

## 2 CARATTERISTICHE DEL BACINO

### 2.1 Geografia

I bacini idrografici del torrente Armea e del rio Fonti fanno parte dell'ambito di bacino regionale n. 4 (T. Argentina) e sono situati nel territorio amministrativo dei Comuni di Sanremo, Taggia e Ceriana.

La superficie del bacino del torrente Armea è pari a circa 38 Km<sup>2</sup>, mentre la lunghezza del corso d'acqua principale è pari a circa 16 Km.

La superficie del bacino del rio Fonti è pari a circa 1.35 Km<sup>2</sup>, mentre la lunghezza del corso d'acqua è pari a circa 3 Km.

Si tratta perciò di bacini di ridotte (T. Armea) e ridottissime (rio Fonti) dimensioni, caratterizzati da versanti particolarmente acclivi (classi di acclività prevalenti dal 35 al 75%).

Mentre il rio Fonti ha un bacino di forma rettilinea allungata orientato N/S, il bacino del torrente Armea è caratterizzato da forma a "bandiera", con il tratto terminale orientato NNW/SSE e la testata deviata in direzione WNW/ESE.

A Nord lo spartiacque segue i crinali di Monte Collettazzo (1233 m), M. Alpicella (1238 m), M. Merlo (1013 m); a ovest passa da Punta Lodiolo (1083 m), M. Bignone (1299 m), M. Colma (649 m); a Est passa da Punta Pistorin (483 m) e M. S. Maria (463 m).

Il rio Fonti è separato dal torrente Armea a ovest dal crinale passante per Bussana Vecchia ed è limitato a Est dal crinale passante per Monte Castelletti (223 m).

Il territorio indagato confina a nord e ad est con il bacino del torrente Argentina, a nord-ovest e ad ovest con il bacino del torrente Nervia, a sud-ovest con bacini appartenenti all'ambito sanremese (T. S. Romolo, T. S. Francesco, T. S. Martino, rio Val d'Olivi e bacini minori).

Il torrente Armea è così denominato a partire dalla confluenza dei rii Gordola, Armena, Verna e Bellando, circa a quota 480 m.

Il suo corso si presenta regolare, con ampie anse, fino a valle della confluenza con il fosso Pampara, dove acquista un carattere meandriforme e cambia nettamente direzione, da WNW/ESE a NNW/SSE; nella parte terminale il corso diviene rettilineo con anse poco pronunciate.

I principali affluenti in sponda destra sono, da nord a sud, il rio del Bosco, il rio Mora, il fosso Muanda e il rio san Sebastiano; in sponda sinistra, sempre da nord a sud, si incontrano il fosso Bertuso, il fosso Rondanaire, il rio Milon, il rio Braca, il rio Noce, il fosso Pampara, il rio delle Cascine.

Il clima è caratterizzato da una distribuzione bimodale delle precipitazioni, con massimo principale autunnale (novembre con 183 mm) e secondario primaverile (marzo con 124 mm), e unimodale delle temperature, che registrano il massimo in luglio (T<sub>max</sub> 30°C) ed il minimo in gennaio (T<sub>min</sub> 1°).

Il 66.5% delle precipitazioni annue è mediamente distribuito nei mesi invernali ed autunnali, periodo nel quale si sono in genere verificate le principali piene ed i più drammatici episodi alluvionali.

Nel territorio indagato ricadono paesaggi con caratteristiche notevolmente differenziate.

Il tratto tra la foce ed il viadotto autostradale è occupato dalla zona industriale della Valle Armea, con aree di urbanizzazione discontinua, importanti infrastrutture (discariche, complesso carcerario, mercato floricolo), attività artigianali e commerciali, coltivazioni floricole in serra e in pienaria.

Gli insediamenti antropici sono avvenuti in maniera disordinata, invadendo aree di pertinenza fluviale con riporti e infrastrutture, rendendo questa porzione di territorio molto critica dal punto di vista idraulico.

Sui crinali laterali sono ubicati gli abitati di Poggio (sponda destra), Bussana Nuova e Bussana Vecchia (sponda sinistra).

Il tratto di valle compreso tra il viadotto autostradale e Ceriana è caratterizzato da coltivazioni prevalentemente ad olivo e vite, con tessuto residenziale rado, inframezzate ad aree a bosco o con vegetazione rada o assente.

Da Ceriana fino alla testata della valle sono prevalenti le aree a bosco; le cattive condizioni delle coltri di copertura e del substrato arenaceo, unitamente all'incuria nella regimazione delle acque superficiali rendono questo tratto estremamente critico dal punto di vista idraulico e geomorfologico.

## **2.2 Geologia**

Il territorio oggetto di studio è compreso per lo più nell'Unità di Sanremo-Monte Saccarello (Falda del Flysch ad Helmintoidi) che occupa la porzione geometricamente superiore dell'edificio tettonico delle Alpi Liguri.

L'Unità affiora con tutte le formazioni geologiche componenti: Formazione di San Bartolomeo, Arenarie di Bordighera, Calcari di Monte Saccarello e Marne di Sanremo (le ultime due formazioni sono spesso raggruppate in letteratura sotto la denominazione di Flysch di Sanremo).

Queste formazioni sono il prodotto di depositi torbiditici sviluppatisi all'interno di un bacino marino a sedimentazione profonda, l'Oceano Piemontese-Ligure, impostatosi tra il Continente Paleoeuropeo e l'Insubria al Lias medio-Dogger. L'arresto dell'espansione oceanica (Cretaceo Inf.) e l'inversione del movimento tra i due paleocontinenti da distensivo a compressivo (Cretaceo Inf.) provocarono la deposizione dei flysch (Cretaceo Sup.) con materiali provenienti dall'erosione di rilievi in rapida emersione.

La definitiva chiusura dell'oceano e l'orogenesi alpina (Eocene) portarono alla costruzione dell'edificio alpino a falde di ricoprimento con l'Unità Sanremo-Monte Saccarello sovrascorsa all'autoctono paleoeuropeo.

Verso Ovest l'Unità Sanremo-Saccarello viene infatti a contatto tettonico per sovrascorrimento con i sedimenti pelitico-arenacei del Flysch di Ventimiglia, appartenente alla copertura mesozoico-terziaria della Zona Elvetico-Delfinese.

Il tetto stratigrafico del Flysch di Ventimiglia è caratterizzato dalla presenza di un "mélange" tettonico-sedimentario (Complesso di Progressione della Falda del Flysch ad Helmintoidi), con olistoliti ed olistostromi anche provenienti da domini "esotici", largamente affiorante nei bacini idrografici contermini e, all'interno del bacino indagato, nella finestra tettonica di Ceriana.

In tale struttura il Complesso di Progressione, difficilmente individuabile all'interno di una zona caratterizzata da estese coltri detritiche, è sovrascorso dalle Arenarie di Bordighera: il contatto sembra corrispondere ad un deciso cambio di pendenza del versante.

Alla foce dei due corsi d'acqua affiorano i depositi argilloso-sabbioso-conglomeratici del Pliocene Inferiore-Medio, con netta discordanza stratigrafica per trasgressione sui flysch.

Le zone topograficamente basali dei corsi d'acqua, infine, sono occupate da sedimenti alluvionali di origine torrentizia sia terrazzati che mobili.

Nel territorio indagato l'assetto tettonico dell'Unità Sanremo-Monte Saccarello è caratterizzata dalla presenza di megapieghe con vergenza sudoccidentale ed assi disposti circa NW-SE, con immersione assiale sudorientale.

Le strutture, in genere ben conservate, sono sepolte verso la costa al di sotto dei depositi pliocenici e delle alluvioni quaternarie.

Sistemi di faglie relativamente tardivi, o ripresi in epoca recente, condizionano l'andamento della costa e del reticolo idrografico.

### **2.2.1 Metodologia di studio**

L'insieme degli studi e dei rilevamenti a carattere geologico e geomorfologico eseguiti sui bacini del torrente Armea e del rio Fonti può essere così schematizzato:

a) approfondita ricerca bibliografica per l'acquisizione di un aggiornato inquadramento litostratigrafico e di un modello di evoluzione tettonica generale;

b) acquisizione presso Amministrazioni Comunali ed Enti pubblici di studi a carattere geologico-geomorfologico sviluppati sul territorio di indagine;

c) rilevamento geologico e geomorfologico diretto, in scala 1:10.000, condotto contestualmente all'esame fotogeologico per le opportune verifiche e precisazioni;

d) stesura della cartografia definitiva e della relazione di esposizione e di commento dei risultati conseguiti.

Il settore delle Alpi Liguri nel quale sono compresi i bacini idrografici del torrente Armea e del rio Fonti è stato oggetto nel passato di numerosi studi a carattere geologico volti a definire la litostratigrafia e l'assetto tettonico delle formazioni affioranti.

L'indagine eseguita per il presente Piano di Bacino si basa, dal punto di vista scientifico, sugli studi dei ricercatori del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Pavia; sono altresì state utilizzate, per la sedimentologia del Flysch ad Helmintoidi, le acquisizioni di Sagri (Università di Firenze) non trascurando, per l'impianto geologico generale, il lavoro ormai classico di Lanteaume ("Contribution à l'étude des Alpes Maritimes" 1968 - Università di Nizza) e la cartografia geologica ufficiale d'Italia (Foglio n. 102 "Sanremo" in scala 1:100.000).

