beste sono le seguenti:

$$S = 2.7 \text{ km}^2$$

$$\Delta H = 582.5 \text{ m}$$

$$H_{\text{med}} = 230 \text{ m}$$

$$L_a = 3.2 \text{ Km}$$

$$i_f = 18,3\%$$

Utilizzando le sei formule suddette si ottengono i seguenti risultati:

TEMPO DI CORRIVAZIONE (ore)

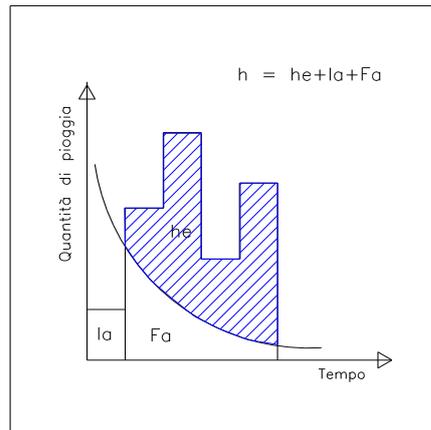
RIO	T1(Pas)	T2(Pez)	T3(Ven)	T4(Kir)	T5(Pug)	T6(Gian)
San Beste	0,52	0,41	0,49	0,31	1,56	0,95

Escludendo la formula del Puglisi, per i motivi già espressi, ed effettuando la media degli altri 5 valori, così come si è fatto per il Torrente Evigno, si ottiene che il valore del tempo di corrivazione del Rio Beste è pari a **0.54 ore**, ovvero circa **33 minuti**.

2.4.2.8 Considerazioni sul coefficiente di deflusso - Metodo del Curve Number

Questo metodo, proposto e studiato dal 'Soil Conservation Service', si pone l'obiettivo di determinare l'altezza di pioggia efficace, ovvero quella parte di pioggia che dà luogo allo scorrimento superficiale. L'altezza di pioggia efficace (h_e) è funzione di diverse caratteristiche, in particolare dipende dal tipo di suolo, dalle sue condizioni d'umidità dalla morfologia di versante e dal tipo e dalla quantità di vegetazione presente.

La quantità di pioggia efficace (h_e) è sempre minore o uguale all'altezza di pioggia precipitata (h); analogamente dopo che lo scorrimento superficiale è cominciato, l'altezza d'acqua trattenuta dal versante (F_a) è minore o uguale alla ritenzione massima S del versante. C'è poi una quantità di pioggia (I_a) che rappresenta l'assorbimento iniziale prima dello scorrimento, così il "runoff" potenziale viene ad essere $P - I_a$.



L'ipotesi del metodo SCS é che i rapporti tra le quantità effettive e quelle potenziali siano uguali, ovvero che:

$$\frac{F_a}{S} = \frac{h_e}{h - I_a} \quad (1)$$

Il principio di continuità impone che:

$$h = h_e + I_a + F_a \quad (2)$$

Combinando le due espressioni si ottiene:

$$h_e = \frac{(h - I_a)^2}{h - I_a + S} \quad (3)$$

equazione che serve a calcolare l'altezza della pioggia "in eccesso", ovvero il "runoff", con il metodo SCS.

Dall'analisi di alcuni versanti sperimentali é stata sviluppata una relazione empirica:

$$I_a = 0.2 \cdot S \quad (4)$$

Quindi la (3) diventa:

$$h_e = \frac{(h - 0.2 \cdot S)^2}{h + 0.8 \cdot S} \quad (5)$$

Al fine di standardizzare queste curve, è stato definito un parametro adimensionale CN (curve number) compreso tra 0 e 100, corrispondenti ad un coefficiente di deflusso che va da 0 a 1. Per le superfici impervie ed impermeabili CN = 100 ($C_d = 1$), per le superfici naturali CN < 100 ($C_d < 1$).

CN ed S sono legati dalla seguente relazione:

$$S = 25 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad (6)$$

Queste formule e il grafico sopra riportato valgono per le condizioni del terreno "normali" ('antecedent moisture condition' AMC II); in condizioni di terreno secco (AMC I) o umido (AMC III), il valore del CN può essere computato con le seguenti formule:

$$CN(I) = \frac{4.2 \cdot CN(II)}{10 - 0.058 \cdot CN(II)}$$

$$CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{10 + 0.13 \cdot CN(II)}$$

I CN sono stati tabulati dal SCS sulla base del tipo di terreno e sull'uso del suolo.

Vengono definite le seguenti categorie di terreno:

GRUPPO A: sabbia profonda, 'loess' profonda, sedimenti aggregati

GRUPPO B: 'loess' superficiale, argilla sabbiosa

GRUPPO C: argilla, argilla sabbiosa superficiale, suoli con basso contenuto organico e suoli, in generale, con alta percentuale di argilla

GRUPPO D: suoli che gonfiano significativamente quando bagnati, argille plastiche pesanti e certi suoli salini.

La letteratura propone diversi valori per i diversi tipi di suolo e per i diversi usi che se ne fanno; per completezza si riportano, nella seguente tabella, alcuni valori proposti dal SCS, ma si ritiene che tali valori, sebbene indicativi, siano poco significativi per il nostro territorio poiché tarati su bacini troppo diversi dai nostri (rif. [12] - cap. 5.5).

USO DEL SUOLO	GRUPPO SUOLO			
	A	B	C	D
Suolo coltivato: con trattamenti	72	81	88	91
senza trattamenti	62	71	78	81
Pascolo: condizioni 'povere'	68	79	86	89
buone condizioni	39	61	74	80
Prato: buone condizioni	30	58	71	78
Bosco o foresta: copertura scarsa	452	665	777	837
buona copertura	5	5	0	7

Aree commerciali	89	92	94	95
Parcheggi e strade asfaltati, tetti ...	98	98	98	98
Strade: con ghiaia	767	858	898	91
sterrate	2	2	7	89
....

2.4.2.9 L'effetto dell'urbanizzazione

Negli ultimi 15-20 anni gli idrologi hanno prestato particolare attenzione agli effetti indotti sullo scorrimento superficiale dall'urbanizzazione. Gli effetti dell'urbanizzazione inducono sull'idrogramma un aumento del volume totale di "runoff" e del "picco".

In generale i cambiamenti più significativi nei contributi di corrente sono dovuti a:

1. incremento del volume d'acqua 'utile' per il runoff a causa dell'aumentata quantità di coperture impermeabili fornite dalle aree di parcheggio, strade, tetti, serre (caratteristica della nostra zona) ... che riducono la capacità di infiltrazione;

2. cambiamenti nell'efficienza idraulica associati ai canali artificiali, grondaie, cunette, canalette, e il sistema di drenaggio delle acque bianche che determinano un aumento della velocità di scorrimento delle acque e del valore di picco.

Dallo studio di diversi casi si è giunti alla conclusione che l'urbanizzazione determina un aumento di scorrimento superficiale pari al 20-30%.

2.4.2.10 Determinazione del CN per i bacini oggetto del presente studio

Per la determinazione del CN si sono seguiti due diversi procedimenti, il primo che prende spunto direttamente dalle tabelle fornite dalla letteratura, con particolare riferimento ai valori proposti dal SCS per i diversi tipi di terreno; il secondo considera valori proposti in studi analoghi al nostro, sul territorio ligure.

Per il primo caso c'è da sottolineare il fatto che si dovranno rivedere i valori proposti dal SCS per adattarli alle tipologie di uso suolo della nostra realtà che sono, evidentemente differenti da quelle americane.

In entrambi i casi, naturalmente, non è considerata la tipologia da noi classificata come 'area agricola in serra' per la quale si è calcolato il CN come media pesata tra il valore dato alle aree agricole (30%) e 100, valore assunto per la superficie impermeabile vetrata (70% della superficie).

Metodo con valori proposti dal SCS

Delle quattro tipologie di terreno proposte dal SCS, nel nostro ambito di studio se ne riconoscono principalmente due: la zona dei 'flysh di Sanremo', caratteristica di gran parte del territorio in oggetto e che rientra nei gruppi B e C, mentre la zona geologicamente definita 'pliocenica', appartiene al gruppo C. Data la limitata estensione superficiale della area 'plioceniche', si ritiene sia rappresentativo dell'ambito il risultato che si ottiene mediando tra i valori che si hanno per il GRUPPO B e quelli caratteristici del GRUPPO C.

All'interno di queste due classificazioni, rappresentative dell'area in oggetto, vanno poi distinte le varie tipologie di copertura e di uso del suolo che caratterizzano il territorio dell'Ambito 7 – Dianese, ricavabili dalla legenda della corrispondente carta (carta dell'uso del suolo).

Per il calcolo del Cn per i singoli bacini si sono utilizzati i dati riportati nella tabella precedente, ottenuti a partire da quelli proposti dal SCS e a cui, per confronto, sono state aggiunte le categorie mancanti nella classificazione originaria: nella suddetta tabella alcune categorie di uso suolo sono accomunate in quanto si possono ritenere uguali ai fini della stima della capacità di assorbimento dell'acqua, ovvero della valutazione del valore da attribuire al CN corrispondente.

Si sono quindi ottenuti i risultati riportati nella tabella seguente, che, come già detto, mediano quelli relativi al GRUPPO B con quelli relativi al GRUPPO C.

I METODO	Tabella dei CN		
	TIPO B		TIPO C
Tessuto urbano continuo (1.1.1)	97		98
Tessuto urbano discontinuo (1.1.2)	95		96
Zone industriali, commerciali, ... (1.2)	95		96

Aree estrattive (1.3.1)		94		97.5
Discariche (1.3.2)		94		97.5
Aree verdi urbane (1.4.1)		93		96
Aree sportive ricreative (1.4.2)		93		96
Seminativi irrigui in piena aria (2.1.2.1)		87		94
Seminativi irrigui in piena aria terr. (2.1.2.1T)		84		91
Seminativi irrigui in serra (2.1.2.2)		89		96
Vigneti, frutteti, oliveti (2.2.1, 2.2.2, 2.2.3)		87		94
Vigneti, frutteti, oliveti terrazzati (2.2.1T, 2.2.2T, 2.2.3T)		85		92
Prati e pascoli (2.3)		81		84
Zone agricole eterogenee (2.4)		83		87
Ex coltivi (2.5)		79		91
Praterie (3.1)		81		84
Zone boscate (3.2)		79		89.4
Vegetazione arbustiva (3.3)		83		92.2
Vegetazione rada o assente (3.4)		83		92.2
Zone umide (4.1)		100		100
Corpi idrici (5)		100		100

	Calcolo dei CN per i singoli bacini								
	GO	VAR	EV	PI	RO	VAL	CER	BO	SE
Tessuto urbano continuo	17,55	51,675	88,725	17,55	8,775	28,275	77,025	4,875	2,925
Tessuto urbano discontinuo	4,775	1,91	28,65	7,64	1,91	0,955	24,83	2,865	1,91
Zone industriali, commerciali, ..	3,82	1,91	2,865	0,955	0,955	2,865	10,505	0	0
Aree estrattive	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Discariche	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aree verdi urbane	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aree sportive ricreative	0	0	0	0	0	0	5,67	0	0
Seminativi irrigui in piena aria	4,525	15,385	48,87	0	0	0	13,575	0	0
Seminativi irrigui in piena aria terr.	8,75	14,875	53,375	7,875	0	0	17,5	4,375	5,25
Seminativi irrigui in serra	0,925	0	18,5	4,625	0	2,775	15,725	0	0
Vigneti, frutteti, oliveti	6,335	0	1,81	0	1,81	0,905	0	0	0
Vigneti, frutteti, oliveti terrazzati	152,22	307,98	582,33	119,475	7,08	15,045	765,525	38,94	19,47
Prati e pascoli	0	14,85	78,375	0	0	0	155,1	0	0
Zone agricole eterogenee	3,4	0	0	0	0	0	0	0	0
Ex coltivi	11,05	45,9	70,55	18,7	4,25	0	76,5	17,85	28,9
Praterie	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Zone boscate	13,472	86,726	435,314	23,576	2,526	10,946	550,668	8,42	11,788
Vegetazione arbustiva	13,14	4,38	169,068	1,752	1,752	23,652	166,44	2,628	2,628
Vegetazione rada o assente	0	0	2,628	0	0	0	18,396	0	0
Zone umide	0	0	9	0	0	0	15	0	0
Corpi idrici	0	0	2	0	0	0	0	0	0
CN TOTALE	88,875	88,141	87,428	88,661	90,806	90,870	87,049	87,860	86,751

Dall'osservazione dei dati ottenuti risulta che il bacino che presenta maggiore capacità di assorbimento, ovvero minor coefficiente di deflusso, è il (coefficiente di deflusso pari a circa **0.87**), mentre quelli con deflusso maggiore sono il rio Rodine e il Rio della Madonna (il coefficiente di deflusso risulta pari a circa **0.91**). Tali risultati riflettono, evidentemente, le caratteristiche territoriali dei bacini: per i bacini che si estendono anche in territorio montano il coefficiente di deflusso si discosta sensibilmente da 1, mentre per quelli che si estendono quasi esclusivamente in territorio urbanizzato o con colture agricole in serra il coefficiente è circa 1.

Metodo proposto per studi in Liguria

Analoghi calcoli sono stati effettuati in questo secondo caso, per il quale i colleghi che hanno proposto i valori del CN adottati, hanno distinto due differenti situazioni: una di 'terreno in condizioni standard', l'altra di 'terreno in condizioni umide' (come peraltro suggerito anche dal SCS).

I valori del CN proposti sono riportati nella seguente tabella.

II METODO	Tabella dei CN	
	CN (AMC II)	CN (AMC III)
Tessuto urbano continuo	92	96.8
Tessuto urbano discontinuo	89	93
Zone industriali, commerciali, ...	90	94
Aree estrattive	86	93.9
Discariche	85	93.5
Aree verdi urbane	86	93.9
Aree sportive ricreative	86	93.9
Seminativi irrigui in piena aria	80	91
Seminativi irrigui in piena aria terr.	77	88
Seminativi irrigui in serra	90	95.5
Vigneti, frutteti, oliveti	83	94
Vigneti, frutteti, oliveti terrazzati	80	91
Prati e pascoli	85	90
Zone agricole eterogenee	83	92.8
Ex coltivi	80	91
Praterie	85	90
Zone boscate	73	86.8
Vegetazione arbustiva	83	92.8

Vegetazione rada o assente		83	92.8
Zone umide		100	100
Corpi idrici		100	100

Dalla combinazione di questi dati con quelli riportati nella tabella precedente si ottengono i seguenti risultati relativi ad ogni singolo bacino.

I IPOTESI: AMC II (terreno in condizioni standard)

	Gorleri	Varcavello	San Pietro (Evigno)	Pineta	Rodine	Della Madonna	Cervo (Steria)	Bondai	Schenassi
	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Tessuto urbano continuo (1.1.1)	16.56	48.76	83.72	16.56	8.28	26.68	72.68	4.6	2.76
Tessuto urbano discontinuo (1.1.2)	4.45	1.78	26.7	7.12	1.78	0.89	23.14	2.67	1.78
Zone industriali, commerciali, ... (1.2)	3.6	1.8	2.7	0.9	0.9	2.7	9.9	0	0
Aree estrattive (1.3.1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Discariche (1.3.2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aree verdi urbane (1.4.1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aree sportive ricreative (1.4.2)	0	0	0	0	0	0	5.16	0	0
Seminativi irrigui in piena aria (2.1.2.1)	4	13.6	43.2	0	0	0	12	0	0
Seminativi irrigui in piena aria terr. (2.1.2.1T)	7.7	13.09	46.97	6.93	0	0	15.4	3.85	4.62
Seminativi irrigui in serra (2.1.2.2)	0.9	0	18	4.5	0	2.7	15.3	0	0
Vigneti, frutteti, oliveti (2.2.1, 2.2.2, 2.2.3)	5.81	0	1.66	0	1.66	0.83	0	0	0
Vigneti, frutteti, oliveti terrazzati (2.2.1T, 2.2.2T, 2.2.3T)	146.2	295.8	559.3	114.8	6.8	14.45	735.3	37.4	18.7
Prati e pascoli (2.3)	0	14.94	78.85	0	0	0	156	0	0
Zone agricole eterogenee (2.4)	3.2	0	0	0	0	0	0	0	0
Ex coltivi (2.5)	11.05	45.9	70.55	18.7	4.25	0	76.5	17.85	28.9
Praterie (3.1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zone boscate (3.2)	13.28	85.49	429.1	23.24	2.49	10.79	542.8	8.3	11.62
Vegetazione arbustiva (3.3)	12.45	4.15	160.2	1.66	1.66	22.41	157.7	2.49	2.49
Vegetazione rada o assente (3.4)	0	0	3	0	0	0	21	0	0
Corpi idrici (5)	0	0	9	0	0	0	15	0	0
CN TOTALE	84.9	84.9	84.2	85.2	86.9	86.6	84.6	84.8	84.4

II IPOTESI: AMC III (terreno in condizioni umide)

	Gorleri	Varcavello	San Pietro (Evigno)	Pineta	Rodine	Della Madonna	Cervo (Steria)	Bondai	Schenassi
	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
Tessuto urbano continuo (1.1.1)	17.42	51.3	88.09	17.42	8.712	28.07	76.47	4.84	2.904
Tessuto urbano discontinuo (1.1.2)	4.65	1.86	27.9	7.44	1.86	0.93	24.18	2.79	1.86
Zone industriali, commerciali, ... (1.2)	3.76	1.88	2.82	0.94	0.94	2.82	10.34	0	0
Aree estrattive (1.3.1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Discariche (1.3.2)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aree verdi urbane (1.4.1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Aree sportive ricreative (1.4.2)	0	0	0	0	0	0	5.634	0	0
Seminativi irrigui in piena aria (2.1.2.1)	4.55	15.47	49.14	0	0	0	13.65	0	0
Seminativi irrigui in piena aria terr. (2.1.2.1T)	8.8	14.96	53.68	7.92	0	0	17.6	4.4	5.28
Seminativi irrigui in serra (2.1.2.2)	0.955	0	19.1	4.775	0	2.865	16.24	0	0
Vigneti, frutteti, oliveti (2.2.1, 2.2.2, 2.2.3)	6.58	0	1.88	0	1.88	0.94	0	0	0
Vigneti, frutteti, oliveti terrazzati (2.2.1T, 2.2.2T, 2.2.3T)	156.5	316.7	598.8	122.9	7.28	15.47	787.2	40.04	20.02
Prati e pascoli (2.3)	0	16.2	85.5	0	0	0	169.2	0	0
Zone agricole eterogenee (2.4)	3.712	0	0	0	0	0	0	0	0
Ex coltivi (2.5)	11.83	49.14	75.53	20.02	4.55	0	81.9	19.11	30.94
Praterie (3.1)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zone boscate (3.2)	13.89	89.4	448.8	24.3	2.604	11.28	567.7	8.68	12.15
Vegetazione arbustiva (3.3)	13.92	4.64	179.1	1.856	1.856	25.06	176.3	2.784	2.784
Vegetazione rada o assente (3.4)	0	0	2.784	0	0	0	19.49	0	0
Corpi idrici (5)	0	0	11	0	0	0	15	0	0
CN TOTALE	91.3	90.7	90.3	91	92.8	93	90.2	90.8	90.4

L'osservazione dei risultati ottenuti con questo secondo metodo evidenzia un andamento dei CN che sia nel caso di condizioni di terreno 'standard' che nel caso di terreno 'umido' sono qualitativamente uguali: in entrambi i casi, infatti, si registrano i valori più elevati per il Rio Rodine (rispettivamente di 86.9 e 92.8) e il Rio Della Madonna (86.7 e 93.0) e i più bassi per il torrente S. Pietro – Evigno (rispettivamente di 84.2 e 90.3), il Rio Pineta (85.3 e 91.0) e il Schenassi (84.4 e 90.4).

Nel complesso, comunque, i risultati appaiono piuttosto uniformi, con un valore medio che nel caso di 'terreno in condizioni standard' è di 85.2, mentre nel caso di 'terreno in condizioni umide' è di 91.2.

Conclusioni

Il confronto tra i due metodi evidenzia un andamento generale dei valori del CN qualitativamente uguale in tutti e tre i casi, con il valore massimo che caratterizza sempre i Rii Rodine e Della Madonna e i più bassi tipici del Schenassi e del Torrente S. Pietro – Evigno. Il metodo proposto dal SCS appare confrontabile anche qualitativamente con quello dedotto a partire dagli studi fatti sulla Liguria nel caso di 'terreno in condizioni umide', situazione effettivamente caratteristica delle nostre zone dove i fenomeni atmosferici che danno luogo agli eventi di piena quasi sempre si abbattano su terreni sui quali ha già piovuto. In tutti i casi, comunque, la pioggia efficace non risulta mai inferiore all'84% di quella precipitata, confermando il peso che gli effetti dovuti all'urbanizzazione hanno sul territorio in oggetto.

Si fa presente che per i diversi affluenti dei bacini principali il CN si intende uguale a quello del bacino principale.

N.B. come già detto nei paragrafi precedenti, a favore della sicurezza, nei successivi calcoli per la determinazione delle massime portate di piena, si assumerà **sempre un coefficiente di deflusso pari a 1.**

2.4.2.11 Determinazione delle portate di massima piena

Determinate le curve di possibilità climatica delle altezze di pioggia ragguagliate ad ogni bacino per diversi tempi di ritorno, si calcola la portata defluente nella sezione terminale di sbocco a mare mediante il volume di pioggia caduto sul bacino:

$$V_{tot} = h_{ri} \times Atot$$

Nota il volume defluito si può così calcolare la portata massima per assegnato tempo di ritorno:

$$Q_{max} = \frac{hr}{Tc} \times Atot \times Cd$$

dove:

hr = altezza di pioggia ragguagliata determinata dalla curva di possibilità climatica per un dato tempo di ritorno con un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione dell'intero bacino

T_c = tempo di corrivazione del bacino

C_d = coefficiente di deflusso assunto pari a 1.

Si riportano pertanto, a puro titolo comparativo con le successive formule di calcolo fornite dal CIMA, le tabelle con le formule per il calcolo delle massime portate di piena per ogni bacino imbrifero del comprensorio.

TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI - CALCOLO DELLA Q_{max}

BACINO GORLERI - $C_d = 1,0$

50 ANNI $i=44,01xt^{(-0,53)}$	$q=12,225 x t^{(-0,53)} \text{ mc/s km}^2$
100 ANNI $i=48,11xt^{(-0,53)}$	$q=13,36x t^{(-0,53)} \text{ mc/s km}^2$
200 ANNI $i=52,13xt^{(-0,52)}$	$q=14,76x t^{(-0,52)} \text{ mc/s km}^2$
250 ANNI $i=53,43xt^{(-0,52)}$	$q=14,84x t^{(-0,52)} \text{ mc/s km}^2$
500 ANNI $i=57,45xt^{(-0,52)}$	$q=15,96xt^{(-0,52)} \text{ mc/s km}^2$

Q_{max} [mc/s]

50 ANNI	$12,225 x T_{ci}^{(-0,53)} x A_i$	mc/s
100 ANNI	$13,36 x T_{ci}^{(-0,53)} x A_i$	mc/s
200 ANNI	$14,76 x T_{ci}^{(-0,52)} x A_i$	mc/s
250 ANNI	$14,84 x T_{ci}^{(-0,52)} x A_i$	mc/s
500 ANNI	$15,96 x T_{ci}^{(-0,52)} x A_i$	mc/s

dove: T_{ci} = tempo di corrivazione del bacino nella sezione di chiusura in ore
 A_i = area del bacino sotteso alla sezione di chiusura in km^2

TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI - CALCOLO DELLA Q_{max}

BACINO VARCAVELLO - $C_d = 1,0$

50 ANNI $i=50,62xt^{(-0,54)}$	$q=14,061 x t^{(-0,54)} \text{ mc/s km}^2$
100 ANNI $i=55,79xt^{(-0,54)}$	$q=15,497x t^{(-0,54)} \text{ mc/s km}^2$
200 ANNI $i=60,94xt^{(-0,53)}$	$q=16,928x t^{(-0,53)} \text{ mc/s km}^2$
250 ANNI $i=62,59xt^{(-0,53)}$	$q=17,386x t^{(-0,53)} \text{ mc/s km}^2$
500 ANNI $i=67,72xt^{(-0,53)}$	$q=18,811xt^{(-0,53)} \text{ mc/s km}^2$

Q_{max} [mc/s]

50 ANNI	$14,061 x T_{ci}^{(-0,54)} x A_i$	mc/s
100 ANNI	$15,497 x T_{ci}^{(-0,54)} x A_i$	mc/s
200 ANNI	$16,928 x T_{ci}^{(-0,53)} x A_i$	mc/s
250 ANNI	$17,386 x T_{ci}^{(-0,53)} x A_i$	mc/s
500 ANNI	$18,811 x T_{ci}^{(-0,53)} x A_i$	mc/s

dove: T_{ci} = tempo di corrivazione del bacino nella sezione di chiusura in ore

A_i = area del bacino sotteso alla sezione di chiusura in km^2

TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI - CALCOLO DELLA Q_{max}

BACINO EVIGNO (S. PIETRO) - $C_d = 1,0$

50 ANNI	$i=57,62xt^{(-0,55)}$	$q=16,01 \times t^{(-0,55)} \text{ mc/s km}^2$
100 ANNI	$i=63,60xt^{(-0,55)}$	$q=17,67 \times t^{(-0,55)} \text{ mc/s km}^2$
200 ANNI	$i=69,56xt^{(-0,55)}$	$q=19,32 \times t^{(-0,54)} \text{ mc/s km}^2$
250 ANNI	$i=71,47xt^{(-0,54)}$	$q=19,85 \times t^{(-0,54)} \text{ mc/s km}^2$
500 ANNI	$i=77,41xt^{(-0,54)}$	$q=21,50 \times t^{(-0,54)} \text{ mc/s km}^2$

Qmax [mc/s]

50 ANNI	$16,01 \times Tci^{(-0,55)} \times Ai$	mc/s
100 ANNI	$17,67 \times Tci^{(-0,55)} \times Ai$	mc/s
200 ANNI	$19,32 \times Tci^{(-0,54)} \times Ai$	mc/s
250 ANNI	$19,85 \times Tci^{(-0,54)} \times Ai$	mc/s
500 ANNI	$21,50 \times Tci^{(-0,54)} \times Ai$	mc/s

dove: Tci = tempo di corrivazione del bacino nella sezione di chiusura in ore

Ai = area del bacino sotteso alla sezione di chiusura in km^2

TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI - CALCOLO DELLA Qmax**BACINO PINETA - Cd = 1,0**

50 ANNI	$i=50,49xt^{(-0,54)}$	$q=14,03 \times t^{(-0,54)} \text{ mc/s km}^2$
100 ANNI	$i=55,64xt^{(-0,54)}$	$q=15,46 \times t^{(-0,54)} \text{ mc/s km}^2$
200 ANNI	$i=60,76xt^{(-0,53)}$	$q=16,88 \times t^{(-0,53)} \text{ mc/s km}^2$
250 ANNI	$i=62,41xt^{(-0,53)}$	$q=17,34 \times t^{(-0,53)} \text{ mc/s km}^2$
500 ANNI	$i=67,52xt^{(-0,53)}$	$q=18,76 \times t^{(-0,53)} \text{ mc/s km}^2$

Qmax [mc/s]

50 ANNI	$14,03 \times Tci^{(-0,54)} \times Ai$	mc/s
100 ANNI	$15,46 \times Tci^{(-0,54)} \times Ai$	mc/s
200 ANNI	$16,88 \times Tci^{(-0,53)} \times Ai$	mc/s
250 ANNI	$17,34 \times Tci^{(-0,53)} \times Ai$	mc/s
500 ANNI	$18,76 \times Tci^{(-0,53)} \times Ai$	mc/s

dove: Tci = tempo di corrivazione del bacino nella sezione di chiusura in ore

Ai = area del bacino sotteso alla sezione di chiusura in km^2

TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI - CALCOLO DELLA Qmax**BACINO RODINE - Cd = 1,0**

50 ANNI	$i=47,67xt^{(-0,54)}$	$q=13,24 \times t^{(-0,54)} \text{ mc/s km}^2$
100 ANNI	$i=52,37xt^{(-0,53)}$	$q=14,55 \times t^{(-0,53)} \text{ mc/s km}^2$
200 ANNI	$i=57,02xt^{(-0,53)}$	$q=15,84 \times t^{(-0,53)} \text{ mc/s km}^2$
250 ANNI	$i=58,52xt^{(-0,53)}$	$q=16,26 \times t^{(-0,53)} \text{ mc/s km}^2$
500 ANNI	$i=63,17xt^{(-0,52)}$	$q=17,55 \times t^{(-0,52)} \text{ mc/s km}^2$

Qmax [mc/s]

50 ANNI	$13,24 \times Tci^{(-0,54)} \times Ai$	mc/s
---------	--	-------------

100 ANNI	$14,55 \times T_{ci}^{-0,53} \times A_i$	mc/s
200 ANNI	$15,84 \times T_{ci}^{-0,53} \times A_i$	mc/s
250 ANNI	$16,26 \times T_{ci}^{-0,53} \times A_i$	mc/s
500 ANNI	$17,55 \times T_{ci}^{-0,52} \times A_i$	mc/s

dove: T_{ci} = tempo di corrivazione del bacino nella sezione di chiusura in ore

A_i = area del bacino sotteso alla sezione di chiusura in Km²

TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI - CALCOLO DELLA Qmax

BACINO RIO DELLA MADONNA - Cd = 1,0

50 ANNI	$i=47.79 \times t^{-0,54}$	$q=13,28 \times t^{-0,54}$ mc/s km ²
100 ANNI	$i=52.51 \times t^{-0,53}$	$q=14,59 \times t^{-0,53}$ mc/s km ²
200 ANNI	$i=57.17 \times t^{-0,53}$	$q=15.88 \times t^{-0,53}$ mc/s km ²
250 ANNI	$i=58.68 \times t^{-0,53}$	$q=16,30 \times t^{-0,53}$ mc/s km ²
500 ANNI	$i=63.34 \times t^{-0,52}$	$q=17.59 \times t^{-0,52}$ mc/s km ²

Qmax [mc/s]

50 ANNI	$13,28 \times T_{ci}^{-0,54} \times A_i$	mc/s
100 ANNI	$14,59 \times T_{ci}^{-0,53} \times A_i$	mc/s
200 ANNI	$15,88 \times T_{ci}^{-0,53} \times A_i$	mc/s
250 ANNI	$16,30 \times T_{ci}^{-0,53} \times A_i$	mc/s
500 ANNI	$17,59 \times T_{ci}^{-0,52} \times A_i$	mc/s

dove: T_{ci} = tempo di corrivazione del bacino nella sezione di chiusura in ore

A_i = area del bacino sotteso alla sezione di chiusura in Km²

TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI - CALCOLO DELLA Qmax

BACINO CERVO (STERIA) - Cd = 1,0

50 ANNI	$i=61,82 \times t^{-0,57}$	$q=17,172 \times t^{-0,57}$ mc/s km ²
100 ANNI	$i=68,42 \times t^{-0,57}$	$q=19,006 \times t^{-0,57}$ mc/s km ²
200 ANNI	$i=74,99 \times t^{-0,57}$	$q=20,831 \times t^{-0,57}$ mc/s km ²
250 ANNI	$i=77,10 \times t^{-0,57}$	$q=21,417 \times t^{-0,57}$ mc/s km ²
500 ANNI	$i=83,65 \times t^{-0,57}$	$q=23,236 \times t^{-0,57}$ mc/s km ²

Qmax [mc/s]

50 ANNI	$17,172 \times T_{ci}^{-0,57} \times A_i$	mc/s
100 ANNI	$19,006 \times T_{ci}^{-0,57} \times A_i$	mc/s
200 ANNI	$20,831 \times T_{ci}^{-0,57} \times A_i$	mc/s
250 ANNI	$21,417 \times T_{ci}^{-0,57} \times A_i$	mc/s
500 ANNI	$23,236 \times T_{ci}^{-0,57} \times A_i$	mc/s

dove: T_{ci} = tempo di corrivazione del bacino nella sezione di chiusura in ore

A_i = area del bacino sotteso alla sezione di chiusura in Km²

TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI - CALCOLO DELLA Qmax**BACINO BONDAI - Cd = 1,0**

50 ANNI	$i=56,27 \times t^{(-0,61)}$	$q=15,63 \times t^{(-0,61)}$ mc/s km ²
100 ANNI	$i=62,63 \times t^{(-0,61)}$	$q=17,40 \times t^{(-0,61)}$ mc/s km ²
200 ANNI	$i=68,96 \times t^{(-0,61)}$	$q=19,16 \times t^{(-0,61)}$ mc/s km ²
250 ANNI	$i=70,99 \times t^{(-0,61)}$	$q=19,72 \times t^{(-0,61)}$ mc/s km ²
500 ANNI	$i=77,31 \times t^{(-0,62)}$	$q=21,48 \times t^{(-0,62)}$ mc/s km ²

Qmax [mc/s]

50 ANNI	$15,63 \times Tci^{(-0,61)} \times Ai$	mc/s
100 ANNI	$17,40 \times Tci^{(-0,61)} \times Ai$	mc/s
200 ANNI	$19,16 \times Tci^{(-0,61)} \times Ai$	mc/s
250 ANNI	$19,72 \times Tci^{(-0,61)} \times Ai$	mc/s
500 ANNI	$21,48 \times Tci^{(-0,62)} \times Ai$	mc/s

dove: Tci = tempo di corrivazione del bacino nella sezione di chiusura in ore

Ai= area del bacino sotteso alla sezione di chiusura in Km²

TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI - CALCOLO DELLA Qmax**BACINO Schenassi - Cd = 1,0**

50 ANNI	$i=57,03 \times t^{(-0,62)}$	$q=15,84 \times t^{(-0,62)}$ mc/s km ²
100 ANNI	$i=63,52 \times t^{(-0,62)}$	$q=17,64 \times t^{(-0,62)}$ mc/s km ²
200 ANNI	$i=69,98 \times t^{(-0,62)}$	$q=19,44 \times t^{(-0,62)}$ mc/s km ²
250 ANNI	$i=72,06 \times t^{(-0,62)}$	$q=20,02 \times t^{(-0,62)}$ mc/s km ²
500 ANNI	$i=78,51 \times t^{(-0,62)}$	$q=21,81 \times t^{(-0,62)}$ mc/s km ²

Qmax [mc/s]

50 ANNI	$15,84 \times Tci^{(-0,62)} \times Ai$	mc/s
100 ANNI	$17,64 \times Tci^{(-0,62)} \times Ai$	mc/s
200 ANNI	$19,44 \times Tci^{(-0,62)} \times Ai$	mc/s
250 ANNI	$20,02 \times Tci^{(-0,62)} \times Ai$	mc/s
500 ANNI	$21,81 \times Tci^{(-0,62)} \times Ai$	mc/s

dove: Tci = tempo di corrivazione del bacino nella sezione di chiusura in ore

Ai= area del bacino sotteso alla sezione di chiusura in Km²

Utilizzando le suddette formule si ottengono i seguenti valori di portata calcolati alla foce dei principali bacini imbriferi del comprensorio (**tra parentesi sono indicati i valori di portata calcolati applicando i coefficienti del CN in condizioni sature – condizione AMC III – utilizzati solamente come confronto con i successivi valori CIMA**)

bacino \ tempi di ritorno	50 anni	100 anni	200 anni	250 anni	500 anni	Curva Inviluppo
	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s	Mc/s
Gorleri	60 (55)	65	71 (65)	72	77 (70)	103
Varcavello	108 (98)	119	129 (117)	133	144 (131)	192
Evigno – S. Pietro	222 (200)	245	269 (242)	276	300 (270)	382
Pineta	50 (46)	55	60 (55)	61	66 (60)	90
Rodine	9 (8)	10	11 (10)	11	12 (11)	13
Rio della Madonna	25 (23)	27	29 (27)	30	32 (30)	38
Cervo – Steria	282 (254)	312	342 (308)	352	382 (344)	428
Bondai	28 (26)	32	35 (32)	36	39 (36)	37
Schenassi	32 (29)	36	39 (35)	41	44 (40)	34

RIO SAN BARTOLOMEO. Partendo dalle formule utilizzate per il torrente Cervo, tenendo conto del tempo di corrivazione relativo al Rio San Bartolomeo che è stato assunto pari a 0.58 ore (= 35 min) si ottengono i seguenti valori di portata:

Bacino \ tempi di ritorno	50 anni	100 anni	200 anni	250 anni	500 anni
	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s
San Bartolomeo	58 (52)	65	71 (64)	72	77 (69)

□ **RIO BESTE.** Partendo dalle formule utilizzate per il torrente Evigno (S. Pietro), tenendo conto del tempo di corrivazione relativo al Rio Beste che è stato assunto pari a 0.54 ore (= 32 min) si ottengono i seguenti valori di portata:

Bacino \ tempi di ritorno	50 anni	100 anni	200 anni	250 anni	500 anni
	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s	mc/s
Beste	61 (55)	67	73 (66)	75	81 (73)

Le verifiche idrauliche verranno fatte utilizzando i dati relativi ai tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni.

2.4.3 Regionalizzazione delle portate (metodo CIMA)

A seguito della determinazione delle formule di regionalizzazione delle portate da parte del centro di Ricerca e monitoraggio ambientale di Savona (CIMA) si riportano i valori delle portate calcolate alla foce dei principali torrenti del Dianese.

Poiché i valori di tali portate sono simili od in eccesso rispetto a quelle determinate dal piano di bacino stralcio, le successive verifiche idrauliche verranno condotte utilizzando tali valori ad esclusione dei valori del torrente Steria – Cervo (v. Nota finale tabella).

PORTATE CIMA – FORMULE

Torrente	Superficie S (km ²)	T= 50 anni Q50 (mc/s)	T=200 anni Q200 (mc/s)	T=500 anni Q500 (mc/s)	Note
Gorleri	2.7	$3.47 \cdot 4.17 \cdot S^{0.25+0.27\sqrt{S}} \cdot (-0.48)$	$5.02 \cdot 4.17 \cdot S^{0.25+0.27\sqrt{S}} \cdot (-0.48)$	$6.04 \cdot 4.17 \cdot S^{0.25+0.27\sqrt{S}} \cdot (-0.48)$	CN=tipo C
Varcavello	6.19	$3.47 \cdot 4.17 \cdot S^{0.25+0.27\sqrt{S}} \cdot (-0.48)$	$5.02 \cdot 4.17 \cdot S^{0.25+0.27\sqrt{S}} \cdot (-0.48)$	$6.04 \cdot 4.17 \cdot S^{0.25+0.27\sqrt{S}} \cdot (-0.48)$	CN=tipo C
Evigno – S.Pietro	18.21				V. Nota finale
Pineta	2.28	$3.47 \cdot 5.45 \cdot S^{0.25+0.27\sqrt{S}} \cdot (-0.48)$	$5.02 \cdot 5.45 \cdot S^{0.25+0.27\sqrt{S}} \cdot (-0.48)$	$6.04 \cdot 5.45 \cdot S^{0.25+0.27\sqrt{S}} \cdot (-0.48)$	CN=tipo B
Rodine	0.32	$3.47 \cdot 8.14 \cdot S$	$5.02 \cdot 8.14 \cdot S$	$6.04 \cdot 8.14 \cdot S$	CN=tipo A
Rio della Madonna	0.94	$3.47 \cdot 8.14 \cdot S$	$5.02 \cdot 8.14 \cdot S$	$6.04 \cdot 8.14 \cdot S$	CN=tipo A
S.Bartolomeo	2.5	$3.47 \cdot 5.45 \cdot S^{0.25+0.27\sqrt{S}} \cdot (-0.48)$	$5.02 \cdot 5.45 \cdot S^{0.25+0.27\sqrt{S}} \cdot (-0.48)$	$6.04 \cdot 5.45 \cdot S^{0.25+0.27\sqrt{S}} \cdot (-0.48)$	CN=tipo B
Beste	2.7	$3.47 \cdot 4.17 \cdot S^{0.25+0.27\sqrt{S}} \cdot (-0.48)$	$5.02 \cdot 4.17 \cdot S^{0.25+0.27\sqrt{S}} \cdot (-0.48)$	$6.04 \cdot 4.17 \cdot S^{0.25+0.27\sqrt{S}} \cdot (-0.48)$	CN=tipo C
Cervo – Steria	21.97				v. Nota finale
Bondai	0.91	$3.47 \cdot 8.14 \cdot S$	$5.02 \cdot 8.14 \cdot S$	$6.04 \cdot 8.14 \cdot S$	CN=tipo A
Schenassi	0.84	$3.47 \cdot 8.14 \cdot S$	$5.02 \cdot 8.14 \cdot S$	$6.04 \cdot 8.14 \cdot S$	CN=tipo A

Nota finale: per il torrente Steria – Cervo, stante la notevole differenza di valore di portata tra i valori del CIMA e quelli ricavati nel presente studio, vengono adottati in via preliminare i valori ricavati nei precedenti capitoli essendo maggiori rispetto alle portate desunte dallo studio del CIMA.

PORTATE DI PIANO DETERMINATE ALLA FOCE – VALORI

Torrente	Superficie S (km ²)	T= 50 anni Q50 (mc/s)	T=200 anni Q200 (mc/s)	T=500 anni Q500 (mc/s)	Note
Gorleri	2.7	47	67	81	CN=tipo C
Varcavello	6.19	93	135	162	CN=tipo C
Evigno – S. Pietro	18.21	222	269	300	
Pineta	2.28	53	76	92	CN=tipo B
Rodine	0.32	9	13	16	CN=tipo A
Rio della Madonna	0.94	27	38	46	CN=tipo A
S.Bartolomeo	2.5	57	82	99	CN=tipo B

Beste	2.7	47	67	81	CN=tipo C
Cervo – Steria	21.97	282	342	382	
Bondai	0.91	26	37	45	CN=tipo A
Schenassi	0.84	24	34	41	CN=tipo A

2.4.4 Valutazione probabilistica delle precipitazioni intense secondo metodo VAPI

Con D.G.R. 347/2002 sono state finanziate indagini di dettaglio condotte su alcuni bacini idrografici dell'Ambito n. 7 – Dianese.

2.4.4.1 Aree di studio

Il territorio oggetto di studio comprende 6 piccoli bacini idrografici: Rio Gorleri, Rio Varcavello, Torrente Evigno (San Pietro), Rio Pineta, Rio Rodine e Rio della Madonna (Vallovaira), le cui superfici sono comprese tra il promontorio di Capo Berta a Ponente e il promontorio di Capo Mimosa a Levante e dal mare fino alla vetta del Pizzo d'Evigno (988.5 m s.l.m.) nella direzione Sud – Nord. I bacini imbriferi in oggetto possono essere considerati tra loro simili, data la contiguità territoriale, le caratteristiche podologiche e la medesima esposizione alle condizioni climatiche.

Nell'ambito del territorio in oggetto non vi sono strumenti di misura delle portate per nessuno dei corsi d'acqua pertanto, la determinazione delle massime portate di piena e relativi idrogrammi può essere condotta soltanto mediante metodi indiretti di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi di piena.

Le aree investigate dallo studio per la determinazione della mappa della pericolosità d'inondazione coprono la parte terminale dei corsi d'acqua:

- Rio Gorleri
- Rio Varcavello
- Torrente San Pietro (Evigno)
- Rio Pineta
- Rio Rodine
- Rio della Madonna

che si presentano a volte combinate e con sezioni assai esigue.

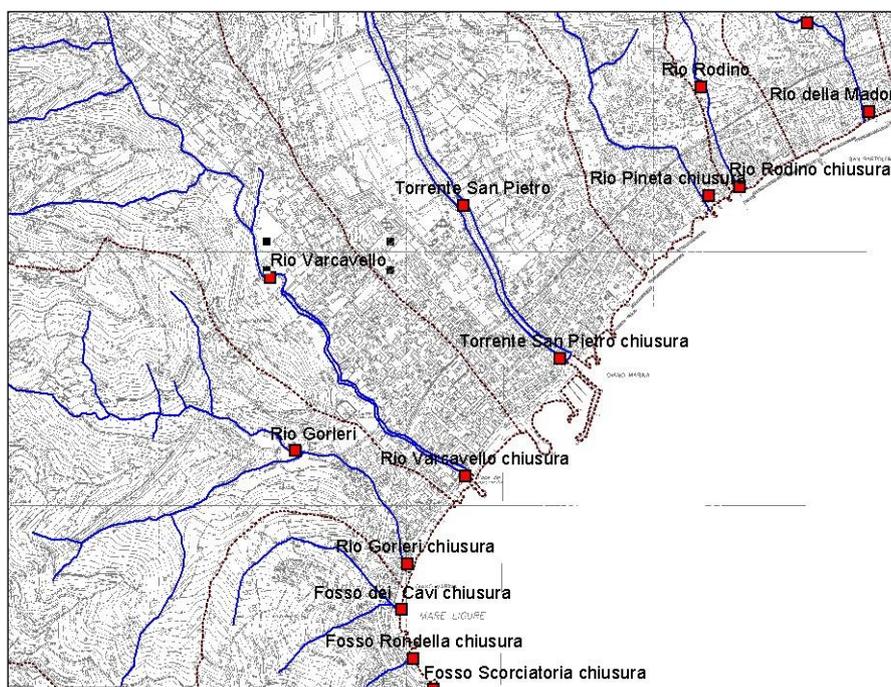


Figura 2.4.4/A – Territorio oggetto dell'analisi idraulica al fine della determinazione della mappa del rischio idraulico: porzione relativa ai corsi d'acqua Rio Gorleri, Rio Varcavello, Torrente San Pietro, Rio Pineta e Rio

Rodine. I quadratini rossi evidenziano per ciascun bacino la sezione di chiusura di sbocco a mare e la sezione di monte della modellazione idraulica.

2.4.4.2 Analisi morfologica

L'analisi morfologica può essere condotta a partire dalla mappa digitale delle quote (DEM). Per questo studio si è utilizzato il DEM della Regione Liguria con risoluzione della maglia di 40 m appositamente fornito dall'Amministrazione. Mediante la ricostruzione del reticolo idrografico è possibile determinare i bacini idrografici dell'area oggetto di studio e conseguentemente i parametri morfologici corrispondenti. In Figura 2.4.4/B si mostra il DEM dei bacini imbriferi del Dianese sul quale si evidenzia il reticolo idrografico (in azzurro) e il limite dei bacini idrografici (in giallo), mentre le principali grandezze geomorfologiche sono riportate in Tabella 2.4.4/A. Va precisato che l'area drenata è calcolata alla sezione di sbocco a mare.

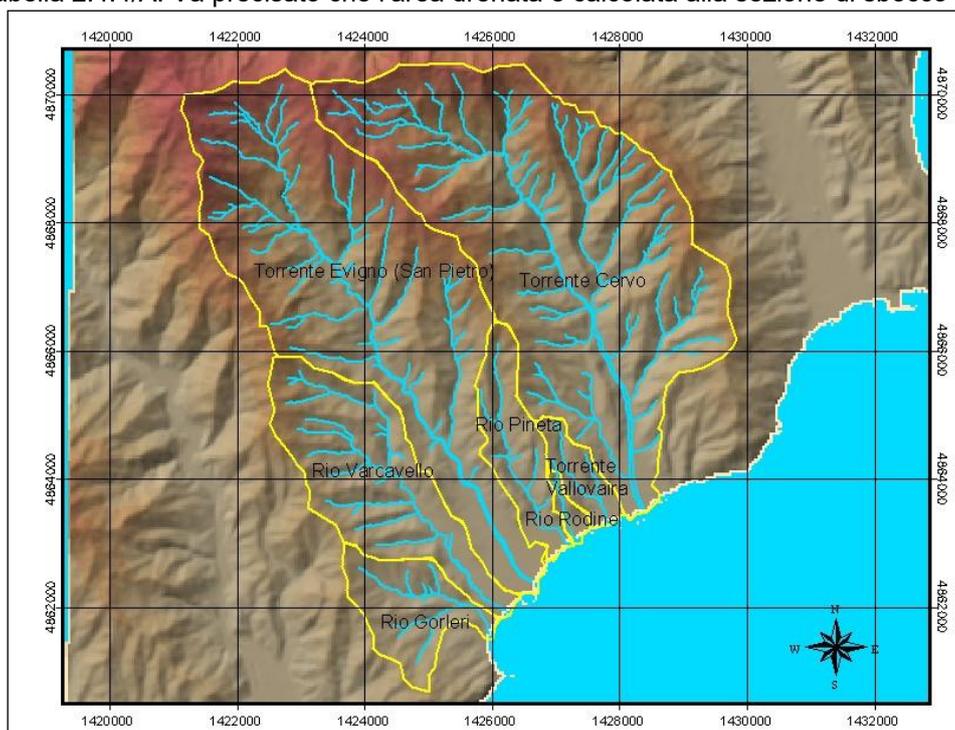


Figura 2.4.4/B – Inquadramento geografico dell'area oggetto di studio. Le aree delimitate dalla linea gialla evidenziano i bacini idrografici dei corsi d'acqua in esame estratti in maniera automatica a partire dal DEM (Digital Elevation Model).

In Tabella 2.4.4/A si riportano le grandezze morfologiche caratteristiche dei bacini studiati.

Tabella 2.4.4/A – Grandezze morfologiche dei bacini studiati ricavate dal modello digitale delle quote della regione Liguria.

Corso d'acqua	Area [km ²]	Perimetro [km]	Quota media [m s.l.m.]	Pendenza media [%]	Lunghezza asta principale [km]	CN II
Rio Gorleri	2.69	8.2	123.34	22.71	3.127	85
Rio Varcavello	6.37	12.92	164.43	27.87	6.26	85
Torrente San Pietro (Evigno)	18.05	23.42	353.78	32.55	10.93	84
Rio Pineta	2.48	9.2	134.14	24.13	4.21	85
Rio Rodine	0.32	3.046	40.56	12.8	1.27	87
Rio della Madonna	1.03	4.99	75.15	16.8	2.258	87

2.4.4.3 Eventi storici di esondazione

La ricerca bibliografica ha evidenziato, alcuni eventi alluvionali più significativi che hanno coinvolto il Dianese nelle seguenti date:

19/01/1975 (fonte archivio AVI- CNR);

02/03/1985 – Torrente Varcavello (fonte archivio AVI- CNR);

16/11/1995 – Torrente Varcavello (fonte archivio AVI- CNR);

06/11/2000 (fonte Rapporto evento pluviometrico CIMA; stampa locale e nazionale).