### **2.2.2 Litostratigrafia**

Si riporta di seguito la descrizione delle formazioni affioranti sul territorio di indagine

#### **UNITÀ SANREMO - MONTE SACCARELLO**

- **Formazione di San Bartolomeo**

Corrisponde al "Ps" di Franchi ed alla "Série du complexe de base" di Lanteaume.

Nella Carta Geologica scala 1:25000 della Regione Liguria la formazione è denominata "Argilliti del Colle S. Bartolomeo".

E' costituita da sedimenti marini di piana bacinale a basso tasso di accumulo (torbiditi sottili ed emipelagiti).

Affiora al nucleo delle anticlinali nella media ed alta Valle Armea, con limite tettonico inferiore costituito dai terreni terziari del Complesso di Progressione della Falda del Flysch ad Helmintoidi e limite stratigrafico superiore costituito dai depositi di frangia delle Arenarie di Bordighera.

Litologicamente si riconoscono arenarie quarzoso-micacee con peliti brunastro-iridescenti per la presenza di ossidi di ferro e di manganese; verso l'alto compaiono argilliti varicolori, rosso-vinose e verdi, arenarie quarzose e torbiditi calcaree in strati sottili.

Il passaggio alla formazione sovrastante è graduale con progressivo decremento della frazione pelitica.

L'età della formazione è attribuita al Campaniano Sup - Barremiano.

Lo spessore della formazione nell'area di studio, causa gli intensi disturbi tettonici, non è valutabile.

- **Arenarie di Bordighera**

#### **a) Arenarie di Bordighera (Facies di frangia)**

Corrisponde allo "H" di Franchi ed alla "Série grésocalcaire finement litée" di Lanteaume.

Nella Carta Geologica scala 1:25000 della Regione Liguria la formazione è denominata "Calcarei Straterellati di Badalucco".

Considerata in passato per lo più come porzione stratigraficamente superiore del complesso di base, è stata collegata da Sagri (1980) alle Arenarie di Bordighera, come tipica facies di frangia della conoide torbiditica.

Affiora largamente nel bacino del torrente Armea, compresa tra i terreni pelitici della Formazione di San Bartolomeo alla base e le Arenarie di Bordighera (facies di canale e di lobo) al tetto.

La formazione si presenta con fitta alternanza di torbiditi sottili ed emipelagiti in strati pluricentimetrici ( 5 - 30 cm) ed è costituita da calcari marnosi, marne calcaree con le tipiche impronte di Helminthoides e di Chondrites, calcareniti, arenarie quarzose, micriti ed argilliti costituenti i giunti di strato (Fig. 2.2.2.1).

Il passaggio alle sovrastanti Arenarie di Bordighera (facies di canale e di lobo) è graduale, con l'inserimento di strati fino a metrici di arenarie massicce a tessitura grossolana progressivamente più frequenti.

L'età della formazione è attribuita al Campaniano superiore.

Lo spessore massimo della formazione è valutabile, nell'area di indagine, intorno ai 50 mt.

#### **b) Arenarie di Bordighera (facies di canale)**

Corrisponde allo "Ha" di Franchi e alla "Série à dominante gréseuse" di Lanteaume.

Rappresenta una conoide sottomarina, sviluppatasi all'interno del bacino di sedimentazione del flysch, "a bassa efficienza di trasporto", con spessore elevato dei sedimenti rispetto al volume e all'areale di espansione.

La formazione affiora estesamente su in tutto il bacino del torrente Armea, compresa tra le Arenarie di Bordighera (facies di frangia) alla base e i sovrastanti Calcari di Monte Saccarello.

Nell'areale rilevato presenta le facies caratteristiche della zona interna con depositi canalizzati generalmente grossolani: conglomerati, arenarie conglomeratiche e arenarie massicce.

Torbiditi spesse e sottili sono presenti come intercalazioni all'interno delle facies più grossolane, soprattutto nella porzione stratigraficamente superiore della formazione.

La facies più rappresentata è quella delle arenarie massicce, costituita da strati di spessore da 0.50 a 8.50 mt, di arenarie medio-grossolane, a composizione di grovaccia quarzoso-feldspatico-micacea, con qualche passata di microconglomerato (Fig. 2.2.2.2).

Il passaggio ai Calcari di Monte Saccarello è graduale con la comparsa di intercalazioni marnoso-calcaree via via più fitte.

L'età della formazione è attribuita al Campaniano Sup.-Maastrichtiano.

Lo spessore della formazione può raggiungere i 400-500 mt.

#### **• Calcari di Monte Saccarello**

Corrisponde allo "H1" di Franchi, alla "Série à dominante calcaire" di Lanteaume ed alle "Litofacies a, b, c" di Sagri (1984).

E' un tipico Flysch ad Helminthoidi, depositatosi in una piana di bacino ristretta, con alti tassi di accumulo, situata al di sotto del limite di compensazione dei carbonati.

Affiora sullo spartiacque orientale del bacino e in corrispondenza della bassa valle, compresa tra le Arenarie di Bordighera (facies di canale e di lobo) alla base e le Marne di Sanremo al tetto.

Le litologie più rappresentate sono quelle appartenenti alla litofacies "b" di Sagri (1984), con prevalenza di strati con spessore da metrico a plurimetrico di marne ed arenarie calcaree, dove il secondo litotipo costituisce la base dello strato. Abbastanza frequenti sono anche calcilutiti e torbiditi arenaceo-argillitiche. I giunti di strato sono rappresentati da argilliti emipelagiche.

Il passaggio alle Marne di Sanremo è graduale, con progressivo aumento della frazione marnoso-arenacea.

L'età della formazione è attribuita al Campaniano Sup.- Maastrichtiano.

Lo spessore della formazione può raggiungere i 300 mt.

- **Marne di Sanremo**

Corrispondono allo "H2" di Franchi, alla "Série à dominante marneuse" di Lanteaume ed alla "Litofacies d" di Sagri (1984).

Affiorano in corrispondenza della bassa valle del torrente Armea e del rio Fonti.

Le litologie più rappresentate sono quelle della litofacies "d" di Sagri (1984), con prevalenza di strati, a spessore anche plurimetrico, arenaceo-argillitici, ed intercalazioni di calcilutiti e di strati marnoso-arenacei.

I giunti di strato sono rappresentati da argilliti emipelagiche con spessori fino a qualche decimetro.

L'età della formazione è attribuita al Maastrichtiano.

## **ZONA DELFINESE-ELVETICA**

- **Complesso di progressione della Falda del Flysch ad Helmitoidi**

Rappresenta la porzione stratigraficamente superiore a facies caotica del Flysch di Ventimiglia ("pr" di Franchi; Grès d'Annot degli A.A. francesi).

Già individuato da Lanteaume come "Flysch di Baiardo" e poi variamente definito come "schistes à blocs", "scisti farciti", etc., è costituito da un olistostroma a composizione marnoso-argillosa, di colore scuro-brunastro, contenente elementi arrotondati di provenienza extrabacinale con spezzoni contorti e lacerati di serie, attribuiti all'effetto della progressione in ambiente sottomarino della Falda del Flysch ad Helmitoidi.

L'aspetto caotico della formazione, osservabile soprattutto in corrispondenza del contatto per sovrascorrimento ad opera delle Arenarie di Bordighera, può essere attribuito, oltre che a fenomeni sinsedimentari, anche a motivi tettonici.

La formazione affiora nella media valle, in sinistra idrografica, in corrispondenza della "Finestra tettonica di Ceriana".

L'età della formazione è riferita al Priaboniano.

## **DEPOSITI PLIOCENICI**

- **Argille di Ortovero**

Corrispondono al P1 di Franchi ed affiorano alla foce del torrente Armea, sulla sponda sinistra, e lungo il bacino del rio Fonti (Lembo di Bussana-Taggia).

Le Argille sono trasgressive sui terreni flyscioidi prepliocenici (Marne di Sanremo); il limite stratigrafico superiore è dato dalle Sabbie Plioceniche e dai Conglomerati di Monte Villa, con rapporti per lo più di eteropia.

La formazione è costituita da argille grigio-azzurre massicce, più o meno marnose e/o sabbiose, con intercalazioni di strati sottili di arenarie e di ciottoli.

Nella zona di Bussana Vecchia la formazione dà luogo a forme di erosione accelerata di tipo calanchivo (Fig. 2.2.2.5).

L'età della formazione è riferita al Pliocene inferiore.

Lo spessore raggiunge i 200 mt.

- **Sabbie plioceniche**

La formazione, compresa dal Franchi nel P1 o nel P2, è stata distinta da Boni-Vanossi (1973) nelle aree in cui è cartografabile.

Affiora in sponda sinistra del rio Fonti (Lembo di Bussana-Taggia), lungo un fronte di circa 1600 mt, stratigraficamente sovrapposta alle Argille di Ortovero e a letto dei Conglomerati di Monte Villa, con rapporti eteropici con ambedue le formazioni (Fig. 2.2.2.4).

E' costituita da sabbie quarzose più o meno cementate a granulometria medio-fine.

Le Sabbie, nel rio Fonti, raggiungono uno spessore di 15-20 mt.

L'età è riferita al Pliocene inferiore.

- **Conglomerati di Monte Villa**

La formazione, corrispondente al P2 di Franchi, affiora in sponda sinistra del torrente Armea e lungo il rio Fonti (Lembo di Bussana-Taggia e Lembo di Punta Pistorin).

Ha come substrato stratigrafico le Sabbie Plioceniche e, più frequentemente, le Argille di Ortovero, con rapporti generalmente eteropici (Fig. 2.2.2.3).

Verso Nord giace in netta discordanza stratigrafica ed angolare su formazioni flyscioidi preplioceniche (Calcari di Monte Saccarello e Marne di Sanremo).

La formazione è costituita da conglomerati poligenici eterometrici spesso cementati, a stratificazione grossolana, con intercalazioni di lenti argillose e di banchi sabbioso-arenacei; i clasti sono costituiti da litotipi arenacei e calcarei provenienti dalla detrizione del FLYSCH ad Helminthoidi.

L'età della formazione è attribuita al Pliocene medio-inferiore.

## QUATERNARIO

- **Alluvioni terrazzate antiche**

In sponda sinistra del torrente Armea è individuabile il residuo di un ripiano morfologico, già segnalato da Boni-Peloso (1973), ascrivibile al Quaternario Antico posto ad una quota di circa 25 m.s.l.m. L'intensa antropizzazione rende difficile l'osservazione in superficie dei materiali costituenti: si segnala comunque la presenza di ghiaie, talora scarsamente cementate, eterometriche, a composizione per lo più arenacea, e di sabbie.

Il terrazzo si è originato in età post-pleistocenica in ambiente fluviale.

- **Alluvioni terrazzate**

Rappresentano depositi alluvionali terrazzati più o meno recenti, ma comunque ormai estranei alla dinamica dei corsi d'acqua.

La granulometria è eterogenea, passando dalle ghiaie, con prevalenza litologica dei termini calcarei ed arenacei, alle sabbie ed ai limi.

Le alluvioni terrazzate risultano ampiamente antropizzate, a luoghi irriconoscibili per la presenza diffusa di rilevati, sbancamenti e manufatti di ogni genere.

Mentre lungo la valle non presentano mai potenza elevata, presso la costa raggiungono sensibile spessore (16 - 18 mt - sondaggi sul tracciato ferroviario 1974; sondaggi per il Nuovo Mercato dei Fiori 1982).

- **Alluvioni mobili e depositi di spiaggia**

Costituiscono i depositi alluvionali mobili dei corsi d'acqua e i depositi di spiaggia attuali. La granulometria è eterogenea con prevalenza della frazione ghiaiosa.

La composizione dei clasti riflette i caratteri litologici del substrato flyscioide e di quello pliocenico.

- **Coperture detritiche con spessore presunto superiore ai 3 metri**

Sono ampiamente diffuse in tutto il bacino del torrente Armea e del rio Fonti e comprendono coltri di materiale incoerente a granulometria e composizione variabili: depositi eluvio-colluviali, paleofrane, detriti di falda.

Tipiche nell'area rilevata sono le potenti coltri rinvenibili in corrispondenza dei versanti occupati dalle Arenarie di Bordighera (facies di canale), con presenza di massi arenacei ciclopici, zolle rocciose collassate ed intensissima alterazione (arenizzazione) dei materiali litoidi.

Fenomeni analoghi si osservano in corrispondenza dei versanti con substrato costituito dai conglomerati pliocenici con argille e/o sabbie basali (Fig. 2.2.2.6).

### 2.2.3 Tettonica e Assetto Strutturale

Il motivo tettonico dominante dell'area indagata è costituito dall'accavallamento dell'Unità Sanremo-Monte Saccarello al di sopra della copertura in facies di Flysch dell'Unità Argentera-Mercantour di pertinenza Delfinese-Provenzale.

L'Unità Sanremo-Monte Saccarello è sradicata a livello del complesso di base ed ha subito la traslazione tettonica nel periodo compreso fra il Cretaceo Superiore e l'Eocene Superiore.

Il contatto è individuabile in corrispondenza della "finestra tettonica di Ceriana", struttura caratterizzata da una morfologia addolcita, occupata da estese coltri eluvio-colluviali spesso modellate a terrazzi per colture agricole, ove affiora, sovrascorso tettonicamente dall'Unità Sanremo-Monte Saccarello, il "Complesso di Progressione della Falda del Flysch ad Helmitoidi", porzione stratigraficamente superiore a facies caotica del Flysch di Ventimiglia.

Lo stile deformativo interno dell'Unità Sanremo-Monte Saccarello è di tipo plicativo polifasico, con traslazione e appilamento al tetto dell'edificio alpino a falde mediante meccanismi gravitativi (Fig. 2.2.3.1).

L'evoluzione strutturale dell'Unità Sanremo-Monte Saccarello è riconoscibile con difficoltà in quanto le sovrapposizioni tra le strutture appartenenti alle varie fasi tettoniche sono molto rare, soprattutto nelle formazioni arenaceo-calcaree a comportamento più competente, dove prevale, in assenza di una scistosità vera e propria, il clivaggio di frattura.

Il complesso di base presenta, al contrario, un caratteristico assetto intensamente deformato, con stile plastico e disarmonico, differente in maniera sensibile da quello delle formazioni sovrastanti, soprattutto allorché si trova accumulato e strizzato nei nuclei delle pieghe.

Il numero, il tipo e la scansione temporale delle varie fasi deformative sono state e sono a tutt'oggi variamente indicate e correlate agli eventi geodinamici dagli studiosi del settore (Marini 1986 - Merizzi, Seno 1991).

Il motivo tettonico dominante nell'area indagata è comunque costituito da un'alternanza di megapieghe anticlinali e sinclinali plurichilometriche coricate, con piano assiale disposto secondo la direzione NW/SE, immersione assiale verso SE e vergenza verso SW, che si presentano talora come pieghe-faglia, con rottura delle cerniere e sviluppo di fasce di sovrascorrimento all'interno dell'Unità (Fig. 2.2.3.2).

Procedendo da Nord verso Sud si incontrano quattro megapieghe principali: l'anticlinale del Monte Alpicella, la sinclinale di Costa dei Frati, l'anticlinale di Ceriana e la sinclinale di Monte Bignone.

La morfologia attuale del bacino del torrente Armea e del rio Fonti è generalmente condizionata dalle deformazioni di tipo eminentemente rigido distensivo dovute alla neotettonica: il basculamento della costa e l'innalzamento dello spartiacque ligure-padano hanno provocato un'estesa fratturazione secondo due principali direttrici NW/SE e NE/SW e la dislocazione a quote elevate dei depositi pliocenici.

A tali linee di dislocazione tettonica è attribuita l'attività sismica dell'area.

Particolare importanza a livello regionale sembrano possedere le due linee tettoniche su cui sono impostati l'asta principale del rio Fonti e il corso terminale del torrente Armea, già indicate rispettivamente con i numeri 40 ed 80 nella Carta Neotettonica, F 102 Sanremo di Boni et Alii 1978.

Le deformazioni rigide a scala regionale si riflettono alla mesoscala in un sistema di giunti subverticali aventi le stesse direzioni dominanti.

### 2.2.4 Considerazioni relative allo stato della roccia

La suddivisione del substrato in tre classi in base dello stato della roccia, secondo quanto indicato dalle raccomandazioni regionali, è stata effettuata sulla base delle osservazioni condotte durante il rilevamento geologico-geomorfologico di campagna.

In particolare è emerso dal rilevamento lo stato generalmente scadente all'affioramento dei litotipi appartenenti alla Formazione di San Bartolomeo e, soprattutto, delle

Arenarie di Bordighera, interessate da estesi fenomeni di fratturazione e di alterazione superficiale e profonda, con particolare evidenza sul versante in sponda destra nella media e alta valle (Fig. 2.2.4.1).

In tale settore, caratterizzato da una prevelente giacitura a franapoggio delle Arenarie, non a caso si sono prodotti i più rovinosi fenomeni gravitativi e di dissesto generalizzato nel corso degli eventi alluvionali del novembre 2000.

Si sottolinea, inoltre, come anche nelle aree indicate con roccia affiorante o subaffiorante in condizioni giaciturali buone (R0) non sia infrequente la possibilità dell'instaurarsi di dissesti superficiali (fenomeni di crollo e scivolamento lungo strati) in caso di modificazione del profilo del versante.



*Fig. 2.2.4.1 Fratturazione e alterazione delle Arenarie di Bordighera*



## **2.3 Geomorfologia**

### **2.3.1 Premessa**

Gli elementi più significativi acquisiti mediante l'indagine di tipo geomorfologico sono:

- la differenziazione delle condizioni di conservazione e di assetto giaciturale della roccia subaffiorante;
- la localizzazione e classificazione delle coltri eluvio-colluviali;
- la localizzazione dei fenomeni franosi in atto e quiescenti.