Quest'ultimo evento, in particolare, è ben descritto nel rapporto di evento edito dal CIMA e riportato integralmente di seguito:

Evento del 06 novembre 2000

L'evento alluvionale ha colpito i bacini idrografici di tutta la regione, con particolare insistenza nella parte occidentale, nelle province di Imperia e Savona. Le precipitazioni hanno interessato tutto il territorio ligure, a partire dal ponente ed in spostamento verso levante, fin dalle prime ore di lunedì 6 novembre, insistendo su terreni particolarmente saturi a causa delle piogge cadute nei giorni precedenti. Infatti, pur non raggiungendo valori particolarmente eccezionali sulle 24 ore, le precipitazioni hanno provocato significative onde di piena in moltissime aste torrentizie e fluviali della regione. Sono stati colpiti bacini idrografici di tutte le dimensioni, dai piccoli rii tombinati fino all'asta terminale del Fiume Magra. I danni maggiori si sono registrati nelle province del ponente, in particolare quella di Imperia, dove sono esondati i torrenti San Lorenzo, Prino, Caramagna, Verbone, Varcavello, San Pietro, Arroscia, Oliveto, San Romolo, Borghetto, Nervia, allagando in particolare i centri abitati di Diano Marina e San Bartolomeo, oltre a tutte le zone adiacenti a tali corsi d'acqua. In provincia di Savona sono usciti dagli argini il Merula, il Centa, il Maremola, il Torsero, provocando allagamenti ad Andora, Villanova d'Albenga, Albenga, Pietra Ligure, Alassio, Ceriale, mentre i torrenti Pora e Sciusa a Finale Ligure, Segno a Vado Ligure e Quiliano hanno raggiunto i livelli di allarme. Anche la zona del levante, pur essendo state le piogge meno cospicue, ha subito inondazioni da parte di alcuni corsi d'acqua; in questo caso ad andare in crisi sono stati principalmente i fiumi di una certa estensione: Entella, Vara, Magra, Aveto, Trebbia, con allagamenti a San Colombano Certenoli, Chiavari, Ameglia, Rezzoaglio, Gorreto.

2.4.4.4 Caratteristiche di assorbimento

Per la determinazione del parametro di assorbimento del terreno si fa riferimento al metodo classico sviluppato dal Soil Conservation Service degli Stati Uniti che porta a determinare un coefficiente detto Curve Number in funzione della litologia e dell'uso del suolo. La letteratura propone diversi valori per i diversi tipi di suolo e per i diversi usi che se ne fanno; questi studi fanno riferimento perlopiù a situazioni presenti negli Stati Uniti pertanto, per il presente lavoro si è preferito adottare i valori già proposti dal Piano di bacino Stralcio della regione Liguria per l'ambito di bacino Dianese che si riferisce a studi specifici svolti sul territorio ligure. Data la bassa variabilità della litologia del territorio del Dianese, si è fatto dipendere il valore del CN solo dall'uso del suolo.

I valori del parametro CN della Metodologia SCS sono riportati nella seguente Tabella 2.4.4/B così come già riportati nel Piano di Bacino.

Tabella 2.4.4/B – Valori di CNII (Piano di Bacino).

Classe di uso del suolo	Valore del CN
Tessuto urbano continuo	92
Tessuto urbano discontinuo	89
Zone industriali, commerciali, ...	90
Aree estrattive	86
Discariche	85
Aree verdi urbane	86
Aree sportive ricreative	86
Seminativi irrigui in piena aria	80
Seminativi irrigui in piena aria terr.	77
Seminativi irrigui in serra	90
Vigneti, frutteti, oliveti	83
Vigneti, frutteti, oliveti terrazzati	80
Prati e pascoli	85

Zone agricole eterogenee	83
Ex coltivi	80
Praterie	85
Zone boscate	73
Vegetazione arbustiva	83
Vegetazione rada o assente	83
Zone umide	100
Corpi idrici	100

Sulla base della cartografia del Piano di Bacino, che individua le aree omogenee di classe di uso del suolo, si è così determinata una rappresentazione cartografica vettoriale poligonale. In Figura 2.4.4/C si riporta la mappa del CN prodotta per l'ambito territoriale del Dianese.

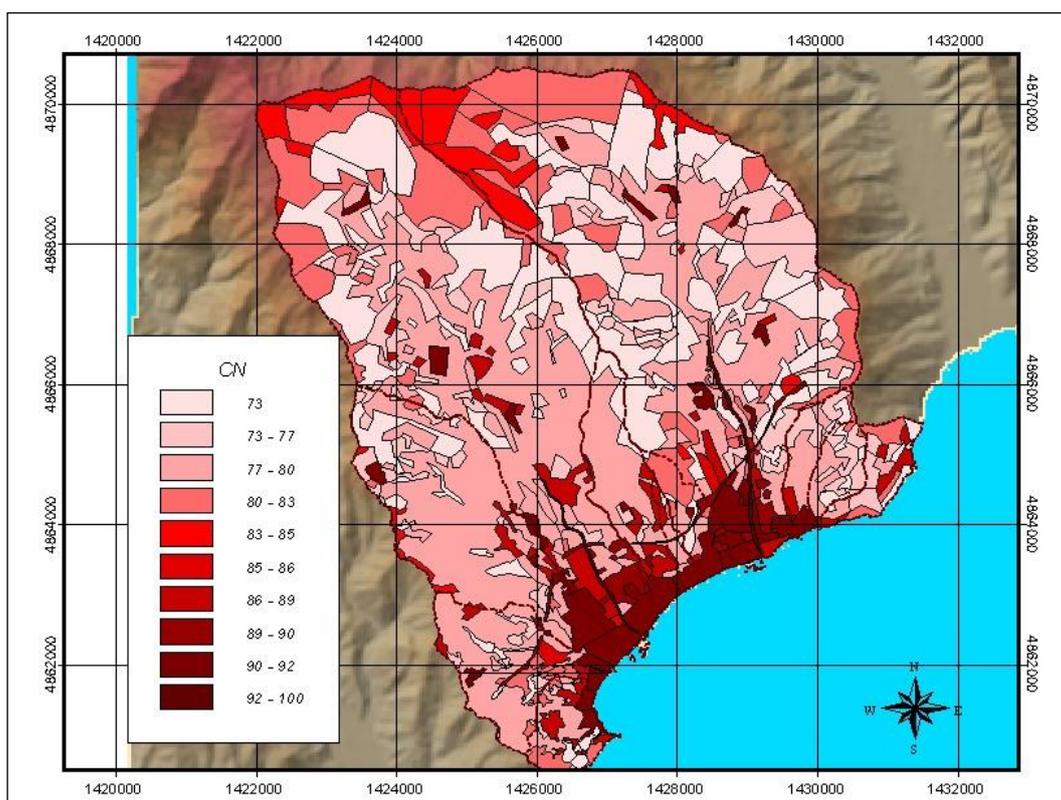


Figura 2.4.4/C – Caratterizzazione del parametro di assorbimento CN per l'ambito territoriale oggetto di studio.

2.4.4.5 Caratterizzazione delle precipitazioni intense

Di seguito, ai fini della stima della portata di piena e dei relativi volumi di piena vengono confrontate le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica redatte per il Piano di Bacino e quelle ottenute con la metodologia dell'analisi regionale opportunamente trasferita per il territorio del Dianese.

Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica dai dati VAPI

La stima dell'intensità dell'afflusso temibile per un determinato sito viene condotta partendo dall'analisi delle precipitazioni intense¹ allo scopo di determinare le Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP). Queste forniscono l'altezza di pioggia temibile per assegnata durata, d , e periodo di ritorno, T , in base alla ben nota espressione:

$$h_T(d) = a \cdot d^n$$

¹P. BURLANDO e R. ROSSO, Le precipitazioni intense, in *La Sistemazione dei Corsi d'Acqua Naturali*, pp.1÷33, a cura di U. MAIONE e A. BRATH, Editoriale Bios, Cosenza, 1986.

in cui il termine della pioggia nell' unità di tempo, a , fortemente variabile con il tempo di ritorno T , può essere riscritto come prodotto del valore della pioggia media nell'unità di tempo e del fattore di frequenza, in cui si concentra sia la dipendenza dal tempo di ritorno, T , che il modello di distribuzione probabilistico adottato per l'analisi. In definitiva l'espressione della altezza di pioggia per assegnata durata può essere scritta come:

$$h_T(d) = a_1 \cdot d^n \cdot w_T$$

dove i parametri a_1 e n si stimano dalle osservazioni registrate al pluviometro, mentre w_T , detto anche fattore di crescita in frequenza, dipende dalla distribuzione di probabilità scelta e dal periodo di ritorno, T .

Nel presente lavoro è stata seguita l'analisi regionale proposta dallo studio VAPI del CNR², che individua come rappresentativa dei fenomeni investigati la distribuzione GEV il cui fattore di crescita è:

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left(1 - e^{-ky}\right) \text{ con } y = -\ln\left(\ln \frac{T}{T-1}\right)$$

Per la stima dell' esponente di scala, n , del valore della pioggia media oraria, a , e dei coefficienti di Variazione, CV , si sono interpolati i valori di tale grandezze riportate dal Rapporto VAPI (Valutazione delle piene – Italia Nord Occidentale, 2001) per le stazioni pluviografiche attigue al territorio del Dianese **Figura 2.4.4/D**). Nella Tabella 2.4.4/C si riportano i valori desunti dal rapporto VAPI che fornisce sia i parametri "a1" che "n" mentre il coefficiente di variazione "CV" è stato calcolato per le singole stazioni.

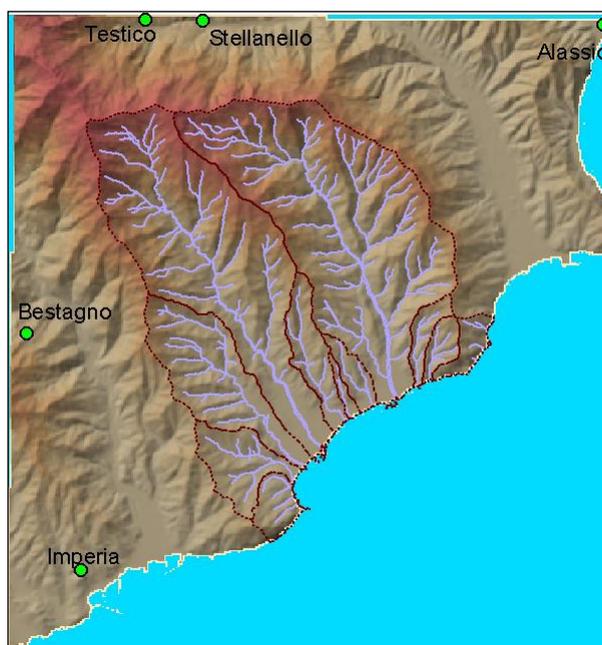


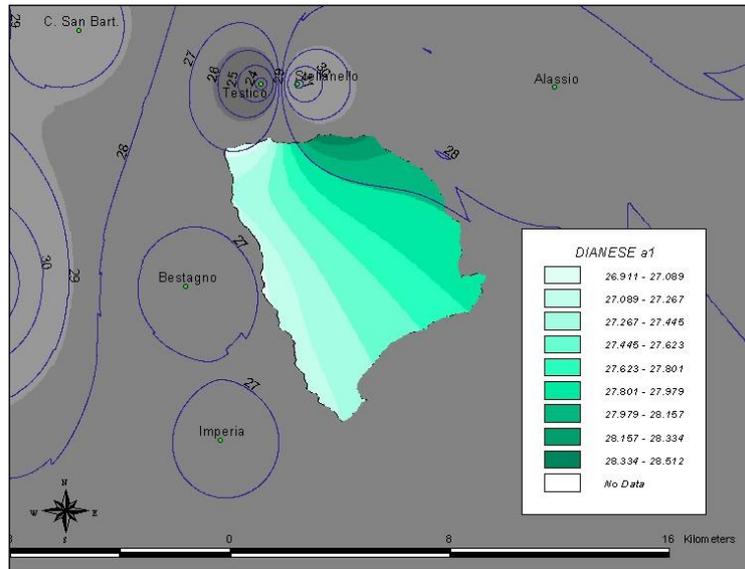
Figura 2.4.4/D – Pluviografi considerati per la stima dei parametri delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica ricavate dal VAPI.

Tabella 2.4.4/C – Parametri a_1 , n e coefficiente di variazione desunti dal rapporto VAPI per le stazioni pluviografiche più prossime all'area del Dianese.

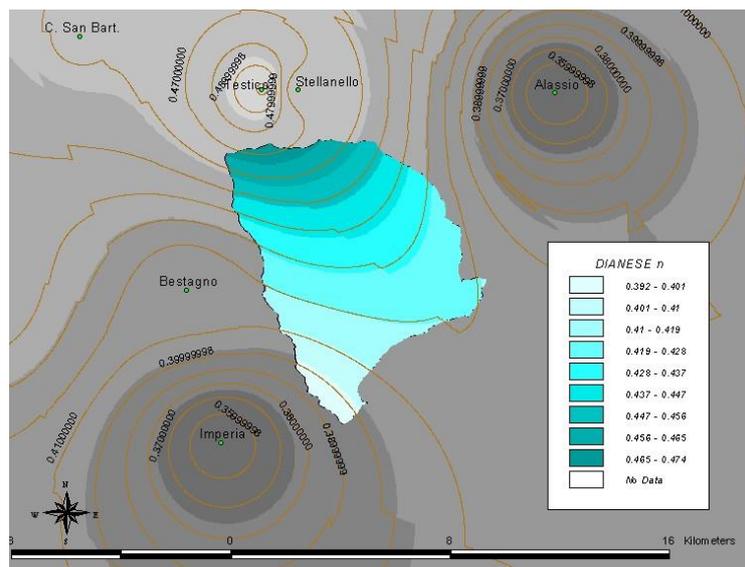
Stazione	a_1	n	CV
Alassio	28.8	0.35	0.43
Bestagno	26.4	0.41	0.45
Imperia	26.8	0.35	0.36
Stellanello	31.1	0.46	0.38
Testico	23.8	0.50	0.36

² CNR-GNDCI - U.O. 1.8 - Rapporto VAPI, *Italia Nord-Occidentale: bacino del fiume Po e Liguria Tirrenica*, a cura di C. DE MICHELE e R. ROSSO, in base agli studi di Daniel Adom, Baldassare Bacchi, Gianfranco Becciu, Armando Brath, Paolo Burlando, Elpidio Caroni, Carlo De Michele, Paolo La Barbera, Marco Mancini e Renzo Rosso della U.O. n.1.8 presso il Politecnico di Milano, pubblicazione 1999

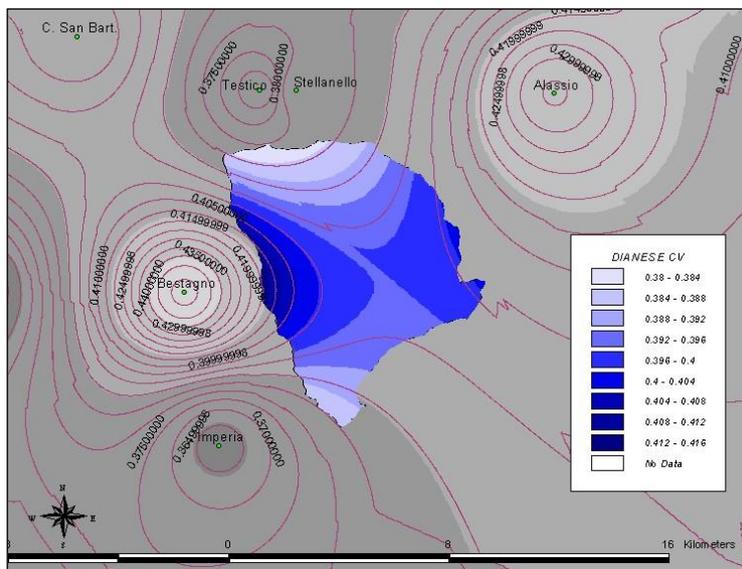
Tramite interpolazione mediante l'algoritmo della distanza inversa si sono generate le mappe relative ai parametri suddetti creando una copertura per l'intero territorio del Dianese (Figure seguenti).



Generazione della mappa del parametro "a1" per il territorio del Dianese.



Generazione della mappa del parametro "n" per il territorio del Dianese.



Generazione della mappa del parametro “CV” per il territorio del Dianese.

I parametri della linea segnalatrice rappresentativa della pluviometria del territorio oggetto di studio sono quelli risultanti da una media spaziale delle mappe ottenute. I parametri della linea segnalatrice così ottenuta sono riportati nella Tabella 2.4.4/D.

Tabella 2.4.4/D – Parametri della linea segnalatrice ottenuti mediante media interpolazione spaziale delle mappe relative al territorio del Dianese.

Parametro “a1”	Parametro “n”	Parametro “CV”
27.63	0.43	0.39

Le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica sono quindi quelle riportate in Figura 2.4.4/E.

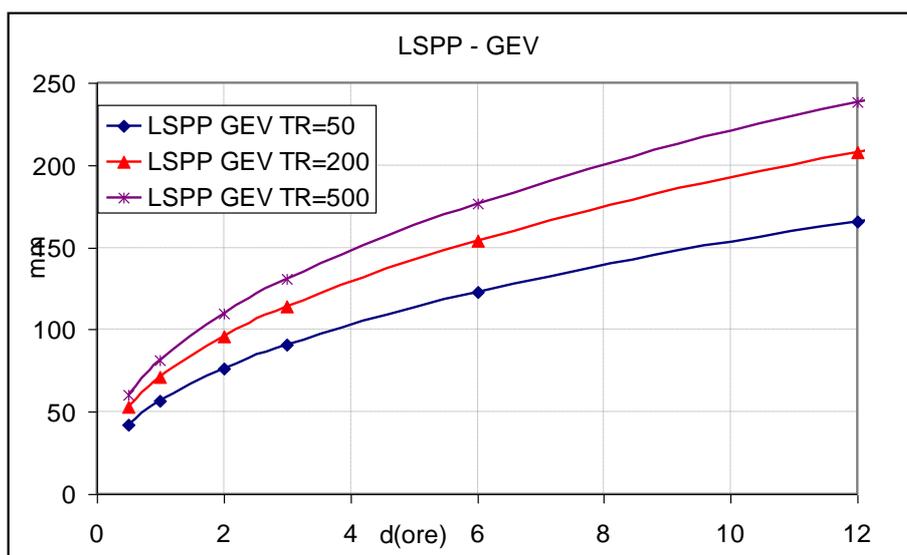


Figura 2.4.4/E – Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica per il territorio del Dianese ottenute mediante la distribuzione statistica GEV.

Tabella 2.4.4/E – Altezze di pioggia per il bacino del Dianese secondo la distribuzione GEV (VAPI)

Durata	Tr=50[anni]	Tr=200 [anni]	Tr=500 [anni]
[Ore]	[mm]	[mm]	[mm]
0.5	42.1	52.8	60.4
1.0	56.7	71.2	81.5
2.0	76.5	96.0	109.9
3.0	91.1	114.4	130.9
6.0	122.9	154.2	176.5
12.0	165.7	208.0	238.1
24.0	223.5	280.5	321.1

Linee segnalatrici del Piano di Bacino

La seguente analisi per la stima della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica è quella già presente nel Piano di Bacino, che dall'analisi statistica dei valori massimi di pioggia per diverse durate per le stazioni di Alassio, Bestagno, Imperia e Stellanello, sono stati ricavati i valori dei parametri della distribuzione di Gumbel ottenendo quindi le altezze di pioggia per diverse durate e tempo di ritorno, riportate nelle Tabelle 2.4.4/F/G/H/I.

Ragguagliando le altezze di pioggia ricavate per diverse durate e fissato tempo di ritorno sono state ottenute per punti le linee segnalatrici per ogni bacino idrografico del territorio esaminato successivamente interpolate da una legge di potenza. Le linee segnalatrici risultanti sono messe a confronto con le linee segnalatrici stimate nel presente studio (paragrafo precedente) nei grafici seguenti.

Tabella 2.4.4/F – Altezza di pioggia per diverse durate e tempo di ritorno così come risulta dallo studio condotto dal Piano di Bacino per la stazione di Alassio (da Piano di Bacino).

STAZIONE DI ALASSIO					
Durata	T = 50 ANNI	T = 100 ANNI	T = 200 ANNI	T = 250 ANNI	T = 500 ANNI
10'	27,26768	30,43735	33,59545	34,61074	37,76197
20'	34,0831	37,93405	41,77096	43,00446	46,83302
30'	45,7009	51,24191	56,76269	58,53755	64,04632
60'	59,29415	66,0622	72,80556	74,97345	81,70215
3 h	103,3355	115,5646	127,749	131,6661	143,824
6 h	106,4733	117,505	128,4964	132,03	142,9976
12 h	146,6422	162,7975	178,8938	184,0685	200,1299
24 h	165,8784	182,9383	199,936	205,4006	222,3613

Tabella 2.4.4/G – Altezza di pioggia per diverse durate e tempo di ritorno così come risulta dallo studio condotto dal Piano di Bacino per la stazione di Bestagno.

STAZIONE DI BESTAGNO					
Durata	T = 50 ANNI	T = 100 ANNI	T = 200 ANNI	T = 250 ANNI	T = 500 ANNI
15'	24,72667	27,02581	29,31656	30,053	32,33876
20'	34,95291	38,73284	42,49897	43,70973	47,46766
30'	48,81293	54,6771	60,51987	62,39824	68,2283
60'	55,55099	61,71013	67,84679	69,81964	75,94296
3 h	79,16991	87,64313	96,08543	98,7995	107,2234
6 h	124,7282	139,359	153,9364	158,6228	173,1685
12 h	170,4072	190,3659	210,2517	216,6448	236,4874
24 h	206,876	230,3531	253,7444	261,2644	284,605

Tabella 2.4.4/H – Altezza di pioggia per diverse durate e tempo di ritorno così come risulta dallo studio condotto dal Piano di Bacino per la stazione di Imperia.

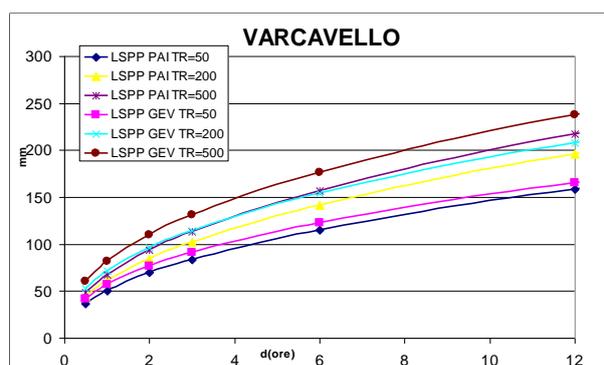
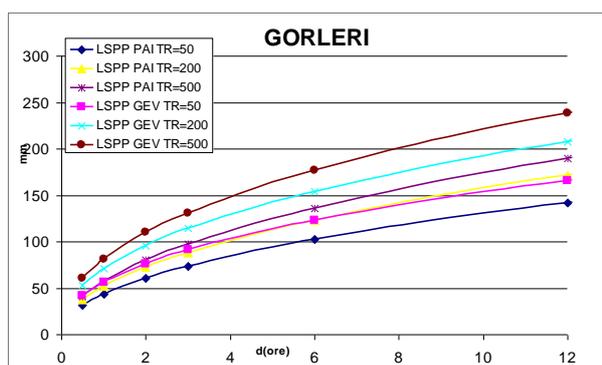
STAZIONE DI IMPERIA					
Durata	T = 50 ANNI	T = 100 ANNI	T = 200 ANNI	T = 250 ANNI	T = 500 ANNI
15'	24,92623	27,07833	29,22258	29,91193	32,05151
20'	31,36984	34,67281	37,96374	39,02172	42,30548
30'	34,64704	38,05768	41,45587	42,54834	45,93913
60'	52,48227	58,00346	63,5045	65,27301	70,76209
3 h	91,11645	101,6553	112,1558	115,5315	126,0091
6 h	103,6276	114,4309	125,1946	128,655	139,3954
12 h	124,6255	137,0654	149,46	153,4447	165,8124
24 h	152,4666	167,9131	183,3033	188,251	203,6077

Tabella 2.4.4/I – Altezza di pioggia per diverse durate e tempo di ritorno così come risulta dallo studio condotto dal Piano di Bacino per la stazione di Stellanello.

STAZIONE DI STELLANELLO					
Durata	T = 50 ANNI	T = 100 ANNI	T = 200 ANNI	T = 250 ANNI	T = 500 ANNI
10'	30,5364	33,67641	36,80496	37,81074	40,93248
15'	33,6817	37,16837	40,64232	41,75914	45,22553
20'	47,16086	52,46225	57,7443	59,44241	64,71297
30'	50,79457	56,04342	61,27313	62,9544	68,17273
60'	61,06086	67,36971	73,65554	75,67634	81,9485
3 h	115,4638	128,3651	141,2194	145,3518	158,1781
6 h	153,9003	170,9429	187,9233	193,3822	210,3257
12 h	197,3559	217,5823	237,7349	244,2137	264,3225
24 h	251,913	276,9589	301,9133	309,9358	334,8359

Risultati a confronto

Di seguito vengono poste a confronto le altezze di precipitazione per assegnata durata e periodo di ritorno ottenute con le diverse metodologie per i periodi di ritorno di 50 200 e 500 anni. Si osserva che le stime con la Metodologia VAPI sono superiori rispetto a quelle di Piano. Nei paragrafi successivi si discuterà l'effetto indotto sugli idrogrammi di piena.



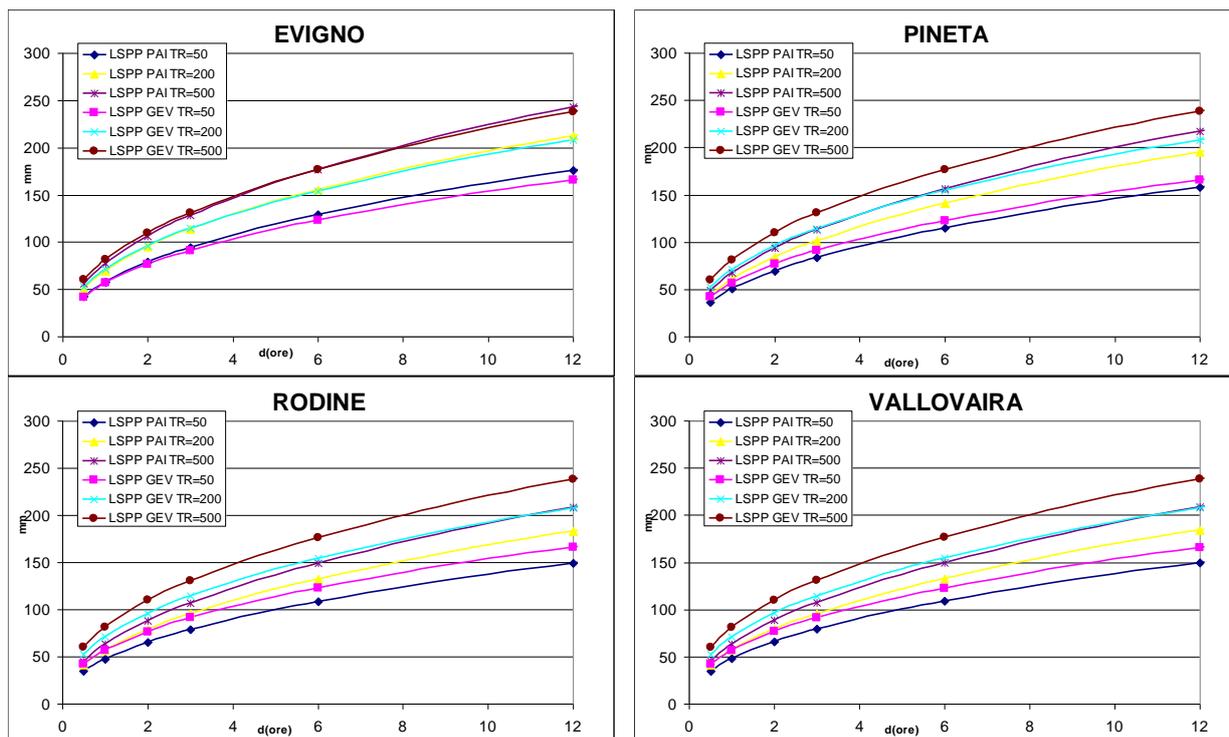


Figura 2.4.4/F – Confronto tra linee segnalatrici di possibilità pluviometrica stimate dal piano di bacino secondo la distribuzione di Gumbel (Blu, giallo, viola) e tramite l’analisi regionale VAPI mediante la distribuzione GEV (magenta, azzurro, marrone).

2.4.4.6 La stima delle portate di piena

I metodi di stima della portata ad assegnata frequenza dipendono da vari fattori, primi fra tutti la disponibilità di dati osservati e la copertura spaziale della rete idrometeorologica. In relazione ai dati disponibili, la letteratura evidenzia diverse metodologie che possono essere raccolti in due grandi sottoinsiemi: la prima è nota sotto la generale definizione di Metodi Diretti; la seconda come Metodi Indiretti, in cui l’aggettivo diretto o indiretto specifica se la portata al colmo in qualunque sezione è ricavata direttamente da valori di portate osservate ovvero indirettamente dalla precipitazione meteorica tramite trasformazione afflussi–deflussi (Kottegoda e Rosso, 1997; Moisello, 1998).

Nel caso dei bacini in studio la stima di tale grandezza, condotta per sezioni prive di serie storiche di misure di portata è stata condotta attraverso il confronto critico tra metodologie indirette preferendole a quelle dirette data l’esigua dimensione dei bacini idrografici.

La poca disponibilità di osservazioni storiche di portata, insieme con la necessità di stime in svariate sezioni idrologiche lungo i corrispondenti tronchi critici, non può prescindere dall’uso della procedura indiretta per la valutazione della portata di piena. Tale metodologia stima la portata al colmo a partire dalla precipitazione nell’ipotesi, discutibile, che la frequenza di accadimento di quest’ultima caratterizza quella della portata al colmo.

La portata di piena è espressa dalla ben nota Formula Razionale come prodotto tra l’intensità di precipitazione, i , di assegnata durata d e periodo di ritorno T_r , il coefficiente di assorbimento Φ , la superficie del bacino A il coefficiente di laminazione $\varepsilon(t)$:

$$Q = i[\Theta, T_r, r(\Theta, A)] \cdot \Phi \cdot A \cdot \varepsilon(\Theta)$$

dove con Θ si è indicato il valore di durata critica, mentre $r(\Theta, A)$, rappresenta il fattore di ragguglio della precipitazione all'area del bacino, espresso in funzione della durata, Θ , e della superficie del bacino, A .

L'intensità di precipitazione, $i[\Theta, T_R]$, che determina la massima portata di piena (intensità critica) è ottenuta dalla curva di possibilità pluviometrica che, com'è noto, esprime la legge di variazione dei massimi annuali di pioggia in funzione della durata della precipitazione, d , ad assegnata frequenza di accadimento o periodo di ritorno T . Per durata critica, Θ , s'intende il tempo necessario affinché alla sezione di chiusura si osservi la portata massima in base alla pioggia di progetto scelta

Il valore del coefficiente di afflusso Φ (nella precedente Formula Razionale) è calcolato attraverso la metodologia del SCS-CN riportata al capitolo precedente Nella stima della portata di Piena con la metodologia indiretta la condizione di umidità del suolo antecedente l'evento pluviometrico responsabile della piena è stata assunta alta (AMC III) poiché tali sono mediamente le condizione che caratterizzano gli eventi di piena in tale aree.

Il coefficiente di ragguglio delle piogge all'area $r(\Theta, A)$, legato alla durata, Θ e alla superficie del bacino, A , è espresso da diverse formulazioni. Tuttavia a causa dell'esiguità dei bacini tale valore è stato posto uguale all'unità sia nelle stime del Piano di Bacino che in quelle qui condotte appositamente.

La durata di pioggia critica (Θ_c), nel caso del modello di corrivazione utilizzato è assunta pari alla somma del tempo di formazione del deflusso superficiale (t_f) e del tempo di corrivazione (t_c), $\Theta_c = t_c + t_f$, dove t_c è ricavabile dal confronto critico di diverse espressioni empiriche suggerite in

Per quanto riguarda il tempo di formazione del ruscellamento superficiale, t_f , si può utilizzare la seguente formulazione:

$$t_f = \frac{I_a}{i(\Theta_c, r)}$$

dove I_a rappresenta l'assorbimento iniziale e $i(\Theta_c, r)$ l'intensità di pioggia corrispondente alla durata critica. La stima di questo valore deve essere evidentemente effettuata in maniera iterativa.

Il coefficiente di laminazione ε assume espressioni diverse in base al modello di trasformazione scelto. Nel metodo della corrivazione è pari a 1.

Stima da Piano di Bacino

Nell'analisi di Piano di Bacino, determinate le curve di possibilità climatica delle altezze di pioggia raggugliate ad ogni bacino per diversi tempi di ritorno, si è calcolata la portata di picco nella sezione terminale di sbocco a mare mediante la formula razionale:

$$Q_p = \frac{h_r}{T_c} A_{tot} C_d$$

dove:

- h_r = altezza di pioggia raggugliata determinata dalla curva di possibilità climatica per un dato tempo di ritorno con un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione dell'intero bacino
- T_c = tempo di corrivazione del bacino
- C_d = **coefficiente di deflusso assunto pari a 1**

Il tempo di corrivazione è ottenuto mediante le formule riportate nella Tabella seguente.

Tabella 2.4.4/L – Diverse formulazioni per il calcolo del Tempo di corrivazione adottate nel Piano di Bacino

Autore	Formula
Pasini	$t_c = 0.108 \cdot \frac{\sqrt[3]{S \cdot L}}{\sqrt{i}}$
Pezzoli	$t_c = 0.055 \cdot \frac{L}{\sqrt{i}}$
Ventura	$t_c = 0.1272 \cdot \frac{\sqrt{S}}{\sqrt{i}}$
Kirpich	$t_c = 0.066 \cdot L^{0.77} \cdot \left(\frac{1000 \cdot L}{\Delta H}\right)^{0.385}$
Puglisi	$t_c = 6 \cdot L^{2/3} \cdot \Delta H^{-1/3}$
Giandotti	$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1.54 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H_{Med}}}$

dove:

- S = superficie del bacino (km²)
- L = lunghezza dell'asta principale (km)
- i = pendenza del corso d'acqua (-)
- ΔH = altitudine max dell'asta principale riferita alla sezione di chiusura (m)
- H_{med} = quota media del bacino (m),

Tabella 2.4.4/M – Tempi di corrivazione in ore stimati nel Piano di Bacino

TORR.	T1(Pas)	T2(Pez)	T3(Ven)	T4(Kir)	T5(Pug)	T6(Gian)
Gorleri	0,63	0,45	0,63	0,33	1,75	1,18
Varcavello	1,22	1,12	1,07	0,67	2,47	1,83
Evigno (S.Pietro)	1,99	1,82	1,75	0,98	2,84	2,19
Pineta	0,68	0,64	0,59	0,44	1,98	1,23
Rodine	0,25	0,24	0,21	0,20	1,39	0,66
Madonna	0,42	0,36	0,38	0,28	1,63	0,95

Dal Piano di Bacino si riportano anche i criteri di affidabilità di ciascuna formulazione secondo cui:

- la formula di Pasini è consigliata per i bacini di forma allungata e quindi adatta per il Rio Rodine.
- La formula di Kirpich, invece, viene consigliata per i bacini piccoli di tipo generico e quindi si assume valida per il Rio Gorleri, il Rio Pineta, il Varcavello e il Rio della Madonna.
- Per i due bacini più grandi, invece, diverse formule potrebbero andar bene, compresa quella del Giandotti: pertanto si ritiene come soluzione migliore quella di assumere come tempo di corrivazione per l'Evigno (S.Pietro) e il Ceruo (Steria) la media dei risultati ottenuti con le cinque formule scelte.

Nella tabella seguente si riassumono i valori dei tempi di corrivazione assunti per i successivi calcoli:

Tabella 2.4.4/N – Tempi di corrivazione in ore stimati nel Piano di Bacino

BACINO	GO	VAR	EVI	PI	RO	VAL	CE
T _C (ore)	0.33	0.67	1.75	0.44	0.25	0.28	1.81

Le portate così calcolate sono quindi riportate in tabella seguente.

Tabella 2.4.4/O – Portate in mc/s stimate dal Piano di Bacino con formula razionale.

Bacino \ tempi di ritorno	50 anni mc/s	200 anni mc/s	500 anni mc/s
Gorleri	60	71	77
Varcavello	108	129	144
Evigno (S.Pietro)	222	269	300
Pineta	50	60	66
Rodine	9	11	12
Madonna	25	29	32

Nel Piano di Bacino è già stato considerato, inoltre, lo studio sulla regionalizzazione delle portate da parte del centro di Ricerca e monitoraggio ambientale di Savona (CIMA), per il quale si riportano le formule di stima delle portate al colmo.

Tabella 2.4.4/P – Formule dello studio sulla regionalizzazione delle portate da parte del centro di Ricerca e monitoraggio ambientale di Savona (CIMA)

Torrente	area (km ²)	T= 50 anni Q50 (mc/s)	T=200 anni Q200 (mc/s)	T=500 anni Q500 (mc/s)
Gorleri	2.7	$3.47 \cdot 4.17 \cdot S^{(0.25+0.27\sqrt{S})^{(-0.48)}}$	$5.02 \cdot 4.17 \cdot S^{(0.25+0.27\sqrt{S})^{(-0.48)}}$	$6.04 \cdot 4.17 \cdot S^{(0.25+0.27\sqrt{S})^{(-0.48)}}$
Varcavello	6.19	$3.47 \cdot 4.17 \cdot S^{(0.25+0.27\sqrt{S})^{(-0.48)}}$	$5.02 \cdot 4.17 \cdot S^{(0.25+0.27\sqrt{S})^{(-0.48)}}$	$6.04 \cdot 4.17 \cdot S^{(0.25+0.27\sqrt{S})^{(-0.48)}}$
Pineta	2.28	$3.47 \cdot 5.45 \cdot S^{(0.25+0.27\sqrt{S})^{(-0.48)}}$	$5.02 \cdot 5.45 \cdot S^{(0.25+0.27\sqrt{S})^{(-0.48)}}$	$6.04 \cdot 5.45 \cdot S^{(0.25+0.27\sqrt{S})^{(-0.48)}}$
Rodine	0.32	$3.47 \cdot 8.14 \cdot S$	$5.02 \cdot 8.14 \cdot S$	$6.04 \cdot 8.14 \cdot S$
Rio della Madonna	0.94	$3.47 \cdot 8.14 \cdot S$	$5.02 \cdot 8.14 \cdot S$	$6.04 \cdot 8.14 \cdot S$

Dal Piano di Bacino si evince che vengono assunte le portate dello studio CIMA per tutti i bacini ad eccezione dell'Evigno (S. Pietro):

bacino \ tempi di ritorno	50 anni mc/s	200 anni mc/s	500 anni mc/s
Gorleri	47	67	81
Varcavello	93	135	162

Evigno (S.Pietro)	222	269	300
Pineta	53	76	92
Rodine	9	13	16
Rio della Madonna	27	38	46

Stima con modello distribuito della trasformazione afflussi deflussi

In questo capitolo si calcolano le portate al colmo utilizzando sempre un modello di trasformazioni afflussi deflussi, ma di tipo spazialmente distribuito, messo a punto sin dal 1990.³

La ricerca delle portate al colmo può, quindi, condursi applicando il concetto di evento critico per la portata al colmo per la precipitazione di assegnato periodo di ritorno in ciascuno dei bacini idrografici in studio.

La precipitazione è quella individuata dalla linea segnalatrice di possibilità pluviometrica stimata dall'analisi VAPI, costante nel tempo e nello spazio, ipotesi accettabili data l'omogeneità idrologica del territorio in esame. L'utilizzo di un modello idrologico distribuito ha permesso di ricavare un'idrogramma di piena la cui forma, è come noto, funzione delle caratteristiche morfologiche del bacino, della sua capacità di assorbimento e dell'intensità dell'evento meteorico

Il modello idrologico FEST98RS (acronimo di Flash – flood Event – based Spatially – distributed rainfall – runoff Transformation, including Reservoirs System), rientra in quella categoria nota nella letteratura scientifica come *modelli idrologici distribuiti*. La prerogativa di questo modello è, appunto, quella di simulare la formazione e la propagazione del deflusso di piena considerando la variabilità spaziale dei dati di ingresso e dei parametri che definiscono i processi al suolo con una fine risoluzione spaziale e temporale, permettendo di calcolare l'idrogramma di piena in una qualsiasi sezione lungo il reticolo idrografico (Mancini, 1990 e 1998). La risoluzione spaziale deriva dalle dimensioni della cella elementare in cui si suddivide la superficie del bacino. All'interno di ciascuna cella le proprietà topografiche idrologiche ed idrauliche sono ipotizzate continue ed omogenee, in modo da permettere la parametrizzazione delle equazioni dei singoli processi fisici per la cella in esame e di valutarne poi gli effetti complessivi in termini di portata alle sezioni del reticolo idrografico.

Il modello si divide in tre componenti principali (Figura 2.4.4/G). La prima estrae dalla matrice delle quote (DEM) le direzioni di scorrimento e, quindi, distingue i versanti dal reticolo idrografico (Carrara, 1988; Montgomery e Foufoula-Georgiou, 1993; Tarboton, 1997). Tale distinzione è ottenuta stabilendo un'area di drenaggio minima al di sopra della quale le celle in cui è suddivisa la superficie del bacino vanno a comporre il reticolo di drenaggio alveato.

Nella seconda parte il modello elabora l'informazione pluviometrica. La pioggia registrata a scala puntuale dai pluviografi presenti sul bacino può essere utilizzata sia come valore ragguagliato alla superficie del bacino secondo il metodo di Thiessen, che come precipitazione distribuita. Il tasso di ruscellamento in ogni cella viene calcolato tramite la rielaborazione in forma differenziale del metodo globale SCS – CN proposto dal Soil Conservation Service (1972 e 1975) secondo lo schema illustrato, tra gli altri, da Mancini e Rosso (1989). Le condizioni di umidità del suolo antecedenti l'evento sono valutate in base all'indice AMC (acronimo di "Antecedent Moisture Condition"). Esso consente di modificare localmente la massima capacità di ritenzione potenziale del terreno in ragione dello stato di imbibimento e, nel caso di precipitazione distribuita, viene stimato per ogni area di influenza dei pluviografi.

Nella terza parte sono implementate le equazioni che descrivono la propagazione del deflusso superficiale sui versanti, nel reticolo idrografico e attraverso gli invasi artificiali. Il trasferimento del deflusso superficiale sui versanti e nel reticolo idrografico si ottiene con un metodo di propagazione idrologica basato sul metodo Muskingum – Cunge (Cunge, 1969) nella sua forma non lineare, che si basa sul calcolo della celerità di propagazione in rete variabile nel tempo (Ponce, 1989; Ponce e Yevjevich, 1978; Ponce e Chaganti, 1994).

Il modello FEST98RS può tenere conto anche della presenza di invasi artificiali lungo il reticolo idrografico. La propagazione dell'idrogramma di piena all'interno di ciascun invaso viene rappresentata tramite l'integrazione dell'equazione di continuità del serbatoio, in cui sia la portata uscente che la variazione di volume invasato nel tempo sono calcolate in base alla geometria idraulica dell'invaso e degli organi di scarico. Per l'impossibilità di risolvere analiticamente il problema non lineare nella legge di efflusso, viene

³ Mancini M., La modellazione della risposta idrologica: effetti della variabilità spaziale e della scala di rappresentazione del fenomeno dell'assorbimento, Tesi di Dottorato Politecnico di Milano, 1990

Mancini M., Montaldo N. e Rosso R., La modellistica distribuita nella valutazione degli effetti di laminazione di un sistema di invasi artificiali nel bacino del Fiume Toce. *L'Acqua*, v.4 , pp31-42, 2000, e su *Journal of Hydrological Processes*, 2003

impiegato uno schema di calcolo numerico di Runge – Kutta del terzo ordine (Carnahan et al., 1969). Nel caso degli effetti di laminazione di un invaso tale schema consente un soddisfacente compromesso tra sforzo computazionale e precisione del risultato.

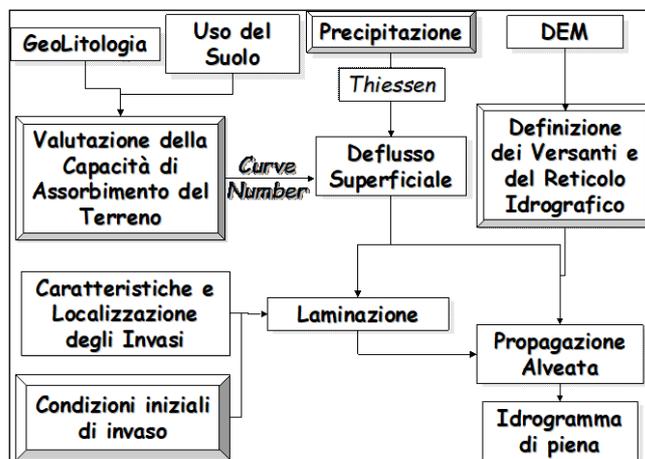


Figura 2.4.4/G – Diagramma a blocchi del modello idrologico FEST98RS.

Per la stima delle portate di piena per assegnato tempo di ritorno utilizzando il modello distribuito FEST98RS si è considerata la condizione sfavorevole di terreno saturo (AMC3). La modellazione afflussi – deflussi permette di ricavare la durata di pioggia in ipotesi di intensità costante che massimizza la portata al colmo dell'idrogramma risultante. Il valore di portata al colmo fornisce la portata temibile per assegnato tempo di ritorno nella sezione fluviale considerata e (Figura 2.4.4/H).

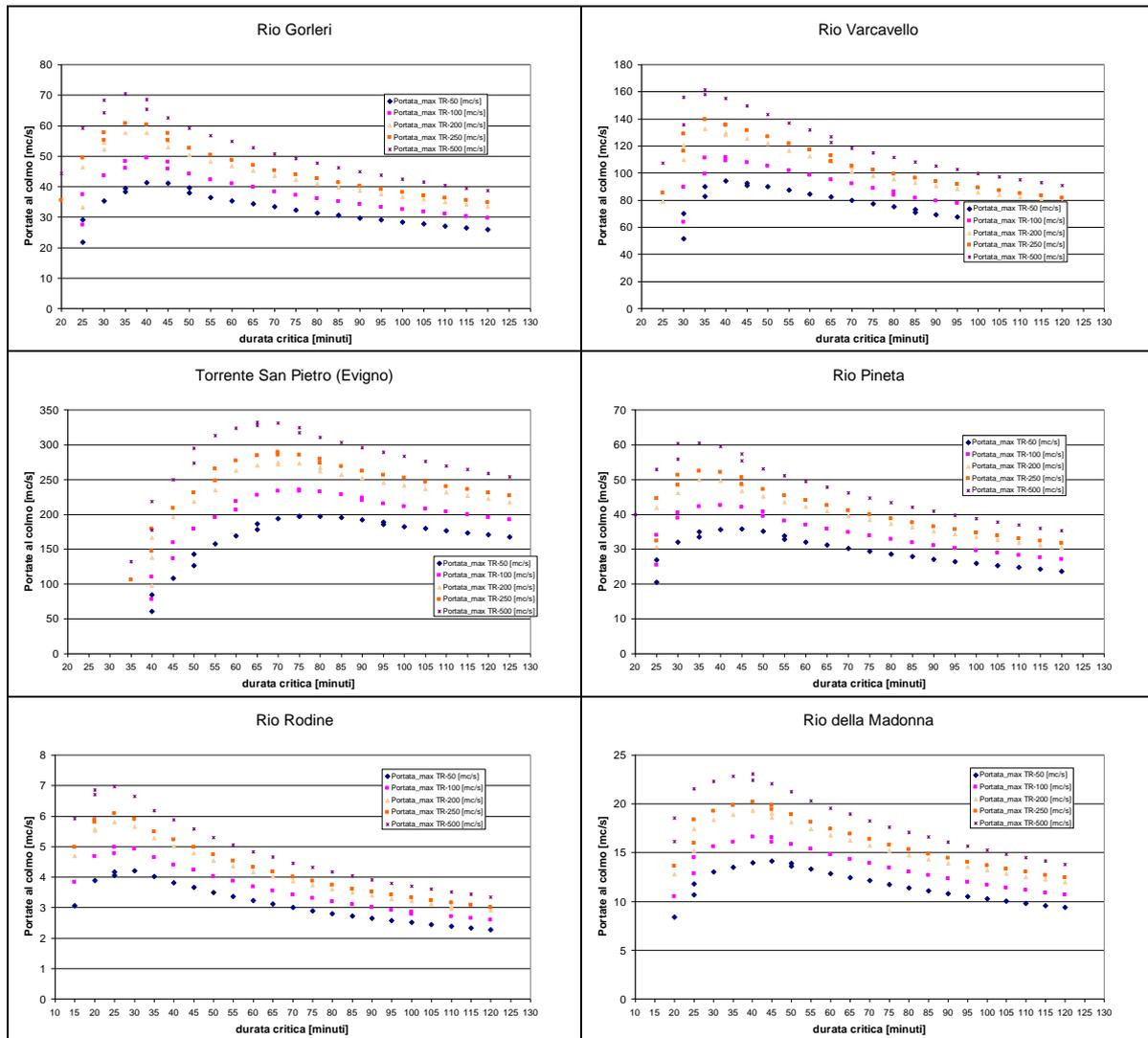


Figura 2.4.4/H – Stima delle portate al colmo mediante ricerca dell’evento critico col modello distribuito FEST98RS. Nei grafici sono mostrati, per ogni corso d’acqua, l’involuppo delle portate al colmo per assegnato tempo di ritorno in funzione della durata corrispondente al raggiungimento del picco (durata critica).