Nella geomorfologia sono compresi, quindi, gli aspetti relativi alla morfologia gravitativa, alle aree in erosione e degradate e alle attività antropiche che hanno un impatto immediato sull'ambiente e sulla fruibilità e godibilità dello stesso.

### **2.3.2 Reticolo idrografico**

Il reticolo idrografico del torrente Armea e del rio Fonti presenta un pattern di tipo subdendritico: il canale principale dei vari sottobacini mostra generalmente una suddivisione in rami progressivamente meno importanti procedendo verso monte, con forme arborescenti sviluppate secondo direzioni preferenziali NW-SE e SW-NE.

La gerarchizzazione del reticolo idrografico secondo il metodo Strahler, eseguita su cartografia C.T.R. scala 1:10.000 (carta idrogeologica), individua un'asta principale di 5° ordine per il bacino del torrente Armea e di 2° ordine per il bacino del rio Fonti.

### **2.3.3 Caratterizzazione delle coperture**

Le coperture detritiche con spessore compreso tra 1 e 3 metri e quelle con spessore superiore a 3 metri sono costituite da coltri di materiale incoerente a granulometria variabile e sono dotate, almeno le maggiori, di falde acquifere sospese, talvolta temporanee, con manifestazioni sorgentizie al contatto con il substrato roccioso.

Le coperture detritiche possono essere distinte in due tipologie principali: accumuli originati da fenomeni franosi, descritti in successivo separato paragrafo, e coltri eluvio-colluviali.

La granulometria delle coltri varia in modo continuo dal limo ai blocchi, in funzione sia del processo di formazione della coltre sia del tipo di substrato roccioso da cui prende origine.

La matrice si presenta prevalentemente limoso-argillosa nelle coltri che si estendono sul versante in sponda sinistra del torrente, dove si estende l'area di affioramento delle litologie a granulometria più fine, mentre le coltri, generalmente più estese e più potenti, che caratterizzano il versante destro della valle, hanno una matrice prevalentemente sabbiosa derivante dall'alterazione del substrato roccioso arenaceo.

All'interno di queste coltri sono rilevabili blocchi lapidei di dimensione anche plurimetrica.

Nelle zone di affioramento dei litotipi a prevalente componente calcarea le coltri detritiche, se si eccettuano i corpi di frana, sono molto scarse e presentano uno spessore maggiore del metro sono in corrispondenza dei terrazzamenti agricoli.

Generalmente le coltri di maggior spessore possiedono la capacità di trattenere falde, anche multistrato, e ai loro margini sono spesso presenti sorgenti di contatto per contrasto di permeabilità tra il detrito e il substrato: questo porta allo sviluppo di una caratteristica vegetazione idrofila e all'intenso sfruttamento agricolo delle zone limitrofe.

### **2.3.4 Paleofrane**

Si indicano con il termine di paleofrana antichi accumuli di corpi di frana di notevole estensione e spessore caratterizzati da materiale detritico eterogeneo ed eterometrico, nella

fattispecie costituito da blocchi anche di notevole dimensione in matrice prevalentemente limoso-argillosa in sponda sinistra e sabbiosa in sponda destra.

I paleoaccumuli hanno raggiunto una condizione di equilibrio che è strettamente collegata all'assenza di fattori esterni, attualmente non prevedibili, che potrebbero portare ad una diminuzione del coefficiente di sicurezza al di sotto dell'unità, provocando così una riattivazione del movimento. Sono caratterizzati da acclività medio-bassa.

Nelle *paleofrane relitte* non sono più evidenti i tratti morfologici tipici dei paleoaccumuli (nicchie di distacco, rotture di pendio), addolciti da successivi fenomeni erosivi.

### **2.3.5 Deformazione gravitativa profonda**

Nel tratto di versante comprendente zona "Bestagno" e zona "Prino", in corrispondenza di un sistema di faglie subverticali di importanza regionale, è stata ipotizzata, attraverso l'analisi aereofotogrammetrica, una porzione di versante collassata, presumibilmente riconducibile ad una deformazione gravitativa profonda (D.G.P.V.).

Tale situazione è percepibile con il rilevamento di campagna solo tramite l'osservazione dal versante opposto; per confermare o meno l'esistenza della D.G.P.V., necessitano ulteriori approfondite indagini.

L'area in oggetto è stata interessata, in conseguenza delle eccezionali precipitazioni meteoriche del novembre 2000, dalla attivazione di due importanti movimenti franosi denominati Bestagno e Prino.

### **2.3.6 Frane attive**

Appartengono a questa categoria i movimenti gravitativi in atto di ogni tipologia e le paleofrane riattivate.

Nel bacino del torrente Armea, soprattutto nella porzione mediana ed in corrispondenza dei litotipi arenacei, si sono attivati, sempre in conseguenza degli eventi meteorici del novembre 2000, numerosi movimenti franosi di diverse dimensioni e caratteristiche.

Tra i fenomeni di dissesto verificatisi assumono fondamentale rilievo, per le dimensioni ed i danni arrecati, alcune frane complesse quali "Bestagno", "Crai", "Mainardi", "Prino" (Ved. Schede frane). Unitamente a queste si sono manifestate significative frane per colamento quali "Rio Mora", "Corso Italia", "Zona Cimitero", diffusi fenomeni di soil slip e di débris-flow.

La frana Bestagno (Fig. 2.3.6.1 e 2.3.6.2) si è attivata lungo un versante ad acclività media (20°), caratterizzato dalla presenza di una coltre potente, ed ha interessato in modo significativo anche il sottostante substrato roccioso, rappresentato da bancate arenacee intensamente fratturate e con giacitura sfavorevole.

Il movimento franoso ha mobilitato complessivamente circa 350.000 mc. di materiali che, al piede, hanno completamente ostruito la sezione di deflusso del torrente Armea, risalendo il versante sulla sponda opposta per una quota di circa 20 metri.

La massa del materiale collassato lungo il percorso per raggiungere l'alveo del torrente ha completamente distrutto alcuni edifici residenziali posti a valle dell'area di distacco, asportando completamente, nel contempo, la sede della strada provinciale per un tratto di circa 110 ml.

Il successivo cedimento repentino del materiale semifluido costituente la diga di sbarramento naturale nel torrente Armea, avvenuto a poche ore dall'evento franoso, ha causato un'onda di piena con trasporto in sospensione di buona parte del suddetto materiale e conseguente significativa erosione spondale per un lungo tratto dei versanti posti a valle.

Le cause di innesco del movimento franoso possono ricondursi, oltre che alle caratteristiche geotecniche dei materiali coinvolti, al grado di impregnazione raggiunto dai materiali stessi, con conseguenti fenomeni di liquefazione nelle sabbie di alterazione, nonché alla presenza di livelli argilloscistosi rilevati all'interno delle bancate arenacee che hanno costituito superfici di lubrificazione e di scorrimento preferenziale.

Le frane “Prino” e “Crai” (Fig. 2.3.6.4) rappresentano la riattivazione di potenti ed estesi accumuli originatisi da antichi fenomeni gravitativi. Tali movimenti franosi, attualmente oggetto di monitoraggio e di indagini approfondite, non paiono interessare in modo diretto il substrato roccioso in posto.

Sulla base dei primi dati disponibili dall'esecuzione dei sondaggi geognostici in località Prino l'accumulo detritico presenta una potenza mediamente superiore ai 20 metri. In entrambi i casi le cause di innesco vanno ricercate nell'acclività del versante, nelle scadenti caratteristiche geotecniche degli accumuli e nei fenomeni di impregnazione.

Il movimento franoso di località Mainardi si è invece manifestato all'interno della potente coltre originata dalla disgregazione delle arenarie che costituiscono l'ossatura rocciosa del versante.

Sulla base dei dati forniti dai sondaggi geognostici eseguiti è stata individuata la superficie di scorrimento in corrispondenza del passaggio coltre - substrato ad una profondità di circa 8 metri dal piano campagna. I piezometri installati confermano l'esistenza, allo stato attuale, di una falda sub superficiale con notevoli oscillazioni in conseguenza degli eventi meteorici.

Le frane per colamento, che sono quantitativamente le più numerose, si presentano come fenomeni di estensione areale ridotta e sono generalmente superficiali, con mobilitazione di coltri incoerenti di limitata potenza. Tale tipologia di frana si è però manifestata in larga misura a ridosso delle abitazioni del centro storico di Ceriana causando conseguentemente, in modo puntuale, anche notevoli danni strutturali ad alcune abitazioni, in parte evacuate in modo permanente, il cui recupero presenta non poche difficoltà tecniche.

Sui versanti boscati, soprattutto in sponda sinistra, sono ben visibili estesi fenomeni di “débris-flow” (Fig. 2.3.6.3), impostati lungo le aste montane terminali, che hanno alimentato con volumi enormi di detriti il trasporto torbido dei corsi d'acqua.

I fenomeni di soil slip si sono manifestati essenzialmente al di fuori del centro abitato in aree a vocazione agricola dove hanno arrecato i danni più significativi alla rete viaria interpodereale.

### **2.3.7 Censimento dei movimenti franosi**

Privilegiando zone interessate da attività antropiche – strade, centri abitati, ecc. – si è proceduto al censimento di un certo numero di movimenti franosi attivi .

Nelle schede di censimento sono state indicate, innanzitutto, la località, la data di inizio del movimento e le sue dimensioni, al fine di inquadrarne la posizione, le caratteristiche geometriche e la possibile evoluzione.

Segue una descrizione particolareggiata dei caratteri geomorfologici principali del corpo di frana alla data del rilevamento: in particolare si sono evidenziate le caratteristiche della coltre e del substrato roccioso, la presenza della falda acquifera e il tipo di copertura vegetale.

Viene fornita poi una schematica classificazione del tipo di evento franoso ed una sommaria descrizione della genesi dello stesso, basata su elementi desumibili dal rilevamento in situ e da notizie tratte dalla letteratura o raccolte da testimoni presenti all'avvenimento.

L'ultima parte delle schede elenca i lavori di bonifica effettuati alla data del rilevamento, cui segue una lista di interventi, suggeriti a completamento dei primi, per la stabilizzazione definitiva del movimento.

Tali suggerimenti comprendono non solo opere di ingegneria tradizionale e naturalistica ma anche possibili indagini o supplementi d'indagine utili, quando non indispensabili, alla più completa conoscenza dell'evento.

### **2.3.8 Forme di erosione**

Comprendono :

- zone soggette ad erosione spondale;
- zone soggette a ruscellamento diffuso in cui, a causa dell'acclività del versante, della giacitura o delle condizioni di conservazione sfavorevoli del substrato roccioso, la coltre eluviale subisce un intenso dilavamento da parte degli agenti atmosferici o da fenomeni di ruscellamento superficiale.

Fenomeni di erosione spondale accelerata, già presenti lungo alcuni tratti delle aste torrentizie in condizione idrauliche di piena ordinaria, si sono manifestati con grande evidenza durante le piene alluvionali del Novembre 2000.

In tale occasione, a causa dell'eccezionale trasporto in sospensione di materiale proveniente essenzialmente dalle numerose frane attivate, la capacità erosiva dei corsi d'acqua è stata

enormemente aumentata fino a modificare radicalmente le sezioni di deflusso in molti tratti dell'asta principale del torrente Armea e di molti suoi affluenti (rio Mora, rio Crai, rio Ravino, etc.) ed a causare ingenti danni alle opere di arginatura poste nella parte terminale del corso d'acqua.

Fenomeni di erosione per ruscellamento, poco significativi nel bacino in tempi precedenti, si sono manifestati in modo evidente nel novembre 2000, interessando porzioni di versante di grande dimensione.

### **2.3.9 Cave e grandi riporti antropici**

La voce comprende sostanzialmente le cave, attive e abbandonate, ed gli estesi riporti di origine antropica.

L'unica cava parzialmente attiva presente nel bacino del torrente Armea è la cava di argilla denominata "Monte Bersaglié" o "Cava Bianchi" sita all'interno del lembo pliocenico a monte del tracciato autostradale. Tale cava è attualmente in fase di sistemazione ambientale definitiva avendo concluso la sua attività estrattiva. Essa è comunque ancora inclusa nel Piano Cave Regionale.

Due piccole cave, ora abbandonate, storicamente adibite all'estrazione di calcari ornamentali da rivestimento (Pietra di Badalucco o di Verezzo) sono rilevabili, la prima in fregio all'abitato di Ceriana a monte della strada provinciale in località cimitero e la seconda lungo la strada provinciale che collega Passo Ghimbegna a Monte Ceppo.

I fronti delle due cave sonosubverticali ma di altezza moderata per cui non sono da considerare fattori di potenziale instabilità e quindi non presentano situazioni di rischio. La ex cava sita in prossimità di Ceriana è stata interessata da una colata di materiali provenienti dal versante soprastante, ma il suo fronte non presenta segni di instabilità propria.

Per quanto riguarda i grossi riporti antropici nella valle Armea ne sono stati cartografati quattro, tutti nella parte terminale del bacino a valle del viadotto autostradale.

Il primo è costituito dalla discarica di inerti "Traxa". Tale accumulo è stato posto in opera in funzione della esecuzione dei lavori di raddoppio e spostamento a monte del tracciato ferroviario nella tratta S. Lorenzo al Mare – Ospedaletti. Allo stato attuale la discarica risulta inserita nel Piano Provinciale per le Discariche di Inerti, che ne prevede il completamento e la successiva sistemazione finale. La sua superficie è pari a circa 80.000 mq.

Il secondo, sempre derivante da discariche di materiali inerti, risulta attualmente insediato dalla costruzione della nuova casa circondariale di Sanremo. La sua superficie è pari a circa 180.000 mq.

Il terzo è stato realizzato colmando l'alveo del rio Lubaghi ed è stato successivamente destinato all'insediamento di una azienda agricola. La sua superficie è pari a circa 44.500 mq.

Il quarto, realizzato in fregio alla battigia nell'area di Capo Verde, è stato utilizzato per l'insediamento della stazione di pompaggio dell'acquedotto potabile del Roja. La sua superficie è pari a circa 19.500 mq.

### **2.3.10 Acclività**

Per compilare la carta dell'acclività si è tracciato sui fogli della C.T.R. in scala 1/10000 un reticolo quadrato a maglie di 1 cm (pari a 100 m), calcolando l'acclività media di ciascuna cella elementare e definendo, mediante opportune interpolazioni grafiche, aree a pendenza sufficientemente omogenea suddivise in 7 classi di acclività:

- 1) 0-10%
- 2) 10-20%
- 3) 20-35%
- 4) 35-50%
- 5) 50-75%
- 6) 75-100%
- 7) > 100%

Da un primo esame della carta, che viene utilizzata in incrocio con altre carte tematiche per la realizzazione di successivi approfondimenti, si evidenziano già alcune caratteristiche del territorio ricollegabili a fenomeni di diversa natura.

Il bacino presenta, infatti, come dominante la classe 5 (p. 50%-75%), mostrando una accentuata pendenza in ogni fascia altimetrica, tipica di un territorio essenzialmente collinare e montano.

La classe 1 è caratteristica delle alluvioni di fondovalle, mentre la classe 2, oltre che in una porzione consistente di aree alluvionali a pendenza più sensibile, è localizzabile in corrispondenza di locali rotture di pendio su crinali o versanti, indicando spesso, nel secondo caso, aree di accumulo detritico.

Le classi 3 e 4 sono diffuse su versanti collinari e montuosi altimetricamente variabili e su qualche porzione di crinale.

Le classi 6 e 7 sono limitatamente rappresentate e sono caratteristiche di aree a fortissima pendenza, quali pareti rocciose subverticali e nicchie di distacco.

### **2.3.11 Carta dell'orientamento dei versanti**

La carta dell'orientamento dei versanti è stata eseguita direttamente sulla base topografica della C.T.R. in scala 1/10000, valutando l'orientamento dei versanti secondo la direzione di massima pendenza dei medesimi.

Sono stati presi in considerazione solo versanti sufficientemente estesi, evitando una polverizzazione in piccole aree a diversa esposizione con scarsa o nulla possibilità applicativa, con qualche sacrificio per la precisione ma con sicuro guadagno per la leggibilità della carta.

Da un primo esame della Carta, che viene utilizzata in incrocio con altre carte tematiche per la realizzazione di successivi approfondimenti, si evidenziano già alcune caratteristiche del territorio ricollegabili a fenomeni di diversa natura.

L'asta principale del torrente Armea segue un orientamento WNW-ESE nella parte settentrionale del bacino e successivamente, nella parte meridionale, NNW-SSE mentre il Rio Fonti segue decisamente la direzione N-S.

I versanti rivolti a Sud, più soleggiati, sono la sede principale delle coltivazioni agricole e degli insediamenti abitativi, mentre quelli rivolti a Nord risultano occupati prevalentemente da boschi.

La parte terminale del Torrente Armea è caratterizzata dalla presenza di un'area pianeggiante entro la quale trovano posto varie attività produttive e commerciali.

## 2.4 Caratteristiche Climatiche

### 2.4.1 Termometria

Per la definizione delle caratteristiche termiche del bacino in esame si sono utilizzate le osservazioni relative alla stazione termometrica di Rocchetta Nervina, situata nell'adiacente Valle Nervia, poichè non esistono stazioni di misura nel bacino del Torrente Armea.

Le caratteristiche altimetriche di tale stazione consentono di estrapolare i dati delle condizioni termiche anche alla medio-bassa Valle Armea, ma costituiscono una forte limitazione alla loro estensione alla porzione alta del bacino.

L'elaborazione dei dati della stazione di Rocchetta Nervina, relativi al periodo 1934-1985, desunti dagli Annali Idrologici editi a cura del Ministero dei Lavori Pubblici - Servizio Idrografico - Sezione Autonoma del Genio Civile di Genova, ha consentito di pervenire alla valutazione della temperatura massima e minima annua nel periodo considerato.