I coefficienti di afflusso per i bacini in studio risultano essere in base alla precipitazione critica di assegnato periodo di ritorno quelli riportati in Tabella seguente, mentre nel Piano sono stati assunti pari all’unità.

Tabella 2.4.4/Q – Coefficienti di afflusso ricavati dalla procedura VAPI_ADD

	CN III	Φ tr-50	Φ tr-200	Φ tr-500
GORLERI	93	0.62	0.74	0.78
VARCAVELLO	93	0.65	0.73	0.77
EVIGNO (S.Pietro)	92	0.61	0.67	0.73
PINETA	93	0.74	0.8	0.83
RODINE	94	0.61	0.63	0.68
RIO DELLA MADONNA	94	0.62	0.66	0.69

Le portate al colmo e le relative durate critiche risultano essere quelle riportate nelle tabelle seguenti: Si osserva come la possibilità di seguire la formazione della piena con il modello distribuito alla risoluzione 40 x 40 m permette di osservare che Gorleri e Varcavello hanno durate critiche pressochè uguali. Infatti sebbene il Varcavello abbia una superficie quasi doppia (6.26 km² contro 3.2 km²) presenta anche maggiore pendenza.

Tabella 2.4.4/R1 – portate al colmo stimate con una simulazione tipo Montecarlo con il modello distribuito FEST98RS per il bacino del Rio Gorleri

Bacino Gorleri		
TR	Durata critica [ore]	Portata max [mc/s]
50	0.66	41.28
100	0.66	49.37
200	0.66	57.64
250	0.58	60.66
500	0.58	70.42

Tabella 2.4.4/R2 – Portate al colmo stimate con la ricerca dell'evento critico con il modello distribuito FEST98RS per il bacino del Rio Varcavello

Bacino Varcavello		
TR	Durata critica [ore]	Portata max [mc/s]
50	0.66	94.04
100	0.66	109.06
200	0.58	132.82
250	0.58	139.62
500	0.58	161.24

Tabella 2.4.4/R3 – portate al colmo stimate con la ricerca dell'evento critico con il modello distribuito FEST98RS per il bacino del Torrente Evigno (S.Pietro)

Bacino Evigno (S.Pietro)		
TR	Durata critica [ore]	Portata max [mc/s]
50	1.25	197.38
100	1.25	234.86
200	1.17	274.69
250	1.17	288.86
500	1.08	331.75

Tabella 2.4.4/R4 – portate al colmo stimate con la ricerca dell'evento critico con il modello distribuito FEST98RS per il bacino del Rio Pineta

Bacino Pineta		
TR	Durata critica [ore]	Portata max [mc/s]
50	0.75	35.76
100	0.67	42.53
200	0.58	49.88
250	0.58	52.38
500	0.58	60.45

Tabella 2.4.4/R5 – portate al colmo stimate con la ricerca dell'evento critico con il modello distribuito FEST98RS per il bacino del Rio Rodine

Bacino Rodine		
TR	Durata critica [ore]	Portata max [mc/s]
50	0.5	4.21
100	0.42	4.97
200	0.42	5.81
250	0.41	6.08
500	0.40	6.97

Tabella 2.4.4/R6 – portate al colmo stimate con la ricerca dell'evento critico con il modello distribuito FEST98RS per il bacino del Rio della Madonna

Bacino rio Madonna		
TR	Durata critica [ore]	Portata max [mc/s]
50	0.75	14.14
100	0.67	16.58
200	0.67	19.31
250	0.67	20.21
500	0.67	23.04

Risultati a confronto

Si riportano, al fine di agevolare un rapido confronto tra i metodi usati, dei grafici comparativi che mostrano, per ogni bacino, le portate al colmo stimate in funzione del tempo di ritorno (curva di crescita delle portate al colmo).

Si ricorda che la metodologia del Piano di Bacino utilizza per il solo torrente Evigno (S.Pietro) la formula razionale, la linea segnalatrice espressa dal modello probabilistico di Gumbel, il coefficiente di afflusso unitario, mentre per gli altri bacini la metodologia CIMA. La metodologia di stima ADD_VAPI utilizza il Modello Afflussi deflussi distribuito, la linea segnalatrice espressa dal modello GEV, il coefficiente di afflusso definito dal metodo SCS_CN (diverso da uno).

Come si nota la differenza tra le stime è rilevante per i bacini più piccoli quali il Rodine, il Pineta, ed il rio Madonna.

In definitiva, si ritiene che la stima di portata con la metodologia VAPI_ADD risulti più rappresentativa delle peculiarità dei bacini esaminati e quindi sono assunte nel presente studio come valori di progetto, pur tuttavia le analisi dei piani di allagamento sono state anche condotte con gli idrogrammi del piano di Bacino.

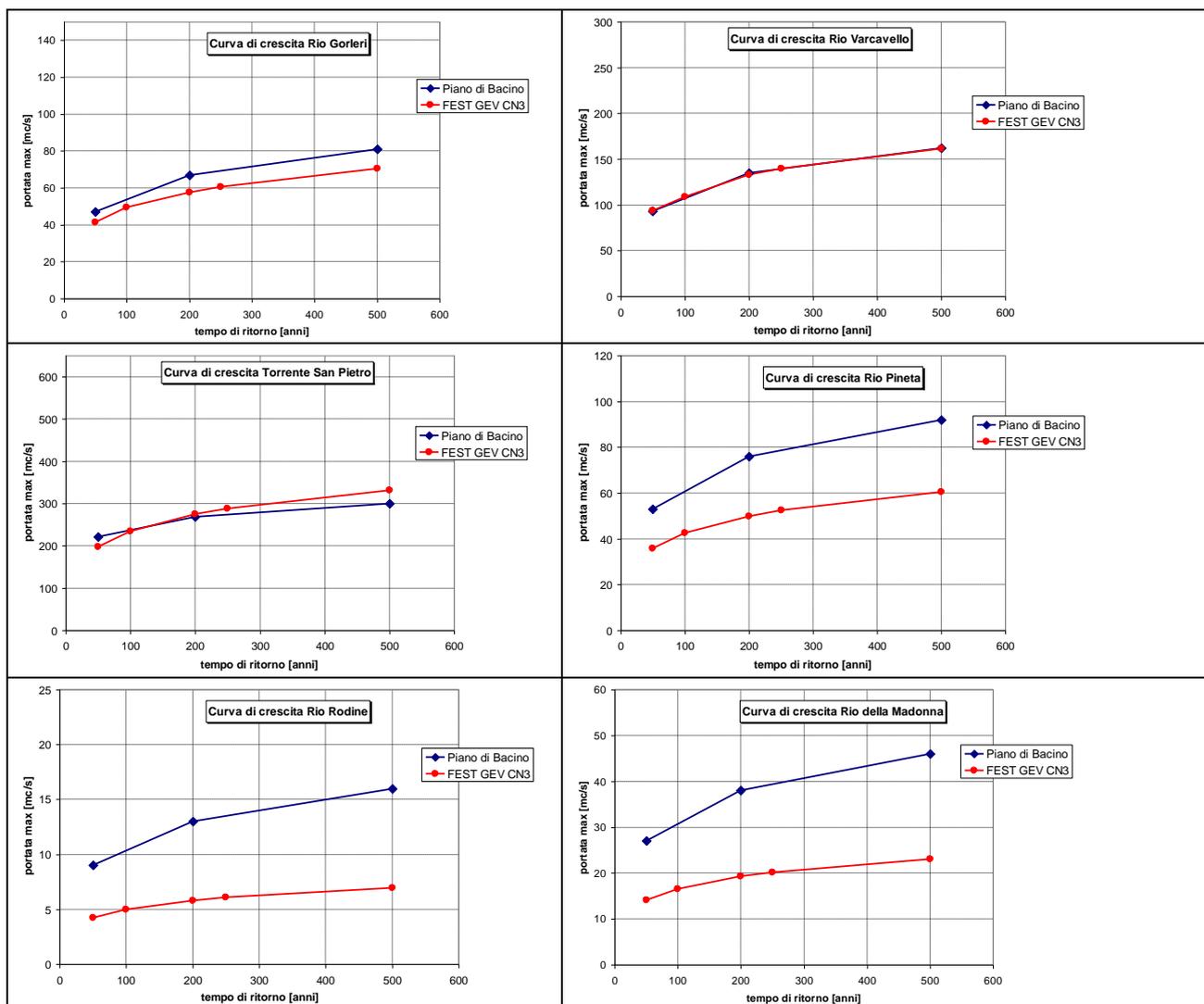


Figura 2.4.4/I – Curve di crescita delle portate al colmo risultanti dal Piano di Bacino messe a confronto con quelle stimate con il modello distribuito.

Tabella 2.4.4/S1 – Rio Gorleri: portate ad assegnato tempo di ritorno

Periodo di Ritorno (Anni)	Q piano di Bacino (mc/s)	C.Unitario P. Bacino (.mc/s Km ²)	Q VAPI_ADD (mc/s)	C.Unitario VAPI_ADD (.mc/s Km ²)
50	47	17.5	41	15.24
100			49	18.22
200	67	25.0	57	21.19
500	81	30.1	70	26.02

Tabella 2.4.4/S2 – Rio Varcavello: portate ad assegnato tempo di ritorno, area 6.19 km²

Periodo di Ritorno (Anni)	Q piano di Bacino (mc/s)	C.Unitario P. acino (.mc/s Km ²)	Q VAPI_ADD (mc/s)	C.Unitario VAPI_ADD (.mc/s Km ²)
50	93	14.6	94	14.76
100			109	17.11
200	135	21.19	133	20.88
500	162	25.43	161	25.27

Tabella 2.4.4/S3 – T. Evigno (S.Pietro), portate ad assegnato tempo di ritorno, area 18.21 kmq

Periodo di Ritorno (Anni)	Q piano di Bacino	C.Unitario P. acino	Q VAPI_ADD	C.Unitario VAPI_ADD	Q inviluppo
50	222	12.30	197	10.91	21.00
100			235	13.02	
200	269	14.90	274	15.18	
500	300	16.62	331	18.34	

Tabella 2.4.4/S4 – Rio Pineta, portate ad assegnato tempo di ritorno, area 2.28 kmq

Periodo di Ritorno (Anni)	Q piano di Bacino	C.Unitario P. acino	Q VAPI_ADD	C.Unitario VAPI_ADD
50	53	21.37	36	14.52
100			43	17.34
200	76	30.65	50	20.16
500	92	37.10	60	24.19

Tabella 2.4.4/S5 – Rio Rodine, portate ad assegnato tempo di ritorno, area 0.32 kmq

Periodo di Ritorno (Anni)	Q piano di Bacino	C.Unitario P. acino	Q VAPI_ADD	C.Unitario VAPI_ADD
50	9	28.13	4	12.50
100			5	15.63
200	13	40.63	6	18.75
500	16	50.0	7	21.88

Tabella 2.4.4/S6 – Rio Madonna, portate ad assegnato tempo di ritorno, area 0.9 kmq

Periodo di Ritorno (Anni)	Q piano di Bacino	C.Unitario P. acino	Q VAPI_ADD	C.Unitario VAPI_ADD
50	27	26.21	14.14	13.73
100			16.58	16.10
200	38	36.89	19.31	18.75
500	46	44.66	20.21	19.62

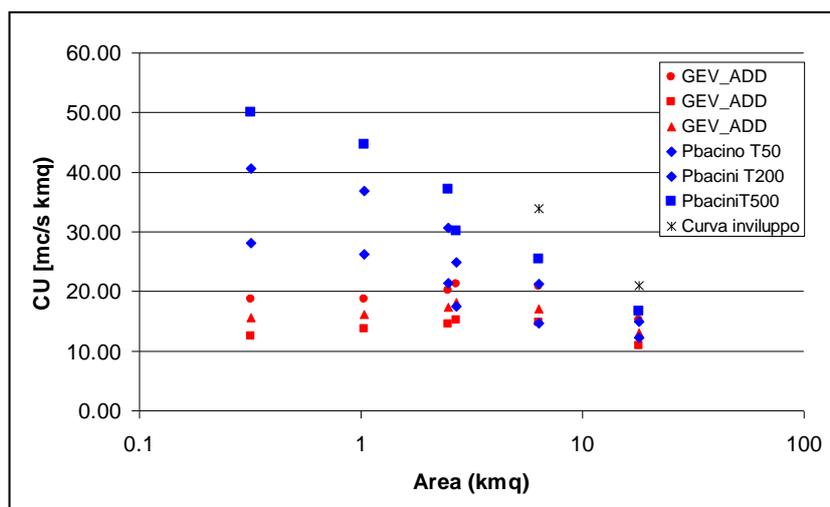


Figura 2.4.4/L – Contributi unitari per i due metodi di stima. Si osserva la presenza di un'area limite intorno ai 2.5 kmq al di sotto della quale il contributo unitario della stima VAPI è quasi costante per ciascun tempo di ritorno. La durata critica risulta infatti condizionata dalle caratteristiche morfologiche del bacino considerate nel modello distribuito a celerità variabile.

Portate smaltibili e rischio di esondazione nei torrenti del Dianese

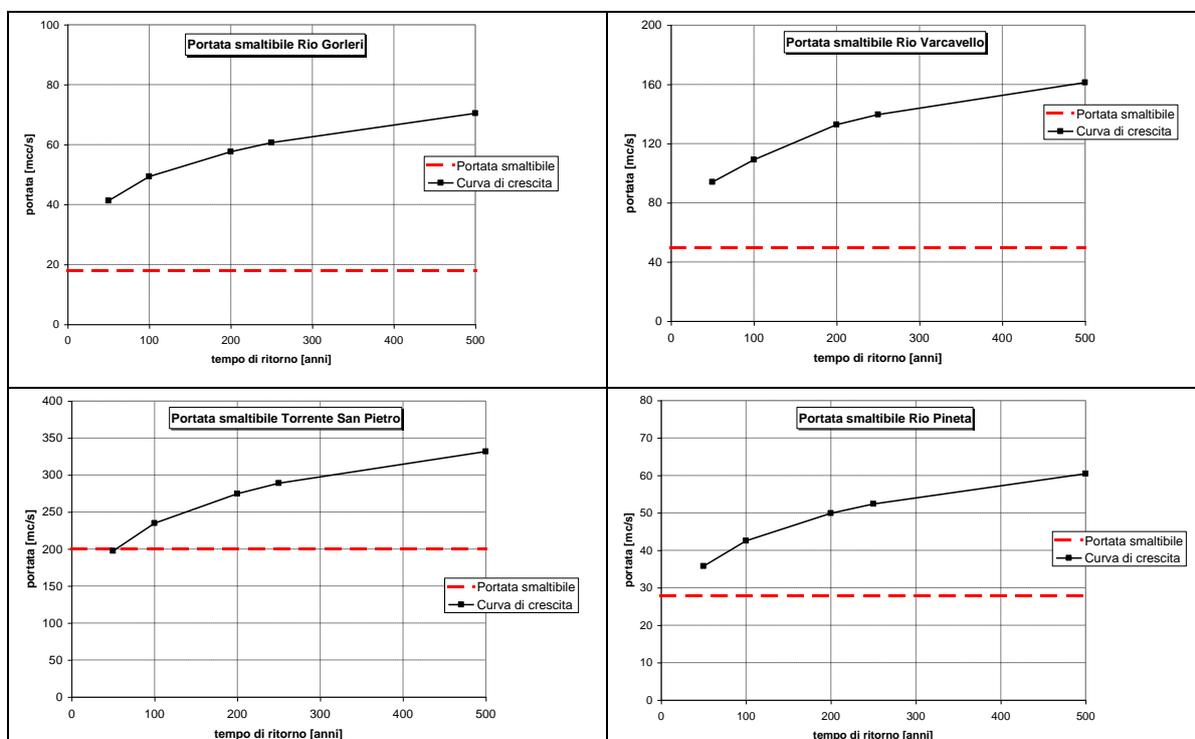
Con portata smaltibile si intende la massima portata transitabile nel tronco fluviale senza insorgenza di fenomeni di esondazione causati sia da situazioni morfologiche naturali (alveo insufficiente, argini bassi) che da strutture antropiche (attraversamenti, tombinature, ecc.). I valori di seguito determinati servono sia a valutare la priorità degli interventi, sia alla stima degli idrogrammi di esondazione critici per la modellazione idraulica.

Conoscendo il rilievo delle sezioni d'alveo e delle eventuali infrastrutture in fregio al corso d'acqua che si oppongono al moto della corrente, è possibile stimare la portata smaltibile mediante modellazione idraulica di moto permanente.

Le portate smaltibili così determinate sono riportate nella tabella 2.4.4/T, nella quale viene mostrato anche il tempo di ritorno corrispondente ricavato sulla base della curva di crescita mostrata nei grafici precedenti.

Tabella 2.4.4/T – Portate smaltibili per i corsi d'acqua esaminati.

Torrente	Portata smaltibile [mc/s]	Tempo di ritorno [anni]
Rio Gorleri	15	1.5
Rio Varcavello	20	4
Torrente San Pietro	160	50
Rio Pineta	8	< 1
Rio Rodine	1	< 1
Rio della Madonna	12	90



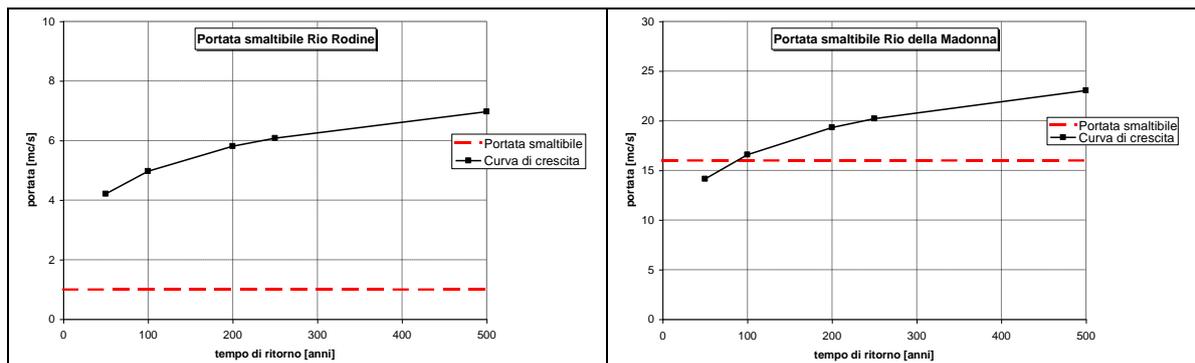


Figura 2.4.4/M – Curva di crescita delle portate al colmo estrapolate (linea continua) e portata smaltibile (linea tratteggiata) per i corsi d'acqua indagati.

2.4.4.7 La stima dei volumi di piena

La scelta delle portate di progetto dedotte al capitolo precedente non definisce completamente le variabili di progetto per la definizione di un piano di allagamento, che come ben noto necessita anche della definizione del volume dell'onda di piena di progetto. Infatti per assegnato valore di portata al colmo possono esistere infinite onde di piena tra loro diverse per volume e forma dell'idrogramma. La determinazione del volume di piena, ricavabile attraverso la teoria della distribuzione di probabilità di più variabili aleatorie, è argomento ampiamente dibattuto in letteratura⁴, ma di non precisa soluzione soprattutto quando mancano i dati di registrazione degli idrogrammi di piena o quando questi siano condizionati da esondazioni a monte.

Nel caso specifico, in assenza di dati registrati sui torrenti in esame, si è fatto ricorso alla tecnica di stima basata sulla trasformazione afflussi deflussi, nelle ipotesi, sebbene approssimate, che il tempo di ritorno della precipitazione caratterizzasse quello dell'idrogramma di progetto ottenuto tramite un modello deterministico di tipo distribuito opportunamente messo a punto. Questa metodologia permette infatti di ricavare dalla precipitazione il volume dell'idrogramma e dalla cinematica dello scorrimento del deflusso superficiale sul bacino la forma dell'idrogramma. La tipologia del modello basata su una simulazione di elevato dettaglio spaziale dello scorrimento, nonché la piccola dimensione dei bacini in esame, rendono maggiormente affidabile la tecnica della simulazione adottata nel presente studio ad altre tecniche in cui i volumi sono ottenuti con tecniche statistiche di regionalizzazione (Maione 2000⁵ De Michele 2000), basate su analisi regionali di bacini con aree di uno o più ordini di grandezza di quelli in studio ed in cui la forma dell'idrogramma è fissata a priori. In definitiva allo scopo di garantire un confronto ed una continuità con le stime di piena del Piano di Bacino sono stati utilizzati due tecniche di stima dell'idrogramma di piena, che costituiscono la condizione al contorno di monte del modello di allagamento:

- Idrogramma triangolare con picco di piena da Piano di Bacino.
- Idrogramma relativo al massimo volume esondabile ricavato dal modello distribuito.

Idrogramma Triangolare con le portate del Piano di Bacino

Dalle portate massime di Piano di Bacino è possibile stimare gli idrogrammi di piena nelle ipotesi semplificativa di isofrequenza tra portata al colmo e volume dell'idrogramma. In tale ipotesi assegnata la forma triangolare isoscele dell'idrogramma di piena ed il valore del picco di piena il tempo di base dell'idrogramma è immediatamente determinabile come due volte il tempo di corrivazione del bacino.

Tale procedimento garantisce che il volume dell'idrogramma sia proprio il volume di pioggia individuato dalla linea segnalatrice di possibilità pluviometrica, approccio coerente con l'ipotesi assunta di piano di bacino di coefficiente di afflusso pari all'unità nella stima delle portate al colmo.

⁴ Bacchi B., A.Brath, Stima delle leggi di attenuazione delle leggi di attenuazione delle massime portate in assegnata durata, L'Energia Elettrica, v. 67 (4), pp. 157-170, 1990.

⁵ Maione U, Mignosa, P., M. Tomirotti, Synthetic design hydrograph for river flood management, Int. Symposium on River Flood Defense, Kassel, 2000 anche su Acqua 2000.

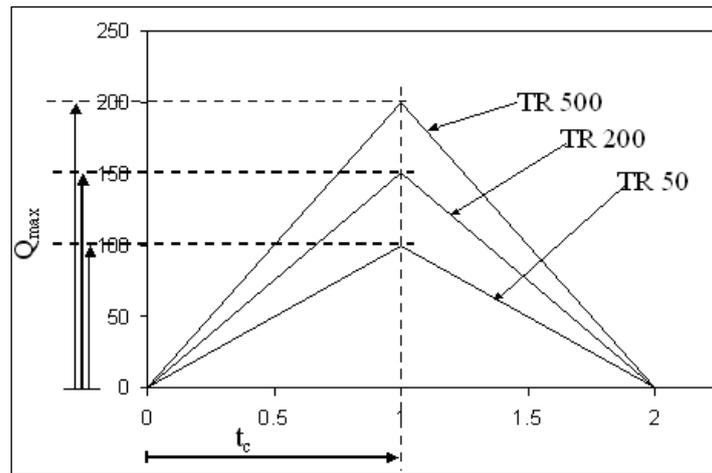
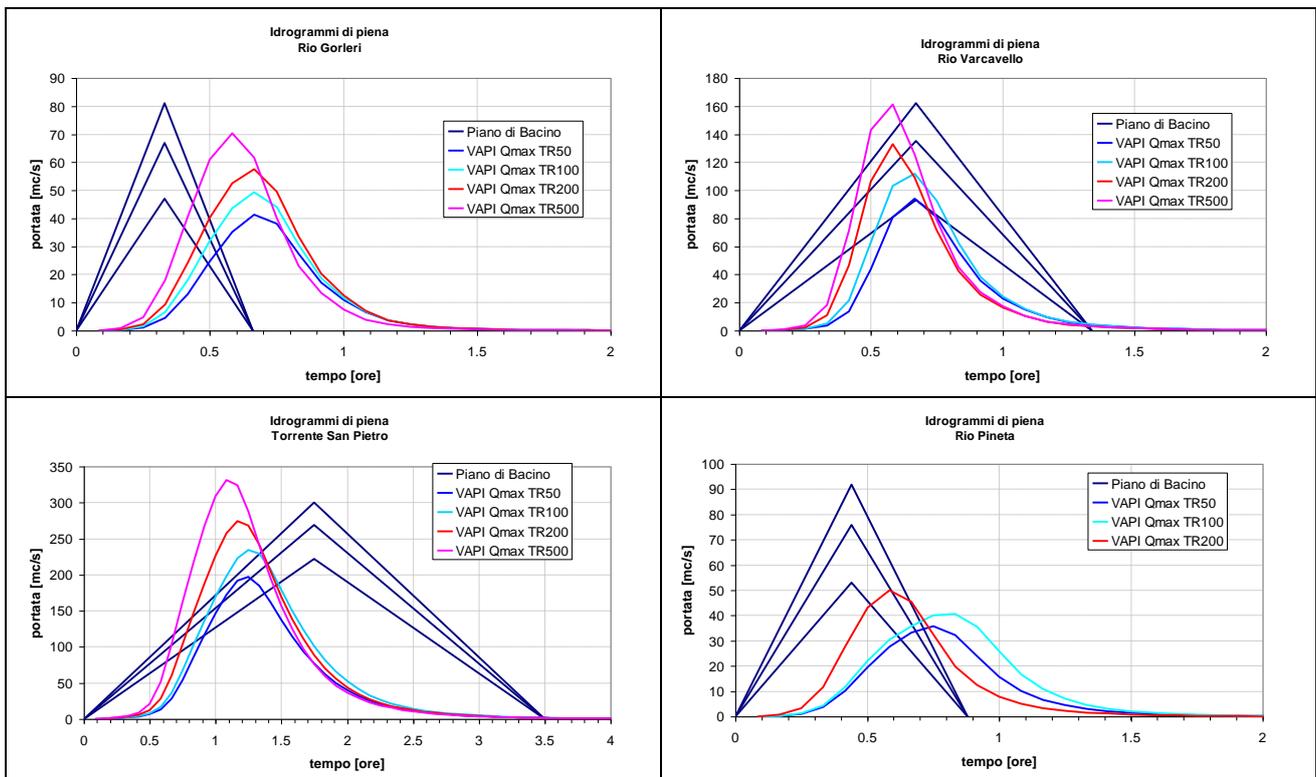


Figura 2.4.4/N – Idrogrammi da Piano di Bacino

Da notare che in tale ipotesi il tempo di picco rimane costante al variare del tempo di corrvazione: ciò vuol dire che all'aumentare del tempo di ritorno aumenterà l'intensità del fenomeno di esondazione ma non diminuiranno i tempi caratteristici di propagazione della piena.

A titolo di confronto si riportano gli idrogrammi di piena così determinati e quelli che scaturiscono dalla modellistica distribuita relativamente alla stima della portata massima con il metodo dell'evento critico del capitolo precedente, stimate tramite la modellazione afflussi deflussi con modello distribuito per condizione di imbibizione del suolo umida (AMC III metodo SCS CN).



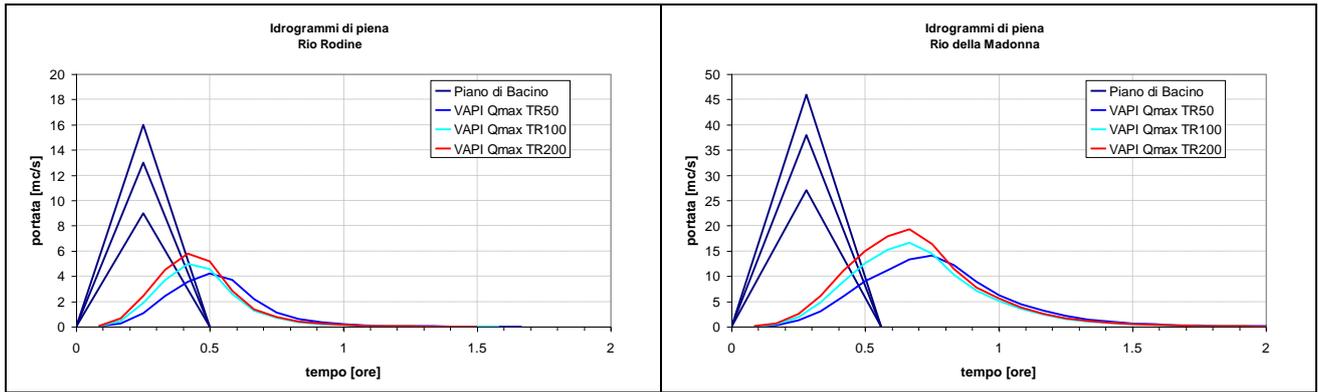


Figura 2.4.4/O – Idrogrammi da procedura VAPI_ADD relativi alla stima della portata massima e triangolari in base alle portate del Piano di Bacino

Tabella 2.4.4/U – Volumi e portate al colmo degli idrogrammi triangolari e di quelli relativi alla massima portata

Bacino	Portata smaltibile	TR [anni]	Triangolar e P. Bacino		VAPI_ADD Portata Max	
			Volume Idrogramma [mc]	Qmax [mc/s]	Volume Idrogramma [mc]	Qmax [mc/s]
Gorleri	18	50	55'836	47	69420	41.28
		200	79'596	67	96183	57.64
		500	96'228	81	105615	70.42
Varcavello	50	50	224'316	93	144123	94.04
		200	325'620	135	179601	132.82
		500	390'744	162	218073	161.24
Evigno	200	50	1'398'600	222	639276	197.38
		200	1'694'700	269	871194	274.69
		500	1'890'000	300	990330	331.75
Pineta	8	50	83'952	53	70509	35.76
		200	120'384	76	81525	49.88
		500	145'728	92	98115	60.45
Rodine	1	50	8'100	9	5994	4.21
		200	11'700	13	7377	5.81
		500	14'400	16	8847	6.97
Della Madonna	16	50	27'216	27	30006	14.14
		200	38'304	38	37632	19.31
		500	46'368	46	44742	23.04

Idrogramma critico rispetto al volume di esondazione

Poiché come noto esistono infinite forme dell'idrogramma di piena per assegnato valore al picco si è ricercato di seguito l'idrogramma di piena più critico per l'inondazione, ossia quello che presentasse il

massimo volume esondabile, essendo questo la variabile che maggiormente inficia la mappatura dell'area esondabile.

Utilizzando il metodo della trasformazione afflussi deflussi si è applicato il concetto di evento di precipitazione critica all'idrogramma di piena esondabile, in modo da individuare quell'idrogramma di piena che presenti il massimo volume esondabile (Figura 2.4.4/P), una volta fissata la portata smaltibile per ciascun corso d'acqua in esame ricercando quindi quell'idrogramma per cui fosse massimo la funzione:

$$Max\left\{\sum (Q(t) - Q_s) dt\right\}$$

dove Q(t) è l'idrogramma generato dalla trasformazione afflusso deflusso, Qs è la portata smaltibile dal tratto e dt l'intervallo temporale di calcolo.

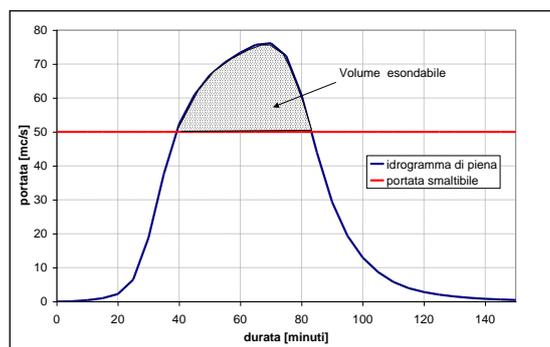
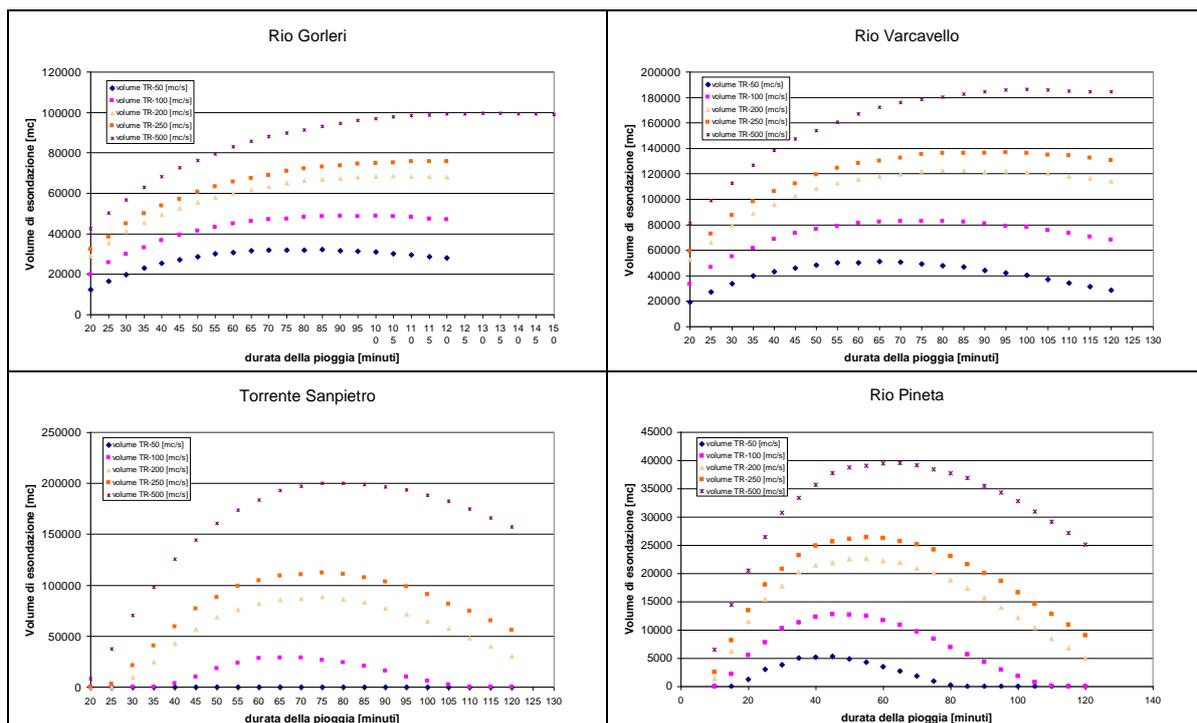


Figura 2.4.4/P – Calcolo del volume esondabile come integrale dell'idrogramma di piena limitato inferiormente da una retta corrispondente alla portata smaltibile

Nelle figure seguenti si presenta il risultato dell'analisi condotta per i bacini oggetto del presente studio usando come input al modello idrologico distribuito la sollecitazione meteorica rappresentata dalle linee segnalatrici stimate dai dati del progetto VAPI.



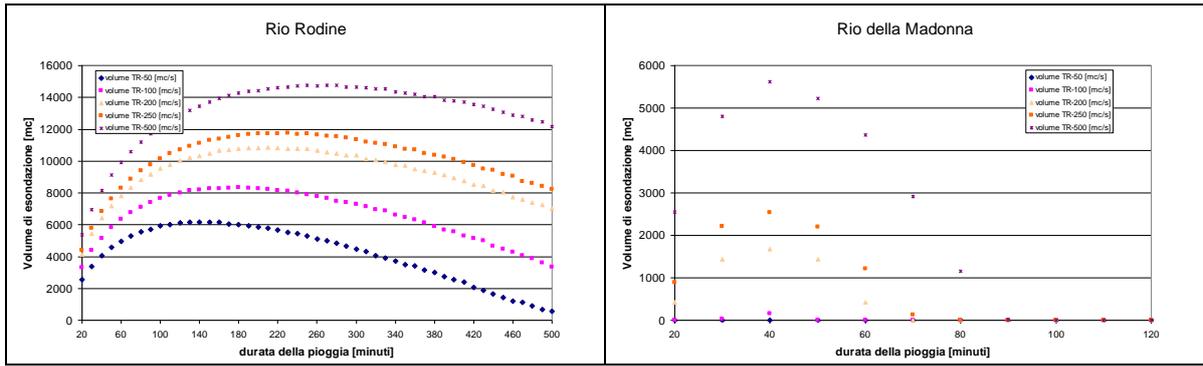


Figura 2.4.4/Q – Involuppo dei volumi di esondazione ricavati dalla simulazione montecarlo con il modello idrologico distribuito FEST98RS sollecitato con le LSPP del progetto VAPI.

Risultati a confronto e volumi esondabili

Di seguito si riportano gli idrogrammi a confronto stimati con le 2 procedure sopra espote.

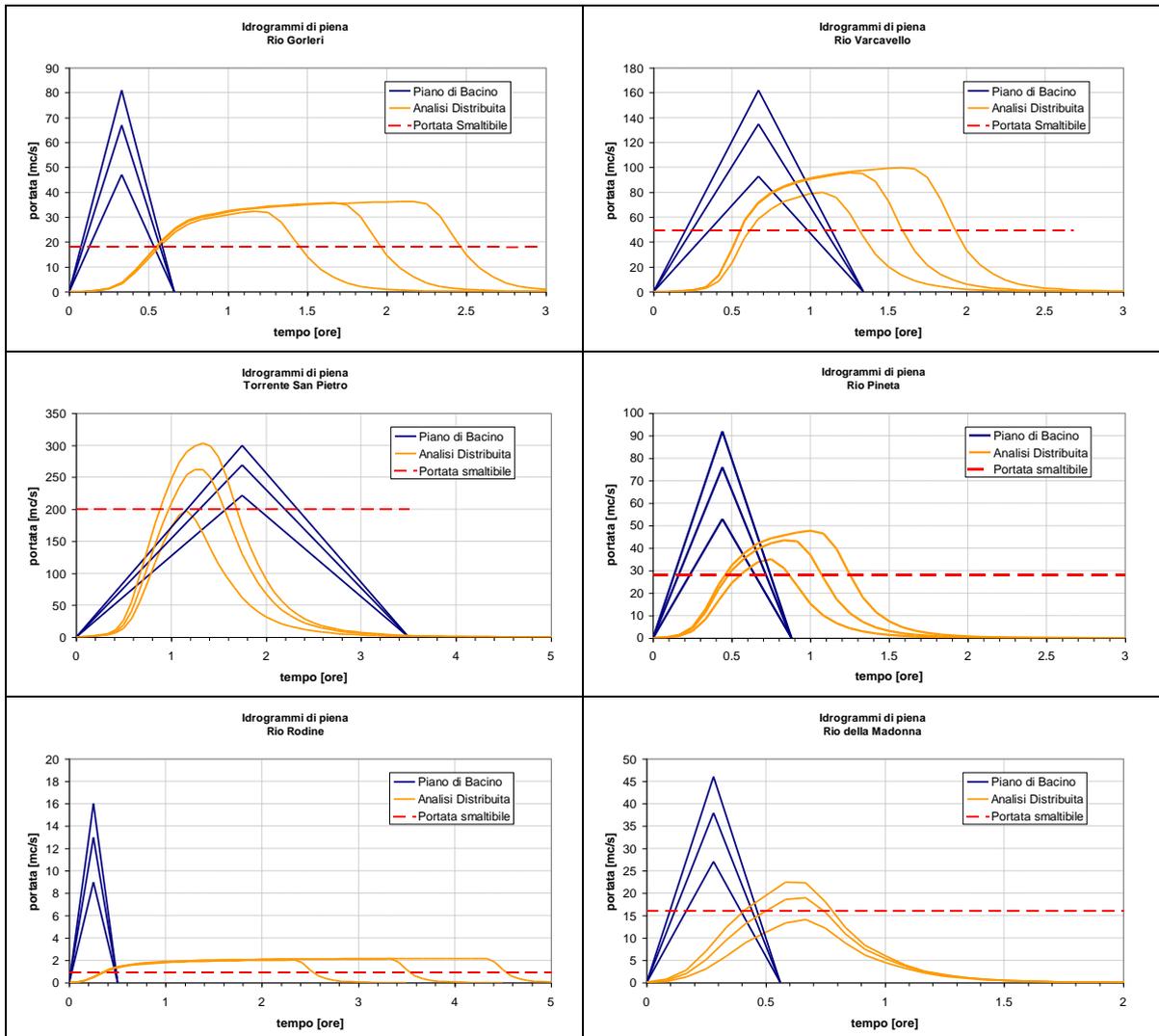


Figura 2.4.4/R – Idrogrammi di piena per i tempi di ritorno 50, 200 e 500 anni stimati con i dati del Piano di Bacino (linee blu) e con l’analisi afflussi deflussi distribuita di massimizzazione del volume esondabile (linee arancio).

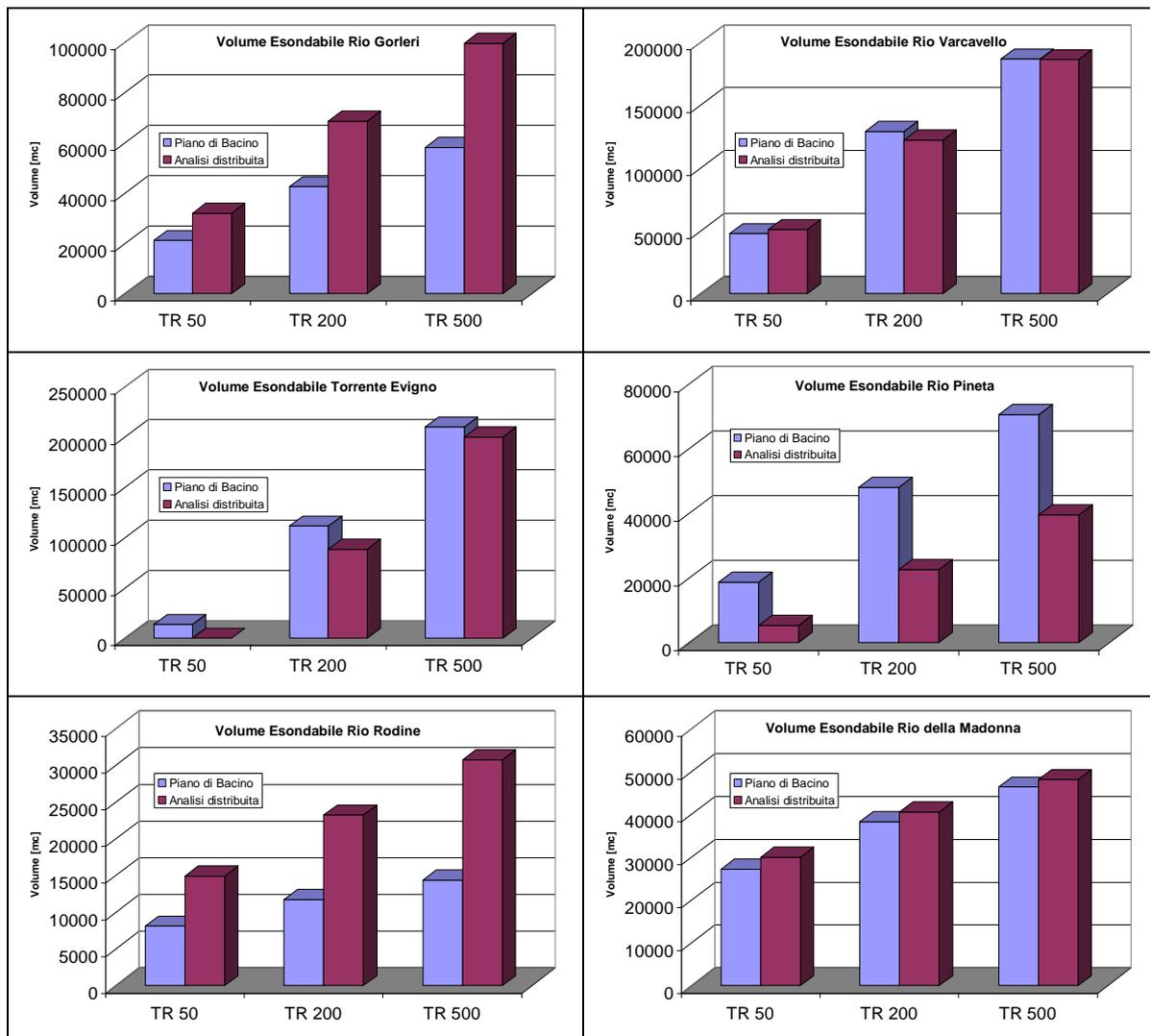


Figura 2.4.4/S – Confronto fra volumi potenzialmente esondabili basati sugli idrogrammi del Piano di Bacino (azzurro) e sugli idrogrammi dell’analisi distribuita di massimizzazione del volume esondabile (porpora).

Tabella 2.4.4/V – Idrogrammi di triangolari con portate di Piano Bacino ed Idrogrammi con massimo volume di esondazione

Bacino	Portata smaltibile	TR [anni]	Piano di Bacino				Analisi distribuita			
			Volume Idrogramma [mc]	Volume Esondato [mc]	Qmax [mc/s]	TR Qmax [anni]	Volume Idrogramma [mc]	Volume Esondato [mc]	Qmax [mc/s]	TR Qmax [anni]
Gorleri	18	50	55'836	21'257	47	50	111'078	32'046	32	16.6
		200	79'596	42'573	67	200	181'386	68'685	35.8	26
		500	96'228	58'212	81	500	244'596	99'684	36.3	27.5
Varcavello	50	50	224'316	47'955	93	50	236'481	51'123	79.8	25.5
		200	325'620	129'087	135	200	362'778	122'370	95.6	54
		500	390'744	186'766	162	500	487'344	186'195	97.7	64.5
Evigno	200	50	1'398'600	13'735	222	50	639'276	0	197.4	50
		200	1'694'700	111'503	269	200	992'349	88'479	262.3	168
		500	1'890'000	210'000	300	500	1'221'576	200'199	303	319
Pineta	8	50	83'952	18679	53	50	75954	5313	35	44
		200	120'384	48020	76	200	116460	22587	43.5	113
		500	145'728	70522	92	500	152403	39516	47.7	170
Rodine	1	50	8'100	6'400	9	50	14913	6174	2.03	1.7
		200	11'700	9'969	13	200	23235	10845	2.14	2.2
		500	14'400	12'656	16	500	30747	14763	2.14	2.2
Rio della Madonna	16	50	27'216	4'517	27	50	30'006	0	14.14	50
		200	38'304	12'839	38	200	40'518	1680	19	192
		500	46'368	19'721	46	500	48'114	5619	22.4	416

2.5 RELAZIONE IDRAULICA

2.5.1 Premesse

Gli obiettivi che ci si propone di conseguire effettuando uno studio idrologico-idraulico su bacini imbriferi sono dati dalla determinazione delle aree a rischio di esondazione e dalla messa in risalto delle problematiche inerenti al deflusso delle portate di massima piena dei torrenti.

A tal fine sono stati condotti nei precedenti paragrafi gli studi idrologici necessari per la determinazione delle massime portate di piena defluenti nei torrenti per diversi tempi di ritorno utilizzati come confronto con le portate di verifica ottenute dalla Regionalizzazione del CIMA .

Il passo successivo è dato dalla determinazione delle massime altezze d'acqua riscontrabili negli alvei fluviali al passaggio delle portate di piena precedentemente calcolate e cioè le portate aventi tempi di ritorno di 50, 200, 500 anni.

Dal suddetto calcolo si è potuto quindi verificare le sezioni di torrente ,valutare l'eventuale esondazione laterali dei rii e determinare le velocità di passaggio della corrente.

Da tali risultati si è quindi successivamente determinato il rischio idraulico connesso ad ogni bacino imbrifero valutato come rischio di esondazione e rischio di scalzamento delle platee di fondazione e degli argini per effetto della velocità della corrente.

2.5.2 Le verifiche adottate

La metodologia di calcolo seguita è la seguente:

verifica in moto uniforme delle sezioni d'alveo al fine di determinare, per ciascuna portata associata ad un dato tempo di ritorno, la sufficienza o meno della sezione idraulica e le caratteristiche idrauliche delle sezioni ;

verifica in moto permanente a pelo libero per i tratti di torrente in cui sono presenti ostruzioni o restringimenti tali da causare significativi rigurgiti; tale verifica viene attuata successivamente alla verifica in moto uniforme e solo per quei tratti di torrente in cui è ipotizzabile un distacco della vena liquida significativo rispetto alle condizioni di moto uniforme.

Per i tratti di torrente che presentano sezioni insufficienti al deflusso delle massime portate di piena per cui risulta impossibile la determinazione dei livelli d'acqua sia in moto uniforme che in moto permanente si è proceduto alla determinazione della portata minima defluente nelle sezioni con procedure di calcolo differenti da situazione a situazione che verranno descritte nei successivi paragrafi.

Pertanto alla luce di quanto sopra le verifiche idrauliche dei torrenti dell'intero comprensorio sono state suddivise in due tipologie di calcolo relative a :

- Caso A) torrenti senza esondazione o con esondazione limitata alle aree golenali;
- Caso B) torrenti con esondazione laterale.

2.5.3 Le formule adoperate

Le formule adoperate per tutte le verifiche idrauliche sono descritte nel presente paragrafo; per esse è stata adottata la seguente simbologia:

- dist.foce: distanza progressiva del tratto di torrente a partire dalla sezione di sbocco in m;
- Y: altezza d'acqua in m;
- Yu: altezza di moto uniforme in m;
- Yc: altezza critica della corrente in m;
- Ds: step di integrazione per il calcolo dei profili in moto permanente in m;
- pl: larghezza del pelo libero in m;
- A: area della sezione liquida in mq;
- B: contorno bagnato in m;
- R: raggio idraulico in m;
- if: pendenza del fondo
- Dx: incremento di altezza d'acqua (calcolo in moto permanente) in m;

- V: velocità della corrente in m/s;
- Fr: numero di Froude
- H: carico totale in m;
- Qu: portata in moto uniforme in mc/s;
- Q : portata max del torrente in mc/s
- Qc: portata critica del torrente in mc/s;
- Plc: pelo libero critico in m;
- Ac: sezione bagnata critica in mq.

Moto Uniforme (formula di Chezy):

$$Q = AK_s R^{2/3} \sqrt{i_f}$$

essendo A [m²] l'area della sezione idraulica, K_s [m^{1/3}s⁻¹] il coefficiente di scabrezza alla Gauckler-Strickler, R [m] il raggio idraulico ed i_f la pendenza del fondo. Per il coefficiente di scabrezza si sono assunti valori compresi tra 40 m^{1/3}s⁻¹ e 60 m^{1/3}s⁻¹, a seconda della consistenza e dello stato di conservazione delle pareti e del fondo alveo di ogni torrente.