Il diagramma della temperatura (Tav. 1 ) evidenzia come l'estate sia il periodo più caldo , con la temperatura massima più alta nel mese di Luglio e valori prossimi ai 30°.

Nel periodo invernale i minimi di temperatura, che si verificano nel mese di Gennaio in occasione di afflussi di aria polare e di venti di tramontana, si innalzano di 1°÷ 2° sullo zero termico (Tmed ~ 7°) risultando comunque mitigati dall'influenza del mare.

La temperatura media annua del bacino, per il periodo di osservazioni considerato, si colloca attorno ai 15°.

Si può ipotizzare che, anche solo in funzione del gradiente termico ( in considerazione della maggior quota e della minore insolazione), i valori nell'alta Valle Armea siano almeno 3° ÷ 4° inferiori a tale media.

Considerati tutti gli aspetti esaminati (pendenze, orientamento, altimetria, ecc.) si può quindi concludere che le condizioni termiche sono piuttosto costanti lungo l'asta del Torrente Armea, mentre possono presentarsi locali condizioni climatiche differenziate su alcuni versanti del bacino e su alcuni sottobacini.

### ROCCHETTA NERVINA Caratteristiche Stazione

Termometro a massima e minima

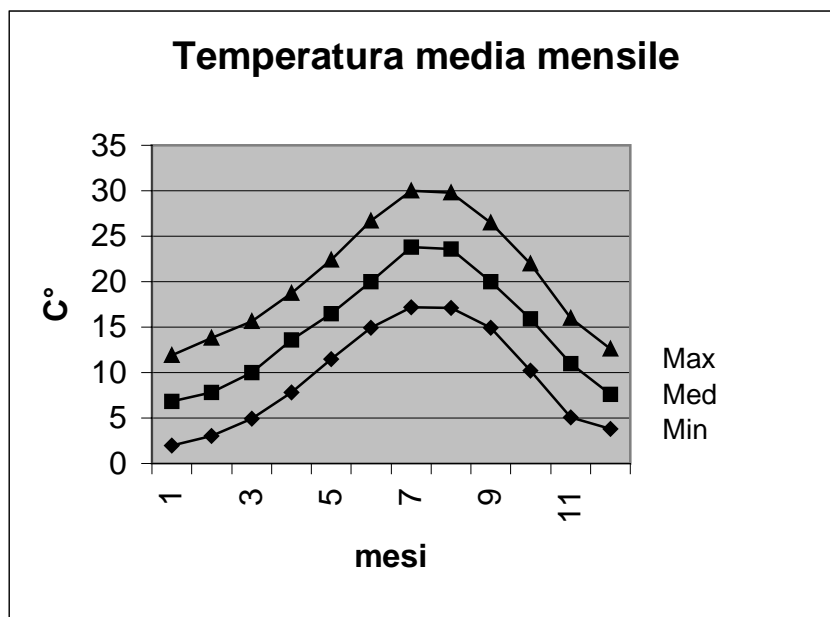
Quota s.l.m.: 225 m

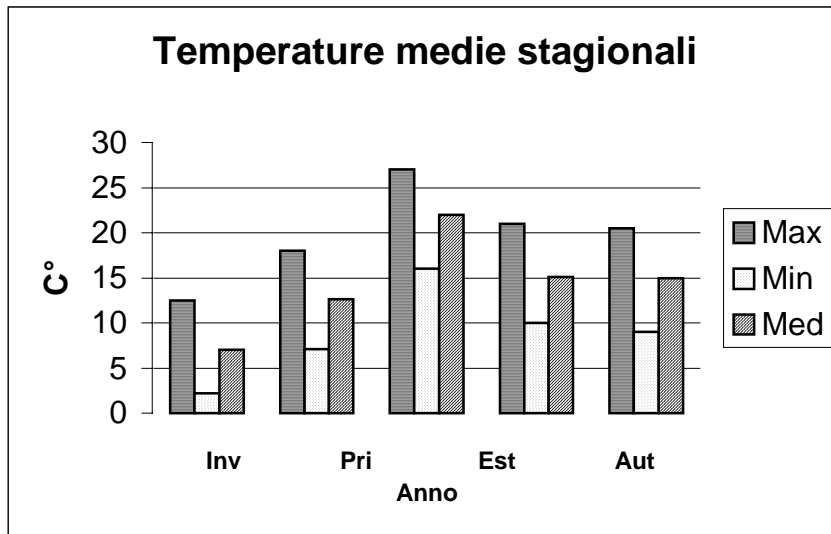
Altezza sul suolo 6 m

Periodo di osservazione: 1934-1985

Anni mancanti: 1940

Anni incompleti: 1967(set,ott), 1979(set), 1980(feb), 1981(ago,set,ott,dic), 1984(apr,lug)





Tav. 2.4.1.1

### 2.4.2 Pluviometria

I dati relativi alle precipitazioni sono stati desunti dagli Annali Idrologici di cui sopra, riferiti alla stazione pluviometrica di Ceriana, in funzione nel periodo 1921-1980, sebbene in modo non continuativo.

Stante la posizione baricentrica della stazione rispetto alla conformazione del bacino, i dati assumono carattere rappresentativo delle precipitazioni sull'intera valle Armea.

L'elaborazione dei dati ha consentito di ottenere i diagrammi di Tav. 2.4.2.1 e 2.4.2.2, relativamente ai giorni piovosi ed alla precipitazione media mensile del periodo considerato.

Dai diagrammi e dalle tabelle si evince che la precipitazione media è quantificata in 1171 mm./anno e che il periodo autunno-inverno è caratterizzato da valori abbondantemente superiori ai 100 mm./mese.

Nel corso dell'anno il regime delle precipitazioni presenta un massimo assoluto nel mese di Novembre con 183 mm. e 8 gg. piovosi e un minimo assoluto nel mese di Luglio con 26 mm. e 3 gg. piovosi.

Si hanno poi un massimo relativo nel mese di Marzo con 124 mm. e 7 gg. piovosi e un minimo relativo nel mese di Gennaio con 102 mm. e 6 gg. piovosi.

Nel bacino del Mediterraneo il Servizio Idrografico distingue, per le precipitazioni, tre tipologie principali di regime:

- continentale con piogge abbondanti nei mesi estivi
- sublitoraneo con due massimi e due minimi
- marittimo con massimo in inverno e minimo in estate

Naturalmente accanto a zone in cui si ritrovano le forme tipiche di questi regimi esistono zone di transizione, cosicché si possono considerare anche distinzioni più minute.

Dall'analisi della distribuzione della precipitazione nel bacino dell'Armea, l'area rientra nelle zone a clima mediterraneo, sottoregione sublitoranea, caratterizzate da medie termiche piuttosto elevate (~15°), forti precipitazioni concentrate nei mesi autunnali e invernali con medie annue prossime ai 1200 mm. e presenza di una stagione secca lunga 2 - 3 mesi.

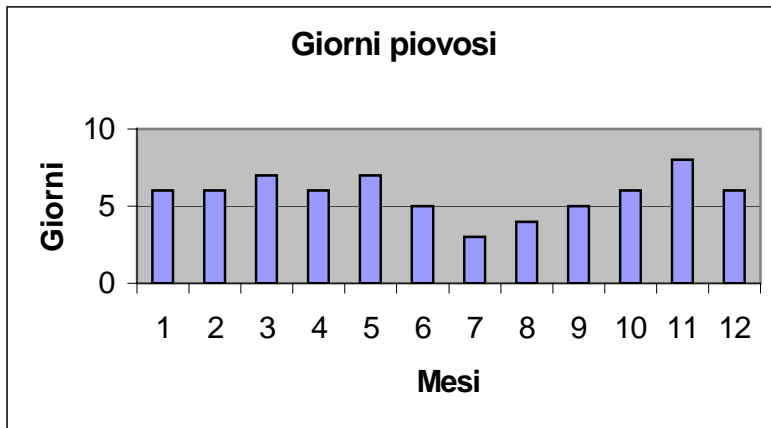
I diagrammi ombrotermici di Bagnouls e Gausсен, rappresentati in Tav. 2.4.2.3, individuano con chiarezza quanto espresso: le ridotte precipitazioni estive, per quanto presenti ma associate ed elevate temperature, determinano un periodo di aridità estiva nei mesi di Luglio e di Agosto.