Moto Permanente:

La verifica idraulica adottata è stata **condotta in moto permanente** utilizzando il modello matematico di calcolo implementato su calcolatore elettronico denominato HEC-RAS della U.S. Army Corps of Engineering.

Le formule adottate sono quelle contenute nella moderna letteratura in materia e sono basate sull'equazione del bilancio energetico:

$$y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

Dove:

Y = altezze d'acqua in due sezioni consecutive del corso d'acqua in m

Z = quota del fondo alveo in due sezioni consecutive del corso d'acqua in m

V = velocità medie in due sezioni consecutive del corso d'acqua in m/s

g = accelerazione di gravità in m/s²

α = coefficiente di Coriolis

h_e = perdite di carico tra una sezione e la successiva del corso d'acqua in m

Le perdite di carico tra le due sezioni successive vengono calcolate con un analogo procedimento iterativo e sono in diretta dipendenza con la scabrezza dell'alveo.

$$P_2 - P_1 + W_x - F_f = Q\rho \cdot \Delta V_x$$

Nei casi in cui il profilo liquido dell'acqua passa attraverso la profondità critica, la suddetta equazione dell'energia non è più applicabile; in tali casi si applica pertanto l'equazione del momento:

dove:

P = pressione idrostatica nelle due sezioni consecutive del corso d'acqua

W_x = forza peso dell'acqua nella direzione x (direzione del moto)

F_F = forza d'attrito della corrente

Q = portata del corso d'acqua

ρ = densità dell'acqua

ΔV_x = variazione della velocità tra le due sezioni consecutive

I dati da fornire in input al modello matematico sono costituiti essenzialmente dalle caratteristiche geometriche del corso d'acqua (sezioni trasversali, lunghezze dei singoli tratti, altezze del fondo alveo), dal valore della portata di verifica e dalle condizioni idrauliche al contorno (condizioni di moto all'inizio e alla fine del tratto analizzato).

2.5.4 Verifiche idrauliche complementari

In alcune situazioni, a causa dell'insufficienza da parte delle sezioni torrentizie a convogliare le massime portate di piena ed al conseguente instaurarsi di fenomeni di esondazione spondale, risulta impossibile determinare le altezze d'acqua per le portate di massima piena se non con un procedimento di integrazione delle formule generali sul moto vario, avendo preliminarmente influenzato un algoritmo basato su un rilievo topografico di dettaglio dell'intera area oggetto di esondazione.

Poichè tale verifica esula dagli scopi del presente studio, si è deciso di determinare le max portate defluite negli alvei senza causare esondazione (capacità idraulica del torrente).

Pertanto si è giunti così a stimare, per differenza, la quota parte dei volumi d'acqua di massima piena che esondano dalle sezioni in oggetto.

Per determinare la massima capacità idraulica dell'alveo si sono adottate procedure diverse in funzione delle caratteristiche dell'alveo:

- Caso 1) determinazione della massima portata defluente mediante l'utilizzo della formula in moto uniforme (v. paragrafi precedenti); tale calcolo è applicabile nei casi in cui non sono presenti in alveo ostruzioni in grado di cambiare il moto della corrente e nei casi in cui le arginature presentano altezze inferiori all'altezza d'acqua del moto uniforme;
- Caso 2) determinazione della massima portata defluente in alvei che presentano ostruzioni significative quali ponti o tombini mediante l'applicazione delle formule del deflusso attraverso luci sottobattente:

$$Q = \mu Pl \sqrt{2g} (h_1^{3/2} - h_2^{3/2})$$

Dove:

- μ = coefficiente di portata assunto pari a 0,83;
- h₁ = altezza d'acqua all'estradosso della luce in m
- h₂ = altezza d'acqua all'intradosso della luce in m
- Pl = larghezza della luce in m
- g = accelerazione di gravità = 9,81 m/s²

La suddetta formula è adatta nei casi di luci rettangolari aventi dimensioni verticali notevoli rispetto al carico d'acqua; è il caso per es. dei ponti in c.a. o delle tombinature. Il coefficiente di portata è stato assunto pari a 0,83 nell'ipotesi di luce con tubo convergente esterno.

- Caso 3) Nei casi di passaggio attraverso luci di forma diversa dalla rettangolare (per es ponti ad arco) è stata adottata una tipologia di calcolo basata sull'applicazione della formula di Bernoulli:

$$H_{\text{monte}} = H_{\text{valle}}$$

$$h_m + z_m + \frac{u_m^2}{2g} = h_v + z_v + \frac{u_v^2}{2g}$$

Da cui essendo $z_m = z_v$ e $U_m = 0$ si ottiene:

$$h_m = h_p \times c + \frac{u_v^2}{2g}$$

dove:

- h_m = altezza d'acqua a monte della luce in m
- h_p = altezza della luce in m
- c = coeff. di contrazione assunto pari a 0,61
- $\mu = Q/A$ = velocità della corrente data dal rapporto tra la portata defluente e la sezione della luce.

Nella precedente equazione l'incognita è data dalla portata defluente in quanto l'altezza d'acqua a monte è costituita dall'altezza della luce a cui va sommato lo spessore dell'impalcato, o della muretta del ponte o dell'arginatura di monte, mentre le caratteristiche geometriche della luce sono tutte note. Pertanto risolvendo per tentativi la precedente equazione implicita si ottiene il valore della massima portata defluente attraverso la luce senza esondazione.

Preliminarmente alle sopra descritte analisi idrauliche è stato condotto un rilievo strumentale dei tratti d'alveo di interesse al fine di determinare le caratteristiche geometriche delle sezioni.

In particolare sono state rilevate le sezioni del t. Cervo dalla foce fino alla confluenza con il rio Tovo e i tratti terminali dei principali affluenti (Rio S. Bartolomeo e rio Tovo), le sezioni del torrente S. Pietro dalla foce fino a località Trinità (comprese le sezioni del rio Beste nel suo attraversamento dell'abitato di Diano S. Pietro) e dei rii minori in tutti i tratti in cui attraversano il tessuto urbano.

Le caratteristiche della sezione, area (A), contorno bagnato (B) e pelo libero (Pl) sono state determinate come funzioni dell'altezza d'acqua y interpolando set di valori ricavati dal rilievo strumentale effettuato; tali funzioni sono costituite da regressioni di potenza del tipo:

$$y = ax^b$$

Nel caso di sezioni rettangolari il contorno bagnato è stato calcolato con funzioni del tipo:

$$B = pl + 2*y$$

Nelle seguenti tabelle sono riportate tutte le caratteristiche geometriche delle sezioni di ogni corso d'acqua; per l'ubicazione corografica di tali sezioni si rimanda alle tavole grafiche.

TORRENTE SAN PIETRO				
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE				
SEZIONI	A(mq)	B(m)	PI(m)	Note
1	11,4 . γ1,26	14,7 . γ0,34	14,05 . γ0,3	
2	9,6 . γ1,4	14,2 . γ0,27	13,5 . γ0,25	
3	15,5 . γ1,26	19,9 . γ0,17	18,8 . γ0,12	
4	11,4 . γ1,45	18,3 . γ0,33	17,8 . γ0,29	
5	11,5 . γ1,33	17 . γ0,28	16,2 . γ0,22	
6	16,8 . γ1,24	22,3 . γ0,46	21,3 . γ0,49	
7	9,2 . γ1,2	11,8 . γ0,36	11,1 . γ0,32	
8	6,9 . γ1,83	14,1 . γ0,58	13,6 . γ0,55	
9	8,3 . γ1,43	13,3 . γ0,33	11,58 . γ0,06	
10	14,4 . γ1,31	19,1 . γ0,437	18,5 . γ0,45	
11	16,5 . γ1,8	33,6 . γ0,37	32,4 . γ0,35	
18	7,3 . γ1,68	12,5 . γ0,65	11,95 . γ0,64	
19	36,2 . γ1,29	46,5 . γ0,4	46 . γ0,4	
20	11 . γ1,59	17,4 . γ0,68	16,6 . γ0,69	
21	8,6 . γ1,5	12,7 . γ0,63	12 . γ0,62	
22	9,94 . γ1,47	14,64 . γ0,5	14,2 . γ0,5	
23	9,6 . γ1,46	13,65 . γ0,53	13,14 . γ0,51	
24	10,45 . γ1,58	15,6 . γ0,69	15,15 . γ0,685	
25	15,2 . γ1,37	20,7 . γ0,4	20,2 . γ0,38	
26	12,3 . γ1,66	20,1 . γ0,68	19,7 . γ0,69	
27	19,2 . γ1,37	25,8 . γ0,4	25,2 . γ0,4	
28	9,6 . γ1,54	15,07 . γ0,53	14,3 . γ0,52	
29	10,6 . γ1,4	14,9 . γ0,46	14,3 . γ0,44	
30	8,04 . γ1,6	12,9 . γ0,6	12,45 . γ0,61	
31	7,97 . γ1,55	12,14 . γ0,69	11,5 . γ0,68	
32	11,6 . γ1,32	16,4 . γ0,46	15,6 . γ0,41	
33	10,8 . γ1,79	21,5 . γ0,32	20,9 . γ0,3	
34	9,2 . γ1,77	16,1 . γ0,57	15,3 . γ0,51	
35	18,2 . γ1,2	24,6 . γ0,16	23,6 . γ0,14	
36	13,96 . γ1,95	24,4 . γ0,71	24,5 . γ0,67	

TORRENTE CERVO				
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE				
SEZIONI	A(mq)	B(m)	PI(m)	Note
1	16,93 . γ1,26	23,3 . γ0,26	20,91 . γ0,16	
2	8,28 . γ1,635	15,43 . γ0,345	14,84 . γ0,33	
3	37,96 . γ1,3	53,3 . γ0,133	52,2 . γ0,126	
4	7,24 . γ1,83	15,88 . γ1,16	13,3 . γ1,02	
5	20,5 . γ1,61	34 . γ0,344	33,4 . γ0,32	
6	11,8 . γ1,83	21,7 . γ0,77	20,65 . γ0,78	
7	5,486 . γ1,85	9,28 . γ1,04	8,37 . γ1,06	
8	9,53 . γ1,96	16,8 . γ0,97	16,3 . γ0,96	
9	11,4 . γ1,82	20 . γ0,725	19,55 . γ0,73	
10	4,16 . γ1,93	8,3 . γ0,9	7,66 . γ0,9	
11bis	24 . γ1	26 . γ0,16	24 . γ0	
11	8,8 . γ1,46	13,2 . γ0,476	12,6 . γ0,466	
12	12,2 . γ2,09	35,4 . γ0,17	35,15 . γ0,152	
13	9,93 . γ1,88	17,74 . γ0,76	17,23 . γ0,76	
14	6,23 . γ2,235	14,45 . γ1,1	14,16 . γ1,1	
15	4,4 . γ1,83	8,1 . γ1,16	7,4 . γ1,16	
16	33,1 . γ1,355	53,06 . γ0,09	52,8 . γ0,068	
17	39,7 . γ1,26	51,6 . γ0,42	49,6 . γ0,431	
18 bis	60 . γ1	67,3 . γ0,3	60 . γ0	
18	19,23 . γ2,02	35,5 . γ0,75	34,8 . γ0,75	
19 bis	40 . γ1	46,7 . γ0,13	40 . γ0	
19	33,8 . γ1,43	47,3 . γ0,48	46,7 . γ0,48	
20	13 . γ1,79	22,99 . γ0,83	22,1 . γ0,86	
21	10,74 . γ1,22	13,64 . γ0,3	12,9 . γ0,23	

TORRENTE VARCAVELLO				
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE				
SEZIONI	A(mq)	B(m)	Pl(m)	Note
1	5,5 . y	5,5 + 2 y	5,5	y _{max} 3 m
2	9 . y	9 + 2 y	9	y _{max} 2 m
3	22,7	22,6	/	sezione chiusa
4	8 . y	8 + 2 y	8	y _{max} 1,8 m
5	8 . y	8 + 2y	8	y _{max} 1,6 m
6	8 . y	8 + 2 y	8	y _{max} 2,3 m
7	12,5	17,9	/	sezione chiusa y _{max} 2 m
8	8 . y	8 + 2 y	8	y _{max} 2,6 m
9	6,6	6,6 + 2 y	6,6	y _{max} 2,3 m
10	7 . y	7 + 2 y	7	y _{max} 1,5 m
11	5 . y	5 + 2 y	5	y _{max} 2,5 m
12	8 . y	8 + 2 y	8	y _{max} 3,5 m
13	21,1	30,8	/	y _{max} 1,7 m

TORRENTE GORLERI				
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE				
SEZIONI	A(mq)	B(m)	Pl(m)	Note
1	5*y	5+2*y	5	Con golena laterale di 2,0 m
2	4,7	9	/	Sezione chiusa Ponte ad arco 3,6*1,7 m
3	3,8 . y	3,8 + 2 y	3,8	Ponte con altezza fino a 1,6 m
4	5,5 . y	5,5 + 2 y	5,5	
5	8,9	14,2	5,9	Ponte con altezza max di 1,8 m
6	4,7 . y	4,7 + 2 y	4,7	Ponte con altezza max 1,8 m
7	5,1 . y	5,1 + 2 y	5,1	Tombino altezza max 2,1 m
8	8 . y	8 + 2 y	8	Tombino altezza max 1,5 m

RIO PINETA				
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE				
SEZIONI	A(mq)	B(m)	PI(m)	Note
0	5 . Y	5 + 2 Y	5	
1	6,9	/	/	sezione chiusa
2	5,7	/	/	sezione chiusa
3	6,9	/	/	sezione chiusa
4	2,3	/	/	sezione chiusa
5	2,6	/	/	sezione chiusa
6	2,6	/	/	sezione chiusa
7	1,8	/	/	sezione chiusa
8	6,3	/	/	sezione chiusa

RIO BONDAI				
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE				
SEZIONI	A(mq)	B(m)	PI(m)	Note
1	3,7 . Y	3,7 + 2 Y	3,7	
2	4 . Y	4 + 2 Y	4	
3	2,5 . Y	2,5 + 2 Y	2,5	h fino a 2,2 m
4	2,5 . Y	2,5 + 2 Y	2,5	
5	4,2 . y	4,2 + 2 y	4,2	
6	4,5 . y	4,5 + 2 y	4,5	

RIO RODINE				
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE				
SEZIONI	A(mq)	B(m)	PI(m)	Note
1	0,4	1,8 (2,6)	0,8	(--) contorno bagnato compreso soletta
2	0,4	1,8	0,8	canale lato strada
3	0,64	2,4	0,8	tombino

RIO SCHENASSI				
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE				
SEZIONI	A(mq)	B(m)	PI(m)	Note
1	2,5 . y	2,5 + 2 y	2,5	fino a 1,3 m
2	3 . y	3+ 2 y	3	fino a 1,5 m

RIO DELLA MADONNA				
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLA SEZIONE				
SEZIONI	A(mq)	B(m)	Pl(m)	Note
1	0,3	1,9	/	tubo Ø 600
2	0,9	5,7	/	
3	1,75 . y	1,75+ 2 y	1,75	fino a 1,5 m

2.5.5 Calcoli di verifica

Verifica idraulica del torrente Cervo

La verifica idraulica del t. Cervo è stata condotta per il tratto compreso tra la foce e il ponte ferroviario in condizioni di moto permanente utilizzando il modello di calcolo implementato su Hec -Ras.

Le sezioni di calcolo sono quelle comprese tra lo sbocco a mare (sezione 19) e il tratto a monte del ponte ferroviario (sezione 17).

La scabrezza adottata è pari per ogni sezione a $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$.

Le condizioni al contorno sono determinate dal moto critico di valle (sbocco a mare) e dal moto critico di monte assunto tale in una sezione posta immediatamente a valle dell'innesto del t. S. Bartolomeo nel t. Cervo e pertanto in una zona a forte dissipazione energetica in cui risulta plausibile il passaggio attraverso il moto critico.

Nelle seguenti tabelle sono indicati per ogni portata di verifica le caratteristiche idrauliche delle sezioni.

TORRENTE CERVO

TABELLA RIASSUNTIVA VERIFICHE IN MOTO

Sezione	Sezioni HEC-RAS	Profilo	PERMANENTE				velocità (m/s)	area (m ²)
			quota fondo (mslm)	altezza acqua (mslm)	altezza critica (mslm)	quota carichi (mslm)		
17	4.9	T=50 ANNI	3.66	5.36	5.36	6.01	3.55	79.45
17	4.9	T=200 ANNI	3.66	5.56	5.56	6.27	3.73	91.58
17	4.9	T= 500 ANNI	3.66	5.68	5.68	6.43	3.84	99.4
	4	T=50 ANNI	2.9	5.28		5.57	2.39	118.16
	4	T=200 ANNI	2.9	5.54		5.87	2.53	135.29
	4	T= 500 ANNI	2.9	5.71		6.06	2.61	146.19
	3.1	T=50 ANNI	2.85	5.28	4.59	5.56	2.32	121.7
	3.1	T=200 ANNI	2.85	5.55	4.78	5.86	2.46	138.92
	3.1	T= 500 ANNI	2.85	5.72	4.89	6.05	2.55	149.88
pon te FFSS	3		Bridge					
	2.7	T=50 ANNI	2.7	4.17	4.45	5.22	4.53	62.28
	2.7	T=200 ANNI	2.7	4.3	4.63	5.52	4.9	69.78
	2.7	T= 500 ANNI	2.7	4.38	4.75	5.71	5.12	74.58
18	2.5	T=50 ANNI	2.51	4.62		4.91	2.36	119.67
18	2.5	T=200 ANNI	2.51	4.85		5.17	2.53	135.25
18	2.5	T= 500 ANNI	2.51	4.99		5.34	2.63	145.15
	2	T=50 ANNI	2.49	4.62	4.02	4.9	2.34	120.69
	2	T=200 ANNI	2.49	4.84	4.2	5.16	2.51	136.3
	2	T= 500 ANNI	2.49	4.98	4.31	5.33	2.61	146.22
pon te an as	1.9		Bridge					
Foce	1.5	T=50 ANNI	2.3	3.78	3.84	4.46	3.67	76.93
Foce	1.5	T=200 ANNI	2.3	3.92	4.02	4.72	3.97	86.17
Foce	1.5	T= 500 ANNI	2.3	4.01	4.13	4.89	4.15	92
19	1	T=50 ANNI	0	1.71	1.71	2.32	3.47	81.32
19	1	T=200 ANNI	0	1.7	1.88	2.62	4.25	80.43

19 1 T= 500 ANNI 0 1.78 1.99 2.78 4.43 86.16

Dai suddetti risultati si evince che nel tratto considerato non sussistono pericoli di esondazione dal mero punto di vista idraulico.

Si potrebbero verificare problemi di deflusso al di sotto dei ponti ANAS e Ferroviario a causa dell'incremento volumico determinato dal trasporto solido, valore non determinato nella presente relazione, ma che dovrà essere oggetto di un futuro dettagliato studio specifico.

Tali problematiche risultano però allo stato attuale di conoscenza del territorio di limitata entità e difficilmente causa di esondazioni, considerati i tiranti idrici derivanti dal calcolo in moto permanente.

Parallelamente è stata condotta l'analisi idraulica sul torrente S. Bartolomeo, uno dei principali affluenti del t.Cervo.

Per tale torrente le massime portate di piena sono le seguenti:

T= 50 anni ===→ 57 mc/s

T=200 anni ===→ 82 mc/s

T=500 anni ===→ 99 mc/s

Le caratteristiche geometriche delle sezioni considerate sono le seguenti:

Sezione 1 : alveo naturale a sezione rettangolare 3,8x1,5 m

Sezione 2 : ponte ad arco ---A= 4,4 mq ---B= 8,6 m

Sezione 3 : alveo naturale a sezione rettangolare 4x2,3 m

Le suddette portate risultano essere notevolmente superiori alle massime portate in grado di defluire all'interno delle sezioni d'alveo e pertanto, in tale sede, si determina in via preliminare l'entità dell'esondazione mediante procedure di calcolo di correnti in moto uniforme o di moto attraverso luci sottobattente; pertanto si osserva una esondazione, in alcuni tratti anche di entità notevole, per tutte le sezioni rilevate.

Si riporta nella seguente tabella l'entità di tale esondazione per le diverse sezioni e per i diversi tempi di ritorno adottati.

Torrente S. Bartolomeo – Stima esondazione

Sezioni	1	2	3
<i>Note</i>	Calcolo in moto uniforme	Calcolo come luce sottobattente	Calcolo in moto uniforme
Capacità massima alveo	30,6 mc/s	33 mc/s	58 mc/s
Portata di esondazione per T=50 anni	26,4 mc/s	24 mc/s	/
Portata di esondazione per T = 200 anni	51,4 mc/s	49 mc/s	24 mc/s
Portata di esondazione per T 500 anni	68,4 mc/s	66 mc/s	41 mc/s

Sulla scorta dei suddetti valori di portata esondabile sono state tracciate le corrispondenti fasce fluviali.

Verifica idraulica affluente del rio San Bartolomeo in località Pairola

La verifica idraulica interessa la zona di confluenza tra due rivi minori, affluenti in sponda sinistra del torrente San Bartolomeo in località Pairola, nel comune di San Bartolomeo al Mare, interessata in passato da esondazioni.

L'area è stata oggetto di interventi di sistemazione, conclusi nel 2021.

Allo stato attuale, il rio, da ora denominato Pairola, scorre tombinato per un tratto di circa 150 m; la verifica idraulica è stata estesa da circa 150 m a monte dell'imbocco della tombinatura fino a circa 50 m a valle sulla base di un rilievo topografico realizzato ad hoc. L'affluente, anch'esso tombinato nel tratto terminale, è stato indagato per un'estensione pari a 180 m a monte della confluenza.

Quali condizioni al contorno sul canale principale sono state assunte la profondità critica sia a monte che a valle, dove è presente un restringimento d'alveo. La confluenza tra i due rii è stata modellata imponendo la conservazione della quantità di moto e la continuità delle portate.

Quali coefficienti di scabrezza, si è adottato il valore $n=0.033 \text{ sm}^{-1/3}$, trattandosi di un tratto di corso d'acqua naturale con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo.

Per il tratto tombinato esistente si è assunto il valore $n=0,028 \text{ sm}^{-1/3}$.

Le portate utilizzate per la verifica in moto permanente sono state calcolate conformemente a quanto indicato dal Piano di Bacino del Dianese per i bacini di superficie inferiore a 2 km^2 , si assume pertanto una portata ottenuta utilizzando un contributo unitario pari a $40 \text{ m}^3/\text{s}$ per ogni chilometro quadrato di superficie del bacino sotteso da assumere come portata duecentennale.

I valori adottati per la determinazione delle portate Q50 e Q500 sono stati calcolati sulla base della curva di crescita individuata nello studio della regionalizzazione delle portate del CIMA.

Ai fini della verifica è stata individuata una sezione di chiusura sul rio Pairola all'inizio della tombinatura (bacino 2), e una sull'affluente alla confluenza; nel tratto a valle è stata assunta la somma delle portate di monte, per rispettare la continuità.

Sezione	Area [km^2]	Q50 [m^3/s]	Q200 [m^3/s]	Q500 [m^3/s]
Rio Pairola monte	0.414	11.4	16.6	19.9
Affluente	0.139	3.84	5.56	6.67
Rio Pairola valle	0.555	15.2	22.2	26.6

Con riferimento al R.R. n.3 del 14/07/2011 il rio Pairola è classificabile come di secondo livello, mentre l'affluente in sponda destra è classificabile come di terzo livello.

A seguito della realizzazione dell'intervento di sistemazione del nodo idraulico, come meglio dettagliato nel Piano degli interventi, sono state eliminate le fasce di esondazione, tranne nella zona a valle dell'intervento, in alcune sezini non oggetto di adeguamento.

Le aree già classificate inondabili vengono comunque mantenute in fascia C, a memoria della criticità passata.

Verifica idraulica del t. S.Pietro

La verifica idraulica del t. S Pietro è stata condotta in moto permanente per il tratto ad alta urbanizzazione compreso tra la foce ed il tratto immediatamente a monte del ponte di Diano S.Pietro.

Infatti in prossimità della foce del torrente sussistono alcune particolarità idrauliche costituite dai due ponti intermedi tra il ponte ANAS ed il ponte ferroviario (sezioni 35-33) che rappresentano delle strozzature dell'alveo tali da causare sovralti del pelo libero anche di notevole entità. In tali tratti pertanto viene effettuato il calcolo del profilo liquido in moto permanente utilizzando il modello di calcolo HEC-RAS.

I risultati sono riassunti nelle seguenti tabelle .

Come si evince dal profilo longitudinale allegato le portate duecentennale e cinquecentennale esondano sia in sponda destra che in sinistra per tutto il tratto compreso tra il ponte di via Kennedy e il ponte ferroviario mentre a monte di quest'ultimo si ha esondazione lungo le due strade d'argine.

La portata cinquantennale esonda in un unico tratto in sponda sinistra a valle della ferrovia , ma la presenza di franchi di sicurezza minimi, la mancata considerazione di incrementi volumetrici dovuti al trasporto solido (trasporto solido che in occasione degli ultimi eventi alluvionali è risultato essere di notevole entità) unitamente alla presenza di ostruzioni in alveo (pile di ponti) che potrebbero occludersi in caso di piena, porta a determinare un alto rischio di esondazione , su entrambe le sponde, per il tratto a valle del ponte ferroviario.

Di tali considerazioni si terrà conto nella determinazione delle fasce fluviali.

TORRENTE S. PIETRO TABELLA RIASSUNTIVA CALCOLI IDRAULICI

TRATTO TRA LA FOCE E LA SEZIONE 31 (MONTE PONTE FERROVIARIO)

Sezione	Sezione HecRas	Profilo	altezza acqua	altezza crit	Velocità	area	Froude #
---------	----------------	---------	---------------	--------------	----------	------	----------

			(mslm)	(mslm)	(m/s)	(m2)	
31	7	T=50 ANNI	5.21	5.21	4.15	53.5	1
31	7	T=200 ANNI	5.44	5.44	4.43	60.75	1
31	7	T= 500 ANNI	5.59	5.59	4.6	65.29	1
32	6	T=50 ANNI	4.39	4.4	4.56	48.7	1.01
32	6	T=200 ANNI	4.98	4.71	4.26	63.19	0.86
32	6	T= 500 ANNI	5.27	4.9	4.25	70.56	0.82
	5.1	T=50 ANNI	4.48		3.29	67.46	0.66
	5.1	T=200 ANNI	5.2		3.11	86.36	0.55
	5.1	T= 500 ANNI	5.47		3.21	93.48	0.55
33	5	T=50 ANNI	4.49	3.84	3.25	68.23	0.65
33	5	T=200 ANNI	5.2	4.09	3.09	87.09	0.54
33	5	T= 500 ANNI	5.47	4.27	3.18	94.21	0.54
	4.9	T=50 ANNI	4.48		3.24	68.62	0.64
	4.9	T=200 ANNI	5.2		3.07	87.51	0.54
	4.9	T= 500 ANNI	5.47		3.17	94.63	0.54
34	4	T=50 ANNI	3.65	3.65	4.5	49.31	1
34	4	T=200 ANNI	4.82		3.48	77.35	0.62
34	4	T= 500 ANNI	5.09		3.58	83.72	0.61
	3.1	T=50 ANNI	3.31	2.66	3.37	65.92	0.66
	3.1	T=200 ANNI	4.83	2.93	2.59	104.01	0.4
	3.1	T= 500 ANNI	5.1	3.1	2.71	110.71	0.41
	3	T=50 ANNI	2.76	2.76	4.54	48.87	1
	3	T=200 ANNI	4.83	3.05	3.57	75.29	0.57
	3	T= 500 ANNI	5.1	3.23	3.68	81.54	0.57
35	3	T=50 ANNI	2.75	2.75	4.56	48.67	1.01
35	3	T=200 ANNI	4.83	3.04	3.57	75.41	0.57
35	3	T= 500 ANNI	5.1	3.23	3.68	81.66	0.57
	3	T=50 ANNI	2.25	2.65	5.55	40.02	1.39
	3	T=200 ANNI	3.11		4.39	61.28	0.89
	3	T= 500 ANNI	3.31		4.53	66.16	0.89
	2.7	T=50 ANNI	2.37	2.64	5.17	42.96	1.25
	2.7	T=200 ANNI	2.96	2.92	4.66	57.7	0.98
	2.7	T= 500 ANNI	3.09	3.09	4.93	60.83	1.01
	2.5	T=50 ANNI	1.82	2.02	4.56	48.68	1.2
	2.5	T=200 ANNI	2.41		3.95	68.09	0.88
	2.5	T= 500 ANNI	2.57		4.1	73.18	0.88
36	2	T=50 ANNI	1.81	2.01	4.56	48.64	1.2
36	2	T=200 ANNI	2.39	2.23	3.97	67.71	0.89
36	2	T= 500 ANNI	2.55	2.37	4.12	72.82	0.89
	1.5	T=50 ANNI	1.81	1.98	4.55	48.84	1.19

	1.5	T=200 ANNI	2.21	2.21	4.32	62.22	1.01
	1.5	T= 500 ANNI	2.35	2.35	4.48	66.92	1.01
Foce	1	T=50 ANNI	1.39	1.42	3.8	58.48	1.03
Foce	1	T=200 ANNI	1.49	1.61	4.28	62.78	1.12
Foce	1	T= 500 ANNI	1.61	1.73	4.44	67.51	1.12

Le condizioni al contorno della simulazione sono date dal moto critico sia a monte (per effetto di un salto di fondo) che a valle allo sbocco a mare (per tener conto del risalto idraulico che si manifesta all'interfaccia torrente-mare). Dove sono previsti ampliamenti di approdi turistici sarà necessario effettuare approfondimenti per valutare la compatibilità dell'intervento con il deflusso delle acque.

La scabrezza del tratto è stata assunta cautelativamente pari a circa $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ (coeff. Di Strickler).

Verifica idraulica del rio Varcavello

La situazione idraulica del t. Varcavello, nel tratto compreso tra il ponte a monte del cimitero e la foce (sezioni 3-13) risulta essere critica e di difficile interpretazione idraulica.

Infatti tutti i ponti che il torrente incontra nel tratto in questione risultano essere sottodimensionati rispetto a qualsiasi portata di verifica.

Tale situazione crea delle condizioni di moto permanente lungo tutta l'asta che si trasforma in moto vario non appena viene superata la soglia di esondabilità nelle sezioni a cielo libero; le condizioni di moto vario possono essere studiate solamente avendo a disposizione un rilievo topografico di dettaglio non solo dell'asta torrentizia, ma anche delle aree adiacenti (rilievo allo stato attuale non disponibile).

Pertanto si determinerà la massima capacità idraulica dell'alveo al di sotto dei ponti in questione utilizzando, con le formule del passaggio attraverso luce sottobattente o con Bernoulli, la massima altezza d'acqua a monte dell'ostruzione che non causa esondazione (altezza della luce + altezza della muretta).

Per qualche manufatto, non essendo evidente il restringimento di sezione d'alveo e mancando pile in alveo, è stata calcolata la massima portata defluente al di sotto dell'impalcato del ponte (cioè in condizioni di moto ancora indisturbate) utilizzando la formula del moto uniforme, assumendo pertanto che qualunque valore di portata superiore genera il cambiamento di regime idraulico con conseguente formazione di rigurgiti ed esondazione laterale.

In tal modo si potrà determinare, per differenza con la portata di verifica, la quota parte del volume d'acqua affluito che esonda dall'alveo, stimando così sulla corografia una superficie allagata.

Nella seguente tabella vengono riportati i risultati della suddetta verifica applicata alle sezioni dei ponti; non è riportata la sezione 8 in quanto è planimetricamente adiacente alla sezione 7 lato valle e con essa rappresenta un'unica ostruzione.

T. Varcavello – Portate esondate in corrispondenza delle sezioni chiuse (ponti)

Sezioni	3	5	7	10	13
Formula adottata	Bernoulli	Moto uniforme	Moto uniforme	Moto uniforme	Bernoulli
Portata massima defluente	165 mc/s	80 mc/s	60 mc/s	62 mc/s	115 mc/s
Quota massimo carico	4,5 m (10,8 m.s.l.m.)	1,6 m (4,8 m.s.l.m.)	1,8 m (3,6 m.s.l.m.)	1,5 m (3,1 m.s.l.m.)	3,0 m (3,0 m.s.l.m.)
Portata esondata per T=50 anni	/	13 mc/s	33 mc/s	31 mc/s	/
Portata esondata per T=200 anni	/	55 mc/s	75 mc/s	73 mc/s	20 mc/s
Portata esondata per T=500 anni	Non verificata	82 mc/s	102 mc/s	100 mc/s	47 mc/s

Per quanto riguarda i tratti d'alveo a cielo libero compresi tra i suddetti ponti viene condotta una analisi in moto uniforme al solo scopo di verificare la sufficienza idraulica dei tratti d'alveo in assenza delle ostruzioni dei ponti.

T. Varcavello – Portate esondate in corrispondenza delle sezioni aperte (canali)

Sezioni	1	2	4	6	9	11	12
Portata massima	120 mc/s	128 mc/s	95 mc/s	135 mc/s	106 mc/s	83 mc/s	242 mc/s
T=50 anni (93 mc/s)	Yu=2,6 m V=7 m/s	Yu=1,7 m V=6,5 m/s	Insufficiente	Yu=1.8 m V=6,8 m/s	Insufficiente	Insufficiente Qes=10 mc/s	Yu= 1.8m V=6,7 m/s
T=200 anni (135 mc/s)	Insufficiente Qes= 15 mc/s	Insufficiente Qes=7mc/s	Insufficiente Qes=40 mc/s	Insufficiente	Insufficiente Qes=29 mc/s	Insufficiente Qes=52 mc/s	Yu=2,3 m V=7,3 m/s
T=500 anni (162 mc/s)	Insufficiente Qes=42 mc/s	Insufficiente Qes=34 mc/s	Insufficiente Qes=67 mc/s	Insufficiente Qes=27 mc/s	Insufficiente Qes=56 mc/s	Insufficiente Qes=79 mc/s	Yu=2,7 m V=7,8 m/s

Come si evince dalla precedente tabella in tutti i tratti d'alveo ad esclusione di quelli in corrispondenza delle sezioni 1 e 2 sussiste una insufficienza idraulica in grado di causare una esondazione spondale anche di notevole entità per tutte le portate di progetto, indipendentemente dalla presenza delle ostruzioni causate dai ponti.

L'unica sezione completamente verificata è la sezione 12, ma tale sezione presenta delle sponde alte 3,5 m (altezza sufficiente a contenere tutte le portate) solo per un breve tratto. Inoltre la sezione n°3 risulta essere verificata per tutte le portate (tranne la cinquecentennale) ma, l'altezza d'acqua al passaggio della corrente risulta essere superiore alla quota dell'argine in sponda sinistra per un tratto di circa 60 m a monte del ponte.

Tutte le precedenti considerazioni sono state verificate in sito e sulla scorta dei valori dei quantitativi d'acqua esondate in ciascun punto del tratto, sono state tracciate le fasce fluviali.

Verifica idraulica del rio Gorleri

La verifica idraulica del rio Gorleri è stata condotta determinando dapprima le caratteristiche idrauliche teoriche del corso d'acqua (altezza di moto uniforme, altezza critica, numero di Froude...) ed in seguito, dopo aver verificato l'esondabilità in più punti del torrente, si è proceduto alla determinazione della massima portata defluente in alveo prima dell'esondazione.

In tal modo si è potuto calcolare per differenza con la portata di verifica, la quota parte del volume d'acqua affluito che esonda dall'alveo, stimando così una superficie allagata (v. considerazioni per il t. Varcavello).

Adottando in prima approssimazione le formule del moto uniforme applicate utilizzando le caratteristiche geometriche delle sezioni rilevate si determinano i seguenti valori di altezza d'acqua.

VERIFICA IDRAULICA DEL RIO GORLERI - ANALISI IN MOTO UNIFORME massime portate teoriche

PORTATA T=500 anni - Q=81 MC/S

sezione	Yu	Yc	A	B	pl	lf	Fr	V	Qu	
81	8	1.5		12	11	8	0.005	1.172056	4.496024	54
	7	2.1		10.71	9.3	5.1	0.005	0.684655	3.107535	33
	6	1.7		7.99	8.1	4.7	0.066	2.493528	10.18294	81
	5	1.8		9.9	9.1	5.5	0.002	0.450298	1.892217	19
	4	1.62	2.71	8.91	8.74	5.5	0.0319	2.269085	9.045714	81

3	1.6		6.08	7	3.8	0.0319	2.051987	8.129597	49
2	1.7		4.7	9		0.0319		4.632964	22
1	2.1	2.9	10.5	9.2	5	0.0319	1.719012	7.802306	82

VERIFICA IDRAULICA DEL RIO GORLERI - ANALISI IN MOTO UNIFORME

massime portate teoriche

PORTATA T=200 anni - Q=67 MC/S

sezione	Yu	Yc	A	B	pl	lf	Fr	V	Qu	
67	8	1.5		12	11	8	0.005	1.172056	4.496024	54
	7	2.1		10.71	9.3	5.1	0.005	0.684655	3.107535	33
	6	1.48		6.956	7.66	4.7	0.066	2.529029	9.636496	67
	5	1.8		9.9	9.1	5.5	0.002	0.450298	1.892217	19
	4	1.42	2.6	7.81	8.34	5.5	0.0319	2.290217	8.547819	67
	3	1.6		6.08	7	3.8	0.0319	2.051987	8.129597	49
	2	1.7		4.7	9		0.0319		4.632964	22
	1	1.82	2.77	9.1	8.64	5	0.0319	1.750264	7.395606	67

VERIFICA IDRAULICA DEL RIO GORLERI - ANALISI IN MOTO UNIFORME

massime portate teoriche

PORTATA T=50 anni - Q=47 MC/S

sezione	Yu	Yc	A	B	pl	lf	Fr	V	Qu	
47	8	1.37		10.96	10.74	8	0.005	1.173039	4.300383	47
	7	2.1		10.71	9.3	5.1	0.005	0.684655	3.107535	33
	6	1.15		5.405	7	4.7	0.066	2.575018	8.648957	47
	5	1.8		9.9	9.1	5.5	0.002	0.450298	1.892217	19
	4	1.11	2.57	6.105	7.72	5.5	0.0319	2.314275	7.636791	47
	3	1.6		6.08	7	3.8	0.0319	2.051987	8.129597	49
	2	1.7		4.7	9		0.0319		4.632964	22
	1	1.4	2.74	7	7.8	5	0.0319	1.793601	6.646979	47

I valori sopra riportati rappresentano delle indicazioni teoriche in quanto per effetto delle ostruzioni dei ponti e per via della insufficiente altezza degli argini si osservano fenomeni di rigurgito tali da modificare il moto da uniforme a permanente e, a seguito del verificarsi dei fenomeni di esondazione localizzata in più punti, da permanente a vario.

Come si nota dalle precedenti tabelle per le sezioni 2-3-5-6-7-8, ossia per le sezioni "chiuse" (ponti o tombini) la massima portata che defluisce in alveo senza mettere in pressione la soletta soprastante è di molto inferiore alla portata minima di verifica (quella relativa a T=50 anni); la massima portata defluente all'interno delle sezioni chiuse può essere però stimata ipotizzando la resistenza della struttura alla sottopressione e determinando la massima portata defluente al di sotto del ponte considerandolo come luce sottobattente. Il battente d'acqua massimo è assunto uguale alla massima altezza d'acqua consentita dalle caratteristiche dell'alveo al limite dell'esondazione.

In tal modo come fatto precedentemente si determina la massima capacità idraulica della sezione al limite dell'esondazione.

Le sezioni in cui viene calcolato tale valore sono le sezioni 2-5-7

Torrente Gorleri – Stima esondazione

Sezioni	2	5	7	Note
---------	---	---	---	------

Note	Calcolo con Bernoulli	Calcolo come luce sottobattente	Calcolo come luce sottobattente	
Capacità massima alveo	24 mc/s	47 mc/s	53 mc/s	Altezza max di monte: sez 2) 2,3 m sez 5) 2,75 m sez 7) 2,9 m
Portata di esondazione per T=50 anni	23 mc/s	insufficiente	insufficiente	/
Portata di esondazione per T = 200 anni	43 mc/s	20 mc/s	14 mc/s	
Portata di esondazione per T 500 anni	57 mc/s	34 mc/s	28 mc/s	

Dalla precedente si evince che l'esondazione del t. Gorleri avviene per qualsiasi portata a partire dalla confluenza con il rio Ciapasso (a monte della sezione 2), fino all'imbocco della tombinatura alla foce.

Verifica idraulica del rio Pineta

Il rio Pineta presenta una situazione idraulica del tutto analoga a quella dei torrenti Gorleri e Varcavello con la presenza di tratti di alveo a cielo libero con parziale insufficienza al deflusso delle portate di piena e ponti che presentano invece una totale insufficienza a permettere il passaggio di seppur minime portate di piena.

La verifica idraulica condotta pertanto ricalca quella già effettuata per i due sopradetti torrenti con il calcolo della massima portata defluente all'interno delle sezione senza causare esondazione, portata determinata con il calcolo in moto uniforme o adoperando le formule di Bernoulli.

Nel seguente prospetto sono riassunti, sezione per sezione, i risultati dei calcoli.

Rio Pineta – Calcolo della capacità idraulica delle sezioni d'alveo

Sezioni	1	2	3	4	5	6	7	8
Formula adottata	Bernoulli	Bernoulli	Bernoulli	Moto Uniforme	Bernoulli	Bernoulli	Bernoulli	Moto Uniforme
Portata massima defluente	40 mc/s	34 mc/s	40 mc/s	14 mc/s	10 mc/s	10 mc/s	9 mc/s	51 mc/s
Quota massimo carico	2,4 m	2,4 m	2,4m	1,0 m	1,35 m	1,35 m	1,8 m	1,8 m
Portata esodata per T=50 anni	13 mc/s	19 mc/s	13 mc/s	39 mc/s	43 mc/s	43 mc/s	44 mc/s	2 mc/s
Portata esodata per T=200 anni	36 mc/s	42 mc/s	36 mc/s	62 mc/s	66 mc/s	66 mc/s	67 mc/s	25 mc/s
Portata esodata per T=500 anni	52 mc/s	58 mc/s	52 mc/s	78 mc/s	82 mc/s	82 mc/s	83 mc/s	41 mc/s

La strozzatura più evidente è rappresentata dal ponte della ferrovia dal quale defluiscono, senza esondare, solamente 10 mc/s.

A valle della suddetta strozzatura vi è un canale a cielo libero adiacente ad una strada che termina nel tombino della sezione 8. Sia il canale che il successivo tombino hanno una capacità idraulica insufficiente

per qualsiasi portata, ma, per effetto della strozzatura del ponte ferroviario e del successivo ponte della SS1, solo una minima parte della portata di piena riesce ad essere collettata nel suddetto canale.

Nell'ottica di rimozione della strozzatura di monte si dovrà comunque prevedere il rifacimento del canale e del tombino, realizzati con una sufficiente sezione idraulica ed adeguato franco di sicurezza.

Verifica idraulica del rio della Madonna

Il rio della Madonna è suddiviso, nella parte a monte della sede ferroviaria, in due rami: il ramo di destra scorre a cielo libero per il tratto alto per poi confluire all'interno di una tombinatura costituita da due condotte DN600; il ramo di sinistra è invece raccolto da un'unica tubazione DN600.

A valle della sede ferroviaria il torrente è collettato in un tombino scatolare di dimensioni 1,75x1,5 m fino alla foce.

Come si può facilmente dedurre viste le portate di massima piena del torrente sia il tombino di valle che, a maggior ragione, le condotte a monte della ferrovia, non sono in grado di collettare l'intera portata di pioggia.

Si riportano le massime capacità idrauliche riferite ai tre tubi DN600 ed al tombino di raccolta a valle della sede ferroviaria.

Rio Della Madonna – Calcolo delle massime capacità delle tombinature e delle portate esondabili		
Sezioni	2	3
Note	Calcolo in moto uniforme riferito alla somma delle tre tubazioni DN600	Calcolo in moto uniforme
Portata massima	3,0 mc/s	7,5 mc/s
Portata esondabile per T=50 anni	24 mc/s	19,5 mc/s
Portata esondabile per T=200 anni	35 mc/s	30,5 mc/s
Portata esondabile per T=500 anni	43 mc/s	35,5 mc/s

Le fasce fluviali derivanti dall'applicazione in sito dei suddetti valori tengono in debito conto del fatto che il rio della Madonna nel tratto a valle della ferrovia, collette lunghi tratti di condotte fognarie bianche cittadine che, impossibilitate a scaricare i volumi d'acqua all'interno del rio determinano esondazioni diffuse all'interno di una vasta porzione di tessuto urbano.

Verifica idraulica del rio Rodine

Il rio Rodine presenta delle sezioni di deflusso ampiamente insufficienti a smaltire le minime portate di piena e, a causa delle esondazioni laterali pressochè continue per tutto il tratto urbano del rio, analizzabili solamente adottando procedure di calcolo relative al moto vario.

A titolo indicativo è stata condotta una analisi in moto uniforme su tali sezioni dai cui risultati si evince che le massime portate di piena defluibili all'interno delle canalizzazioni (v. sezioni 1-2-3) sono dell'ordine di 1,0-3,2 mc/s a fronte di portate di piena variabili tra 9 e 16 mc/s.

Per quanto riguarda la determinazione delle fasce fluviali corrispondenti nel tratto a valle della ferrovia, si rimanda a quanto espresso a proposito del rio della Madonna.

Verifica idraulica del rio Bondai

La verifica delle sezioni è stata condotta in moto uniforme stante la mancanza di particolarità idrauliche di rilievo e la presenza di arginature e ponti di notevole sezione di deflusso.

L'ambito di verifica è costituito dal tratto d'alveo plateato che è compreso tra la foce ed il ponte della strada per il borgo antico di Cervo

I risultati dei calcoli per ogni sezione sono riportati nelle seguenti tabelle.

VERIFICA IDRAULICA RIO BONDAL - ANALISI IN MOTO UNIFORME

PORTATA T=50 ANNI - Q= 26 MC/S

Sezione	Yu	Yc	A	B	pl	If	Fr	V	Qu
6	0.61	2.6	2.745	5.72	4.5	0.08	4.16981	10.20036	26.17465
5	0.64	2.67	2.688	5.48	4.2	0.08	4.157232	10.41667	26.00775
4	1	3.2	2.5	4.5	2.5	0.08	3.575885	11.2	26.28246
3	1	3.2	2.5	4.5	2.5	0.08	3.575885	11.2	26.28246
2	0.67	2.7	2.68	5.34	4	0.08	4.075223	10.44776	26.32923
1	0.7	2.8	2.59	5.1	3.7	0.08	4.125482	10.81081	25.64644

PORTATA T=200 ANNI - Q= 37 MC/S

Sezione	Yu	Yc	A	B	pl	If	Fr	V	Qu
6	0.77	2.6	3.465	6.04	4.5	0.08	2.940187	8.080808	37.21532
5	0.8	2.67	3.36	5.8	4.2	0.08	2.974673	8.333333	36.32351
4	1.29	3.2	3.225	5.08	2.5	0.08	2.440613	8.682171	37.05795
3	1.3	3.2	3.25	5.1	2.5	0.08	2.412506	8.615385	37.43977
2	0.85	2.7	3.4	5.7	4	0.08	2.851906	8.235294	37.47911
1	0.9	2.8	3.33	5.5	3.7	0.08	2.829815	8.408408	37.0743

PORTATA T=500 ANNI - Q= 45 MC/S

Sezione	Yu	Yc	A	B	pl	If	Fr	V	Qu
6	0.88	2.6	3.96	6.26	4.5	0.08	2.406506	7.070707	45.39591
5	0.93	2.67	3.906	6.06	4.2	0.08	2.373285	7.168459	45.33981
4	1.5	3.2	3.75	5.5	2.5	0.08	1.946465	7.466667	45.19094
3	1.51	3.2	3.775	5.52	2.5	0.08	1.927161	7.417219	45.58373
2	0.97	2.7	3.88	5.94	4	0.08	2.339408	7.216495	45.43978
1	1.03	2.8	3.811	5.76	3.7	0.08	2.311351	7.347153	45.01504

La particolarità più evidente del rio è la presenza di arginatura molto alta in grado di contenere le massime portate di piena e fronte di larghezza d'alveo minima in alcuni tratti, e di pendenze del fondo molto elevate.

Se a tali condizioni si aggiunge il fatto che il torrente nella parte terminale risulta essere plateato in cls e quindi con una bassa scabrezza, si capisce come i risultati del calcolo idraulico portino alla determinazione di elevatissime velocità della corrente.

Tale velocità è in grado di causare fenomeni erosivi localizzati con conseguente scalzamento del fondo alveo e del piede delle arginature.

Nel tratto focivo il tracciato del torrente è attraversato dalla passeggiata a mare di Cervo che pertanto è da considerarsi area esondabile.

Verifica idraulica del rio Schedassi

La verifica idraulica è stata condotta in moto uniforme per il tratto di torrente tombinato al di sotto della strada SS1 e della ferrovia; nel tratto di monte il torrente scorre in alveo profondo senza rischi di esondazione che non derivino dall'eventuale instabilità spondale.

Tale tombino presenta due sezioni caratteristiche entrambe ampiamente verificate seppur con velocità molto al di sopra di valori accettabili.

Per tali sezioni vale quanto espresso per il rio Bondai

I risultati sono riportati nelle seguenti tabelle.