**CERIANA CARATTERISTICHE STAZIONE**

Pluviometro comune	1921-1953
Pluviometro registratore	1954-1980
Quota s.l.m.	369 m
Altezza sul suolo	8 m
Periodo di osservazione	1921-1980
Anni mancanti	1921-'22-'28-'29-'30-'76-'77-'80

**Giorni piovosi**

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
1921-30	2	5	5	4	4	4	3	2	3	3	9	5	49
1931-40	6	4	8	6	11	5	2	4	5	8	9	6	74
1941-50	5	5	6	6	8	3	2	3	5	8	7	7	65
1951-60	6	8	8	7	6	6	3	4	6	8	9	8	79
1961-70	6	7	8	7	7	7	3	5	6	6	10	6	78
1971-80	9	8	9	7	7	5	2	4	6	5	5	6	73
Media gen.	6	6	7	6	7	5	3	4	5	6	8	6	69



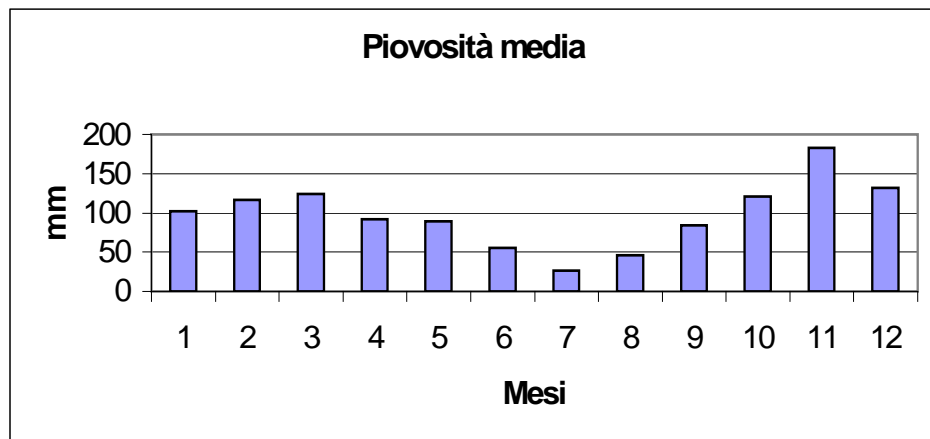
Tav. 2.4.2.1



Periodo di osservazione 1921-1980  
 Anni mancanti 1921-'22-'28-'29-'30-'76-'77-'80

### Precipitazioni medie mensili

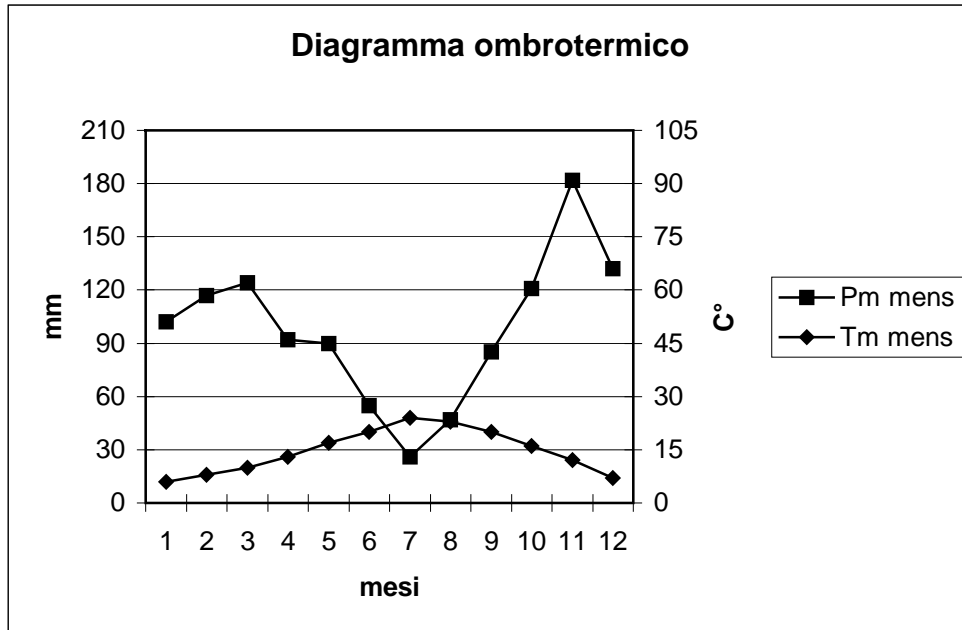
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNC
1921-30	30	126	123	64	70	44	38	33	70	74	257	110	1039
1931-40	90	74	158	96	119	63	12	76	85	128	213	144	1258
1941-50	104	96	77	87	113	40	20	25	89	136	118	131	1036
1951-60	72	104	133	126	91	63	24	46	81	152	192	178	1262
1961-70	106	116	94	82	50	64	31	49	93	112	214	85	1096
1971-80	211	183	157	95	93	58	29	44	88	122	106	144	1330
Media gen.	102	117	124	92	89	55	26	46	84	121	183	132	1171



Tav. 2.4.2.2

STAZIONE DI ROCCHETTA NERVINA

**Diagramma ombrotermico  
(secondo Bagnouls e Gausson)**



TAV 2.4.2.3

### 2.4.3 Evapotraspirazione

Pur essendo un fattore assai difficilmente quantificabile in termini reali e alla scala cui stiamo operando, è comunque indispensabile, al fine di consentire l'espressione di bilancio idrologico del bacino, procedere alla determinazione numerica della quantità che identifica tutte le perdite per trasformazione dell'acqua in vapore.

Applicando quindi la nota formula di Turc:

$$E_r = \frac{P}{\sqrt{-0.9 + \frac{P^2}{L^2}}}$$

dove:  $E_r$  = evapotraspirazione reale media annua in mm;

$P$  = piovosità media annua del bacino = 1171 mm;

$L = 300 + 25 T + 0.05 T^3$  con  $T$  = temperatura media annua nel bacino = 15 ° C

si ottiene:

$$E_r = 578 \text{ mm.}$$

Applicando la formula di Keller:  $E_r = 0.058 P + 405$ , dove  $P$  = piovosità media annua del bacino, si ottiene:  $E_r = 472 \text{ mm.}$

Calcolando la media aritmetica tra i due valori si ottiene:  $E_r = 525 \text{ mm.}$

### 2.4.4 Deflussi

Il bacino del Torrente Armea non possiede stazioni fornite di apparecchio registratore o a lettura diretta per il rilievo delle altezze idrometriche per la valutazione della portata defluita.

La valutazione dei deflussi è stata perciò effettuata indirettamente tramite le stazioni di Isolabona sul Torrente Nervia e di Merelli sul Torrente Argentina situate rispettivamente a ponente ed a levante del bacino in studio, entrambe dotate di idrometrografo, prese in considerazione essendo quelle più significative e per le quali si ha a disposizione un maggior numero di dati.

Ora, poichè i dati delle precipitazioni, lette ai pluviometri, indicano l'acqua caduta al suolo, per il calcolo degli elementi della rete, occorre conoscere quale sia la percentuale che defluisce superficialmente e, prima ancora, se le varie precipitazioni siano tra loro paragonabili: se cioè diano luogo tutte alla stessa percentuale d'acqua defluita.

Esistono più cause per cui l'acqua caduta non affluisce tutta alla rete: tra esse principali è l'evaporazione, il tipo di superficie scolante, la durata e l'intensità della pioggia ed infine l'assorbimento da parte del terreno.

Quando questo è asciutto e la temperatura è elevata, la maggior parte dell'acqua caduta è assorbita od evapora; nell'inverno invece la maggior parte della pioggia defluisce attraverso i vari corsi d'acqua della rete: occorrerebbe pertanto rendere paragonabili precipitazioni avvenute in mesi diversi.

Tenuto conto di quanto sopra, la correlazione tra afflussi meteorici medi annui e deflussi corrispondenti è stata valutata facendo riferimento, con una certa approssimazione, ai dati delle stazioni di Isolabona e Merelli, situate in bacini contigui a quello in esame.

Di seguito si riportano le caratteristiche dei bacini citati, tratte dagli Annali Idrologici.

**Torrente Nervia a Isolabona**

- $Q_{max} = 1330 \text{ mc/sec}$  - verificatasi il 24.10.1966;
- Deflusso = 615 mm - valore medio periodo (1929÷1939; 41÷43; 55; 57÷73);
- Afflusso meteorico = 1097 mm - valore medio periodo (1929÷1939;41÷43;55;57÷73);
- Coefficiente di deflusso = 0.56 - valore medio periodo (1929÷1939; 41÷43; 55; 57÷73).

**Torrente Argentina a Merelli**

- $Q_{max} = 1370 \text{ mc/sec}$  - verificatasi il 17.11.1940;
- Deflusso = 756 mm - valore medio periodo (1925÷1971; 1974);
- Afflusso meteorico = 1180 mm - valore medio periodo (1925÷1971; 1974);
- Coefficiente di deflusso = 0.64 - valore medio periodo (1925÷1971; 1974).

Si osserva che i coefficienti di deflusso per i due bacini esaminati non si discostano sostanzialmente fra loro e rientrano nei valori tipici dei bacini liguri: pertanto si è operata una ragionevole scelta assumendo per il bacino del Torrente Armea un valore medio annuo del coefficiente dei deflusso pari a 0.60, ritenendo di poter estendere l'analogia fra quest'ultimo ed i bacini di riferimento, anche in considerazione delle analoghe caratteristiche geologiche e di permeabilità dei tre bacini considerati.

**2.4.5 Bilancio Idrologico**

Si è quindi ora in grado di formulare l'espressione del bilancio idrologico sostituendo nella formula:  $P = E_r + D$  i valori sin qui ricavati dei parametri indicati.