VERIFICA IDRAULICA RIO – ANALISI IN MOTO UNIFORME

PORTATA T=50 ANNI - Q= 24 MC/S

sezione	Yu	Yc	A	B	PI	If	Fr	V	Qu
2	0.74	2.3	2.22	4.48	3	0.1	5.349912	14.41441	24.17866
1	0.87	2.55	2.175	4.24	2.5	0.1	5.036126	14.71264	24.24102

VERIFICA IDRAULICA RIO – ANALISI IN MOTO UNIFORME

PORTATA T=200 ANNI - Q= 34 MC/S

sezione	Yu	Yc	A	B	PI	If	Fr	V	Qu
2	0.94	2.45	2.82	4.88	3	0.1	4.203925	12.76596	34.0276
1	1.12	2.76	2.8	4.74	2.5	0.1	3.878832	12.85714	34.28524

VERIFICA IDRAULICA RIO – ANALISI IN MOTO UNIFORME

PORTATA T=500 ANNI - Q= 41 MC/S

sezione	Yu	Yc	A	B	PI	If	Fr	V	Qu
2	1.08	2.65	3.24	5.16	3	0.1	3.849769	12.53086	41.32104
1	1.28	3	3.2	5.06	2.5	0.1	3.580441	12.6875	41.00583

2.5.6 Nuova analisi idraulica

Nell'ambito degli studi idraulici di dettaglio e della progettazione preliminare complessiva delle opere volte alla mitigazione del rischio idraulico nei **tratti terminali** dei rii dell'ambito 7 – Dianese (rio Gorleri, rio Ciapasso, rio Varcavello, torrente S. Pietro, rio Pineta, rio Rodino, rio della Madonna), realizzati nell'aprile 2004, è stata realizzata un'analisi idraulica di dettaglio, volta ad evidenziare sia i livelli di allagamento, sia le velocità di scorrimento sulle aree del Dianese, per una più fine individuazione delle aree a pericolosità di esondazione. Da tale trattazione risultano esclusi il torrente Cervo (Steria), il rio Bondai e il rio Schenassi, nonché i rii minori di ponente.

L'analisi idraulica simula la propagazione dell'idrogramma di piena lungo i corsi d'acqua che sfociano a mare attraversando, anche con tombinature, le aree urbane del Dianese e quindi propaga la sola parte che esonda a causa delle severe criticità presenti, in modo bidimensionale nelle aree urbane. Il modello numerico implementato è in moto vario monodimensionale a rete di canali ed invasi, che rispettivamente riproducono la propagazione, in alveo, lungo il reticolo viario e nei blocchi di condomini. Tale schematizzazione risulta infatti quella che meglio rappresenta sia la fisica della propagazione lungo direzioni preferenziali indotte quando le condizioni al contorno (edifici) risultano più elevate dei tiranti della corrente, sia problemi di forte discontinuità delle stesse condizioni al contorno tipiche della topologia degli ambiti fortemente urbanizzati.

2.5.6.1 Lo schema idraulico: canali ed invasi

La simulazione della propagazione di piena in un'area come quella in esame causata dalla esondazione dei corsi d'acqua che attraversano o attraverserebbero l'area del Dianese è stata condotta in moto vario implementando un modello monodimensionale a rete di canali ed invasi per simulare la propagazione nell'intricata rete viaria. La tipologia di propagazione di piene nelle aree golenali urbanizzate, si configura infatti più come una serie di moti monodimensionali, ciascuno lungo l'intricata rete stradale delimitata dalla presenza degli edifici, che come un vero moto bidimensionale in cui sono presenti entrambe le componenti della velocità della corrente. La tipologia di una propagazione canalizzata si verifica allorché la configurazione urbanistica impone condizioni al contorno ben superiori ai livelli idrici realizzabili in assenza di condizioni tipiche delle strade urbane confinate da edifici. Tale approccio ben si adatta alle propagazione di

piena sull'area del Dianese, che è caratterizzata, a causa dell'intensa urbanizzazione, da direzioni preferenziali di scorrimento dell'acqua lungo le strade che separano i blocchi di edifici. All'interno di questi ultimi la disposizione degli edifici stessi, la presenza di ostacoli vari, muretti di confine, aiuole, piante rigide, inducono una resistenza al moto talmente elevata da rendere plausibile l'assunzione di velocità della corrente prossime a zero. Infatti edifici ed ostacoli vari si comportano come ostacoli rigidi che inducono una scabrezza equivalente molto bassa⁶ nella definizione di Strickler, k [$m^{1/3}s^{-1}$]. Di conseguenza queste aree partecipano alla propagazione della piena solo invasando e cedendo volume nella fase di risalita o di recessione dell'idrogramma essendo collegati alle strade perimetrali (canali) con leggi di foronomia.

Lo schema proposto permette:

- di controllare la propagazione dell'idrogramma di piena lungo i corsi d'acqua che sfociano a mare attraversando, anche in presenza di tombinate, e quindi di modellare contemporaneamente la parte dell'idrogramma in ambito urbano;
- di verificare l'effetto della propagazione lungo le strade spesso fonte dei maggiori danni data l'elevata velocità che la corrente assume per la bassa scabrezza dell'alveo artificiale in cui si trova;
- di considerare l'effetto di laminazione che i blocchi di edifici hanno sulla propagazione di piena.

Il modello idraulico è stato implementato su un rilievo topografico di dettaglio sia dei corsi d'acqua che della piana alluvionale, appositamente condotto, che garantisce anche nelle aree urbane un errore medio sulla risoluzione verticale minore o uguale a 30 cm (FEMA, 2002) ottenuto integrando rilievi GPS al suolo con un fotogrammetrico appositamente realizzato al fine di garantire la tolleranza nelle aree urbanizzate.



⁶ Przedwojski, B., Blazejewski, R. and Pilarczyk, K. W., River Training Techniques: Fundamentals, Design and Applications, A.A. Balkema, Rotterdam, 1995.

Figura 2.5.6/A – Schema idraulico con i canali in rosso (strade e torrenti) e invasi in giallo (blocchi di edifici)

Ciascun invaso golendale è quindi caratterizzato da una sua curva dei volumi di invaso ed è governato dalle equazioni di continuità e delle luci di collegamento con i canali attivi.

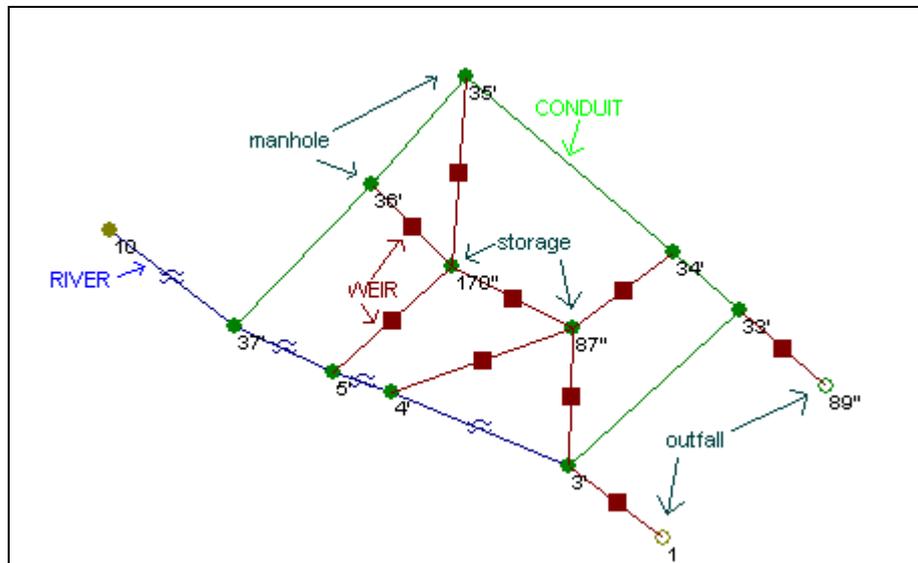


Figura 2.5.6/B – Particolare dello schema tra corso d'acqua, canali stradali ed invasi .

2.5.6.2 Il modello idraulico

Il modello numerico, ISIS HR_Wallingford, integra lungo gli alvei, artificiali e naturali, in modo mono dimensionale le ben note equazioni del De Saint Venant:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\beta Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial H}{\partial x} - gAS_f = q \frac{Q}{A} \cos(\alpha)$$

dove la q è l'afflusso laterale (m³/s/m) .

Il termine S_f è espresso come: $S_f = \frac{Q|Q|}{K^2}$ e dove K è calcolato in accordo con l'equazione di

Manning: $K^2 = \frac{A^2 R^{\frac{4}{3}}}{n^2}$, $R = \frac{A}{P}$ è il raggio idraulico, P è la lunghezza del perimetro bagnato e n è il coefficiente di rugosità secondo Manning. Tale coefficiente viene valutato come coefficiente equivalente sulla sezione secondo l'espressione:

$$n_{eq} = \frac{\sum n_i R_i}{R}$$

Le equazioni di De Saint Venant vengono integrate dal software ISIS utilizzando lo schema implicito di Preissmann, conosciuto anche come lo schema del 4 point Box in cui la funzione, f (portata), è discretizzata nello spazio e nel tempo secondo la seguente espressione:

$$f(x, t) = \frac{1}{2} \left[\theta (f_{i+1}^{j+1} + f_i^{j+1}) + (1 - \theta) (f_{i+1}^j + f_i^j) \right]$$

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{1}{2\Delta x} \left[\theta (f_{i+1}^{j+1} - f_i^{j+1}) + (1 - \theta) (f_{i+1}^j - f_i^j) \right] \quad \frac{\partial f}{\partial t} = \frac{1}{2\Delta t} \left[(f_{i+1}^{j+1} - f_{i+1}^j) + (f_i^{j+1} - f_i^j) \right]$$

e dove θ è un fattore compreso tra 0.5 e 1 e f_i^j è il valore di f calcolato al punto (x_i, t_j) .

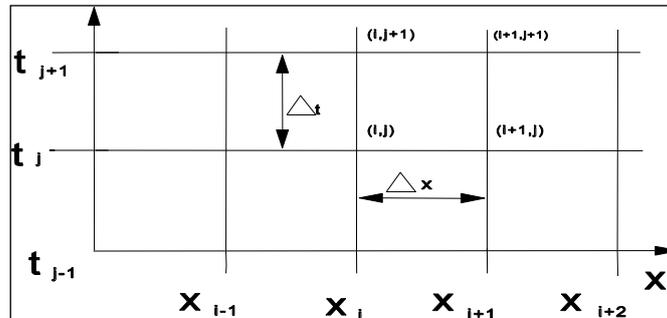


Figura 2.5.6/C – La griglia di calcolo spazio tempo

Utilizzando lo schema proposto, entrambe le equazioni di Saint-Venant possono essere linearizzate come

$$aQ_i^{j+1} + bH_i^{j+1} + cQ_{i+1}^{j+1} + dH_{i+1}^{j+1} = e$$

I valori di a,b,c ed e vengono calcolati ad ogni iterazione in ogni nodo. I coefficienti della matrice, che comprende principalmente i fattori a, b, c, d ed e, deve essere invertita per risolvere la coppia di equazioni per Q e H ad ogni time-step attraverso un risolutore della matrice sparsa.

2.5.6.3 ΔT di calcolo

Il Δt di calcolo è stato posto pari a 1 secondo al fine di garantire stabilità quando si innescano gli invasi urbani.

2.5.6.4 Flussi Ipercritici

La modellazione della “corrente veloce” viene calcolata trascurando la parte $\partial A/\partial x$ del termine convettivo di quantità di moto quando il numero di Froude eccede un valore specificato dall'utente. Nell'intervallo compreso tra questo limite superiore ed un valore inferiore, anch'esso specificato, il termine è scalato gradualmente in modo da realizzare una transizione progressiva. Per correnti ipercritiche costanti in un canale a geometria uniforme, il metodo è esatto ma la soluzione diventa via via più approssimata con le variazioni geometriche del canale. Poiché ISIS Flow fornisce una risoluzione in forma differenziale dell'equazione di quantità di moto, la soluzione di un risalto idraulico non può essere esatta. Al brusco cambio di regime viene sostituito un cambiamento distribuito in parecchi intervalli ravvicinati.

2.5.6.5 Ponti

Gli attraversamenti fluviali sono modellati utilizzando le formulazioni empiriche, riportate nel manuale del programma, che sono state tarate con dati ottenuti da studi in campo e prove su modello fisico condotte alla HR Wallingford. Le unità di attraversamento permettono di modellare la perdita d'energia associata all'attraversamento fluviale in varie condizioni idrauliche (ad esempio con o senza rigurgito da valle). Le formulazioni disponibili permettono di rappresentare ponti su pile e ad arco, tenendo conto del possibile superamento del coronamento.

2.5.6.6 La verifica dell'ipotesi dello schema ad invasi

Al fine di verificare l'ipotesi che considera i blocchi di edifici come aree di invaso, ossia di velocità trascurabile, è stato analizzato il campo di moto all'interno dei blocchi stessi con un modello di calcolo bidimensionale applicato a due aree rappresentative dell'area urbana in studio, a monte ed a valle della ferrovia, di seguito evidenziate.



Figura 2.5.6/D – Blocchi di edifici significativi per i test delle ipotesi di velocità trascurabile al loro interno

Il modello di calcolo FESWMS (Finite Element Surface-water Modeling System), è un codice per la modellazione idrodinamica sviluppato dalla U.S. Federal Highways Administration (FHWA) ad elementi finiti. FLO2DH integra le equazioni di de Saint Venant espresse nella forma conservativa come:

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial q_1}{\partial x} + \frac{\partial q_2}{\partial y} = q_m \text{ equazione di continuità}$$

$$\frac{\partial q_1}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \frac{q_1^2}{H} + \frac{1}{2} g H^2 \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\beta \frac{q_1 \cdot q_2}{H} \right) + g H \frac{\partial z_b}{\partial x} + \frac{H}{\rho} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \Omega q_2 + \frac{1}{\rho} \tau_{bx} = 0$$

e

$$\frac{\partial q_2}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta \frac{q_1 \cdot q_2}{H} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\beta \frac{q_2^2}{H} + \frac{1}{2} g H^2 \right) + g H \frac{\partial z_b}{\partial y} + \frac{H}{\rho} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \Omega q_1 + \frac{1}{\rho} \tau_{by} = 0$$

dove:

z_w : quota della superficie dell'acqua

$q_1 = U \cdot H$: flusso unitario in direzione x

U: componente in direzione x della velocità media

H: battente idrico

$q_2 = V \cdot H$: flusso unitario in direzione y

V: componente in direzione y della velocità media

q_m : portata areale della massa d'acqua in ingresso o in uscita.

β : coefficiente di correzione del flusso, che considera la variazione della velocità in direzione verticale

g: accelerazione gravitazionale

ρ : densità dell'acqua

p_a : pressione atmosferica sulla superficie dell'acqua

Ω : parametro di Coriolis

τ_{bx} , τ_{by} : sforzi di taglio agenti sul fondo in direzione x e y

Due gli scenari ipotizzati per le aree occupate dagli edifici:

- aree appartenenti al dominio di calcolo ma con scabrezza elevata ($K_s=0.01$)
- aree impermeabili, ossia che non appartengono al dominio di calcolo.

Le condizioni al contorno di ciascuno dei due blocchi analizzati sono quelle relative ai livelli calcolati nel modello a rete nelle strade (canali) adiacenti il blocco nelle condizioni di massimo gradiente idraulico.

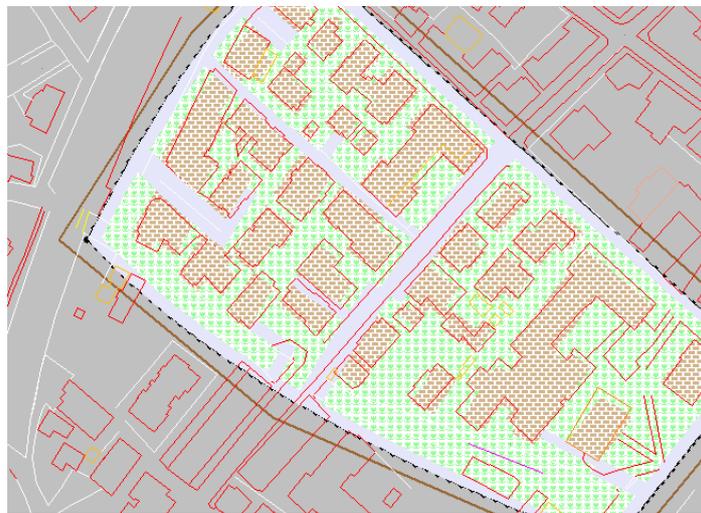


Figura 2.5.6/E – Rappresentazione del blocco: edifici rappresentati come aree del campo di moto ma a velocità nulla

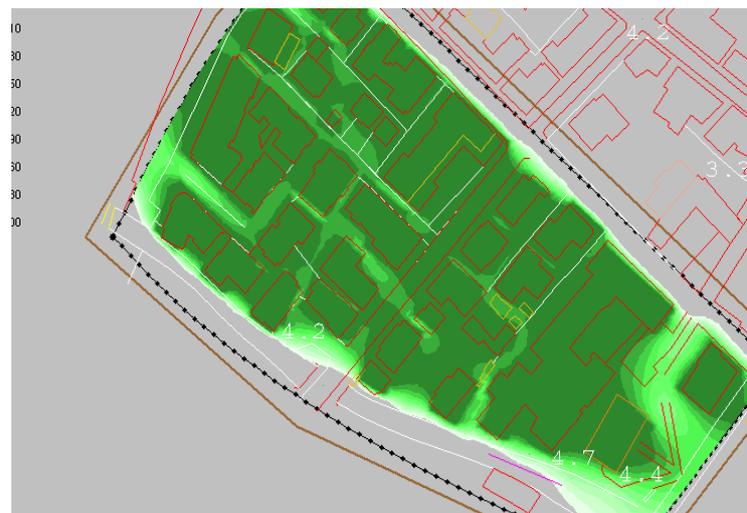


Figura 2.5.6/F – Rappresentazione del campo delle velocità per edifici permeabili ma con velocità nulla.

Di seguito per i due blocchi esaminati vengono riportati i diagrammi di frequenza cumulata delle velocità sia in caso di edifici considerati come condizione al contorno permeabile, ma a velocità nulla, sia in caso di considerare gli edifici come condizione di frontiera impermeabile.

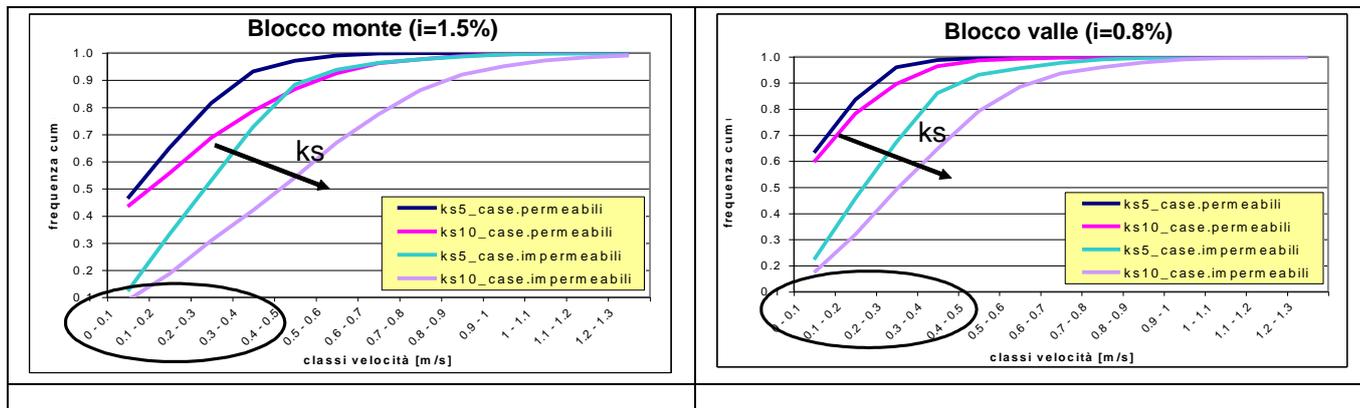


Figura 2.5.6/G – Frequenza delle velocità (modulo) nelle celle del dominio di studio per i due blocchi a monte (sin) ed a valle della ferrovia (dx) caratterizzate da pendenza media differente. Si osserva l’effetto della condizione di impermeabilità degli edifici e della parametrizzazione del Ks delle aree a verde all’interno del blocco in caso di edifici impermeabili e permeabili .

2.5.7 Le aree inondabili

Con riferimento al modello di allagamento a canali ed invasi descritto nel precedente paragrafo, sono state calcolate le aree esondabili per il rio Gorleri, il rio Ciapasso, il rio Varcavello, il torrente S. Pietro (Evigno), il rio Pineta, il rio Rodino e il rio della Madonna, a partire sia dagli idrogrammi di piena derivanti dallo studio sulla regionalizzazione delle portate del CIMA (ad eccezione del torrente S. Pietro – Evigno), sia in base alle stime effettuate col modello VAPI_ADD nell’ambito degli studi idraulici di dettaglio e della progettazione preliminare complessiva delle opere volte alla mitigazione del rischio idraulico nei tratti terminali dei rii dell’ambito 7 – Dianese (rio Gorleri, rio Ciapasso, rio Varcavello, torrente S. Pietro, rio Pineta, rio Rodino, rio della Madonna), realizzati nell’aprile 2004.

Le condizioni al contorno di monte sono rappresentate dagli idrogrammi di piena ad assegnato periodo di ritorno per ciascun corso d’acqua.

Gli idrogrammi che costituiscono la condizione di monte sono ipotizzati generati da una precipitazione uniforme nello spazio e nel tempo di assegnato periodo di ritorno, che definisce come ovvio per ciascun bacino in esame un idrogramma di piena. Questi hanno tutti la stessa origine, ma presentano tempo di picco diversi relativi alla diversa formazione e propagazione caratteristica di ciascun bacino.

Tabella 2.5.7/A – Volumi idrogrammi per differenti periodi di ritorno a monte dei singoli tratti (in m³)

	Idrogrammi Piano di Bacino			Idrogrammi VAPI_ADD		
	T = 50 anni	T = 200 anni	T = 500 anni	T = 50 anni	T = 200 anni	T = 500 anni
Torrente						
Gorleri	55836	79596	96228	111078	181386	244596
Varcavello	224316	325620	390744	236481	362778	487344
Evigno (S. Pietro)	1398600	1694700	1890000	639276	992349	1221576
Pineta	83952	120384	145728	75954	116460	152403
Rodine	8100	11700	14400	14913	23235	30747
Madonna	27216	38304	46368	30006	40518	48114

Le condizioni al contorno di valle sono costituite dai livelli del mare, che a vantaggio di sicurezza è stato posto a quota + 1.5m per tenere conto dell'innalzamento della superficie marina per l'effetto concomitante di onda frangente in caso di mareggiata e della massima escursione di marea

I principali parametri del modello a rete sono costituiti dalla scabrezza di Strickler K_s [$m^{1/3} s^{-1}$] lungo torrenti e strade, e dalla parametrizzazione della legge di efflusso tra strade (canale) e blocchi (invasi).

La scabrezza di ciascun canale, naturale o artificiale, è stata assegnata in base alle informazioni visive raccolte durante i sopralluoghi, la granulometria del materiale d'alveo, la vegetazione spondale, la forma della sezione, ricordando che essa esprime il valore globale sulla sezione del coefficiente di dissipazione energetico legato non solo alla microscabrezza del materiale ma anche alla geometria ed agli ostacoli in essa presenti. Tra le principali tipologie di alveo presenti nell'area oggetto di indagine sono stati assegnati valori di scabrezza compresi fra 30 e 50 $m^{1/3} s^{-1}$.

La legge di efflusso che regola l'ingresso e l'uscita dagli invasi (blocchi) è la ben nota equazione dello sfioratore rigurgitato:

$$Q = C_d B h_m \sqrt{g(h_m - h_v)}$$

per ciascuno degli sfioratori presenti, dove il numero di questi è stato fissato in base al numero di varchi presenti lungo una via principale di accesso al blocco.

La larghezza B di ogni sfioratore è calcolata ricorrendo ad una sorta di porosità del blocco individuata dal rapporto tra la larghezza totale, L_b , dei varchi presenti lungo un blocco e la lunghezza totale dello stesso come:

$$B = \frac{L_v}{L_b} L_b / N_s$$

dove N_s è il numero di sfioratori posizionati.

La curva d'invaso di ciascun blocco è ricavata dalla superficie e dalla quota del rilievo di dettaglio.

Il coefficiente di efflusso $\mu\sqrt{2g}$ è ottenuto tramite calibrazione imponendo che per assegnate condizioni al contorno all'interno del blocco il modello ad invaso riproducesse gli stessi valori del modello bidimensionale realizzato per il blocco stesso.

Si osservi che l'utilizzo degli idrogrammi di piena derivanti dallo studio sulla regionalizzazione delle portate del CIMA (ad eccezione del torrente Evigno – S. Pietro) comporta maggiori superfici allagate, sebbene i volumi di inondazione non siano molto differenti rispetto a quelli previsti dalla procedura VAPI_ADD. Sembra quindi evincersi che, riguardo all'estensione, a parità di geometria il volume dell'idrogramma rivesta un ruolo meno importante che non la forma ed il picco dello stesso. Va comunque ricordato che un idrogramma di volume maggiore prolunga per maggior tempo il perdurare dello scorrimento sulle aree urbane.

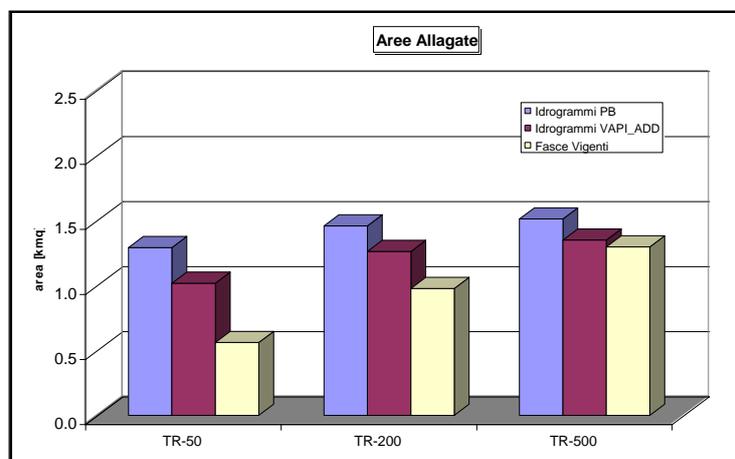


Figura 2.5.7/A Confronto tra le superfici allagabili ottenute con gli idrogrammi di piena derivanti dallo studio sulla regionalizzazione delle portate del CIMA e quelli ricavati mediante la procedura VAPI_ADD

2.5.7.1 Ambiti normativi delle fasce di inondabilità

I criteri regionali, di cui alla raccomandazione n.7/99 “Definizione delle fasce di inondabilità e di riassetto fluviale” e alla DGR 357/2001 e ss. mm. e ii., prevedono che, nell’ambito della pianificazione di bacino di rilievo regionale, il livello “standard” di individuazione della pericolosità idraulica sia rappresentato dalla individuazione delle cosiddette “fasce di inondabilità”, che rappresentano porzioni di territorio esterne all’alveo caratterizzate da uguale probabilità di inondazione. In particolare la normativa regionale prevede l’individuazione di 3 fasce di inondabilità, che corrispondono a tre tempi di ritorno della piena di riferimento, rispettivamente pari a 50, 200, e 500 anni.

Questa impostazione si basa sulla consolidata assunzione che un evento di inondazione sia tanto più pericoloso quanto più è frequente; la pericolosità idraulica, pertanto, è al **tempo di ritorno T** della piena di riferimento, il quale fornisce una stima del valore di portata che può venire mediamente superato ogni T anni.

I criteri regionali, peraltro, prevedono la possibilità di individuare, sulla base di opportuni approfondimenti all’interno delle aree inondabili ad assegnato tempo di ritorno, aree che risultino a “minor pericolosità relativa”, sulle quali prevedere una disciplina più adeguata che consenta possibilità edificatorie diversificate rispetto a quelle ammesse nelle rispettive fascia di inondabilità (rif.: paragrafo 3.1, lettera c), punto 1) e punto 2) dei criteri approvati con D.G.R. 357/2001).

In particolare, sulla base di opportuni approfondimenti degli studi idrologico – idraulici di supporto, possono essere determinate appropriate grandezze di riferimento, utili per il conseguimento di una più puntuale determinazione delle aree inondabili ed una conseguente migliore definizione del grado di pericolosità idraulica, tale da risultare maggiormente rappresentativa dell’effettivo assetto dei territori e degli eventi di riferimento. L’entità dei massimi tiranti idrici e delle velocità di scorrimento che si realizzano nelle aree inondabili stesse rappresentano grandezze fondamentali a questo fine, delle quali devono, quindi, essere determinate le soglie caratteristiche per la discriminazione di classi di diversa pericolosità relativa.

La definizioni delle aree pericolose segue la direttiva della DGR 250/05 e s.m.i., che mette insieme i concetti di massima velocità e di tirante nella definizione delle aree pericolose stesse e della corrispondente carta degli ambiti normativi relativi alle fasce di inondabilità.

Si evidenzia che la determinazione di aree a diversa pericolosità relativa, al fine della differenziazione della corrispondente disciplina, si applica alle sole fasce A e B (relative a tempi di ritorno pari rispettivamente a 50 e 200 anni), in quanto non influenza in modo significativo la fascia C (relativa ad un tempo di ritorno pari a 500 anni), la cui disciplina consiste, nella sostanza, in una semplice normativa di attenzione.

Il criterio fondamentale, assunto come riferimento per la definizione delle aree a diversa pericolosità relativa, è basato sulla determinazione di soglie idrodinamiche di pericolosità fondate sul concetto di *spinta tollerabile condizionata all’energia specifica*, considerando l’azione meccanica di una corrente in termini di spinta e di energia. L’applicazione di tale criterio porta alla definizione della relazione tirante – velocità associato ad una spinta assegnata condizionata dall’energia specifica. In merito ai valori di spinta tollerabile, in base ai risultati sperimentali e alle diverse prescrizioni ricavabili dalla letteratura, è stato assunto il valore di **1500 N/m** quale rappresentativo della **bassa pericolosità**, mentre al superamento di un valore di circa **2500 N/m**, si realizzano invece condizioni di **alta pericolosità**. Tale criterio è stato confrontato ed integrato con altre conoscenze e valutazioni in merito, con particolare riferimento alla stabilità degli individui, alla resistenza strutturale degli edifici e alla mobilitazione degli autoveicoli in condizioni di inondazione.

Dalla valutazione congiunta dei vari aspetti succitati si è giunti alla definizione del criterio che si assume per la definizione della pericolosità idraulica relativa, sulla base dell’entità di tiranti idrici e velocità di scorrimento finalizzata alla individuazione di ambiti normativi, quale riportato graficamente in figura 2.5.7/B.

In altri termini, le soglie di riferimento delle coppie di valori tirante idrico – velocità di scorrimento, che si realizzano in un evento di inondazione per la individuazione delle condizioni di bassa e alta pericolosità relativa, indipendentemente dal tempo di ritorno dell’evento che li ha prodotti, sono riportate in tabella 2.5.7/B.

Con riferimento alla figura 2.5.7/B, quindi, le coppie di valori tirante idrico-velocità di scorrimento **superiori alla soglia indicata dalla linea intera**, sono individuate come ricadenti in **condizioni di alta pericolosità relativa**, mentre le coppie di **valori inferiori alla soglia indicata dalla linea tratteggiata** ricadono in **condizioni di bassa pericolosità relativa**. La zona compresa tra le due relazioni non risulta definibile con certezza in relazione alla pericolosità relativa e, quindi, ai fini applicativi, viene qui indicata come zona a **media pericolosità relativa**.

Tale criterio è relativo ai soli valori di tiranti idrici e velocità di scorrimento in un evento di inondazione, indipendentemente cioè dal tempo di ritorno dell’evento che li ha prodotti. Nell’ambito della pianificazione di bacino e ai fini dell’applicazione alla normativa di riferimento, si dovrà necessariamente tenere conto anche

del periodo di ritorno dell'evento di riferimento, in coerenza con gli indirizzi consolidati, che individuano l'evento con tempo di ritorno 50 –ennale a pericolosità più elevata di quello a tempo di ritorno 200 –ennale in quanto più frequente.

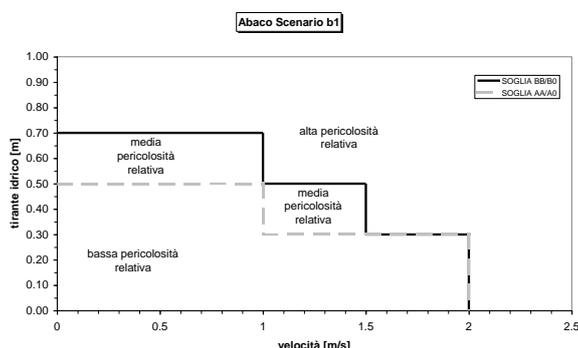


Figura 2.5.7/B Criteri di definizione della pericolosità idraulica in base ai tiranti e alle velocità presenti nelle aree esondate per Tr= 50 anni (soglia AA/A0) e Tr= 200 anni (soglia BB/B0)

Tabella 2.5.7/B – Soglie di pericolosità relativa in termini di tirante idrico condizionato alla velocità della corrente.

CONDIZIONI DI VELOCITA' DI SCORRIMENTO	CONDIZIONI DI TIRANTE IDRICO	
	Bassa pericolosità relativa	Alta pericolosità relativa
0 m/s < v < 1 m/s	h < 0,50 m	h > 0,70 m
1 m/s < v < 1,5 m/s	h < 0,30 m	h > 0,50 m
1,5 m/s < v < 2 m/s	h < 0,30 m	h > 0,30 m

La determinazione delle fasce di inondabilità, corrispondenti a diversi periodi di ritorno, prevede l'adozione della seguente metodologia:

1. Individuazione cartografica degli ambiti normativi di fascia A.
Sulla base della valutazione dei valori massimi dei tiranti idrici e della velocità di scorrimento per la portata pari ad un tempo di ritorno 50 –ennale (h_{50} e v_{50}) si individuano le aree AA, secondo le soglie indicate nella successiva tabella 2.5.7/C, corrispondenti a condizioni di media e alta pericolosità relativa. Le restanti aree, denominate A0 e corrispondenti ad aree a bassa pericolosità relativa, non vengono perimetrare, ma vengono rianalizzate insieme alle aree di fascia B e conseguentemente classificate in ambiti BB o B0 in relazione alle caratteristiche di tiranti idrici e velocità di scorrimento per la portata pari ad un tempo di ritorno 200 –ennale.
2. Individuazione cartografica degli ambiti normativi di fascia B.
Sulla base della valutazione dei valori massimi di tiranti idrici e della velocità di scorrimento per la portata pari ad un tempo di ritorno 200 –ennale (h_{200} e v_{200}) si individuano gli ambiti BB, secondo le soglie indicate nella successiva tabella 2.5.7/C, corrispondenti a condizioni di alta pericolosità relativa. Si classificano le restanti aree come ambito normativo B0, corrispondenti a condizioni di bassa e media pericolosità relativa.

La mappatura finale delle fasce di inondabilità sarà pertanto composta dai seguenti tre livelli normativi: AA, BB e B0.

Tabella 2.5.7/C – Soglie di pericolosità relativa in termini di tirante idrico condizionato alla velocità locale della corrente, ai fini della definizione degli ambiti normativi in fascia A e in fascia B.

FASCIA A – Individuazione ambiti AA Evento di piena per T = 50 anni	FASCIA B – Individuazione ambiti BB Evento di piena per T = 200 anni
--	---

$V_{50} < 1 \text{ m/s};$	$h_{50} > 0,50 \text{ m}$	$V_{200} < 1 \text{ m/s};$	$h_{200} \geq 0,70 \text{ m}$
$1 \text{ m/s} \leq V_{50} < 2 \text{ m/s};$	$h_{50} > 0,30 \text{ m}$	$1 \text{ m/s} \leq V_{200} < 1,5 \text{ m/s};$	$h_{200} > 0,50 \text{ m}$
$V_{50} \geq 2 \text{ m/s}$	$h_{50} > 0 \text{ m}$	$1,5 \text{ m/s} \leq V_{200} < 2 \text{ m/s};$	$h_{200} > 0,30 \text{ m}$
		$V_{200} \geq 2 \text{ m/s}$	$h_{200} > 0 \text{ m}$

In seguito agli studi idraulici di dettaglio e alla progettazione preliminare complessiva delle opere volte alla mitigazione del rischio idraulico nei **tratti terminali** dei rii dell'ambito 7 – Dianese (rio Gorleri, rio Ciapasso, rio Varcavello, torrente S. Pietro, rio Pineta, rio Rodino, rio della Madonna), realizzati nell'aprile 2004, è stato possibile definire la pericolosità idraulica in base ai tiranti e alle velocità presenti nelle aree esondate per $T_r= 50$ anni (soglia AA/A0) e $T_r= 200$ anni (soglia BB/B0) e conseguentemente sono stati tracciati i corrispondenti ambiti normativi delle fasce di inondabilità (Tavola 11 bis).

La tipologia altamente urbanizzata del territorio analizzato e quindi la concentrazione di flusso lungo il reticolo viario cittadino, modellata nello schema idraulico, non consente a priori di svincolare gli edifici che delimitano le strade, meglio i canali in fase di piena, dalle condizioni di pericolo dettate dalla velocità. Tale situazione sembra soprattutto presentarsi nelle aree urbane del Varcavello e del T. Pineta, allorché i blocchi di abitazione sono interamente circondati da canali ad elevata velocità di scorrimento.

Per tale motivo si è ritenuto, per la sola realizzazione delle carte di pericolosità, di dover procedere ad un ampliamento dei campi di velocità tramite una interpolazione sul dominio in studio tra i massimi valori della velocità nei vari canali. Infatti, l'interpolazione della velocità tiene conto dei possibili mutamenti delle condizioni al contorno che possono verificarsi lungo le strade durante un evento alluvionale, come quelli indotti da oggetti trascinati dalla corrente quali automobili, legni, cisterne etc. e quindi del coinvolgimento delle abitazioni fronte strada nella corrente di piena.

L'interpolazione del campo di velocità è stata condotta in base al metodo della distanza inversa, sul campione costituito da punti lungo le strade caratterizzati da velocità $V \neq 0$ e anche quelli dei blocchi con velocità $V = 0$.

Come noto il metodo permette di determinare il valore di ogni punto della variabile, V_x , mediante una combinazione lineare di un campione di punti noti, n :

$$V_x = \frac{\sum_{i=1}^n d_{ix}^{-r} \cdot V_i}{\sum_{i=1}^n d_{ix}^{-r}}$$

I pesi della combinazione sono funzione dell'inverso della distanza elevato ad esponente, r , avendo posto $r=1.5$.

2.5.7.2 Individuazione delle aree storicamente inondate

Nell'ambito dei bacini del comprensorio del Dianese si sono registrati nel passato dei fenomeni di esondazione che seppur di limitata potenza, hanno causato notevoli danni alle infrastrutture della zona.

Tali registrazioni sono state raccolte tramite il competente servizio regionale e mediante le indicazioni fornite da tecnici comunali e dalla popolazione intervistata in loco.

Le aree suddette sono state indicate, per i tratti non indagati, con la dicitura "a*" e sono state riportate nella carta delle fasce fluviali.

Rio Pineta

Tra gli ostacoli al libero deflusso delle portate bisogna segnalare una curva ad angolo retto in zona Ponte Rosso che, in presenza di trasporto di materiale grossolano, crea un deposito che riduce la sezione dell'alveo ma, ancor più i ripetuti attraversamenti a partire dalla via Alla Rovere hanno creato in passato, sia per la loro ridotta sezione sia per la mancanza di manutenzione, problemi di allagamento che tuttavia, per la conformazione orografica della zona a nord della ferroviaria, si estende su una zona relativamente limitata.

Nell'ultima recente alluvione è stata allagata completamente via alla Rovere, ma, fatto più grave, l'acqua è esondata subito a valle dell'Aurelia, allagando una fascia di circa 100 m. sino ad arrivare al mare coinvolgendo, in maniera particolare, l'Hotel Caravelle che ha lamentato notevoli danni agli arredi dell'albergo; durante l'esondazione l'acqua ha raggiunto il salone entrando da monte e defluendo a valle per

una altezza di una decina di cm; anche le altre strutture ricettive hanno subito allagamenti nei piani seminterrati pur senza grossi danni, limitati agli arredi e/o materiali depositati negli scantinati.

Rio Bondai

L'alveo corre profondamente incassato tra le formazioni flyschoidi con una pendenza ragguardevole tanto da non aver mai avuto problemi di esondazione.

L'unica zona con una certa pericolosità, peraltro circoscritta, si trova in prossimità della foce; il torrente, infatti, appena attraversato il ponte ferroviario cambia bruscamente pendenza e si espande interessando, in sponda destra, una casa d'epoca adibita a residenza e un fabbricato ove si svolge attività di ristorazione, per poi riversare le acque di piena lungo la passeggiata a mare.

Particolarità di detto corso d'acqua consiste, come in altri molti casi, di aver trasformato l'alveo in una via di accesso breve al mare con le conseguenze facilmente prevedibili in caso di piena.

Rio della Madonna - Rio Cappelle

Le pendici alle spalle dell'abitato di San Bartolomeo al Mare sono drenate ad ovest, in prossimità della Madonna della Rovere, da due corsi d'acqua minori, che, dopo essere confluiti in un unico collettore, attraversano a partire dalla ferrovia l'abitato costiero di San Bartolomeo al mare mediante una tombinatura chiusa.

Di fatto durante piogge intense il canale coperto spesso va in pressione con relativa esondazione d'acqua attraverso le griglie delle caditoie pur senza aver mai creato seri problemi di sicurezza alle persone o cose.

Infatti nella fattispecie le limitazioni più importanti ad un libero deflusso delle massime portate di piena sono costituite dalla stessa sezione di imbocco della tombinatura che, nella situazione di fatto, risulta di sezione inferiore a quella strettamente necessaria a far defluire la portata di massima piena e dalla situazione delle sezioni correnti della tombinatura in gran parte irregolari o sede di notevoli depositi di materiale solido.

Rio Mortula o Gorleri

Il corso d'acqua in questione è situato ad ovest dell'abitato di Diano Marina e drena la valletta posta tra il versante del Berta e quello su cui sorge Diano Calderina e Serreta.

Nell'ultimo tratto compreso tra la ferrovia e la foce (ponte su via Torino) il rio risulta tombinato con sezioni che, sino ad ora, sono risultate adeguate alle portate transitate.

La parte tombinata è stata recentemente oggetto di pulizia e manutenzione e, fatti salvi alcuni impianti tecnologici quali acquedotto e fognatura, esso si trova in piena efficienza di funzionamento.

Torrente Cervo (Steria)

Il corso d'acqua in parola bagna i Comuni di Villa Faraldi, Cervo e S.Bartolomeo al mare ed il suo letto è sufficientemente stabile fatto salvo per una erosione in atto a valle del ponte Richieri a causa della demolizione di una briglia avvenuta in occasione dell'ultimo evento di piena (1996).

Anche in questo caso il torrente viene attraversato, appena a monte dell'abitato di San Bartolomeo, da un guado transitabile con mezzi motorizzati ed in sponda sinistra, in prossimità della foce, è stata ricavata in alveo una strada di accesso al mare che sovente nella stagione estiva diventa pure area parcheggio.

Tuttavia l'asta terminale è stata completamente arginata per cui, fatte salve azioni di manutenzione e di sistemazione delle sopraddette infrastrutture, non esistono pericoli di esondazione (come storicamente accertato).

Chi, invece, è causa di possibili allagamenti, è il torrente San Bartolomeo, affluente di destra del Cervo, il quale attraversa l'abitato di San Bartolomeo al mare a nord-est della linea ferroviaria ed è caratterizzato da un alveo ben incassato rispetto al piano di campagna e protetto da argini in muratura a secco sino a circa 100 metri prima della confluenza con lo Steria.

Una cinquantina di metri prima della confluenza risulta completamente tombinato con una sezione libera di deflusso assolutamente insufficiente tanto che, durante l'alluvione del 16.11.96, esonda sull'Aurelia ed oltre provocando notevoli danni.

L'area interessata dall'evento si è estesa dalla sezione in parola sino alla via Roma e, con tale larghezza, l'onda di piena si è propagata sino ad arrivare sulla passeggiata a mare.

Torrente Varcavello

Il torrente Varcavello corre nella vallata ad ovest di Diano Castello e, dopo circa 2/3 del proprio percorso, con notevole acclività, attraversa la piana di Diano Marina immettendosi direttamente in mare.

L'ultimo tratto compreso tra la strada di via Diano Calderina e la foce viene attraversato da via Capocaccia, dalla linea ferroviaria, da Corso Roma ed, infine, dal ponte dell'Aurelia; il fondo alveo della tratta compresa tra gli ultimi due punti è stato cementato nell'intento di diminuire la scabrezza dell'alveo ed aumentare la velocità della corrente fluente.

Il torrente in questione si trova in situazione critica ogni qualvolta si hanno piogge intense in quanto proprio nel suddetto tratto, poche delle sezioni in corrispondenza dei ponti risultano sufficienti a smaltire le portate conseguenti; ciò a causa delle ridotte dimensioni delle luci (ponte ferroviario e ponte di via Roma) e del trasporto di arbusti (canne e sterpaglie) in grado di occludere ulteriormente la sezione liquida.

Tale fenomeno si è ripetuto quasi con cadenza decennale e, in modo abbastanza pesante, in occasione della piena del 16.11.96 allorché il torrente è esondato allagando cantine e la porzione di territorio compreso tra Corso Roma e l'Aurelia per una larghezza compresa tra Piazza Papa Giovanni XXIII e viale Matteotti (v. area A).

Altra sezione critica si configura a monte del ponte della ferrovia dove, sistematicamente, si allaga via Soprana alla foce impedendo spesso l'accesso alle abitazioni.

Torrente San Pietro (Evigno)

Il torrente San Pietro si forma a valle della Chiesa parrocchiale di San Pietro del Comune omonimo, chiamato pure in passato "Paese delle due acque" in quanto sede della confluenza tra il torrente Evigno, in destra, ed il Rio Cassalupo (Besta) in sinistra.

Le condizioni più critiche del bacino si hanno nelle zone più a monte in quanto, dopo la confluenza, la pendenza di fondo dell'alveo si fa più regolare e meno accentuata con una pendenza media che si aggira attorno al 2%.

Inoltre, raggiunta la zona più pianeggiante (alluvioni recenti), il contributo specifico di piena dei versanti risulta più contenuto, anche per merito di una zona intensamente coltivata, seppur con una densità di serre non trascurabile, ma che, complessivamente, riduce notevolmente il coefficiente di deflusso.

Il bacino interessato presenta evidentemente un microclima proprio delle zone mediterranee con piogge relativamente abbondanti in autunno e in primavera e mancanza quasi totale di precipitazioni durante il periodo estivo; tuttavia, nella fattispecie, esso risulta estremamente condizionato dalla morfologia che raggiunge quote molto elevate se rapportate alla profondità; ciò fa sì che l'evoluzione delle piogge trovi condizioni particolarmente difficili per cui la piovosità media è di gran lunga inferiore a quella provinciale.

In effetti, come nella stragrande maggioranza dei casi, non si dispone di osservazioni dirette ed organiche sul bacino in studio per cui si deve far ricorso a stazioni pluviometriche con sufficienti serie storiche di dati, ma che non rappresentano al meglio le condizioni meteo-climatiche del comprensorio.

Quale possibile taratura di un'eventuale modellazione idrologica del bacino del t. S.Pietro si può far ricorso al più gravoso evento di piena registrato negli ultimi anni e, precisamente, quello del 2 marzo 1985 seguito direttamente nella sua evoluzione dall'Ing. Giacomo Saguato.

Pur non potendo disporre di dati esatti relativi all'evento, è stato osservato l'evolversi della piena nella tratta compresa tra il ponte di viale Kennedy ed il ponte sull'Aurelia, praticamente in prossimità della foce.

Il fenomeno è stato schematizzato dall'Ing. Saguato sulla scorta di parametri fisici rilevati direttamente per cui è stato possibile risalire al valore della portata al colmo defluita con la classica formula del Bazin.

Il massimo livello raggiunto dall'onda in questione è risultato essere di circa 2.50 m arrivando a lambire l'intradosso dell'impalcato del ponte di c. Roma est.

Dalle dimensioni del materiale solido trasportato e depositato si è stimata la velocità di propagazione dell'onda di piena dell'ordine di 3,50 m/s.

Trascurando il fenomeno di rigurgito dovuto al movimento del mare che certamente ha contribuito a rallentare la celerità dell'onda, si è proceduto alla stima della massima portata defluita con l'applicazione dei seguenti parametri:

- pendenza media di fondo alveo nel tratto considerato : 0.005 m/m
- perimetro bagnato: 28.27 m
- area della sezione bagnata: 61.75 mq
- raggio idraulico: 2.18 m
- coefficiente di Bazin: $m = 2.30 \text{ m}^{1/2}$

per cui si è ottenuto:

- $m = 33.98 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$
- $v = 3.55 \text{ m/s}$

- Q = 219.21 mc/s.

Oltre all'evento di piena sopra descritto, si sono verificati nel passato dei fenomeni di esondazione localizzati lungo l'asta principale del torrente.

In particolare nella tratta che lambisce la frazione Trinità in cui il torrente corre in un letto poco incassato, si sono verificati fenomeni di esondazione a partire dal 1985; durante tali eventi il livello dell'acqua ha raggiunto alcune case di civile abitazione ed un vecchio frantoio del '600 ubicati in sponda sinistra.

A seguito di tali esondazioni il Comune è intervenuto facendo costruire un alveo artificiale in scogliera di fronte al suddetto frantoio.

Attualmente la zona risulta essere bonificata con sezioni d'alveo che verificano abbondantemente la portata di massima piena calcolata con la curva di inviluppo dei cati.

In verità, tuttavia, esiste ancora un attraversamento a raso del corso d'acqua che potrebbe causare ostruzione e conseguentemente causare esondazione in caso di evento di piena eccezionale.

Nell'ultimo tratto del t. S. Pietro, a monte del passaggio ferroviario vi è una strada ubicata sulla golena di destra del corso d'acqua che risulta essere periodicamente allagata dalle portate di piena stagionali.

Infine nel tratto in sponda sinistra del torrente all'altezza del depuratore di Diano S. Pietro si sono verificati numerosi eventi di esondazione che hanno interessato l'area stessa dell'impianto a cui il Comune ha posto rimedio realizzando una arginatura in scogliera.

Evento alluvionale del 30 settembre 1998

Durante l'evento critico di pioggia dello scorso 30 settembre sono stati registrati fenomeni di esondazione in ulteriori aree oltre a quelle precedentemente descritte.

In particolare, nei sottobacini di ponente, è stata registrata un'esondazione del Rio Sant'Elmo lungo la strada litoranea di ponente e dei due rii a levante, rispettivamente partendo da ponente, a valle della SS1 fino alla foce e dalla località La Pace fino alla foce.

Il Rio Gorleri ha esondato nel tratto a monte della ferrovia allagando il campeggio adiacente.

Il Rio Varcavello ha esondato anch'esso a monte del sedime ferroviario allagando tutta la zona a valle di Via Capocaccia.

Il Rio San Rocco e San Matteo, affluenti del torrente Cervo, hanno esondato in prossimità dei rispettivi innesti con l'asta principale del torrente.

2.5.8 Aggiornamento aree inondabili

Sulla base delle richieste formulate dal Comitato Tecnico della Regione Liguria in fase di istruttoria per l'espressione del parere vincolante sono stati eseguiti studi di approfondimento relativamente ad alcuni aspetti delle modalità d'allagamento e della relativa modellazione numerica, nonché degli effetti sugli "Ambiti di Pericolosità" per il territorio del Dianese.

Di seguito vengono discussi ed analizzati gli effetti sulla tipologia di allagamento e sui relativi ambiti di pericolosità dovuti ai seguenti aspetti:

- idrogrammi di piena di pari tempo di ritorno che massimizzano il volume di esondazione e il colmo di piena;
- permeabilità o meno delle aree coperte degli edifici;
- metodologia d'interpolazione del campo di velocità utilizzata nell'elaborazione della carta degli ambiti.

Sebbene esista la dipendenza tra i tre argomenti trattati, al fine di rendere esaustiva l'analisi e la relativa sintesi per ciascuno degli argomenti si è proceduto ad una trattazione separata.

Le analisi condotte permettono quindi di trarre le conclusioni di seguito riportate e la stesura di cartografie aggiornate che ne recepiscono i risultati. In particolare le differenze dei nuovi ambiti sono dovute agli effetti della propagazione degli idrogrammi che massimizzano il picco di piena, che producono sostanzialmente una estensione maggiore della superficie di allagamento della classe B0.

Di seguito vengono riportati in sintesi i risultati dei tre argomenti esaminati.

1. **L'analisi della forma degli idrogrammi** sulla definizione delle caratteristiche delle aree di esondazione (con tiranti e velocità) evidenzia che gli idrogrammi che massimizzano la portata al colmo risultano più gravosi in termini di massimo istantaneo di tirante e velocità della corrente esondata rispetto agli idrogrammi che massimizzano il volume di esondazione e come tale modificano sia pur marginalmente (soprattutto nelle fasce B0) gli ambiti di pericolosità.

2. **L'analisi della permeabilità delle aree ricoperte dagli edifici** studia gli effetti dell'esondazione in relazione alle aree occupate dagli edifici impermeabili rispetto alla lama d'acqua che si propaga nel centro urbano. L'analisi è stata affrontata ipotizzando impermeabili le aree ricoperte dagli edifici: ciò nelle aree urbane determina una drastica riduzione delle aree di invaso o disponibili ad invasare, talché il volume della corrente esondata arriva a ridursi fino al 50% nelle aree centrali di Diano Marina. L'analisi quantitativa delle caratteristiche della corrente di esondazione su un dominio con minori aree di invaso rispetto alla condizione di permeabilità delle aree ricoperte da edifici ha comportato un aumento dell'intensità del fenomeno con una maggiore massa idrica circolante nelle strade dell'abitato e conseguentemente una estensione della superficie inondata totale. Tuttavia sebbene l'area di invaso venga ridotta, il volume in essa invasabile potenzialmente risulta essere sempre elevato rispetto a quella parte di volume di esondazione che entra nelle aree di invaso per idrogrammi a diverso tempo di ritorno. Tale situazione comporta quindi che non vi siano effetti rilevanti sulla caratterizzazione delle aree pericolose, soprattutto per quelle legate agli eventi $T = 50$ anni di tempo di ritorno.
3. **L'interpolazione delle velocità** enunciata nei precedenti paragrafi è rappresentata da una metodologia utilizzata per considerare la casuale modifica di condizioni al contorno interne che si possono generare durante un'esondazione, quale ad esempio l'ostruzione di un'auto trasportata dalla corrente in una delle piccole viuzze del centro storico. L'analisi condotta nel seguito riporta il confronto di tre metodologie di interpolazione e ne valuta gli effetti sulla relativa cartografia. La prima metodologia è quella già descritta nei precedenti paragrafi, che interpola il campo di velocità imponendo che all'interno di ciascuna delle aree di invaso (blocchi interclusi dagli edifici) la velocità assuma nel baricentro del blocco valore nullo. Tale condizione, ossia che la velocità risulta trascurabile all'interno dei blocchi, è ulteriormente avvalorata dalle risultanze del precedente punto, che evidenziano la piccola massa d'acqua che entra nei blocchi rispetto a quella che si propaga lungo le strade. Sebbene tale interpolazione non modifichi i valori locali di velocità, essi sono sensibili lungo le strade (solo nei tratti compresi tra le sezioni di calcolo del modello idraulico dove sono restituiti il valore della velocità e del tirante) all'effetto dello zero presente nei blocchi. Per evitare ciò è stata proposta una metodologia di sovrapposizione del campo originario di velocità, calcolato lungo le sole strade, col campo di velocità interpolato descritto precedentemente. Gli effetti sulla definizione degli ambiti sono in questo caso trascurabili rispetto alle analisi relative allo scenario presentato nei precedenti paragrafi, tuttavia sono stati recepiti nel calcolo della condizione di propagazione dell'idrogramma a massima portata o a massimo colume esondabile. Infine, l'interpolazione del campo di velocità tra tutti i punti di calcolo del modello idraulico riferito alle sole strade, non imponendo cioè il valore nullo all'interno degli isolati (blocchi circondati dagli edifici), ossia ignorando la presenza di questa area di invaso, produce una sensibile modifica degli ambiti di pericolosità con un aggravio in termini di aree di Fascia A. Tale ipotesi, quella cioè di non considerare la velocità nulla nel punto baricentrico del blocco è però da ritenersi poco realistica rispetto sia alle ipotesi di base del modello idraulico, che rappresenta la condizione dell'intricato centro urbano come una rete di canali interconnessi ed invasi, sia alle risultanze delle analisi che evidenziano l'esigua massa d'acqua che entra in questi invasi.

Per una descrizione specifica e dettagliata dei risultati della suddetta analisi idraulica si rimanda all'allegato tecnico del presente capitolo 2. Di seguito si riportano in sintesi le considerazioni conclusive che hanno consentito di pervenire alla redazione definitiva della cartografia di piano di bacino relativa alle fasce di esondabilità.

Alla luce dei risultati inerenti all'influenza degli idrogrammi di piena, della porosità e del campo di velocità sulla mappatura degli ambiti normativi si ritiene, conformemente alle prescrizioni imposte dal Comitato Tecnico della Regione Liguria in sede di espressione di parere vincolante alla variante di piano, che lo scenario relativo all'inviluppo degli ambiti derivanti dalla propagazione degli idrogrammi Q_{max_P} e Q_{max_V} , entrambi riferiti alla metodologia di estensione del campo di velocità alle aree limitrofe alle strade (realizzata mediante sovrapposizione del campo originario di velocità calcolato lungo le sole strade al campo di velocità interpolato), rappresenti la migliore sintesi dei processi di allagamento nel territorio del Dianese e della relativa classificazione delle aree a pericolosità di esondazione, tenuto conto che tali idrogrammi rappresentano di fatto eventi equiprobabili. Ciascuno degli ambiti è calcolato con il campo delle velocità "overlay" e dei tiranti relativi alla due tipologie di idrogrammi per i tempi di ritorno di 50 e 200 anni.

La tavola 13a_2 ter, carta degli ambiti normativi relativi alle fasce di inondabilità, è il risultato dell'elaborazione del suddetto scenario, relativo all'inviluppo degli ambiti derivanti dalla propagazione degli idrogrammi Q_{max_P} e Q_{max_V} , con un'attenta analisi eseguita direttamente sul territorio, il cui scopo è stato quello di affinare le risultanze della modellazione idraulica e della mera applicazione automatica dei

criteri di mappatura degli ambiti individuati nella DGR 250/2005, per pervenire ad una cartografia significativa in termini di pianificazione di bacino.

Con la stessa metodologia sono state definite le tavole 13a_1, 13a_2 e 13a_2 bis.

2.5.9 Aggiornamento aree inondabili e ambiti normativi delle fasce di inondabilità

A seguito delle modifiche introdotte con la DGR 91/2013 ai criteri per l'individuazione degli ambiti normativi delle fasce di inondabilità di cui alla DGR 250/2005 si è reso necessario adeguare la mappatura degli ambiti normativi per i tratti terminali dei corsi d'acqua interessati dallo studio idraulico di dettaglio secondo il seguente schema:

All'interno della fascia B possono essere individuate, sulla base delle caratteristiche dell'inondazione a T=200 anni, come già previsto dai criteri ex DGR 250/2005, aree a "minor pericolosità relativa", B0, nelle quali sia consentito procedere ad interventi di nuova edificazione e di ristrutturazione urbanistica con la messa in opera di accorgimenti tecnico-costruttivi efficaci per il non aumento del rischio accompagnati dalle adeguate misure di protezione civile. Sulle restanti aree, BB, rimane appropriata la normativa generale di fascia B.

In continuità con quanto previsto nei criteri ex DGR 250/2005, le aree B0 sono individuate con il criterio di cui alla figura e tabella seguenti.

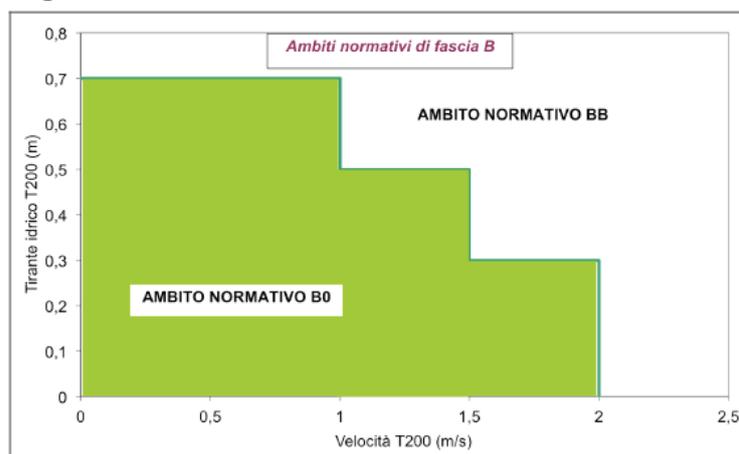


Figura 1. Soglie di pericolosità relativa in termini di tirante idrico locale h_{200} condizionato alla velocità locale della corrente v_{200} ai fini della definizione degli ambiti normativi in fascia B

Fascia B – Evento di piena per T= 200 anni individuazione ambiti B0	
Condizioni di velocità di scorrimento	Condizioni di tirante idrico
0 m/s < v < 1 m/s	h ≤ 0,70 m
1 m/s < v < 1,5 m/s	h ≤ 0,50 m
1,5 m/s < v < 2 m/s	h ≤ 0,30 m

L'applicazione della metodologia di individuazione cartografica degli ambiti normativi qui delineata deve, in ogni caso, basarsi su risultati di studi idraulici di dettaglio, che permettano di determinare affidabilmente, oltre alla perimetrazione delle aree inondabili, le entità dei tiranti idrici e delle velocità di scorrimento che vi si realizzano. A tale proposito si richiama, tra l'altro, il disposto dell'allegato 2 alla DGR 16/2007. Tali studi dovranno prendere in considerazione l'intero corso d'acqua, o, in caso di bacini di rilevanti dimensioni, tratti significativi di corso d'acqua e/o l'area inondabile interessata nella sua interezza.

Non è esclusa peraltro la possibilità di addivenire all'individuazione degli ambiti B0 e BB anche sulla base di studi idraulici di supporto caratterizzati da un minor grado di approfondimento della modellistica matematica, quali quelli ad esempio che non consentano di determinare affidabilmente le velocità nelle aree inondabili, purché lo studio idraulico di supporto abbia comunque caratteristiche di sufficiente approfondimento, tali da permettere l'individuazione dell'entità dei tiranti idrici massimi all'interno delle aree inondabili stesse, e purché una valutazione, anche di massima, permetta di garantire che non vi si possano realizzare velocità elevate. In tali casi si può procedere alla redazione della carta degli ambiti normativi classificando, le zone B0 quali quelle in cui si verificano valori dei tiranti massimi 200ennali inferiori a 0,30 m, che, sulla base degli studi effettuati, rappresenta la soglia che individua, in generale, condizioni di pericolosità modeste.

Fermo restando che, in assenza di studi di dettaglio, le fasce di inondabilità attualmente mappate mantengono la loro classificazione in zone A B e C, sulla base degli esiti degli studi di cui sopra saranno rappresentati in una apposita carta, integrativa rispetto a quella delle fasce di inondabilità, in cui siano mappate le aree di fascia A, gli ambiti BB e B0, e la fascia C.

Si ricorda che i valori dei tiranti idrici e delle velocità, cui si fa riferimento nella procedura delineata ai paragrafi precedenti per l'individuazione della "minor pericolosità", sono, in ogni zona, rispettivamente quelli massimi che si possono realizzare nella zona stessa durante l'evoluzione della piena. Solo in casi particolari, tuttavia, laddove possa risultare significativa la non contestualità dei valori massimi di tiranti e velocità nel corso della piena, possono, in alternativa, essere utilizzati i valori massimi del solo tirante idrico accoppiati ai contestuali valori di velocità.

Nella cartografia dovrà essere evitata la mappatura di aree a bassa pericolosità relativa inglobate in aree ad alta pericolosità relativa, specie se di modesta estensione rispetto all'area complessiva, anche se risultante dalla applicazione automatica dei criteri descritti (ad es. ambito B0 completamente contornate da un ambito BB o A); le singole situazioni dovranno, quindi, essere valutate nel merito dal redattore dello studio, in quanto tali "isole", derivanti dalla mera applicazione della procedura sui risultati degli studi idraulici, sono da ritenersi non significative in termini di pianificazione di bacino. Sono inoltre da evitare, in coerenza con i criteri ex DGR 16/2007, mappature di aree inondabili o ambiti normativi significativamente condizionati da elementi urbanistico-edilizi.

Inoltre, in tale fase si è proceduto ad aggiornare, mediante rilievi topografici integrativi ed analisi idraulica in moto stazionario monodimensionale, le fasce di inondabilità dei tratti del Rio Gorleri e del Rio Varcavello immediatamente a monte dei tratti oggetto di studio di dettaglio, in modo da pervenire ad un migliore raccordo tra le fasce fluviali dei tratti a monte e gli ambiti normativi a valle di queste.

2.6 DINAMICA DELLE COSTE

La costa del Dianese si sviluppa per circa 9 km, compresa tra Capo Berta a Capo Cervo.

Il primo tratto, dal confine con il Comune di Imperia, è caratterizzato da un andamento SW-NE culminante nel Molo Cavour, dove nella prima metà del XIX secolo l'omonimo statista Sabauda intendeva realizzare un porto militare a servizio del Regno di Sardegna.

A levante del molo suddetto la costa si sviluppa secondo un'ampia baia, dapprima con andamento SSE-NNW, quindi con andamento SW-NE fino a Capo Cervo dove termina la falcatura con orientamento W-E e la costa ritorna ad essere alta e orientata per SSW-NNE fino al confine con la Provincia di Savona, in prossimità di Capo Mimosa (o Capo Cervo).

Le mareggiate che investono la costa sono caratterizzate dai fetch dominanti dell'estremo ponente ligure che generano violente ondate da SSW (libeccio) responsabili dei principali fenomeni erosivi litoranei. I mari da E e da SE, più frequenti in termini statistici, non sono tali da investire la costa con particolare energia per effetto dei fetch limitati. I dati statistici relativi al massimo mare verificatosi nei singoli mesi e relative frequenze e la durata massima delle mareggiate (mare 6 - 8) sono riassunti nelle seguenti tabelle (estratto da Istituto Idrografico della Marina - Il vento e lo stato del mare):

MASSIMO MARE VERIFICATOSI NEI SINGOLI MESI E RELATIVE FREQUENZE

Mese	Stato del Mare	Frequenza in giorni	Direzione di provenienza
Gen.	6	2	1 S - 1 WSW
Feb.	8	2	2 SSW
Mar.	8	1	SW
Apr.	7	2	1SW - 1 WSW
Mag.	8	1	SW
Giu.	7	1	SW
Lug.	7	4	4 SW
Ago.	6	3	2 SW - 1 WSW
Set.	7	2	2 SW
Ott.	8	2	1 E - 1 SW
Nov.	7	1	SW
Dic.	8	1	NE

DURATA MASSIMA DELLE MAREGGIATE

Mese	Durata (ore)	Stato del mare	Direzione di provenienza
Ott.	36	6-8	SW
Set.	32	6-7	WSW
Feb.	28	6-8	SSW
Ott.	26	6	SW
Mar.	24	6-8	SW

Mese	Durata (ore)	Stato del mare	Direzione di provenienza
Mar.	22	6-7	SW
Nov.	20	6-7	SW
Mar.	19	6	SW
Apr.	16	6-7	WSW

Dall'esame visivo della morfologia costiera si può notare come la presenza di Capo Berta e delle sua propaggine artificiale costituita dal Molo Cavour, abbia contribuito alla formazione di un'ampia zona protetta dal libeccio caratterizzata dalle spiagge di Diano Marina, estese fino al porto turistico posto in sponda destra del Torrente San Pietro.

La forma morfologica della costa è propria di una condizione idrodinamica costiera tipica del litorale imperiese, laddove la formazione di spiagge (ed il loro mantenimento) è caratterizzata dalla protezione nei confronti del mare più pericoloso (cioè il mare di Libeccio); il trasporto netto annuale litoraneo, per effetto dei fenomeni di rifrazione e diffrazione delle onde incidenti, trova a ridosso delle protezioni un'ampia zona di calma in cui i sedimenti vengono ad essere depositati sul fondo per essere ripresi successivamente dalle correnti di levante che li trasportano sulla spiaggia protetta da cui non vengono ad essere più rimossi,

A levante della linea d'ombra rispetto alla direzione del Libeccio costituita dal capo e dal molo Cavour, si concentrano i maggiori effetti erosivi, sia per la concentrazione energetica dovuta alle onde di mareggiata incidenti, sia per la mancanza di alimentazione di sedimenti intrappolati nella zona di calma sottoflutto.

Prova ne è che per contenere gli effetti erosivi sulle strutture litoranee, la costa di San Bartolomeo al Mare e Cervo, fino al capo, è stata oggetto nel tempo di un totale irrigidimento conseguente alla costruzione di imponenti opere di difesa parallela di tipo emergente che si ritiene abbiano determinato fenomeni di riflessione tali da approfondire i fondali frontistanti con aumento delle energie al frangimento e quindi maggior fragilità dell'assetto costiero.

Non esistono studi comparativi sull'evoluzione del litorale per cui è molto difficile stabilire quale sia il reale regime litoraneo, soprattutto in mancanza di una adeguata campagna di monitoraggio della granulometria dei sedimenti costituenti il fondale e della loro disposizione planimetrica e batimetrica.

Anche l'esame dei fondali, così come è possibile dedurre dalle Carte Nautiche dell'I.I.M.M., mostrano delle condizioni particolari con la presenza di un marcato promontorio caratterizzato dall'isobata dei -50 m., ubicato a metà del golfo del dianese la cui presenza dovrebbe essere studiata in termini di effetti sulle onde incidenti per diverse direzioni di provenienza.

Dal punto di vista biologico il fondale antistante la costa del dianese è stata oggetto di un'indagine sulla consistenza delle praterie di fanerogame marine (ENEA-1995) di cui si riportano per estratto i risultati.

Diano Marina – San Bartolomeo

La prateria di Posidonia Oceanica di Diano Marina e San Bartolomeo al Mare presegue quella esistente a levante di Oneglia e si continua fin quasi a Marina di Andora, occupando in totale oltre 450 ettari.

Presso Capo Berta, la prateria si interrompe a causa di un canale, perpendicolare a costa; il suo limite superiore arretra, lasciando il posto ad un prato di Cymodocea nodosa di circa 23 ettari.

Nel tratto compreso tra Capo Berta e Diano Marina, la prateria di Posidonia oceanica si assesta su profondità comprese tra circa 9 m e 20 m e presenta un'elevata ed uniforme copertura. All'altezza del fanale di levante di Diano Marina, la prateria si frangia notevolmente sia nel suo limite superiore sia in quello inferiore, dando luogo a canalizzazioni che isolano formazioni collinari e cordoni. Verso riva, prende inizio un prato di Cymodocea nodosa di circa 32 ettari.

Sui fondali antistanti Diano Marina, la prateria di Posidonia Oceanica è stata mappata dal Gruppo Biologia Marina della Società Subacquei Piemontesi (Torino) con l'impiego della tecnica dei transetti subacquei.

Da questo stesso lavoro è stata tratta la pubblicazione di Vetere et al. (1989a) nella quale gli autori scrivono che la prateria si estende in lunghezza per tutto il golfo, oltrepassando i promontori che lo delimitano, e in larghezza per circa 1 km.

In tutta l'estensione della prateria essi hanno osservato, in una fascia compresa tra 9 e 15 m di profondità, una struttura a cordoni, simili alle colline già descritte da Boudouresque et al. (1985a).

Da 15 m al limite profondo (compreso tra 26 e 32 m) hanno incontrato una prateria su matte, che inizia con le strutture tipiche del limite superiore eroso, nettamente separate dalle strutture cordonali rilevate e con esse inconfondibili. In entrambe le fasce la prateria si presentava in pieno rigoglio.

Secondo gli autori, la zona a cordoni è costituita da veri e propri cordoni e colline di matre, entrambi di altezza compresa tra 1 e 2 m, orientati tutti secondo direzioni comprese tra 140° N e 165 N.

I cordoni hanno sezione semi-ovale e sembrano quindi poggiati sul fondo piano. Le colline sono talvolta alternate ai cordoni, ma prevalentemente sono poste al confine della zona cordonata, sia all'inizio della prateria sia in prossimità delle zone di sabbia che interrompono la successione dei cordoni. In ampie zone essi diventano fitti e subparalleli, appressandosi l'un l'altro fino a intersecarsi secondo angoli molto piccoli; si determina così una struttura grossolanamente reticolata. Vetere et al. (1989a) formulano qualche ipotesi preliminare sull'origine di questa struttura, che essi considerano come forme d'erosione correlate essenzialmente ai tipi di azione idrodinamica presente nella zona.

Nel golfo di Diano Marina, l'azione idrodinamica prevalente risulta esercitata dal moto ondoso di tempesta media (mare compreso tra forza 3 e 5) e forte (mare superiore a forza 5) con direzione dal terzo quadrante.

Tenendo conto che i cordoni sono dovunque orientati quali perpendicolarmente alla costa, gli autori ipotizzano che essi siano originati dalle correnti di scarico derivanti dal suddetto moto ondoso prevalente.

Cervo - Marina di Andora

Davanti a Cervo e fin quasi a Marina di Andora proseguono sia la prateria di *Posidonia oceanica*, sia il sovrastante prato di *Cymodocea nodosa* già presenti davanti a San Bartolomeo al Mare.

La prateria di *P. oceanica* si presenta florida, sia per valori di copertura sia per sviluppo in profondità: infatti nel tratto compreso tra l'abitato di Cervo e Capo Cervo essa raggiunge l'isobata di 30 m, con una sola rilevante zona di sfrangiatura poco dopo l'abitato di Cervo. Oltre Capo Cervo, la striscia di prateria si assottiglia notevolmente, e termina in corrispondenza dell'inizio dell'abitato di Marina di Andora con una zona estremamente degradata.

2.7 CENSIMENTO DELLE ATTIVITA' ESTRATTIVE E DI DISCARICA

2.7.1 Derivazioni d'acqua

Dal registro delle concessioni di derivazione sono stati determinati i quantitativi globali di acqua derivata con concessioni attive o in corso di rinnovo.

Tali quantitativi sono i seguenti:

Bacino idrografico	mc/lti	litri/secondo
Cervo	0,85908	85,908
S Pietro	0,89208	89,208
Brdi	0,04617	4,617
Breta	0,01742	1,742
Varcavello	0,1711	17,110
TOTALE	1,986	198,600

Come si può notare la portata complessiva di tutto il comprensorio del dianese è di poco meno di 0,2 mc/s e complessivamente pari a circa **6.266.000 mc/anno**.

Non esistendo alcuna stazione idrometrica che consenta di determinare con sufficiente attendibilità la curva di durata delle portate defluenti integrata da un sistema di rilevamento pluviometrico tale da poter definire la relazione afflussi-deflussi all'interno dei bacini, non è possibile esprimere in questa sede alcuna valutazione sui dati sopra riportati in termini di capacità degli acquiferi a soddisfare le richieste in atto né tantomeno prevedere la possibilità di incrementare ulteriormente il numero delle concessioni con nuove autorizzazioni.

D'altronde le caratteristiche geomorfologiche e idrogeologiche del territorio, fanno sì che qualunque tentativo di stabilire la potenzialità reale degli acquiferi anche con sofisticate ipotesi di lavoro ma in mancanza di dati attendibili e statisticamente sufficienti sia del tutto arbitrario.

Tali considerazioni si ricollegano a quanto più volte espresso anche in altri settori dello studio, vale a dire la necessità di istituire un sistema di monitoraggio delle acque che consenta successivamente di elaborare modelli matematici capaci di interpretare i dati raccolti per stabilire con sufficiente attendibilità le correlazioni tra gli afflussi sul bacino e i deflussi in alveo nei vari periodi dell'anno.

In dettaglio si riportano le schede relative ai singoli bacini.

BACINO IDROGRAFICO CERVO

N°	Ditta	Comune	data della domanda	uso acqua	Mod.	Superfici e irrigata	provvedimento di concessione	scadenza	note
1	Grasso Filippo ed Emanuele	Cervo	10/13/62	irriguo	0.007	1.95.89	D.P. 30.10.65/19043	25.4.1991	rep. n°7285
	N.D. Grasso Francesco ed altri		2/23/93				D.P. 364/15.04.98	25.04.2021	congloba n°74 disc. 17531
2	Rebecca Rosa Costanzina	Cervo	2/5/63	irriguo	0.008	0.94.82	D.P. 23/09/67 n°16148	12/3/91	rep. n°7763
	ora Giordano Claudio e Parodi Giovannina		7/10/90		0.036				
3	Roncallo Emanuele	Cervo	7/3/62	irriguo	0:01	1:20:00	D.P. 13/10/65 n° 19177	7/3/91	rep. n°7305
	variante		2/20/91						rinnovo
	ora Soc. "La Cervese"		12/7/94						
5	Ascheri Antonio ora Ascheri Emilia ed altri	Cervo	10/30/63	irriguo	0.00315	0.63.00	D.P. 03/06/66 n° 9901	7/14/90	rep. 7434
			2/25/91			0:59:24			n° domanda in attesa decreto
7	Parodi Giovanni ed altri	Cervo	7/19/76	irriguo	0.008	0.78.24			
8	Deferrari Costanzo ed altri	Cervo	5/9/66	irriguo					
	ora Ghio Sergio								
	ora Deferrari Lia ed altri		7/20/90						
9	Consorzio Irriguo Canale	S. Bartolo-	6/29/68	irriguo	0.0376	7:31:12	D.P.G.P 3/11/78 n°1382	6/27/98	rep. n°123
	Molino del Fico	meo mare							
10	Delfino Angela	Cervo	2/20/78	irriguo	0.0166	1.22.60	D.C.C. 18/12/90 n°1127	9/18/03	disc. 792
16	Ardoino Nicolò	Villa	9/30/77	irriguo	0.0056	0:12:23	Decreto 7/12/88 n°887	1/31/07	rep.680
	ora Ardoino Aldo	Faraldi							
17	Caviglia Attilio ed	Villa	12/30/76	industri	0:11	1:56:20	D.G.C.	1/31/0	disc. 631

	altri			ale			09/02/89 n°898	7	
		Faraldi							
19	Martini Vittorio	Cervo	12/2/76	industriale	0.072				disc. 611
	variante		11/30/88	irriguo	0.008	15.93.70	D.G.C. 23/04/90 n°1000	1/31/07	rinunciato uso
									industriale
N°	Ditta	Comune	data della domanda	uso acqua	Mod.	Superfici e irrigata	provvedimento di concessione	scadenza	note
22	Arimondo Caterina Elena	S.Bartolo- meo Mare	1/18/82	industriale irriguo	0.003 2	0.64.16			rinuncia uso
	E Loisato Lorenzo	meo Mare		irriguo					industriale
23	Ardoino Giacomo e Franco	Villa Faraldi	9/24/82	irriguo	0:01	1:26:50	D.G.C. 23/09/93 n°1551		
24	Ardoino Remigio	S.Bartolo- meo Mare	1/26/77	industriale irriguo	0:16 0.001 8	0.37.62			rinuncia uso industriale
25	Elena Luigi ed altri	S.Bartolo- meo Mare	1/24/77	irriguo	0.004 3	1.09.68			rinnovo attesa decreto
27	Giulla Giacinto	Villa	10/10/57	irriguo		1.77.56	D.P. 07/06/60 n°8243	6/6/90	rep. 6227
	Rinnovo	Faraldi	6/4/90	irriguo	0.005	1.90.10			pronta per ordinanza
29	Lisato Lorenzo ed altri	S.Bartolo- meo Mare	7/11/59	irriguo	0.003 5	0.70.37	D.P. 16/06/61 N°8197	6/15/91	
	rinnovo con variante	meo Mare	5/13/90			3:55:39	D.P. 21/01/97 N°36	6/15/21	disc. 16732
30	Comune di Villa Faraldi	Villa Faraldi	6/30/58	potabile	0.009		D.P. 01/08/63 n°9495	6/18/98	rep. 6329
32	Martini Pasquale, Tarcisio, Pio Damiano ecc.	Villa Faraldi	1/16/77	industriale	0:11		D.G.C. 23/12/88 n°894	1/31/07	disc. 689
33	Carcheri Arnaldo	S.Bartolo- meo Mare	5/14/63	irriguo	0.001 5	0:22:43	D.P. 30/10/65 n°19042	10/29/95	rep. n°7265
	Nuova domanda	meo Mare	11/21/95						
35	Arimondo Costanzo	Cervo	11/20/65	irriguo	0.003 2	0.63.86	D.P. 11/11/67 n°19719	11/10/97	rep.7827
36	Fazio Domenico	Cervo	11/24/65	irriguo	0.004	0.97.28	D.P. 28/10/67 n°18679	10/27/97	rinnovo
	rinnovo 03.06.95								
37	Bocchio Pietro ed altro	Cervo	8/27/66	irriguo	0.002 6	0.51.94	D.P. 05/08/68 n°12177	8/5/98	rep.7971
38	Roggerone Carla	Cervo	10/27/66	irriguo	0.001	0.66.20	D.P. 03/08/68 n°12293	8/3/98	rep. 7977

39	Parodi Giovanni e Giuseppe	Cervo	9/4/67	irriguo	0.005	1:33:44	D.P. 27/01/70 n°18336	1/27/0 0	rep. 8207
40	Fossati Iolanda	S.Bartolo- meo Mare	12/28/67	irriguo	0.002	0:34:42	D.P.G.R 02/04/75 n°822	4/1/05	rep. 8720

N°	Ditta	Comune	data della domanda	uso acqua	Mod.	Superfici e irrigata	provvedimento di concessione	scadenza	note
41	Scarato Antonio	S.Bartolo- meo Mare	11/28/68	irriguo	0.003 75	0.74.78	D.P. 07/07/71 n°12848	7/7/01	rep. 8464 bis
42	Lisato Guerrino	S.Bartolo- meo Mare	4/26/69	irriguo	0.005 1	1:02:09	D.P.G.R 10/12/79 n°1687	4/25/9 4	rep. n°205
	Nuova domanda	meo Mare	4/27/94		0.025	1.60.16			nuova domanda
43	Regolo Fortunato, Tommaso e Francesco	Cervo	10/27/69	irriguo	0.004		D.P.G.R 07/08/75 n°1842	8/6/05	rep. 8725
44	Comune di Villa Faraldi	Villa Faraldi	7/19/71	potabile	0.028		D.P.G.R 14/05/75 n°1196	7/17/0 1	rep. 22
46	Comune di S. Bartolomeo	S.Bartolo- meo Mare	6/13/73	potabile	0:03		D.P.G.R 29/07/83 n°946	6/30/0 4	rep.396
47	Conti Carla ed altri	S.Bartolo- meo Mare	8/10/73	irriguo	0.005	1.60.29	D.P.G.R 24/07/78 n°991	7/29/0 3	rep. 130
48	Roncallo Stefano ed altri	Cervo	5/25/76	irriguo	0.005	3:11:12	D.P.G.R 23/11/79 n°1550	4/24/0 1	rep. n°208
50	Roncallo Guido, Stefano ed altri	Cervo	11/24/78	irriguo	0.009 5				
51	Raimondo Quinto Mario	Cervo	7/16/79 2/14/90	irriguo irriguo	0.006 5	0.50.96	P.D. 12/11/96 n°239	7/15/0 9	disc. 16636
52	Grossi Giacomo e altro	Villa Faraldi	2/22/80	irriguo	0.001 5	1.19.78	O.G.C. 18/12/90 n°1133	2/21/1 0	disc. 1133
53	Comune di S.Bartolomeo al Mare	S.Bartolo- meo	7/23/80	irriguo potabile					

		Mare		e					
55	Aicardi Nicolina	S.Bartolo- meo Mare	3/2/82	irriguo	0.000 2	0.13.95	D.G.C. 13/02/91 n°1155		disc. 1155
56	Comune di Villa Faraldi	S.Bartolo- meo Mare	7/21/83	potabile	0.002				
58	Alberti Bruno	S.Bartolo- meo Mare	2/4/87	irriguo	0.004	0:15:59			ordinanza 6/24/98
60	Losno Valter	S.Bartolo- meo Mare	12/21/88	irriguo	0.005	0.63.60	P.D. 07/10/96 n°152		disc. 16603
61	Lisato Guerrino	S.Bartolo- meo Mare	2/6/89	irriguo	0.001				attesa ord.
N°	Ditta	Comune	data della domanda	uso acqua	Mod.	Superfici e irrigata	provvedimento di concessione	scadenza	note
62	Lisato Guerrino	S.Bartolo- meo Mare	4/26/89	irriguo	0.005	0.80.42			pronto per ordinanza
63	Brun Onorina	S.Bartolo- meo Mare	7/20/89	irriguo	0.000 37	0:25:16	D.P. 07/10/96 n°133	5/10/1 9	disc. 16603
64	Comune di S. Bartolomeo al Mare	S.Bartolo- meo Mare	9/8/89	potabile irriguo					
65	Consorzio Irriguo "Bestasuolo"	S.Bartolo- meo Mare	2/20/90	irriguo	0.005 5	12.76.98	D.P. 15/04/97 n°311	2/19/1 5	disc. 16880
66	Lisato Guerino	S.Bartolo- meo Mare	4/13/90	irriguo	0.002	1.03.74			pronta per ordinanza
67	Morchio Antonio e Giovanni	Villa Faraldi	6/14/90	irriguo	0.003	0.30.89			pronta per ordinanza
68	Rebecca Emma Angiolina Albavena Jose	S.Bartolo- meo Mare	11/11/91	irriguo	0.008 5	2.30.84			
69	Calcagno Laura ed altri	Villa Faraldi	4/16/92	irriguo igienico	0.001 83 08	1:21:00			
70	Parodi Giuseppe ed altri	Cervo	7/20/92	irriguo	0.005 9	1:28:29			
71	Elena Pasqualina e	S.Bartolo- meo Mare	9/15/93	irriguo	0.001	0.91.99			

	Ardoino Felicità	meo Mare							
72	Regolo Fortunato ed altri	Cervo	10/12/93	irriguo	0.0118	2:55:09			
73	Botto Renato e Andrea	Villa Faraldi		irriguo					
75	Martini Giacomo ed altri	Villa Faraldi	1/30/95	irriguo	0.0103	5.14.61	P.D. 21/04/98 n°409	1/29/25	disc. 17528
76	Elena Adelina e Bianca Maria	Villa Faraldi	4/22/95	irriguo	0.0002	0.13.78			
78	Terrizzano Angelo	S.Bartolo-meo Mare	1/11/96	irriguo	0.025	1.17.70			
79	Caviglia Danila	S.Bartolo-meo Mare	3/20/97	irriguo	0.0001	0.04.64			

BACINO IDROGRAFICO SAN PIETRO

N°	Ditta	Comune	data della domanda	uso acqua	Mod.	Superfici e irrigata	provvedimento di concessione	scadenza	note
1	Novaro Vincenzo	Diano	5/13/59	irriguo	0.025	3.81.09	D.P. 30/09/61 n°12211	5/31/89	rep. 6517
	ora	Castello							
	Novaro Domenico e								
	Novaro Anna	rinnovo	5/30/89				D.P. 12/12/89 n°930	5/31/19	rep. 930
3	Patrucco Luciano	Diano	11/24/52	irriguo	0.005	15.81.21	D.P. 08/06/63 n°9063	11/23/82	Nuova dom.
	ed altri	Marina				16.98.72			
	ora Bianche Carenzo Luigi	Castello	4/18/85						
	ed altri	S.Pietro	7/12/90		0.005				
4	Saguato Santino	Diano	12/27/73	irriguo	0.0025	0:25:00	D.P.G.R 19/11/95 n°1230	12/31/03	rep. 552
	ora	S.Pietro							
5	Pissarello Giacomo	Diano	8/19/77	irriguo	0.006	0:42:20			attesa decreto
	e fratello	San Pietro							
6	Risso Ottavia ed altri	Diano	6/29/79	irriguo	0.0078	0.80.00	D.G.C. 24/05/90 n°1029	10/22/09	Disc. 1029
	ora Risso Vincenzo e altri	San Pietro							
7	Egidio Renato	Diano	4/21/78	irriguo	0:01	1.67.23	D.G.C.	10/22/	Disc.

							24/05/90 n°1031	08	1031
		San Pietro							
8	Bottino Pietro	Diano	3/13/79	irriguo	0.002	0:57:17	D.G.C. 24/05/90 n°1033	6/30/0 9	Disc. 1033
	ed altri	San Pietro							
9	Cavassa Giovanna	Diano	1/27/77	irriguo	0.002 5	0.50.95	D. n°877 del 26/10/88	1/31/0 7	rep. 877
		San Pietro							
10	Raibatti Carlo	Diano	12/31/76	irriguo	0:01	0.90.99	D. 959 del 21/03/90	1/31/0 7	rep. 959
	ed altri	San Pietro							
13	Ardissone Pietro	Diano	1/28/77	irriguo	0.008	0.99.35			attesa decreto
		San Pietro							
16	Franco Maurizio	Diano	1/28/77	irriguo	0.003	0.49.89			attesa decreto
	ed altri ora	San Pietro							Vedi 13
18	Bonavera Giacomo	Diano	1/25/77	irriguo	0:06	1.31.62	D. 17/10/89 n°924	1/31/0 7	Rep. 4256
	ed altri	San Pietro	rinnovo						Rep. 690

N°	Ditta	Comune	data della domanda	uso acqua	Mod.	Superfici e irrigata	provvedimento di concessione	scadenza	note
19	Saguato Stefano	Diano	12/14/76	industriale	0:40	2:36:00			attesa decreto
	ed altri	Marina		irriguo	0.021 4	2:36:02			rinuncia
21	Saguato Secondino	Diano	1/26/77	irriguo	0.003 5	0.65.31			attesa decreto
		San Pietro							
25	Saguato Pietro	Diano	12/27/76	irriguo	0.016	0:32:36	D. 10/10/89 n°923	1/31/0 7	rep. 668
	ed altri	Castello							
		San Pietro							
26	Ardissone Luigi	Diano	1/20/77	irriguo	0.012	1:27:49	D. 28/08/89 n°919	1/31/0 7	rep. 657
	ed altri	San Pietro							
29	Gorlero Vincenzo	Diano	9/30/74	irriguo	0.000 3	2.07.93	D. 02/04/90 n°985	9/5/12	rep. 985
	Davide ed altri	Castello							
30	Cacucciolo Filomeno	Diano	9/30/74	irriguo	0.000 3	0:03:14	D. 28/08/89 n°918	9/17/0 3	rep. 583
		Castello							
33	Gorlero Natalia ed altri	Diano	5/27/83	irriguo	0.004	0.83.82	D.G.C. 24/05/90 n°1030	8/31/1 4	disc. 1030

	Sasso lizio ed altri	Arentino							
34	Del Pero Giuseppe ora	Diano	5/30/54	irriguo	0.001 58	0.31.69	D.P. 16/09/59 n°14008	11/12/ 89	rep. 933
	Ardissonne Giovannina	San Pietro	7/14/88				D. 22/12/89 n°933	9/15/1 9	rinnovo
36	Ardissonne Giacomo Rocco ora	Diano	4/21/55	irriguo	0.008	1.62.46	D.P. 20/05/59 n°7750	5/19/8 9	rep.6031
	Ardissonne Sara ed	San Pietro							rinnovo
	altri		1/10/89	irriguo	0.008	1.62.46	D. 23/04/90 n°992	5/19/1 9	rep. 992
37	Comune di Diano	Diano	6/15/59	potabil e	0:01		D.P.G.R 24/10/83 n°1268	10/23/ 13	rep.6668
	Arentino	Arentino							
39	Comune di	Diano	2/28/64	irriguo	0:02	40.00.00	D.P. 26/02/68 n°2431	2/25/9 8	rep.7854
	Diano Castello	Castello							
	presa in Diano Marina								
	F.2 mapp.14								
40	Consorzio Irriguo	Diano	5/29/65	irriguo	0.008 5	17:55:11	D.P. 18/04/68 n°5531	5/29/9 5	rep.7817
	Giaiette	Marina	5/25/95	irriguo					rinnovo
41	Comune di Diano S.Pietro	Diano	2/17/66	potabil e	0.005		D.P. 27/10/69 n°16841	10/27/ 99	rep.8108
		San Pietro							
42	Comune di Diano S.Pietro	Diano	2/18/66	potabil e	0.006		D.P. 24/01/70 n°17527	1/24/0 0	rep. 8156
		San Pietro							

N°	Ditta	Comune	data della domanda	uso acqua	Mod.	Superfici e irrigata	provvedimento di concessione	scaden za	note
43	Ghirardi Angelo	Diano	10/30/68	irriguo	0.001 5	0.24.72	D.P. 03/04/71 n°5078	4/3/01	rep.8434
	subingresso	San Pietro							
	Casino Romolo e altri								
44	Ugo Mario	Diano	7/2/69	irriguo	0.005	0.50.64	D.P.G.R 13/3/80 n°302	12/31/ 96	rep.216
	ed altri	Castello							
45	Comune di	Diano	3/29/71	potabil e	0.015		D.P.G.R3/9/75 n°2154	9/2/05	rep.28
	Diano Arentino	Arentino							
46	Comune di Diano	Diano	4/20/73	potabil e	0.015		D.P.G.R 17/7/75 n°1760	9/2/05	rep.20
	San Pietro	Arentino							
47	Massone Giovanni	Diano	10/19/74	irriguo	0.000 8	0:15:00	D.P.G.R 20/6/78 n°807	6/19/0 8	rep.122
		Arentino							
48	Comune di Diano	Diano	3/23/76	potabil e	0.004		D.P.G.R 27/4/81 n°428	26/0/1 1	rep.323
	San Pietro	San Pietro							

49	De Andreis Maria	Diano	6/5/79	irriguo	0.0015	0:12:18	D.P.G.R 22/4/81 n°442	6/30/09	rep.339
	Costanza	San Pietro							
50	Comune di	Diano	01/08/0	potabile	0.022				attesa
	Diano Arentino	Arentino							ordinanza
51	Martini Rainisio ed altri	Diano	3/9/81	irriguo	0.002	0.40.63	D. 23/12/89 n°937	12/31/14	rep.937
	ora Martini Bruno	Arentino							
53	Soc. Semp. "Acqua"	Diano	1/25/82	irriguo	0.003	2.33.65	D. 2/4/90 n°987	1/24/12	rep. 987
	Torrente Evigno (S. Pietro)	Arentino		e					
	Gorlero Lina e altri			domestico					
	fraz. Evigno D. Arentino								
55	Bevilacqua Bruno	Diano	12/16/83	irriguo	0.001	0.70.43	D. 28/12/89 n°939	12/27/19	rep.939
		San Pietro							
56	De Marco Battista e	Diano	8/12/89	irriguo	0.005	0.26.66	D. 28/12/89 n°940	7/4/19	rep.940
	Talese D'Ambrosio Pietro	Arentino							
	variante		7/14/88						

N°	Ditta	Comune	data della domanda	uso acqua	Mod.	Superfici e irrigata	provvedimento di concessione	scadenza	note
57	Ardissone Pietro e	Diano	12/24/86	irriguo	0.0015	0:59:47	D. 22/12/89 n°934	12/21/19	rep. 934
	Mazzone Giuseppe	Arentino							
58	Musso Giacomo ed altri	Diano	5/13/87	irriguo	0.005	3:24:35	D. 22/12/89 n°932	3/5/17	rep. 932
	Presà Borello F.8 mapp.277	Arentino							
59	Risso Alfredo e altri	Diano	2/4/87	irriguo	0.007	1:10:31	D.G.C. 18/12/90 n°1134	11/9/14	disc. 1134
	presa Borello F. 6 e 7	San Pietro							
60	Patrucco Sergio	Diano	10/18/89	irriguo	0.007	1:30:31			
	Nuova Domanda	Castello	1/23/92		0.001	1:35:02			
61	Rolando Bruno ed altra	Diano	11/6/89	irriguo	0.0062	0:24:39			pronta per
		Arentino							ordinanza
62	Consorzio Irriguo Dianese	Diano	7/19/90	irriguo					
		Marina e Castello							
64	Giordano Sergio	Diano	1/7/91	irriguo	0.0022	0.75.01			pronta per
		Arentino							ordinanza

65	Turaglio Elio	Diano	2/12/91	irriguo	0.003	1:03:14			
		Arentino							
66	Consorzio Irriguo	Diano	2/14/91	irriguo	0.015 486	3.07.72			pronta per
	Diano San Pietro	San Pietro							ordinanza
67	Alberto Muratorio	Diano	7/31/91	irriguo	0.000 17	0:17:44			
		Arentino							
68	Decaro Vito e Di Laoli Concettina	Diano	8/12/91	irriguo	0.002	0.63.04			
		Arentino							
69	Sereno Garelli	Diano	3/16/92	irriguo	0.000 1	0:24:26			
		San Pietro							
70	Gloro Elvio ed altri	Diano	4/24/92	irriguo	0.003	2:40:14			
		San Pietro							
71	Sciandrino Bernardo ed altri	Diano	5/29/92	irriguo	0.000 6	0.54.88			
		Arentino							
72	Amati Franco	Diano	7/14/92	irriguo	3 mc/s ett.	0.08.85			attesa
		Arentino							decreto

N°	Ditta	Comune	data della domanda	uso acqua	Mod.	Superfici e irrigata	provvedimento di concessione	scadenza	note
73	Musso Giovanni	Diano	8/14/92	irriguo	0.000 1	0.11.73			attesa
		Arentino							decreto
74	Nastasi Rocco	Diano	2/19/93	irriguo	0.000 5	0.12.99			
		San Pietro							
75	Comune di Diano	Diano	5/25/93	potabile	0.062				
	Castello	Castello							
76	Venturino Serafino ed altri	Diano	12/3/93	irriguo	0.000 78	0:26:00			
		San Pietro							
77	Ardissone Natalia	Diano	12/24/93	irriguo	0.003	0:08:00			sanatoria
		Arentino							
78	Raviglione Luisa e altri	Diano	2/7/96	irriguo	0.000 3	0:21:58			
		Castello							
79	Bianchi Carenzo Luigi	Diano	7/10/97	irriguo	0:02	1:40:45			
		Arentino							

BACINO IDROGRAFICO PINETA

N°	Ditta	Comune	data della	uso	Mod.	Superfici e	provvedimento	scadenza	note
----	-------	--------	------------	-----	------	-------------	---------------	----------	------

			domanda	acqua		irrigata	di concessione		
1	Capra Pietro e Francesco	Diano	5/30/62	irriguo	0.005	1:16:24	D.P. 8/8/64 n°15142	8/7/94	rep. 7092
		Castello							
2	Bottino Rosalia	Diano	6/9/62	irriguo	0.007	1:40:31	D.P. 8/8/64 n°15143	8/7/94	rep. 7079
	Rinnovo Bruzzo Mino	Castello	8/4/94						rinnovo
3	Ferrua Carlo	Diano	6/22/70	irriguo	0.004	1:09:11	D.P.G.R 17/11/82 n°1328	12/31/07	rep.371
		Castello							
4	Borelli Lorenzo	Diano	2/22/80	irriguo	0.004	0.61.43	D. 23/4/90 n°994	12/14/19	rep. 994
	ed altra	Castello							
5	Vinazza Teresa	Diano	5/7/86	irriguo	0.001	0:15:22	D.G.C. 29/5/90 n°994	12/14/19	rep. 994
		Castello							
6	Martino Danilo e	Diano	9/14/90	irriguo	0:02				pronto
		Marina							per
	Martino Maurizio	Diano		igienico	0.005				ordinanza
		Castello							
7	Cappa Ignazio	Diano	8/30/94	autolav ag.	0.000	17			
		Marina							

BACINO IDROGRAFICO BONDAI

N°	Ditta	Comune	data della domanda	uso acqua	Mod.	Superfici e irrigata	provvedimento di concessione	scadenza	note
1	Grasso Filippo Augusto	Cervo	10/24/75	irriguo	0:01	3.02.82	D.P.G.R 19/11/85 n°1229	7/6/09	rep.554
	ed altri								
2	Antonio Santi	Cervo	9/5/90	irriguo	0.000	0:23:57			pronto per
					42				ordinanza
3	Roggerone Maria Maddalena	Cervo	11/29/90	irriguo	0.007	0:06:00			ordinanza

BACINO IDROGRAFICO VARCAVELLO

N°	Ditta	Comune	data della domanda	uso acqua	Mod.	Superfici e irrigata	provvedimento di concessione	scadenza	note
1	Rosso Rosalio ora	Diano	5/13/58	irriguo	0:02	0.79.56	D.P. 15/9/61 n°12205	11/8/89	Rinnovo
	Rosso Luigina e Nicolina	Castello	9/27/88		0.002	0.95.47	D. 2/4/90 n°986	11/8/19	rep.986
2	Soc. Ciapasso S.Vittoria	Diano	5/31/61	irriguo					
	Uliveto	Marina	10/10/91		0:04	16.53.93	D.P. 30/4/64	12/29/	rep.7013

	Amministratore						n°7496	91	
	Orione Ing. Alberto								rinnovo
4	Sezzato Nicola	Diano	1/10/77	irriguo	0.003 3	0:20:05	D. 20/11/89 n°928	2/4/06	rep. 667
		Marina							
5	Maritano Dante	Diano	3/25/82	irriguo	0.002 1	0:54:04	D. 23/4/90 n°993	2/27/0 1	rep. 993
		Castello	3/25/82		medi a				
6	Rosso Domenico ora	Diano	1/23/54	irriguo	0.007	1:41:53	D.P. 26/9/61 n°12210	9/25/9 1	rep.6516
	Ciocca Domenico e altri	Castello	11/13/91	irriguo					nuova doman.
8	Rosso Giuseppe	Diano	3/8/62	irriguo	0.003	0.61.67	D.P. 24/4/64 n°7490	4/23/9 4	rep. 6994
		Castello							
9	Comune di	Diano	2/16/72	potabil e	0:01		D.P.G.R 8/6/81 n°589	3/31/0 5	rep.239
	Diano Castello	Castello							
10	Baudisso Carlo e	Diano	12/19/73	industri ale	0:05		D.P.G.R. 8/6/81 n°589	3/31/0 5	rep. 239
	Fabrizio	Marina							
11	Ruila Peter	Diano	6/19/78	potabil e	0.015		D.P.G.R. 9/3/81 n°253	3/8/11	rep. 318
		Arentino							
14	Massone Francesco	Diano	9/6/83	irriguo	0.005	1:57:23	D.G.C. 24/5/90 n°1032	5/23/2 0	disc. 1032
	ed altro	Castello							
17	Vinazza Teresa	Diano	3/21/90	irriguo	0.001 7	1.74.44			in attesa nuovi chiariment i
		Castello							
18	Comune di	Diano	4/7/93	irriguo	0.012				
	Diano Castello	Castello							

2.7.2 Cave e discariche

Allo stato attuale non ci sono esercizi di cava attivi nel territorio in oggetto.

Esistono, invece, due progetti approvati di discariche di inerti site in Comune di SanBartolomeo al Mare in località “Case Scopperi” e “Valle Chiappa”.

Le perimetrazioni delle aree destinate a discarica sono riportate sulle carte Geomorfologica, Uso del Suolo, Suscettività al dissesto dei versanti, Rischio e Normativa.

2.8 Inventario delle sistemazioni idrauliche

2.8.1 Torrente Cervo (Steria)

Esaminando il corso del Torrente dalla foce è possibile individuare un primo tratto sufficientemente ampio compreso tra la battigia e il ponte della SS. 1 costituita da una struttura in c.a. sorretta da setti longitudinali (Ponte a 5 campate con 4 piloni in alveo. Altezza netta 2,80 mt. Luce 14.00 mt per campata).

Proseguendo verso monte il torrente è intersecato dal ponte ferroviario costituito da una struttura a cinque arcate in c.a. rivestito in pietra, altezza netta 4,00 mt, luce 12,00 mt a campata.

A circa 250 ml verso monte si rileva in sponda destra lo sbocco del torrente S.Bartolomeo costituita da un tombino scatolare di circa 2.00 mq di sezione protetto a monte da un setto deflettore.

Il corso d’acqua in questo tratto è ricoperto da una fitta vegetazione ripariale e presenta argini naturali in terra sormontati da strade carrabili con frequenti attraversamenti dell’alveo realizzati mediante guadi in

calcestruzzo di mediocri condizioni e con evidenti segni di erosione, dotati di tubi passanti (mediamente \varnothing 600) posizionati a quota alveo.

Tali strutture sono da considerarsi tracimabili in caso di piena ed hanno mediamente un'altezza di 1,00 mt, larghezza 3,50 mt e n°4-8 tubi \varnothing 600.

A circa 1,5 km dalla foce, il corso d'acqua è attraversato dal viadotto autostradale sorretto da piloni posizionati in alveo in corrispondenza dei quali si rileva un ulteriore guado di caratteristiche analoghe ai precedenti, inserito nell'alveo naturale che presenta segni di erosione spondale e vegetazione abbondante.

Immediatamente a monte dell'autostrada si segnala la confluenza in sponda sinistra del rio Chiappa che sottopassa la strada d'argine con un ponte ad arco in c.a. Altezza netta ~2,25 mt. Larghezza 3,00 mt con tubo in acciaio \varnothing 200 passante nella sezione ad altezza di 1,50 mt da terra.

Procedendo sempre verso monte il torrente è attraversato da un ponte in c.a. con una pila in alveo che congiunge la strada provinciale di Villa Faraldi in sponda destra con la golena naturale del torrente in sponda sinistra verso la loc. S.Simone.

Nel tratto a monte l'alveo presenta una fitta vegetazione arbustiva maggiormente intensa sulle sponde.

In sponda sinistra, immediatamente a monte del predetto ponte, si rileva una sistemazione dell'argine eseguita con gabbioni metallici per un tratto di circa 70 ml, ricoperto da fitta vegetazione.

In prossimità della frazione Richiero, ubicato in sponda sinistra, esiste un ulteriore ponte realizzato con setti e struttura portante in c.a.

La vegetazione lungo l'asta del torrente è particolarmente fitta con segni di erosione spondale sia in sponda destra che sinistra.

Procedendo verso monte, a circa 3,2 km dalla foce, troviamo in sponda sinistra la confluenza del torrente del Tovo. Tale confluenza avviene in un'area sufficientemente pianeggiante caratterizzata da un notevole apporto detritico originato dai bacini affluenti.

Nell'intersezione tra i due torrenti sono state individuate opere di emungimento da sub-alveo protette da una serie di gabbionature spondali.

Poco più a monte si rileva un guado in calcestruzzo correntemente tracimato dalle portate di piena che si sono verificate e che hanno invaso un'area limitata fino a lambire una cabina elettrica di trasformazione esistente nelle vicinanze dell'alveo.

L'asta principale attraversa in questo punto, una zona particolarmente degradata, caratterizzata da costruzioni di difesa spondale precarie facilmente tracimabili in caso di piena.

In prossimità della località Molino del Fico è presente un ponte ad arco in muratura.

Attraverso la volta di tale ponte si rileva una struttura tralicciata in acciaio che sostiene una tubazione e che è disposta trasversalmente alla direzione del corso d'acqua, posto ad una quota notevole rispetto al fondo alveo.

In prossimità di tale località il corso d'acqua cambia sostanzialmente caratteristiche assumendo quelle di un rio montano particolarmente acclive, con sponde tipicamente rocciose ed incassate che si sviluppano sotto le frazioni di Riva Faraldi e di Deglio.

Quest'area rappresenta la parte alta del bacino ed è caratterizzata da molte ramificazioni alcune delle quali attraversate dalla strada carrozzabile che conduce alle sorgenti del torrente stesso.

Si tratta di attraversamenti minori generalmente costituiti da tubazioni in cemento di diametro compreso tra 60 e 100 cm., tali comunque da non destare preoccupazioni se non per fenomeni erosivi localizzati che si possono innescare per scarsa manutenzione.

Mentre gli affluenti di sponda sinistra sono costituiti da rii tipicamente montani, con alvei incisi e sponde molto acclivi, il rio S.Bartolomeo presenta caratteristiche di alveo fluviale, si sviluppa in sponda destra e confluisce nel torrente Cervo, come già detto, a circa 500 ml dalla foce.

Tale affluente è caratterizzato da un tratto terminale tombinato di lunghezza pari a circa 80 ml avente sezione scatolare in c.a. con superficie di deflusso pari a circa 2.00 mq. (1.80 x 1.30 m.).

A monte di tale tombinatura il rio S.Bartolomeo attraversa un'area mediamente urbanizzata tra due muri d'argine di altezza variabile tra 1,5 e 2,0 m, e con un fondo alveo che presenta evidenti segni di erosione, fino ad un nuovo tratto tombinato che inizia in prossimità dell'incrocio tra la strada provinciale per Villa Faraldi e la strada che conduce allo svincolo autostradale di Cervo-S.Bartolomeo.

Il tratto tombinato con struttura scatolare in c.a. di sezione variabile tra 5,0x5,0 m e 3,0x3,0 m è lungo circa 100 ml e si trova sotto la sede stradale, lateralmente alla stessa con sezione libera molto ampia; l'imbocco a monte è caratterizzato da un innesto ad angolo retto, collocato tra muri a secco e in calcestruzzo.

A monte del tombino il torrente è passato da due ponti in c.a. di altezza circa 3,0 m e larghezza 4,0 m.

Più a monte il rio S.Bartolomeo sottopassa intubato (DN 800 mm) un piazzale adibito ad attività industriali a monte del quale sono disposte alcune griglie selettive.

2.8.2 Torrente San Pietro

La sua foce è ubicata immediatamente a levante del porticciolo di Diano Marina dove viene attraversato dalla SS. n.1 con un ponte ad unica campata in c.a. 32,0 x 2,8 m.

L'alveo è discretamente ampio e presenta argini regolari sufficientemente sistemati.

A monte della SS.n.1, distante circa 100 ml, è ubicato un secondo ponte, caratterizzato da una pila centrale e da due campate in c.a. di luce equivalente; l'impalcato del ponte risulta essere notevolmente ribassato rispetto ai ponti di monte e di valle (ponti FS e ANAS).

Il ponte ferroviario si trova a monte del precedente di circa 150 ml ed è costituito da un'unica campata in struttura metallica reticolare, ed è preceduto da un ponte stradale con impalcato ubicato ad una quota inferiore.

Nel tratto a monte l'alveo è caratterizzato da argini naturali sormontati dalle strade carrabili di collegamento che attraversano l'alveo con guadi tracimabili realizzati con platea in calcestruzzo e tubi del diametro 80/100 cm.

Il torrente San Pietro presenta caratteristiche tipicamente fluviali fino all'abitato di Diano S. Pietro, in corrispondenza dell'affluente di sinistra rio Beste, con argini naturali e ampie aree golenali, all'interno delle quali si sviluppano attività prevalentemente orticole ed agricole; gli argini naturali presentano in più punti segni di cedimento dovuti all'erosione fluviale e l'alveo stesso risulta essere abbondantemente ricoperto da vegetazione ripariale (canneti) e da alberi d'alto fusto; sono altresì presenti numerosi accumuli di materiale detritico in grado di parzializzare la sezione durante gli eventi di piena.

Da segnalare poco a monte del viadotto autostradale, in sponda sinistra, l'impianto di depurazione del Comune di Diano S.Pietro.

La strada d'argine di sponda sinistra, per il tratto compreso tra l'impianto di depurazione e il viadotto autostradale, è stata recentemente protetta con una gabbionata in materiale lapideo in quanto si erano registrati notevoli fenomeni erosivi in conseguenza delle violente precipitazioni del 1992 in corrispondenza di un'ansa in sponda sinistra del corso d'acqua.

In prossimità dell'abitato di Diano S.Pietro esiste una serie di manufatti che attraversano l'affluente di sinistra rio Beste e costituiti da ponti ad arco uno dei quali intersecato da una tubazione di acciaio che ne parzializza la sezione.

La connotazione storica dei manufatti lascia intendere che non si siano mai registrati problemi di deflusso.

L'asta principale del torrente è attraversata da un ampio ponte ad arco; in prossimità di tale manufatto il corso d'acqua è caratterizzato da ampie sponde naturali ricoperte da vegetazione riparia e da costruzioni (serre, case, ...) posizionate sulla gola naturale del torrente.

A monte di Diano S.Pietro, in prossimità della frazione Trinità si rilevano lavori recenti di sistemazione degli argini eseguiti con scogliere e risagomatura delle sponde.

Tali lavori si resero necessari a seguito di esondazione del corso d'acqua durante l'alluvione del 1992.

Prima della frazione Roncagli, il torrente S.Pietro è attraversato dal ponte in c.a. della strada carrozzabile per Diano Arentino. A valle dello stesso esiste il vecchio ponte ad arco.

Il corso d'acqua presenta in questo tratto alcuni segni di degrado con fitta vegetazione e sintomatici fenomeni erosivi lungo le strade d'argine.

Nei tratti a monte il Torrente Evigno si biforca in una serie di affluenti minori che assumono le caratteristiche di impluvi naturali con fitta vegetazione in alveo e situazioni di dissesto spondale.

2.8.3 Rio Gorleri

Partendo dalla foce si osserva un tratto terminale caratterizzato da una tombinatura a volta ribassata ubicata sotto l'abitato di Diano Marina di dimensioni 5,50x1,50 m..

Lo sbocco a mare avviene direttamente sulla spiaggia ed è raccordato alla tombinatura retrostante da un ponte in c.a. di dimensioni idrauliche nette 8,0x1,0 m.

Frontalmente allo sbocco a mare è presente un pozzetto in c.a. con chiusino in ghisa relativo all'impianto fognario comunale il cui collettore percorre longitudinalmente il rio stesso imbaulettato sotto il piano d'alveo.

Il tratto tombinato è lungo circa 250 ml, presenta una doppia sezione variabile tra quella a volte sopradescritta e quella rettangolare data da uno scatolare in c.a. 5,5x2,1 che si sviluppa sino al ponte ferroviario.

Il ponte ferroviario è costituito da una struttura in muratura 4,7x1,7 m con platea in cls ed il successivo ponte stradale in c.a. è dotato di sezione rettangolare 5,5x1,8 m.

Successivamente il rio risulta plateato e racchiuso tra due muri d'argine (larghezza alveo 5,5 m) con scarsa vegetazione spondale e si presenta in buone condizioni di pulizia; in questo tratto si rileva un piccolo ponte a cui sono collegate le tubazioni in acciaio dell'acquedotto.

Le condizioni del rio si mantengono omogenee fino in prossimità del cimitero di Diano Marina dove confluiscono i due rii Capasso e Mortolè che costituiscono i due rami principali del rio Gorleri.

A valle della confluenza il rio Gorleri è attraversato da un ponte stradale ad arco con volta in mattoni relativo ad una strada secondaria di dimensioni 4,0x1,4 m.

Procedendo verso monte il rio assume la tipica fisionomia dei corsi d'acqua dell'entroterra, con vegetazione spondale mediamente sviluppata e percorso incassato tra aree terrazzate.

Da segnalare la presenza di una scarsa manutenzione degli argini che può originare fenomeni localizzati di erosione al piede e successivo crollo con conseguente pericolo di parziale sbarramento e tracimazioni puntuali.

2.8.4 Torrente Varcavello

Lo sbocco a mare del torrente avviene direttamente sulla spiaggia di Diano Marina attraverso un ponte a doppio arco a sostegno della SS. n.1 con luci nette di 6,5x2,4 m e 5x2,4 m.

L'allargamento della sede stradale è stato realizzato mediante un ponte in c.a. la cui sezione utile parzializza le sezioni a volta del vecchio ponte (altezza netta 1,7 m contro i 2,4 m del ponte di valle).

Si è riscontrato che le strutture in c.a. del ponte sono in precario stato di conservazione e richiedono interventi di recupero anche in considerazione dell'elevato traffico stradale e delle caratteristiche della strada statale soprastante; situazioni di precaria conservazione sono da segnalare anche per alcuni sottoservizi ancorati alla struttura.

In sponda sinistra sono presenti alcuni manufatti fognari, presumibilmente contenenti elettropompe di sollevamento, da cui è stato possibile riscontrare fuoriuscite di liquame di provenienza dubbia.

Procedendo verso monte il rio si presenta plateato, a sezione rettangolare, con sponde in pietra (lato sinistro) e con costruzioni fondate direttamente sul piano di scorrimento in sponda destra; le dimensioni del canale sono variabili tra 8,0x3,0 m e 5,0x2,5 m.

Lungo la sponda sinistra si rileva una tubazione in acciaio dell'acquedotto ancorata al muro d'argine.

Procedendo verso monte si incontra un primo ponte stradale di altezza utile 1,50 m e larghezza 8,0 m a cui sono ancorati la tubazione dell'acquedotto e il cavidotto elettrico.

Successivamente il rio risulta essere ancora plateato con argini in muratura di pietra e accessi a raso trasversali al corso d'acqua .

Tale situazione si mantiene sino al ponte della sede ferroviaria a doppia struttura scatolare e ad arco ribassato dove a monte dello stesso si rilevano due accessi a raso frequentati da pedoni e da mezzi di piccole dimensioni; le dimensioni del ponte sono 6,0x2,6 m. (scatolare) e 6,0x2,0 m. (ad arco ribassato).

A monte del ponte ferroviario il corso d'acqua si presenta con un alveo naturale in ghiaia e ciotoli contenuto tra argini bassi in muratura. (Larghezza media 8,0 m ed altezza spondale 1,6 m).

In questo tratto si rileva un ulteriore ponte stradale in c.a. (8,0x1,6 m) (vedi foto 31.RV.3) e un secondo ponte a volta in mattoni in prossimità del cimitero di Diano Marina (9,0 x 2,7 m).

Il rio ha in questo tratto pendenza molto modesta ed è contenuto da argini in muratura dove, in sponda sinistra, è ubicata una strada carrabile a servizio di un'area in espansione dal punto di vista urbanistico.

Si rileva in questo tratto un vecchio ponte ad arco di tipo romano (4,0 x 2,7 m).

Verso monte il rio si sviluppa fra aree agricole, e l'alveo è caratterizzato da scarsa manutenzione con interventi antropici che interferiscono con il deflusso dello stesso e costituiti molto spesso da guadi in calcestruzzo dotati di tubi in cemento per il deflusso delle portate di minima (evidenti in prossimità della frazione Varcavello).

Da notare comunque totale mancanza di manutenzione e la presenza di fenomeni di scalzamento localizzati che possono provocare problemi puntuali con possibili occlusioni di alcuni tratti di alveo e conseguenti limitate esondazioni e inagibilità di sedi carrabili.

Tale fenomeno, anche se poco rilevante per gli aspetti generali del piano, richiede particolare attenzione in quanto eventi di piena con conseguenti smottamenti possono isolare case di civile abitazione il cui unico accesso è proprio costituito dai guadi e dalle strade d'argine esistenti.

Il rio prosegue verso monte in condizioni di precario stato di conservazione con la presenza di manufatti antropici che ne riducono la sezione e costituiscono possibili punti critici per un regolare deflusso delle acque anche in considerazione di possibili scalzamenti dei muri d'argine che potrebbero occludere l'intera sezione in caso di frana.

2.8.5 Torrente San Pietro

Lo sbocco a mare del rio di sezione 3,50 x 1,80 m avviene in una spiaggia in Comune di Diano Marina protetta sia a levante che a ponente da pennelli in scogliera di massi; nel tratto immediatamente a monte risulta tombinato con sezione rettangolare 1,50 x 1,50 m. realizzata con struttura scatolare in c.a.

Il rio si presenta con canale a cielo libero di dimensioni 2,00 x 1,50 m. tra il tratto tombinato di cui sopra e il ponte della SS. n.1 che è costituito da struttura in muratura ad arco ribassato di dimensioni 2,50 x 0,95 m. in chiave con sezione libera di deflusso parzialmente ostruita da sedimenti solidi sul fondo (vedi foto 12.RP.4) e da tubazioni trasversali al corso d'acqua ubicate in chiave.

Immediatamente a monte si rileva il ponte ferroviario costituito anch'esso da una struttura in muratura ad arco ribassato di dimensioni 2,50 x 1,20 m. in chiave con sezione parzializzata da detriti sul fondo.

A monte del passaggio ferroviario il rio scorre a cielo libero in alveo naturale con argini in muratura di pietra di insufficiente altezza in sponda destra per il contenimento delle portate di piena come confermato da eventi storici di esondazione.

Il rio prosegue verso monte in condizioni di scarsa manutenzione con sezione media a cielo libero 2,45x1,0 m, con fitta vegetazione, fino ad intersecare tre passaggi carrabili costituiti da ponti in c.a. ad arco o a soletta piena di sezione pari a: 4,00x2,00 m.in chiave, 3,5x1,8 m e 5,2x1,4 m (procedendo da valle verso monte).

Sono comunque presenti in alveo tubazioni sia trasversali che longitudinali che potrebbero essere causa di intralcio alle corrette condizioni di deflusso.

Il tratto a monte presenta caratteristiche di alveo torrentizio con rilevante vegetazione arbustiva e fenomeni erosivi puntuali delle arginature artificiali che possono provocare, per scarsa manutenzione, fenomeni di cedimento localizzato e, data la vicinanza di vie di comunicazioni secondarie, il parziale o completo isolamento di singole unità abitative con esondazione del rio.

2.8.6 Rio Rodine

Lo sbocco a mare del rio avviene in una spiaggia a confine tra i comuni di Diano Marina e S. Bartolomeo al Mare protetto sia a levante che a ponente da pennelli in scogliera e da dighe frangiflutti di massi, con tombino di sezione 0,80 x 0,80 m. che si estende a monte sottopassando un giardino privato.

Il rio si presenta successivamente con canale a cielo libero di dimensioni 0,80 x 1,00 m. per un primo tratto, per poi ridurre l'altezza della sponda destra a 0,50 in adiacenza ad una via pubblica, fino al ponte della SS. n.1 che è costituito da struttura scatolare di dimensioni 0,60 x 0,80 m.

Tale tombino prosegue fino al passaggio ferroviario in cui confluiscono numerose tubazioni, di diametro anche rilevante, che ostruiscono quasi totalmente la sezione di deflusso.

Tale situazione risulta aggravata dalla presenza a monte del passaggio ferroviario di un pozzetto in muratura contenente gli organi di manovra dell'acquedotto comunale, tale da impedire il convogliamento delle acque di piena all'interno del tombino favorendo la tracimazione delle stesse lungo il sedime stradale di via Rodina, la quale è sottopassata dal rio mediante due tubazioni in cls DN600.

A monte di tale attraversamento esiste una cabina di trasformazione ENEL il cui accesso avviene mediante una passerella al di sotto della quale il rio scorre con una sezione di circa 60x80 cm.

Nel tratto a monte il rio attraversa terreni privati con alveo in terreno naturale e sponde in pietra.

Si osserva un'abbondante vegetazione ed evidenti segni di erosione spondale e manutenzione pressoché nulla.

Procedendo verso monte il rio assume le caratteristiche di impluvio naturale.

2.8.7 Rio Madonna (Vallovaira)

Lo sbocco a mare del rio avviene mediante un tombino in calcestruzzo delle dimensioni 1,75 x 1,50 m.

Il tombino si trova in pessimo stato di conservazione con numerosi ferri scoperti e alcuni punti di soletta danneggiata.

Sono evidenti, in attraversamento, alcune tubazioni poste circa a metà dell'altezza e segni di scalzamento al piede delle spalle. Il tombino è inaccessibile e scorre in queste condizioni per circa 340 m sottopassando dapprima un'area completamente urbanizzata, quindi la SS. N.1 e successivamente la ferrovia. A monte della ferrovia il rio è canalizzato con due tubazioni in cls DN 600 sottopassanti al sedime stradale.

L'imbocco a monte è caratterizzato da un canale in cls che immette direttamente nelle due canalizzazioni protette a monte da una griglia selettiva e da una piccola vasca sghiaiatrice.

Poco più a valle dell'imbocco suddetto confluisce un ramo secondario anch'esso intubato in una condotta dn 600 che raccoglie a monte le acque di deflusso dell'intero svincolo autostradale di Cervo-S.Bartolomeo.

Informazioni assunte in loco testimoniano di eventi di esondazione localizzati proprio in prossimità dell'imbocco secondario, il più significativo dei quali verificatosi nel 1987 con allagamento degli orti confinanti con il tracciato del rio.

Verso monte entrambi i rami assumono le caratteristiche di impluvi naturali con piccoli muri d'argine in pietra e assoluta mancanza di manutenzione anche per effetto di versamenti indiscriminati di materiale arbustivo e lapideo che ostruiscono le sezioni di deflusso.

2.8.8 Rio Bondai

Il rio sfocia a cielo libero direttamente sulla passeggiata a mare di Cervo; prosegue quindi verso monte incanalato in alveo in cls con pareti in muratura di larghezza media 4,0 m. dopo aver sottopassato il ponte ferroviario costituito da una volta in muratura di altezza in chiave pari a circa 4,0 m.

In tale tratto si osservano numerose opere insistenti nell'alveo quali scalette metalliche, pozzetti di ispezione delle fognature, tubazioni, balconi, luci che possono costituire intralcio al corretto deflusso delle acque di piena.

Il canale a valle del sottopassaggio della S.S.1 presenta un evidente restringimento (larghezza 3,0 m) che è maggiormente marcato dalla presenza di un bauletto in cls in alveo sede delle fognature.

Il ponte delle SS1 è costituito da una struttura in c.a. con rivestimento in pietra delle pareti, a volta di dimensioni 3,0 x 6,0 m, con retrostante ponticello ad arco 3,0 x 2,2 m.

Verso monte il rio scorre in alveo artificiale in cls 4,0 x 2,2 m.

In seguito interseca un passaggio carrabile costituito da un ponte in pietra a doppia arcata, ad arco, di dimensioni 3,0 x 2,0 m (solo una delle due arcate è interessata dal passaggio del torrente).

A monte il rio risulta essere plateato con argini in pietra fino all'imbocco di un tombino scatolare in c.a. 3,7x3,6 m.

In seguito il rio scorre in alveo naturale e sottopassa il ponte in pietra ad arco della strada di collegamento con l'abitato di Cervo Alta, per poi proseguire sotto forma di impluvio naturale fino alle sorgenti.

In quest'ultimo tratto si evidenzia la presenza di abbondante vegetazione lungo le sponde e nell'alveo stesso.

2.8.9 Rio Schenassi

L'unica opera presente lungo il rio è costituita dal tombino in muratura sottopassante la SS1 e la sede ferroviaria e sfociante direttamente sulla battaglia.

Si tratta di un tombino ad arco di dimensioni pari a circa 2 mq al cui imbocco, a monte della SS1, è presente una fitta vegetazione che ne occlude parzialmente la sezione di deflusso.

Inoltre è stata rilevata la presenza di notevoli detriti e rifiuti (lamiere, elettrodomestici, ..) che oltre ad inquinare il torrente, potrebbero essere causa di ulteriori occlusioni dell'imbocco del tombino.

2.8.10 Sottobacini di ponente e levante

Nella zona di ponente (Capo Berta) è presente una zona scolante direttamente a mare costituita dalle pendici di M. Berta; verso levante si nota la formazione di un impluvio naturale sfociante in località S.Elmo, canalizzato mediante una condotta sottopassante il sedime stradale e la proprietà privata "S.Elmo", che date le dimensioni e la conformazione dell'imbocco (costituito da una griglia stradale) risulta essere idraulicamente insufficiente.

Procedendo verso levante si incontra un altro impluvio completamente canalizzato con tombini scatolari in c.a. di sezioni variabili, di dubbia capacità idraulica, sottopassanti strade e proprietà private. Tale impluvio sottopassa il sedime ferroviario mediante un ponticello a volta parzialmente ostruito da vegetazione e rifiuti.

Infine verso levante vi è il terzo impluvio caratterizzato da due rami principali che attraversano il centro abitato mediante canalizzazioni passanti sotto proprietà private; il ramo di levante è canalizzato al di sotto della strada con una tubazione in cls DN 600 priva di pozzetto di raccolta a monte.

La zona di levante (Capo Cervo-Capo Mimosa) è caratterizzata da un'ampia zona scolante a ridosso di Capo Cervo e da tre impluvi naturali; il primo partendo da ponente non è accessibile, ha un alveo naturale molto ripido e con fitta vegetazione nel tratto a monte della SS1, strada che viene sottopassata mediante un ponticello parzialmente ostruito dalla fitta vegetazione mentre a valle risulta incanalato al di sotto di proprietà private.

Il terzo verso levante è costituito per la quasi totalità da alveo naturale e sottopassa la SS1 mediante un ponticello sulle medesime caratteristiche del precedente.

2.9 ANALISI STATISTICA DEGLI INCENDI BOSCHIVI E RELATIVA MAPPATURA

Gli uffici della Comunità Montana dell'Olivo hanno messo a disposizione i dati informatizzati degli incendi verificatisi nel territorio di propria competenza nel biennio 97/98. Da questi sono stati estrapolati gli incendi interessanti il territorio del Bacino in oggetto, riportati nel seguente elenco :

n°	località	data	superficie (ha)
1	Diano Arentino-Borgata Ascheri	17/08/96	04.50.00
2	Villa Faraldi-Viasseou	07/10/96	16.00.00
3	Diano Arentino-Monte Alberghetti	17/02/97	11.50.00
4	Villa Faraldi-Pizzo Aguzzo	07/03/97	127.00.00
5	Diano Arentino-Monte Caro	09.03.97	43.00.00
6	Villa Faraldi-Regione Tovo	09.03.97	12.00.00
7	Villa Faraldi-Deglio	11.03.97	09.00.00
8	Diano Arentino-Regione S. Antonio	15.03.97	02.00.00
9	Villa Faraldi-Sorba	16.03.97	08.00.00
10	Villa Faraldi-Rio Sorba	19.03.97	13.00.00
11	Diano San Pietro-Monte Quagli	20.03.98	12.00.00
12	Diano Arentino-Monte Cascina	20.03.97	02.50.00
13	Diano Arentino-Marghera	22.03.97	04.00.00
14	Villa Faraldi-Regione Cunteo	06.04.97	03.00.00
15	Diano Arentino- Monte Grimaldi	21.04.97	32.00.00
16	Diano Arentino-San Antonio	04.02.98	03.00.00
17	Diano Arentino-Regione Berona	04.02.98	03.00.00
18	Villa Faraldi-Tovo	12.02.98	05.00.00
19	Diano Arentino-Villa Costa	02.03.98	06.00.00

La relativa mappatura è riportata nella Carta di Copertura e d'Uso del Suolo.

È opportuno sottolineare l'importanza di avere a disposizione dati relativi ad un periodo maggiore di anni ai fini di effettuare un'analisi più approfondita di questo fenomeno con particolare riferimento agli effetti sulla suscettività al dissesto idrogeologico di aree percorse dal fuoco.

In particolare occorre valutare le conseguenze degli incendi nelle aree che vengono percorse dal fuoco ad intervalli più o meno regolari. In tali casi oltre alla frequenza andrà valutato il tipo di incendio, il danno sul soprassuolo e, non di meno, la profondità fino alla quale il suolo ha risentito del calore. Se sino ad oggi era alquanto difficile avere una cartografia completa delle aree percorse dal fuoco, dal 1999 la Regione Liguria ha deciso di riportare sulle proprie cartografie digitalizzate i dati forniti dal Corpo Forestale dello Stato creando così un vero e proprio archivio cartografico degli incendi. Con queste prospettive diventa auspicabile e doveroso che la pianificazione di bacino segua l'evoluzione del fenomeno potendo finalmente porre in correlazione gli incendi con i fenomeni erosivi e di dissesto.

2.10 SISTEMI DI MONITORAGGIO, METEOROLOGICO, IDROGEOLOGICO E DELLE QUALITA' DELLE ACQUE.

All'interno del comprensorio imbrifero del Dianese non vi sono né impianti per la misura delle portate (idrometri) né strumenti per la misura e registrazione delle piogge.

Gli unici strumenti disponibili, i cui dati sono stati utilizzati nel presente studio, sono quelli dei pluviografi di Imperia, Stellanello, Bestagno ed Alassio.

2.11 CARTA DEI CORSI D'ACQUA PUBBLICI

La base cartografica utilizzata per la redazione della carta dei corsi d'acqua pubblici è la Carta tecnica regionale nella scala 1:10.000 cartacea e in formato raster.

Sono state tracciate tutte le aste fluviali dalla foce alle origini, compresi affluenti e subaffluenti e tutta la rete idrologica minore.

Le aste fluviali di primo ordine che non hanno origine da sorgente e lunghezza inferiore ai 500 m. vengono escluse.

Per le aste fluviali di primo ordine che non hanno origine da sorgente e hanno lunghezza superiore ai 500 m. vengono esclusi i primi cinquecento metri.

Per le aste fluviali di primo ordine che sboccano direttamente a mare e lunghezza superiore ai 500 m. vengono esclusi i primi cinquecento metri.

2.12 ASPETTI GEOLOGICI, AMBIENTALI E NATURALISTICI RIFERITI AL RIO GORLERI E AL RIO VARCAVEL

Il Rio Varcavello è interessato da un alveo a cielo aperto, mentre, il Rio Gorleri, risulta parzialmente tombinato: tale suddivisione rispecchia in particolare la differenza di dimensioni dei bacini sottesi in quanto il Torrente Varcavello, che scorre a cielo aperto presenta un bacino idrografico con superficie di 6,20 Km², mentre il Rio Gorleri, presenta un bacino idrografico con superficie minima (2,70 Km²).

Questi due corsi d'acqua presentano entrambi la particolarità di essere costretti all'interno di un alveo rigidamente limitato da difese longitudinali (talvolta a tutt'oggi lesionate o crollate), edificate con vari sistemi costruttivi, dal muro a secco al cemento armato, fin dalle porzioni più prossime alle sorgenti (Foto 1).



Foto 1: muri d'argine a secco crollati nella parte alta del Rio Gorleri

In linea generale, i due corsi d'acqua in parola trovano sviluppo, in primis, in bacini di carattere torrentizio boscati in prossimità degli spartiacque, intensamente antropizzati e rimodellati dall'azione antropica, fin dalle prime porzioni dei rami che li compongono ed, in particolare, nei fondo valle che risultano

generalmente ascrivibili alla piana costiera sabbiosa che si insinua profondamente nel territorio pedemontano retrostante; tale fascia litoranea è completamente urbanizzata, ed in essa è palese un'obliterazione totale delle caratteristiche geomorfologiche originarie: infatti, solo una effimera striscia di spiaggia ricorda, oggi, le passate condizioni morfologiche-ambientali di questo tratto di costa.

L'urbanizzazione selvaggia degli anni dell'immediato dopoguerra ha portato, inoltre, alla parziale tombinatura del Rio Gorleri lasciando, invece, come alveo ancora a cielo aperto il Rio Varcavello.

Il Rio Gorleri costituito dalla confluenza dei Rii Mortole e Ciapasso, presenta il proprio corso tombinato per un cospicuo tratto a monte della Linea Ferroviaria fino al mare. L'area in cui verrà effettuata l'opera di presa del ramo destro dello scolmatore si presenta, comunque, a cielo libero, con alveo incassato tra argini generalmente in buono stato di conservazione, talvolta sono visibili manutenzioni recenti che caratterizzano tutto il tratto percorribile a piedi lungo argine. In alveo è presente una vegetazione spontanea infestante stanziale, presente sia nei periodi estivi sia nei periodi freddi che non consente di risalire il rio dall'interno. Tutta questa zona è comunque caratterizzata da sponde pressoché pianeggianti, sopraelevate rispetto al corso d'acqua proprio dagli argini di cui sopra, che, solo localmente, non mostrano segni di dissesto incipiente od in atto.



Foto 2: situazione della vegetazione in corrispondenza dell'opera di presa del Rio Gorleri

Il Rio Varcavello presenta invece un alveo sempre a cielo libero, ma costretto rigidamente da argini anche nelle porzioni più interne del proprio bacino: anche le parti alte dei rami secondari sono, infatti, caratterizzati da opere di attraversamento, guadi, opere longitudinali che costringono pesantemente il corso d'acqua. Lungo le incisioni minori delle sue pendici si osserva la presenza di opere di attraversamento pressoché in abbandono, con frequente presenza di detriti all'interno degli alvei che ne ostruiscono le sezioni.

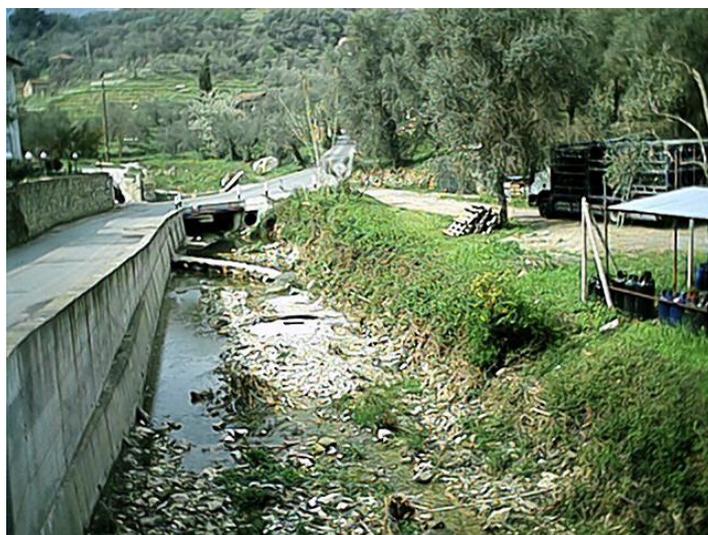


Foto 3: Rio Varcavello in vicinanze della Località Varcavello

Tale stato di generale degrado interferisce con la dinamica dei torrenti determinando condizioni di eventuale interrimento delle opere di presa dello scolmatore in progetto, sia lungo il Rio Gorleri sia lungo il Rio Varcavello, dovute a dissesti, ancorché superficiali, provocati dall'erosione accentuata dei deflussi lungo il piede delle sponde, in particolare, quando sono presenti opere di sostegno vetuste non più soggette a manutenzione periodica (vedi Foto 1).

L'elaborazione degli allegati al testo, restituiti graficamente per mezzo di CAD, ha comportato l'affinamento alla scala 1:10.000 di quanto già prodotto in fase preliminare sugli stralci n° 259052 "Diano Marina Ovest" e n° 259063 "Diano Marina" della C.T.R. opportunamente ingranditi anche a mezzo di sopralluoghi puntuali: ciò a causa dell'impossibilità di effettuare in modo continuativo un'indagine dettagliata degli intervalli stratigrafici sul terreno che spesso non risultavano direttamente accessibili, per difficoltà di affioramento o per la particolare configurazione morfologica del territorio. Tutto questo allo scopo di consentire un sufficiente dettaglio in cartografia delle conoscenze acquisite, facilitando nel contempo la successiva restituzione dei dati rilevati seguendo un criterio prevalentemente geolitologico a grande scala, che ha permesso di sottolineare gli aspetti oggettivi e fondamentali per la lettura sintetica del territorio, con descrizione, all'interno della presente nota, delle aree e delle litologie omogenee, nonché dei principali elementi geomorfologici rilevati.

Dal punto di vista geomorfologico presso i siti di intervento, ed in particolare in corrispondenza delle opere di presa dei due bracci minori dello scolmatore, non sono presenti molteplici elementi in quanto, in entrambi i casi, si tratta di una zona prettamente alluvionale.

Tuttavia, poco a monte delle opere di presa sono presenti:

sul Rio Varcavello: lungo il versante destro, poco a monte del Cimitero di Diano Marina, un lembo di coltre detritica con potenza maggiore di 3,00 metri con un evidente ciglio di distacco quiescente.

Sul Rio Gorleri: su entrambi i versanti sia del Rio Mortole sia del Rio Ciapasso, lembi di coltre detritica maggiori di 3,00 metri dei quali, il versante destro del Rio Ciapasso è caratterizzato da un orlo di terrazzo marino.

Nelle parti alte dei bacini, invece, sono presenti maggiori elementi geologico – geomorfologici che, nel tempo possono avere una certa influenza sull'esercizio delle opere in progetto, come emerso dagli approfondimenti effettuati alla relazione geologica del preliminare. Di seguito detti elementi verranno brevemente richiamati:

Frane attive, attuali o in atto: sono quelle mobilizzate nelle condizioni morfologiche e climatiche attuali;

Orli di frana attivi e quiescenti: elementi che individuano la presenza di un dissesto incipiente o in atto;

Orli di terrazzi marini: erosioni provocate dall'azione del mare ;

Zone interessate da ruscellamento diffuso: sono aree ove gli stessi processi pedogenetici risultano ritardati o assenti e comprendono tutte quelle aree, di una certa estensione, in cui la coltre eluviale stenta a mantenersi in sito e viene facilmente asportata dagli agenti atmosferici o da fenomeni di ruscellamento superficiale, a causa dell'acclività del versante nonché della giacitura a franapoggio degli strati rocciosi;

Zone a roccia affiorante e/o subaffiorante con copertura detritica di spessore inferiore al metro, predominano nelle zone a monte degli areali in studio, essendo la stessa compresa nell'area urbanizzata.

Coltri con spessore compreso tra 1 e 3 metri: sono costituite da accumuli di materiale incoerente a granulometria e composizione miste e variabili, con prevalenza di elementi fini nella matrice.

Coltri con spessore superiore a 3 metri: sono distribuite diffusamente sui versanti del Rio Gorleri e più legate ai fondovalle per quanto riguarda il Rio Varcavello che presenta, in generale, una maggiore quantità di affioramenti rocciosi. È importante segnalare che le coltri risultano, in entrambi i bacini, rimodellate attraverso la presenza di muri a secco. Questi ultimi sono indice dello stato di dissesto del luogo in quanto, laddove sono visibili sganciamenti, crolli, lesioni sono presenti fenomeni di dissesto anche profondo e non solo legati a movimenti lenti e creep in coltre.

Da un punto di vista più prettamente geologico all'interno della porzione di territorio oggetto d'intervento le formazioni presenti risultano essenzialmente le seguenti:

➤ Alluvioni fluviali mobili, recenti e depositi di spiaggia: depositi costituiti essenzialmente da ghiaie e ciottoli arrotondati la cui composizione litologica rispecchia le formazioni rocciose presenti nei bacini, quali calcari, calcari marnosi ed arenarie. Le dimensioni dei singoli elementi risultano variabili a seconda della loro disposizione lungo i corsi d'acqua a causa dell'elevata mobilità imposta a tali sedimenti dal deflusso delle acque (vedi analisi granulometriche allegate);

➤ Alluvioni fluviali antiche: depositi costituiti essenzialmente da ghiaie e ciottoli arrotondati immersi in matrice sabbioso-siltosa talvolta ferrettizzata, la cui composizione litologica della parte scheletrica rispecchia, come nel caso precedente, le formazioni rocciose su cui insistono i bacini;

➤ Coperture detritiche: se di limitato spessore sono di natura eluviale e/o colluviale e derivano dall'alterazione della roccia in posto con scarso rimaneggiamento; se invece di spessore più elevato (> 3.00 metri) sono di origine prevalentemente colluviale e possono essere distinte in due tipologie principali come conseguenza della roccia madre, e cioè nelle coltri argilloso-arenacee (derivanti essenzialmente dal Flysch di Sanremo) e nelle coltri conglomeratiche (derivanti essenzialmente dagli affioramenti pliocenici per trasporto gravitativo).

A titolo indicativo, ed in quanto presenti a monte, vengono richiamate le principali litologie presenti nell'areale, non essendo riscontrabili a livello di affioramento nelle zone destinate alle opere di presa né lungo il tracciato dello scolmatore.

➤ Complesso Pliocenico (Conglomerati del Monte Villa e Argille di Ortovero): complesso formato da sequenze di bancate conglomeratiche di spessore metrico in alternanza con sottili livelli sabbiosi. Nelle bancate è possibile osservare ciottoli poligenici di dimensioni prevalentemente medio-piccole cementati da sabbie e sabbie limose. Nella parte superiore della serie appaiono evidenti strati marnosi e marnoso siltosi intercalati a livelli brecciosi;

➤ Flysch ad Elmintoidi - Unità di Sanremo-Monte Saccarello: Formazione costituita da una facies flyschoidale caratterizzata da una sequenza ritmica di marne e calcari marnosi, cui si alternano subordinati livelli pelitico-arenacei; tale Formazione risulta inoltre interessata da forme sedimentarie tipiche della deposizione flyschoidale.

Relativamente al grado di permeabilità delle aree d'intervento e di quelle immediatamente a monte, è possibile asserire che dette aree sono riconducibili a tre tipi fondamentali:

permeabili per porosità essendo prevalenti i sedimenti alluvionali attuali e recenti che occupano la maggior parte dell'area di pianura, nonché le coltri detritiche eluviali-colluviali presenti sui versanti. La permeabilità è connessa alla composizione granulometrica del sedimento, ma relativamente al caso in esame è, comunque, sempre al di sopra dell'ordine dei 10–4 cm/sec. in vicinanza del litorale e degli alvei dei corsi d'acqua principali, si ha un aumento graduale della granulometria con incremento della permeabilità fino ai livelli dei sedimenti grossolani attuali.

Zone semipermeabili: questa tipologia comprende i litotipi appartenenti alla Formazione del Flysch ad Elmintoidi in facies marnoso-arenacea con permeabilità estremamente ridotta e dovuta esclusivamente agli eventuali giunti di fratturazione presenti nell'ammasso roccioso Questi, per quanto riguarda l'intervento in oggetto, affiorano in corrispondenza del versante destro del Rio Varcavello.

Zone impermeabili: sono da attribuire a questa classe anche quelle zone intensamente urbanizzate, la cui copertura del suolo (strade, edilizia, ecc.) ha diminuito sensibilmente la permeabilità zonale.

ACCERTAMENTI GEOGNOSTICI E GEOTECNICI

Il progetto preliminare comprendeva un elaborato nel quale venivano indicati dettagliatamente tutti gli approfondimenti geognostici e geotecnici necessari per una corretta progettazione definitiva degli interventi di ripristino. Detto elaborato si completava di indagini dirette in sito, carotaggi a rotazione, prove in foro (SPT) e di indagini di laboratorio necessarie ad individuare alcune caratteristiche particolari delle rocce e dei terreni riscontrati durante le operazioni di perforazione, lasciando alcune somme a disposizione per la D.L. in modo da effettuare le prove più idonee per il tipo specifico di litotipo effettivamente riscontrato durante le terebrazioni. Queste ultime erano previste con profondità tali da consentire di indagare tutto il sottosuolo interessato, in particolare, dalla realizzazione dello scatolare in corrispondenza degli edifici di maggiore altezza, non essendo previste notevoli disomogeneità laterali del substrato, attraverso il prelievo di campioni disturbati ed indisturbati, si dovevano approfondire in laboratorio le caratteristiche del substrato, con la determinazione della resistenza alla compressione semplice, e le caratteristiche geotecniche dei terreni, ed in particolare della loro componente fine, attraverso le consuete indagini.

In conclusione la campagna di indagini si completava di una serie di stese di georadar necessarie alla localizzazione dei sottoservizi e di eventuali corpi sepolti di interesse archeologico. Tale tipo di indagine era però prevista in occasione della redazione del progetto esecutivo, essendo valida se eseguita poco prima delle operazioni di esecuzione.

L'Amministrazione Appaltante tuttavia non ha, ad oggi, ancora fornito la documentazione relativa a detta campagna di indagine e, pertanto, è stato riproposto, come elaborato n° 5, il Programma particolareggiato delle indagini da effettuarsi in fase prodromica all'esecutiva, perfezionando la posizione di alcuni carotaggi. Infine, per indicare parametri di massima su cui effettuare i calcoli delle strutture oggetto della presente fase di progettazione si è ricorsi alla bibliografia specializzata.

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DI MASSIMA DEI TERRENI

Come poc'anzi anticipato, non sono disponibili risultati di indagine geognostica specifica su cui operare, pertanto si è pensato di utilizzare le risultanze delle prove granulometriche eseguite dagli Scriventi, durante la fase di progettazione preliminare per la determinazione degli elementi che compongono il trasporto solido dei corsi d'acqua. Dette analisi granulometriche sono state ripetute anche durante questa fase di studio ed in particolare per i Rii Varcavello e Gorleri al fine di valutare il trasporto solido all'imbocco delle opere di presa dello scolmatore del Gorleri e del Varcavello al fine di evitarne l'interrimento. Dall'interpretazione di queste prove si evince che la componente principale dei depositi alluvionali esaminati sono costituite da ciottoli frammisti a sabbie e, talora, limi, ma quasi mai argille (VEDI ALLEGATI). Questo è dovuto al fatto che i depositi sono dovuti alla detritazione principalmente di rocce flyschoidi a forte componente arenacea. Per quanto riguarda l'area più prossima al litorale, si è ritenuto di poter utilizzare i dati derivanti dalla granulometrica relativa alla barra di foce del Torrente S. Pietro (VEDI ALLEGATI).

È necessario precisare che il metodo utilizzato deriva dall'associazione di parametri geotecnici di massima, che dovranno assolutamente essere supportati da indagini più specifiche, rimandate nella fase immediatamente prodromica all'esecutiva, di terreni analizzati dagli Scriventi in altre realtà che, per le caratteristiche fisiche, chimiche, morfologiche e tessitureali possono essere comparati a quelli sottoposti ad indagine granulometrica di laboratorio. Ciò è possibile, essendo consapevoli del limite "del parametro" stesso, in quanto derivato e considerando che, come accade in corpi detritici eterometrici come quello in esame, il comportamento geotecnico generale è dominato dalle particelle più piccole che impongono l'utilizzo di caratteristiche fisiche e meccaniche ben più conservative di quelle ottenute dall'utilizzo di materiali a componente più grossolana.

Per concludere, le caratteristiche geotecniche dei materiali emerse dalla interpretazione dei dati ottenuti dalle granulometriche, dalle osservazioni in sito e dall'indagine bibliografica mirata all'individuazione dei parametri tecnici ascrivibili al tipo di sedimento che si è riscontrato, possono essere riassunte come di seguito:

sedimenti grossolani di deposito alluvionale:

γ = peso di volume medio = 21 KN/m³;

ϕ = angolo di attrito medio variabile tra i 25° ed i 30°;

c = coesione drenata = 0 KPa;

sedimenti marini:

γ = peso di volume medio 19 KN/m³;

ϕ = angolo di attrito = 30° - 35°;

c = coesione drenata = 0 KPa.

Alla coesione è stato attribuito un valore nullo, in quanto, l'ammasso detritico risulta generalmente costituito da frammenti litoidi non connessi tra loro, ad eccezione delle parti in cui prevalgono nettamente le particelle fini.

Al fine di verificare i dati tecnici sopraesposti si ripropone, come relazione n° 05.00, il Piano Particolareggiato delle indagini che occorre effettuare al fine di caratterizzare compiutamente i sedimenti che costituiscono il substrato nelle aree d'intervento, nonché la ricerca di eventuali sottoservizi ed eventuali reperti archeologici.

ASPETTI NATURALISTICI

STATO ATTUALE DELL'AMBIENTE

L'indagine naturalistica realizzata dalla scrivente ha interessato i torrenti Gorleri e Varcavello, in comune di Diano Marina (Imperia), nel tratto a valle del viadotto autostradale, corrispondente a circa l'ultimo chilometro di corso prima dello sbocco a mare.

Entrambi i corsi d'acqua in questo tratto osservato appaiono fortemente alterati da interventi antropici, sia nella struttura e morfologia dell'alveo sia nella componente biotica. Infatti in ambedue i rii quasi tutto il tratto osservato risulta pressoché interamente cementificato [Foto 1], sul greto e sulle sponde (argini

in pietra si osservano solo più a monte, verso il viadotto, uscendo dalla zona più urbanizzata), mentre la vegetazione dominante spesso consiste di piante infestanti (*Robinia pseudoacacia*, *Rubus* sp., *Clematis vitalba*, *Clematis flammula*, *Arundo donax*, *Parietaria officinalis*). Sono presenti in più punti rifiuti di vario genere [Foto 2].

Nel complesso, il rio Gorleri è risultato migliore da un punto di vista ambientale-naturalistico rispetto al rio Varcavello, in quanto caratterizzato da una maggiore varietà floristica e biodiversità; in nessun caso comunque sono state osservate entità di particolare interesse o di notevole pregio.

Lungo gli argini sono state osservate diverse essenze arboree ed arbustive: leccio (*Quercus ilex*) roverella (*Quercus pubescens*), alloro (*Laurus nobilis*), pioppo nero (*Populus nigra*), corbezzolo (*Arbutus unedo*), fico (*Ficus carica*), biancospino (*Crataegus monogyna*), oleandro (*Nerium oleander*), ranno lanterno (*Rhamnus alaternus*), questi ultimi soprattutto lungo il rio Varcavello.

Tra le specie erbacee osservate si possono ricordare la ceppica (*Inula viscosa*), il farfaraccio (*Petasites albus*), la piantaggine minore (*Plantago lanceolata*), la menta (*Mentha* sp.), l'angelica (*Angelica sylvestris*), la robbia selvatica (*Rubia peregrina*) la valeriana rossa (*Centranthus ruber*), il vilucchio rosso (*Convolvulus althaeoides*), l'equiseto dei campi (*Equisetum arvense*), l'euforbia (*Euphorbia peplus*), la senape selvatica (*Sinapis arvensis*), il mentastro (*Clamintha* sp.), il garofanino d'acqua (*Epilobium hirsutum*), la veronica (*Veronica anagallis-aquatica*), la salcerella (*Polygonum lapathifolium*), il sinfito (*Symphytum officinale*), il trifoglio giallo (*Lotus corniculatus*), il rosolaccio (*Papaver rhoeas*), l'edera (*Hedera helix*), l'acetosella (*Oxalis acetosella*), il trifoglio bituminoso (*Psoralea bituminosa*) e numerose graminacee. Molte di queste specie non sono di ambiente acquatico: la loro presenza è legata alla prolungata scarsità di acqua in determinati periodi dell'anno, che permette a queste entità più strettamente terricole di espandere il loro areale; in alcune zone, soprattutto lungo il rio Gorleri, l'alveo risulta quindi attualmente completamente ostruito dalla vegetazione [Foto 3, 4]. Nel complesso comunque non sono state osservate comunità vegetali prettamente tipiche di ambienti umidi di acqua dolce, ma piuttosto specie ed associazioni nitrofile e di greto.

Le condizioni ambientali al momento dell'indagine non hanno permesso una valutazione esaustiva circa la fauna di questi rii; tuttavia, data la banalità delle formazioni vegetazionali e degli habitat osservati non si ritiene che questi luoghi possano ospitare specie di rilevanza [Foto 5]. La componente faunistica legata strettamente all'ambiente acquatico è risultata quindi piuttosto ridotta, limitata a colonie di germani reali (*Anas platyrhynchos*), presenti in entrambi i corsi d'acqua e completamente adattati ormai ad ambienti suburbani, e diversi esemplari di libellula imperatore (*Anax imperator*), questi ultimi osservati solo sul rio Gorleri.



Foto 1 – Torrente Varcavello all'altezza del cimitero

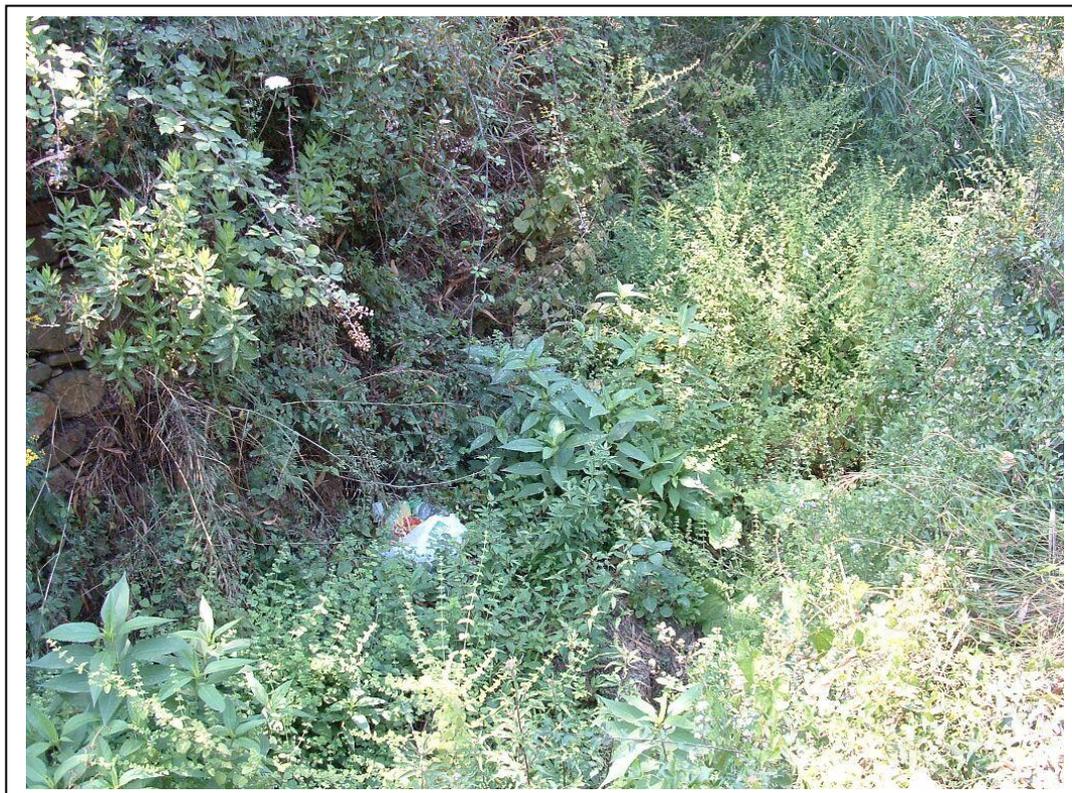


Foto 2 – Alveo del Torrente Gorleri invaso da vegetazione e rifiuti



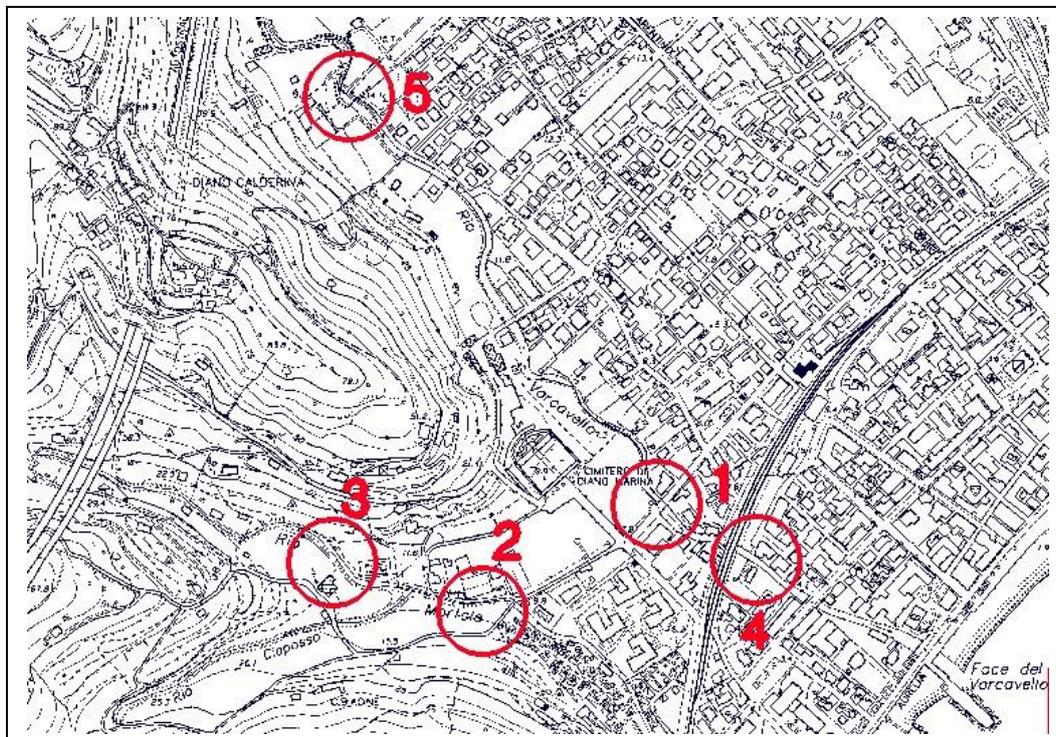
Foto 3 – Torrente Gorleri con alveo totalmente ostruito



Foto 4 – Alveo del T. Varcavello all'altezza del ponte ferroviario



Foto 5 – Alveo del T. Varcavello fuori dall'area più urbanizzata



Punti di scatto fotografici

INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE AMBIENTALE

Non avendo rilevato specie di particolare interesse o pregio all'interno dell'alveo e lungo le sponde, si consiglia di effettuare una pulizia dei rii, soprattutto in quei tratti in cui la vegetazione crea un'ostruzione pressoché totale; questo ai fini di favorire lo scorrimento delle acque ed anche per eliminare le piante infestanti ed i popolamenti ruderali, che degradano e banalizzano l'ambiente più tipicamente fluviale. Si consiglia in tal caso di porre particolare attenzione alle specie infestanti, in quanto un semplice taglio degli esemplari, in questo caso, porta ad un successivo maggiore rigoglio degli stessi.

Successivamente si può prevedere un intervento di riqualificazione ambientale e di rinaturalizzazione del greto e delle sponde.

Gli argini, attualmente in gran parte cementificati, qualora le dimensioni lo permettano possono essere resi più gradevoli da un punto di vista estetico e più resistenti ad eventuali fenomeni di piena mediante piantumazione di talee di salici (*Salix purpurea*) alla base ed oleandri (*Nerium oleander*) ad altezza strada. I salici inoltre sono piante particolarmente adattate agli ambienti umidi, resistenti alle inondazioni ed ampiamente utilizzate nell'ingegneria naturalistica. Gli oleandri, al contrario, presentano la struttura morfologica tipica di una xerofita; di conseguenza, grazie a questo adattamento, possono superare senza problemi la stagione estiva.

Dato l'ambiente, si consiglia in generale l'utilizzo di piante che possano sopportare elevati stress idrici. In particolare per la flora arborea ed arbustiva si propone l'utilizzo, come già indicato precedentemente, di specie diverse di salici, ontani e pioppi, della sanguinella e del sambuco nero; per quanto riguarda la flora erbacea, si suggerisce la messa a dimora di composite, crucifere, rosacee, ranunculacee, giuncacee e ciperacee.

Quando possibile, si consiglia di favorire l'insediamento di popolamenti di cannuccia di palude (*Phragmites australis*) e di tifa (*Typha latifolia*), specie di notevole pregio naturalistico ed ecologico, che mostrano una spiccata attività autodepurativa e costituiscono l'habitat ideale per numerose specie di uccelli acquatici.

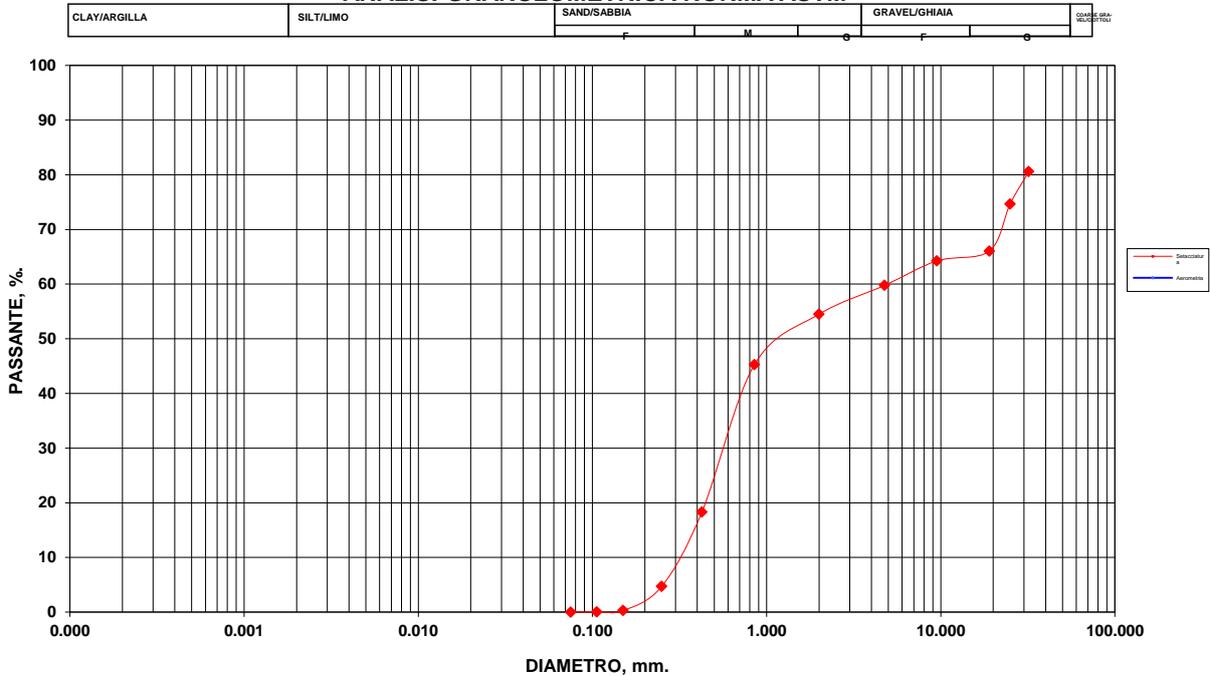
Una riqualificazione ambientale dei corsi d'acqua in esame con miglioramento della componente vegetazionale in alveo e lungo le sponde, porterebbe quindi ad un arricchimento in habitat e ad un accrescimento della componente faunistica. Ciò renderebbe i corsi d'acqua in esame non più una semplice "interruzione" del tessuto urbano ma un elemento di interesse, svago e ricreazione per la popolazione.

PROVE DI LABORATORIO SEDIMENTOLOGICHE

COMMESSA: 044/2003
COMMITTENTE: Amm. Prov. Imperia
LOCALITA' : Diano Marina
CANTIERE: T. Evigno (S. Pietro)
DATA PREL CAMPIONE: 02/03/2004
N° ELABORATO: AG004_LAB_ 044/2003

MATERIALE: barra di foce
SONDAGGIO: -
CAMPIONE: 5
PROFONDITA': p.c.
DATA ESEC PROVE: #####

ANALISI GRANULOMETRICA NORMA ASTM



ANALISI PER SETACCIATURA

MAGLIE, mm.	PASSANTE, %.
32.000	80.57
25.000	74.64
19.000	66.03
9.500	64.25
4.750	59.75
2.000	54.49
0.850	45.25
0.425	18.30
0.250	4.71
0.150	0.27
0.106	0.05
0.075	0.00

GHIAIA, % =	40.25
SABBIA, % =	59.75
LIMO+ARGILLA, % =	0.00

d₆₀, mm =	4.76
d₃₀, mm =	0.58
d₁₀, mm =	0.32

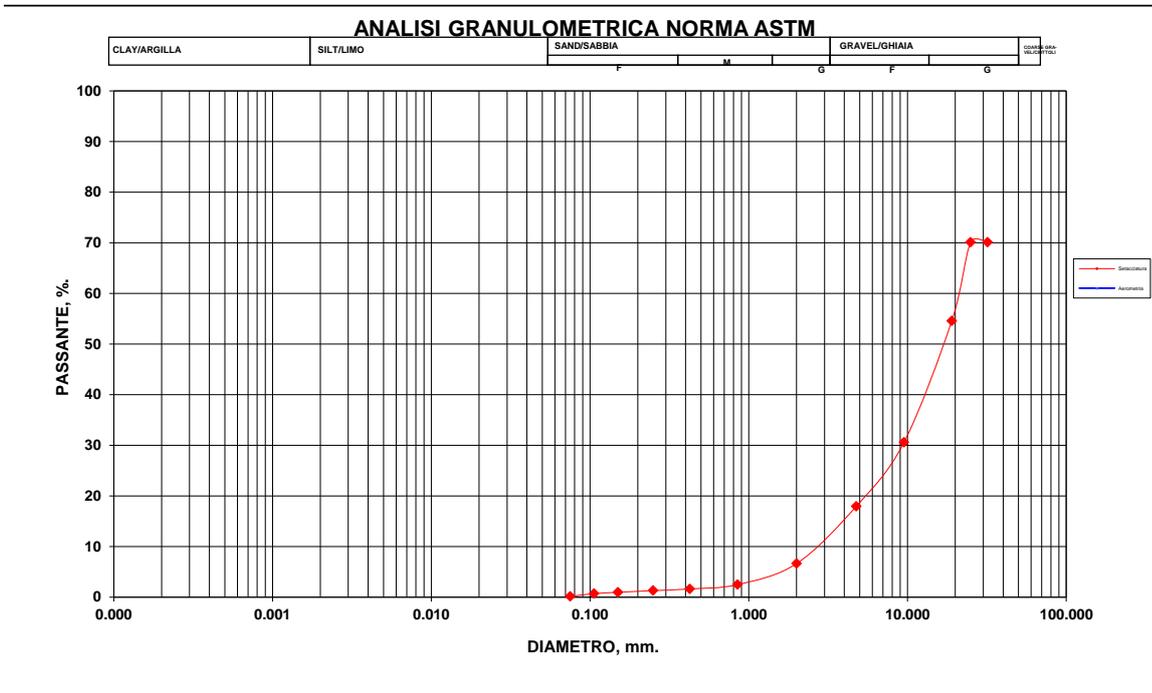
Coefficiente di curvatura Cc =	0.22
Coefficiente di uniformità Cu =	14.88

SPERIMENTATORE: Dott. A. Vigliargio

VISTO: Geol. S. Santini

COMMESSA: 044/2003
COMMITENTE: Amm. Prov. Imperia
LOCALITA': Diano Marina
CANTIERE: Gorleri
DATA PREL CAMPIONE: lug-04
N° ELABORATO: AG001_LAB_ 044/2003

MATERIALE: alluvioni
SONDAGGIO: -
CAMPIONE: gorleri 2
PROFONDITA': p.c.
DATA ESEC PROVE: lug-04



ANALISI PER SETACCIATURA	
MAGLIE, mm.	PASSANTE, %.
32.000	70.14
25.000	70.14
19.000	54.58
9.500	30.59
4.750	17.95
2.000	6.65
0.850	2.50
0.425	1.64
0.250	1.31
0.150	0.98
0.106	0.72
0.075	0.16

GHIAIA, % =	82.05
SABBIA, % =	17.79
LIMO+ARGILLA, % =	0.16

d ₆₀ , mm =	21.00
d ₃₀ , mm =	9.40
d ₁₀ , mm =	2.80

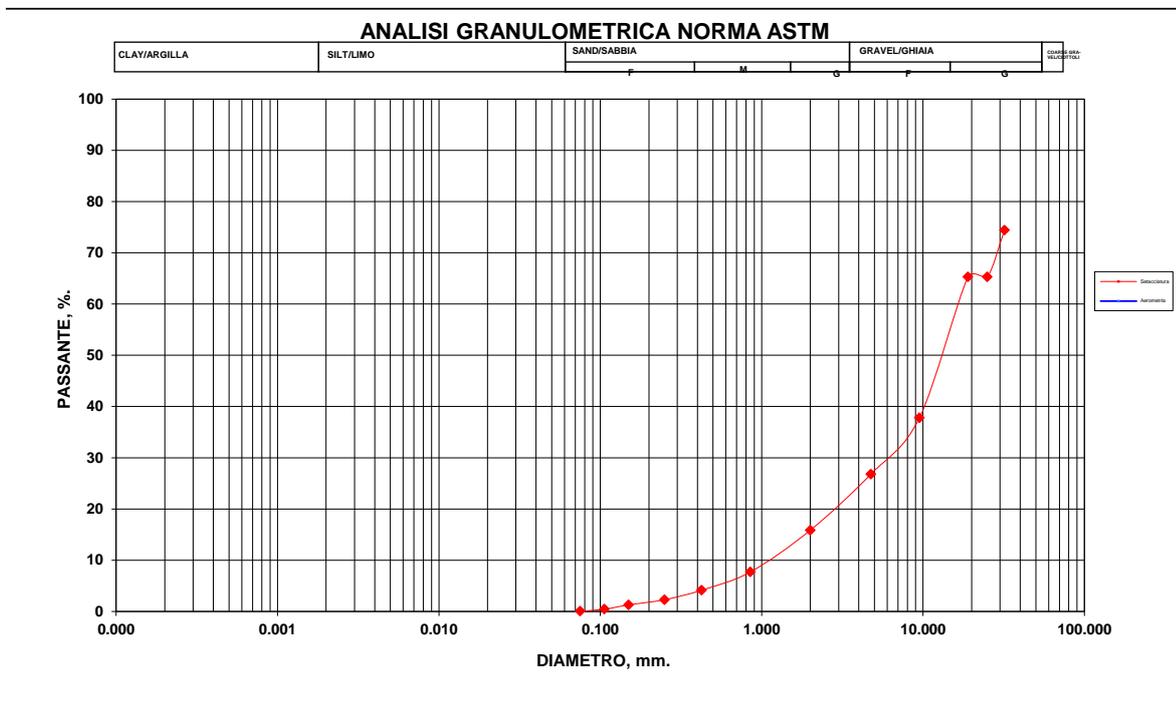
Coefficiente di curvatura C _c =	1.50
Coefficiente di uniformità C _u =	7.50

SPERIMENTATORE: Dott. A. Vigiargio

VISTO: Geol. S. Santini

COMMESSA: 044/2003
COMMITENTE: Amm. Prov. Imperia
LOCALITA' : Diano Marina
CANTIERE: Varcavello
DATA PREL CAMPIONE: lug-04
N° ELABORATO: AG001_LAB_ 044/2003

MATERIALE: alluvioni
SONDAGGIO: -
CAMPIONE: varcavello 3
PROFONDITA': p.c.
DATA ESEC PROVE: lug-04



ANALISI PER SETACCIATURA	
MAGLIE, mm.	PASSANTE, %.
32.000	74.40
25.000	65.28
19.000	65.28
9.500	37.79
4.750	26.79
2.000	15.85
0.850	7.69
0.425	4.15
0.250	2.29
0.150	1.28
0.106	0.44
0.075	0.05

GHIAIA, % =	73.21
SABBIA, % =	26.74
LIMO+ARGILLA, % =	0.05

d₆₀, mm =	17.00
d₃₀, mm =	6.00
d₁₀, mm =	1.20

Coefficiente di curvatura C_c =	1.76
Coefficiente di uniformità C_u =	14.17

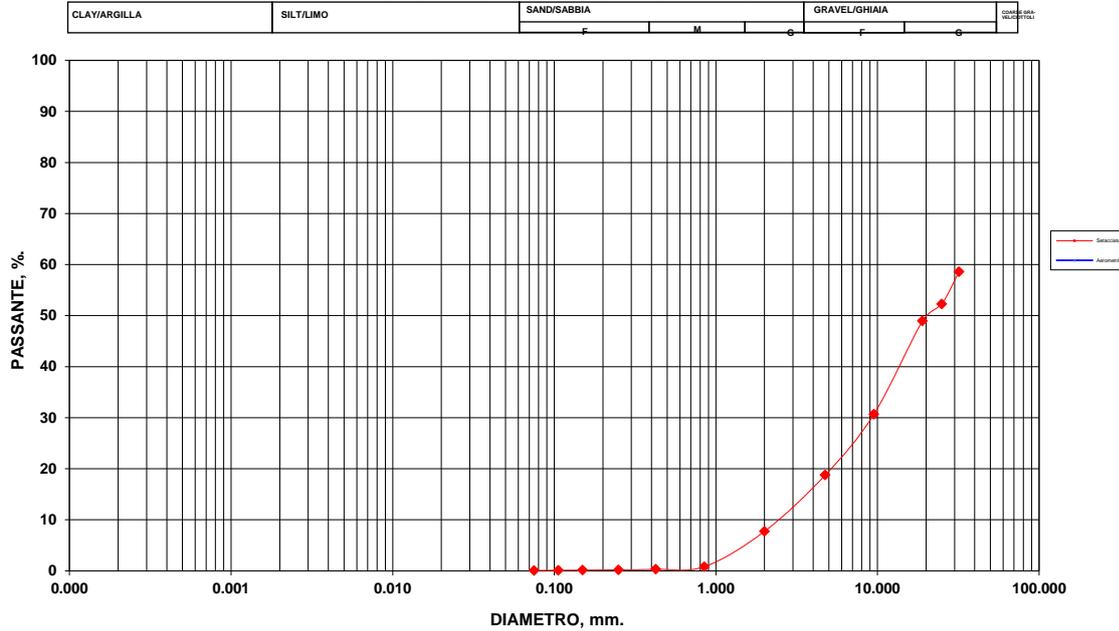
SPERIMENTATORE: Dott. A. Vigliargio

VISTO: Geol. S. Santini

COMMESSA: 044/2003
 COMMITTENTE: Amm. Prov. Imperia
 LOCALITA':
 CANTIERE: Varcavello
 DATA PREL CAMPIONE: lug-04
 N° ELABORATO: AG001_LAB_ 044/2003

MATERIALE: alluvioni
 SONDAGGIO: -
 CAMPIONE: 'arcavello 4
 PROFONDITA': p.c.
 DATA ESEC PROVE: lug-04

ANALISI GRANULOMETRICA NORMA ASTM



ANALISI PER SETACCIATURA	
MAGLIE, mm.	PASSANTE, %.
32.000	58.59
25.000	52.27
19.000	48.95
9.500	30.66
4.750	18.75
2.000	7.73
0.850	0.81
0.425	0.30
0.250	0.19
0.150	0.14
0.106	0.10
0.075	0.06

GHIAIA, % =	81.25
SABBIA, % =	18.69
LIMO+ARGILLA, % =	0.06

d ₆₀ , mm =	32.00
d ₃₀ , mm =	9.40
d ₁₀ , mm =	2.50

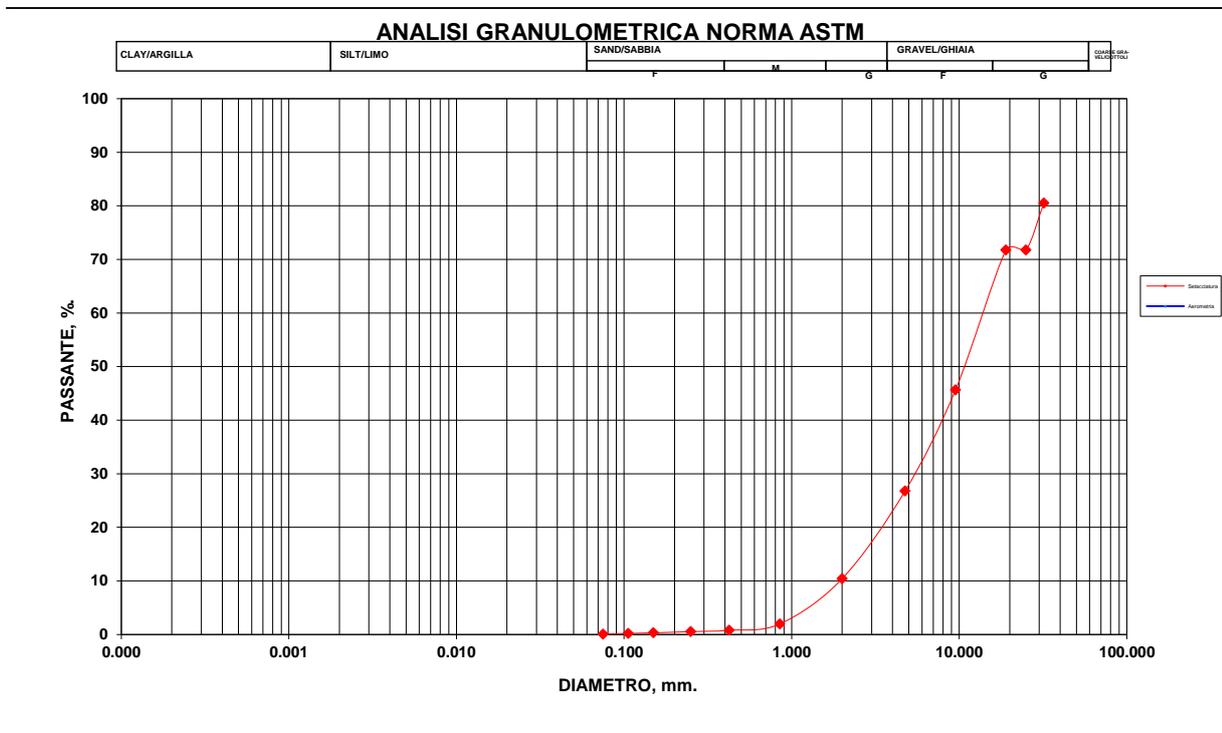
Coefficiente di curvatura C _c =	1.10
Coefficiente di uniformità C _u =	12.80

SPERIMENTATORE: Dott. A. Vigliargio

VISTO: Geol. S. Santini

COMMESSA: 044/2003
 COMMITTENTE: Amm. Prov. Imperia
 LOCALITA':
 CANTIERE: Varcavello
 DATA PREL CAMPIONE: lug-04
 N° ELABORATO: AG001_LAB_044/2003

MATERIALE: alluvioni
 SONDAGGIO: -
 CAMPIONE: Varcavello 5
 PROFONDITA': p.c.
 DATA ESEC PROVE: lug-04



ANALISI PER SETACCIATURA	
MAGLIE, mm.	PASSANTE, %.
32.000	80.53
25.000	71.76
19.000	71.76
9.500	45.64
4.750	26.77
2.000	10.40
0.850	1.96
0.425	0.78
0.250	0.52
0.150	0.30
0.106	0.19
0.075	0.07

GHIAIA, % =	73.23
SABBIA, % =	26.70
LIMO+ARGILLA, % =	0.07

d ₆₀ , mm =	15.00
d ₃₀ , mm =	5.40
d ₁₀ , mm =	1.90

Coefficiente di curvatura C _c =	1.02
Coefficiente di uniformità C _u =	7.89

SPERIMENTATORE: Dott. A. Vigliargio

VISTO: Geol. S. Santini

CAPITOLO 3

3 MODULO C - PROBLEMATICHE E CRITICITÀ DEL BACINO

3.1 I fattori naturali limitanti le utilizzazioni potenziali del territorio

Nella percezione comune il rischio è dato dalla “combinazione della eventualità che si verifichi una contingenza sfavorevole con le conseguenze più o meno gravi che questa potrà comportare.

Benchè il grado di rischio sia, in molte situazioni, quantificabile in maniera abbastanza obiettiva, dobbiamo convenire che il rischio esiste solo se l'evento futuro è percepito da qualcuno, persona singola o comunità, come un fatto dannoso.”

La determinazione che un dato evento possa costituire “rischio” dipende nel nostro caso da una serie di cause concatenate che contribuiscono associate l'una con l'altra o considerate singolarmente, alla formazione di un “evento” i cui effetti sono percepiti in modo “dannoso” dalla comunità con conseguenze più o meno gravi o, in alcuni casi, catastrofiche.

Tanto più gravi sono le conseguenze, tanto più elevato è il rischio associato a quel dato evento.

L'esame del comprensorio Dianese inserito nell'ambito di studio ha messo in luce una serie di situazioni che possono costituire cause determinanti di eventi tali da rappresentare rischio oggettivo non solo per l'area direttamente interessata, ma anche per zone notevolmente distanti, ubicate generalmente a valle del sito oggetto dell'evento, .

In generale possiamo affermare, a seguito delle indagini sul territorio, che i bacini interessati sono caratterizzati sostanzialmente da un diffuso dissesto idrogeologico generato da un progressivo abbandono del territorio, dalla mancanza di un'adeguata regimazione delle acque, da una totale mancanza di manutenzione e da una pressione antropica che si è andata sempre più intensificando in maniera caotica e irrazionale.

Oggi infatti persistono situazioni che nel passato non costituivano “rischio” nel senso sopra accennato o le cui conseguenze erano limitate.

Il caso emblematico è costituito dal tracciato ferroviario nel tratto compreso nei bacini dei rii Pineta, Rodine e della Madonna e del rio Gorleri e Varcavello.

Tale tragitto è stato realizzato alla fine del secolo scorso in sopraelevato rispetto alla piana adiacente con tombini in prossimità dei rii di limitata sezione, costituendo così una vera e propria barriera al naturale deflusso delle acque verso il mare.

La sezione idraulica dei suddetti tombini, se a tutt'oggi appare di molto inferiore alla reale necessità idraulica, in allora poteva essere sufficiente in quanto i bacini imbriferi non urbanizzati e i corsi d'acqua non canalizzati, ma presentanti ampie zone di espansione e laminazione sulle piene, determinavano un innalzamento dei tempi di corrivazione ed il conseguente abbassamento dei picchi di piena.

Inoltre l'eventuale insufficienza idraulica dei suddetti tombini e la conseguente esondabilità dei tratti a monte era considerato più un beneficio che un danno; infatti tali aree nel secolo scorso mancavano completamente di zone urbanizzate ed erano essenzialmente adibite a campi coltivati dotati di una fitta rete

di canali di drenaggio; le esondazioni venivano pertanto raccolte da tale rete e distribuite nei terreni coltivati venendo così a costituire linfa vitale per le coltivazioni.

A tutt'oggi la situazione si è notevolmente modificata e i campi coltivati del secolo scorso sono diventate aree intensamente urbanizzate, per le quali un' esondazione dei torrenti causerebbe gravi danni a cose e persone.

Esistono diversi livelli di rischio, apparentemente indipendenti fra loro, ma pur tuttavia correlabili in funzione delle interazioni di causa-effetto che possono determinarsi in rapida successione, vale a dire che l'effetto determinato da una precisa causa costituisce a sua volta causa per un successivo effetto di maggior significatività in termini di danno alle persone e alle cose, molto spesso amplificato dalla presenza di situazioni di degrado o di ulteriori parzializzazioni delle sezioni di deflusso.

E' il caso di una possibile frana che verificandosi a monte di un tratto tombinato ha come effetto l'ostruzione parziale del corso d'acqua, il quale, a sua volta, per effetto del trasporto solido generato dal dilavamento e trasporto dei sedimenti detritici della frana, costituisce la causa di una sensibile occlusione all'interno delle sezioni terminali, generalmente amplificato dalla presenza di strutture interferenti (tubi, restringimenti, presenza di manufatti, ecc); che potrebbe causarne l'esondazione rappresentata nella carta del rischio idraulico.

Il "fatto dannoso" innescato dalla frana, che potrebbe non arrecare alcun danno a strutture o persone, potrebbe pertanto essere percepito ad una notevole distanza ed in zone densamente popolate e con infrastrutture di interesse sociale.

Sulla base delle precedenti considerazioni si è giunti alla determinazione della carta del rischio che somma e concatena tra loro gli effetti dannosi sul territorio, rilevati in ciascun ambito di studio (idraulico, geologico, agronomico-forestale), ed aggiornati a seguito dell'evento alluvionale del novembre 2000.

Analisi dei rischi

Alla luce delle precedenti considerazioni ed in base agli studi compiuti nei precedenti capitoli è stata redatta la carta del rischio globale richiamando alcuni concetti che stanno alla base della stessa.

- A) Rischio idraulico:** si manifesta nell'impossibilità di deflusso di una certa portata e si traduce nel rischio di esondazione con inondazione di una superficie più o meno estesa che individua con i suoi confini l'area a rischio; tale voce è suddivisa in diverse zone relative all'esondazione con portate associate a tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni. Inoltre, in base a considerazioni connesse con lo studio della morfologia del territorio ed in base alla presenza di superfici pianeggianti e/o piani interrati ovvero zone inondabili caratterizzate da marcata pendenza, si è valutata empiricamente la possibilità di zone di ristagno dell'acqua o di scorrimento superficiale, evidenziando le zone in cui si ritiene si verifichino significative velocità di scorrimento con delle frecce.

- B) Rischio statico:** è correlato all'instabilità strutturale dei manufatti influenzati (ed influenzanti) dal deflusso idraulico (tombini, argini, solette di copertura, ponti, passerelle, ecc.)

E' bene sottolineare ancora una volta che il rischio strutturale permane anche in situazioni meteorologicamente non critiche in quanto lo stato di deterioramento delle infrastrutture riscontrato può provocare fenomeni di collasso anche in assenza di sollecitazioni idrauliche.

- C) Rischio geologico:** è determinato dalle situazioni di instabilità dei versanti e può avere effetti diretti sull'area in cui si manifesta o indiretti a causa delle conseguenze che il verificarsi di un fenomeno geologicamente importante provoca lungo il corso d'acqua nel suo sviluppo di valle e soprattutto all'interno delle tombature o in corrispondenza dei ponti.
- D) Rischio vegetazionale:** è determinato da quelle situazioni in cui la mancanza di un'adeguata copertura arborea, o comunque vegetale, o una scarsa efficienza ecologica delle fitocenosi preesistenti genera fenomeni di erosione che hanno conseguenze dirette sull'area, generando una progressiva detrizione del terreno, e/o indirette su tutto il bacino per esempio in termini di riduzione del tempo di corrivazione e quindi aumento delle portate al colmo o incremento del trasporto solido del torrente.

3.2 I fattori artificiali di degrado ambientale e antropici

I principali fattori di degrado riscontrati nel territorio del Dianese possono essere riassunti nel seguente prospetto:

- mancanza di una adeguata pulizia degli alvei con rimozione della vegetazione arbustiva ripariale e risagomatura del fondo alveo;
- mancanza di una adeguata manutenzione delle strutture d'argine dei corsi d'acqua;
- presenza in alveo di strutture artificiali occludenti o parzializzanti le sezioni libere di deflusso.

3.3 Sintesi delle interrelazioni e del rischio

Sulla scorta delle analisi conoscitive sviluppate nei precedenti capitoli e rappresentanti una fotografia del territorio, sono state svolte indagini, elaborazioni e studi di massima al fine di determinare l'obiettivo principale del piano di bacino che è costituito dall'evidenziazione delle "aree a rischio".

Tale rischio globale deve essere considerato come la somma delle problematiche emerse all'interno dei singoli ambiti di studio. Si sono pertanto condotte analisi parallele nel campo di ricerca idrogeologico, idraulico e agronomico-forestale.

Ciascuna di queste analisi ha portato alla individuazione di una zonizzazione del rischio specifico: la somma delle tre zonizzazioni così determinate e la valutazione del rischio indiretto causato dall'interagire dei diversi fattori critici di ogni ambito di studio ha quindi portato alla determinazione di un'unica zonizzazione rappresentata nella carta del rischio.

3.3.1 Sintesi delle “problematicità” “ e dei “rischi” di carattere idraulico

Le principali problematicità idrauliche sono costituite dalla presenza diffusa su tutti i principali rami dei corsi d'acqua di restringimenti della sezione libera di deflusso; tali restringimenti sono causati essenzialmente da ponti, tombinature e canalizzazioni di limitata ampiezza e non verificati per la maggior parte dei casi da nessuna portata di progetto.

A tale insufficienza va sommata la mancanza pressoché totale di una adeguata manutenzione dell'alveo.

La perimetrazione delle fasce ha tenuto conto di tali fattori, tuttavia sono previsti studi idraulici di dettaglio (affidabilità dei risultati idraulici, definizione della fascia di riassetto fluviale etc.) che verranno realizzati con finanziamento regionale di cui alla DGR 347/2002

3.3.2 Sintesi delle “problematicità” “ e dei “rischi” di carattere geomorfologico

- Le principali criticità di carattere geomorfologico nel Bacino in esame sono le seguenti:
- Località Evigno – Comune di Diano Arentino – Si tratta di un corpo di paleofrana (Pg3B) riattivato parzialmente lateralmente ad opera dell'erosione spondale dei torrenti. Su di esso insiste l'abitato di Evigno, il rischio associato è R4. In tale area è previsto l'intervento Gp8, con cui si propone la realizzazione, lungo i torrenti di opere di difesa spondale, una corretta regimazione delle acque superficiali e la realizzazione di drenaggi subsuperficiali e profondi nelle aree maggiormente impregnate ; inoltre è opportuno predisporre uno studio dettagliato di tutta l'area in paleofrana con programmazione di (in parte già finanziati) opportuni monitoraggi ed eventuali interventi di consolidamento.
- Località Monte della Guardia – Comuni di Imperia e Diano Castello – Si tratta di un corpo di paleofrana (Pg3B) che al momento non presenta sintomi di instabilità ma sul quale sono state realizzate recentemente, soprattutto nella parte alta, molte nuove unità abitative con relativa viabilità, il rischio associato è R4. L'intervento proposto Gp4 prevede uno studio dello stato del corpo franoso con predisposizione di monitoraggi e interventi di canalizzazione delle acque superficiali lungo la viabilità.
- Comune di Diano Borello – Si tratta di un paleoaccumulo (Pg3B) che non presenta particolari indizi di instabilità, il rischio associato, nell'abitato è R4. L'intervento previsto Gp7, propone l'esecuzione di una rete di regimazione delle acque meteoriche per impedire l'infiltrazione delle acque che potrebbero essere causa di fenomeni di instabilità.
- Comune di Cervo – Centro storico – Vedere scheda G1 Scheda informativa per gli interventi connessi ai movimenti franosi (ex comma 2 art. 1 decreto legge 180/98 e legge di conversione 3 agosto 1998 n. 267 "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico...").
- Zona Capo Berta – Si tratta di fenomeni di crolli in roccia fratturata (Pg4) con pendio acclive e conseguente caduta di blocchi sulla strada a mare “incompiuta” di collegamento tra Diano Marina e Imperia e instabilità a carico della sede stradale SS Aurelia. L'intervento previsto è il Gp1 ed è in fase di esecuzione.

3.4 SITI DI IMPORTANZA COMUNITARIA (SIC) – ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE (ZPS)

La direttiva europea n.43 del '92, nota con il nome di “Direttiva Habitat” per la salvaguardia della biodiversità, è costituita sul territorio da una rete di aree di particolare interesse naturalistico, denominate Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS).

Tali siti sono finalizzati a garantire il mantenimento in uno stato di conservazione soddisfacente di habitat e specie della flora e della fauna da proteggere evitando fenomeni di degrado.

Nell'ambito del presente Piano di Bacino sono stati riscontrati i seguenti Siti di Importanza Comunitaria (SIC):

IT 1315602 – Pizzo d'Evigno

Caratteristiche generali

Il sito è caratterizzato da un crinale articolato con diverse culminazioni che si dirige da Ovest ad Est. I versanti meridionali digradano regolarmente verso la costa mentre quelli esposti a nord sono più ripidi.

Prevalgono i calcari marnosi, marne e argilliti che costituiscono i flysch di Sanremo.

Il paesaggio mostra una difformità evidente caratterizzata dalla presenza delle formazioni erbacee sui versanti meridionali e le formazioni boschive sui versanti a nord.

Habitat di maggior interesse

Il sito è particolarmente importante per la presenza di estese praterie secondarie con ricche popolazioni di orchidee. Si tratta comunque di un vasto sistema di derivazione antropica che ora gradualmente viene ricolonizzato dalla vegetazione arborea a costituire formazioni boschive.

I principali tipi di soprassuoli boschivi comprendono cedui a prevalenza di castagno, leccio, frassino e ornello e rade pinete di pino marittimo.

La flora presenta caratteristiche peculiari per la presenza di circa 20 specie di orchidee selvatiche di grande rilevanza fitogeografica. E' stata descritta anche la presenza della *Calicotome ligustica* specie interessante per il suo areale limitato ad un tratto della Riviera di Ponente.

Tra i vertebrati si evidenziano il *Colubro lucertino* e diversi uccelli protetti dalle norme internazionali.

Vulnerabilità – indirizzi per la gestione e la valorizzazione

Per quanto riguarda la gestione del sito il Piano di Territoriale di Coordinamento per l'assetto vegetazionale prevede la trasformazione delle formazioni erbacee in boschi di angiosperme mesofile, mentre le direttive comunitarie indicano il mantenimento delle praterie, in particolare quelle a prevalenza di orchidee. La pianificazione territoriale deve quindi prevedere interventi ambientali che tengano conto di queste diverse linee guida. Si ipotizza un programma a rete in cui vengono mantenute le formazioni erbacee destinate al pascolo e nuclei di rifugio costituiti da formazioni arboree a prevalenza di leccio, roverella, ornello e carpino nero collegati da corridoi di rifugio a prevalenza di specie arboree-arbustive.

Questo tipo di intervento potrà costituire un'ulteriore incremento per la fauna selvatica di interesse venatorio.

Nel caso di boschi esistenti si ritiene necessario la conversione delle pinete percorse da incendi e degradate da parassitosi, la limitazione delle specie infestanti e il miglioramento dei cedui di latifoglie.

IT 1316001 – Capo Berta

Caratteristiche generali

Si tratta di un piccolo sito la cui estensione è pari a 36 ha compreso tra la linea di spiaggia e il promontorio di Capo Berta.

Il substrato è caratterizzato dall'alternanza di calcari marnosi, marne e argilliti che per la facile erodibilità e la presenza di faglie determinano frequenti rotture di pendio e episodi franosi.

Habitat di maggior interesse

Gli elementi che maggiormente caratterizzano il sito sono: le scogliere, le comunità alofite, aspetti di gariga, macchia mediterranea oltre a lembi di pineta a prevalenza di *Pinus halepensis*.

Sono segnalati due endemismi vegetali lo statice cordato (*Limonium cordatum*) e la campanula di Savona (*Campanula sabatia*).

Sono inoltre presenti numerose specie di avifauna marina protette da norme regionali e internazionali.

Vulnerabilità – indirizzi per la gestione e la valorizzazione

Il maggior problema è rappresentato dalla forte azione antropica esercitata sul sito e dal rischio idrogeologico.

IT 1315670 – Fondali di Capo Berta - Diano Marina - Capo MimosaCaratteristiche generali

Si tratta di un sito marino caratterizzato essenzialmente da sabbie fini e da praterie di fanerogame marine costituite prevalentemente da *Poseidonia oceanica*, che occupa gran parte della superficie tra i -10m. e i -30m. di profondità, mentre *Cymodocea nodosa* costituisce una fascia sottile tra i -5m. e i -10m.

Habitat di maggior interesse

La prateria a poseidonia rappresenta l'habitat più caratteristico del sito.

Essa è impiantata essenzialmente su "matte" per un'estensione che va da Oneglia a Marina di Andora, di fronte a Diano Marina la formazione è interrotta da zone sabbiose, radure e canali.

Nel complesso la formazione presenta condizioni ottimali determinati da buoni livelli di densità fogliare e di copertura.

Tra le specie ittiche più importanti sono da ricordare: *Nerophis maculatus*, *Sympodus cinereus*, *S. ocellatus*, *S. rostratus* e *Syngnatus typhle*.

Vulnerabilità – indirizzi per la gestione e la valorizzazione

La zona ha subito un certo livello di antropizzazione, comprendente pennelli, barriere, opere portuali che necessariamente hanno influenzato le caratteristiche naturali del sito.

Il principale rischio oltre al livello di antropizzazione è legato alla presenza di discariche.

La delimitazione dei SIC presenti nel territorio del Piano di Bacino è stata riportata nella Carta della Vegetazione e nella Carta degli Interventi.

In base alla D.G.R. n.643 del 21.6.2002 Modifiche al D.G.R.646 del 8.6.2001." Misure di salvaguardia per i proposti Siti di Importanza Comunitaria (pSIC) e Zone di Protezione Speciale (ZPS) liguri (Dir.92/43/Cee e 79/409/Cee) : applicazione della valutazione di incidenza", la Giunta Regionale ha deliberato che per i Piani di Bacino approvati la valutazione di incidenza venga eseguita in fase di progettazione per gli interventi proposti ricadenti in aree SIC e ZPS .

Al capitolo 4 nella scheda degli interventi previsti sono stati indicati gli interventi per i quali è richiesta la valutazione di incidenza.