Dal confronto tra il valore della piovosità media  $P$  e la somma di  $E$  (evapotraspirazione reale media) con  $D$  (deflusso superficiale medio come sopra ottenuto) risulta che l'eguaglianza non è verificata, apparendo il fattore  $P$ , cioè gli afflussi meteorici all'interno del bacino, in deficit rispetto al fattore ( $D + E_r$ ) di 56 mm di lama d'acqua. Infatti:  $1171 \text{ mm} = 525 \text{ mm} + 702 \text{ mm} - 56 \text{ mm}$ .

La più completa espressione dell'equazione del bilancio idrologico prevede che si consideri anche il valore del parametro  $I_e$  "Infiltrazione efficace", da aggiungere al secondo membro dell'equazione.

Tale parametro corrisponde alla quantità di acqua che, alimentando il deflusso sotterraneo, andrebbe ad incrementare ulteriormente il deficit, già riscontrato, degli afflussi meteorici. In modo analogo incidono, pur nella loro limitata entità, i prelievi d'acqua finalizzati all'approvvigionamento idrico di zone fuori bacino.

Prima di introdurre considerazioni o possibili spiegazioni di carattere scientifico al risultato ottenuto, è d'obbligo segnalare l'oggettiva probabilità di errori sistematici, per difetto, nelle registrazioni delle precipitazioni, tenuto anche conto dell'assenza di registrazioni delle precipitazioni nevose e comunque, in generale, di possibili errori in tutte le rilevazioni specie per quanto attiene gli anni di osservazioni più recenti, per la vetustà degli strumenti e per il clima di disaffezione nella raccolta ed elaborazione dei dati meteorologici attribuibile a tale periodo.

Ci si richiama anche alla scarsa specificità del valore  $E_r$ , desumibile solo teoricamente e con formule più propriamente applicabili ad ambiti territoriali di livello più ampio.

Dal punto di vista geologico, a prescindere dalle precisazioni di cui sopra, il risultato dell'equazione di bilancio dà spunto alla formulazione dell'ipotesi di presenza di venute d'acqua dall'esterno del bacino, principalmente per via sotterranea.

## 2.5 Idrogeologia e derivazioni d'acqua

L'idrogeologia dell'area indagata è legata essenzialmente alle caratteristiche litologiche; nell'asta terminale la permeabilità è fortemente condizionata anche dall'uso del suolo.

Sono state distinte le seguenti formazioni a comportamento idrogeologico analogo:

### Terreni permeabili per porosità

Appartengono a questa categoria le coperture detritiche potenti, gli accumuli di paleofrana ed i depositi alluvionali.

Nelle coltri la permeabilità presenta valori variabili in riferimento alla presenza della frazione argillosa ed allo stato di costipamento dei materiali; il contrasto di permeabilità con il substrato roccioso permette la formazione di una zona di saturazione che fluttua in funzione della pendenza del versante e delle caratteristiche degli eventi meteorici; falde idriche di una certa importanza possono instaurarsi all'interno dei paleoaccumuli di maggiore potenza.

Anche nelle alluvioni il contrasto di permeabilità con il substrato permette la formazione di una falda, libera o imprigionata, con deflusso concentrato nel materiale ghiaioso e/o sabbioso.

### Terreni permeabili per fessurazione, fratturazione e carsismo

Rientrano in tale classe le Arenarie di Bordighera (facies di canale e facies di frangia), i Conglomerati di Monte Villa, le Sabbie Plioceniche ed i Calcari di Monte Saccarello: la circolazione dell'acqua si localizza negli strati più fratturati lungo le principali linee di dislocazione fino allo sviluppo, nel flysch calcareo-marnoso, di fenomeni dissolutivi di tipo pseudocarsico.

### Terreni semipermeabili

Appartengono a questa categoria le Marne di Sanremo e il Complesso di Progressione del Flysch ad Helminthoidi: la presenza di frequenti intercalazioni marnoso-argillose impermeabili permette la circolazione idrica solo in corrispondenza delle bancate più fratturate, con la divisione dell'acquifero in compartimenti stagni.

### Terreni impermeabili

Rientrano in tale classe la Formazione di San Bartolomeo e le Argille di Ortovero.

La composizione prevalentemente argillitica delle due formazioni impedisce l'infiltrazione idrica e determina il ruscellamento pressoché integrale delle precipitazioni meteoriche.

Sulla carta idrogeologica sono stati ubicati i pozzi, le sorgenti e le derivazioni superficiali ad uso potabile, industriale ed irriguo, così come riportati nella cartografia d'insieme in uso alla Divisione Risorse Idriche del Settore Pianificazione e Difesa del Territorio alla data del 15.12.1999.

I pozzi e le sorgenti ad uso domestico (art. 93 T.U. n. 1775/1933) non sono stati indicati, in considerazione della limitata quantità d'acqua emunta.

Nello specchio seguente sono riportati i quantitativi d'acqua derivati nel bacino del torrente Armea per i differenti usi alla data del 15.12.1999.

USI DELL'ACQUA	COMUNE DI SANREMO (moduli derivati)	COMUNE DI CERIANA (moduli derivati)	TOTALE (moduli derivati)
IRRIGUO	0.6200	0.6400	<b>1.2600</b>
IRRIGUO - INDUSTRIALE	0.4000	///	<b>0.4000</b>
IRRIGUO - POTABILE	///	///	///
IRRIGUO - FORZA	///	///	///

MOTRICE			
IRRIGUO IGIENICO	-	0.0028	0.0500
INDUSTRIALE		///	///
POTABILE IGIENICO		///	0.1139
FORZA MOTRICE		///	///
PESCOLTURA		///	0.0500
TOTALE		1.0228	0.8539
			<b>1.8767</b>

Dal Bacino del Rio Fonti , compreso interamente nel territorio comunale di Sanremo, vengono derivati complessivamente mod 0,0042 di acqua ad esclusivo uso irriguo, che portano il totale dei moduli derivati dai due bacini a mod 1.8809, pari a 188.09 litri/secondo.

## 2.6 Uso del suolo e vegetazione reale

### 2.6.1 Carta della copertura ed uso del suolo

Le fasi di realizzazione della carta della copertura ed uso del suolo possono essere così schematizzate:

- ricerca ed analisi degli studi esistenti in materia riguardanti il territorio di indagine ed aree limitrofe;
- esame delle fotografie aeree per l'individuazione delle tipologie di uso del suolo presenti ;
- controlli di campagna per l'individuazione e la verifica delle "chiavi di lettura" delle foto aeree;
- esame dell'ortofotocarta in scala 1:10.000 per la delimitazione areale delle tipologie di uso del suolo;
- stesura di una carta provvisoria con successiva verifica attraverso ricognizioni in campo.

#### TERRITORI MODELLATI ARTIFICIALMENTE

Le zone urbane del territorio preso in considerazione occupano una minima superficie e sono costituite dagli aggregati a media densità, continui ed omogenei, di Ceriana, nella parte alta della valle, e di Bussana Nuova e di Poggio nella parte inferiore.

Presenta un carattere di emergenza storica l'insediamento di Bussana Vecchia, continuo ed omogeneo, sviluppato su una dorsale secondaria nella parte inferiore della valle.

Le zone industriali-commerciali sono localizzate prevalentemente sulle aree di fondovalle nel tratto terminale del corso d'acqua e comprendono insediamenti industriali, attività commerciali, in prevalenza magazzini floricoli, nonché, in prossimità della foce, l'imponente mercato dei fiori di Sanremo, il tutto in contiguità con attività agricole specializzate.

Le aree estrattive sono rappresentate da una sola cava di argilla situata alle spalle di Bussana Vecchia.

#### TERRITORI AGRICOLI

I territori agricoli si suddividono in coltivazioni in serra e in pienaria.

Sono normalmente situati nelle vicinanze dei centri abitati e, per la maggioranza, in fondo valle, dove assumono un carattere intensivo e specializzato (fiori, verde ornamentale).

Vigneti, oliveti ed altre colture agricole generiche sono situate più in quota (100-400 m max), con concentrazione nella parte centrale della valle, nell'intorno dell'abitato di Ceriana, su versanti generalmente terrazzati, con fasce sostenute da muri a secco o realizzati con varie tipologie costruttive.

In ogni caso la maggioranza delle colture terrazzate, per l'incuria derivante dall'abbandono delle coltivazioni montane, è ridotta allo stato di ex coltivo.

L'abbandono dell'oliveto, in particolare, è spiegabile con l'elevato impiego di manodopera richiesto per la raccolta del frutto nelle attuali condizioni di coltivazione e con i ristretti margini economici garantiti dai prezzi di mercato dell'olio di oliva.

#### TERRITORI BOSCATI ED AMBIENTI SEMINATURALI

La maggior parte del territorio preso in considerazione è boscato, con una considerevole diversità di tipologie vegetazionali, dalla prateria all'arbusteto, dalle formazioni di conifere a quelle di angiosperme.

Per le diverse tipologie vegetazionali si veda la Carta della vegetazione reale.

## 2.6.2 Carta della vegetazione reale

Le fasi di realizzazione della carta della vegetazione reale possono essere così schematizzate:

- ricerca ed analisi degli studi esistenti in materia riguardanti il territorio di indagine ed aree limitrofe;
- esame delle fotografie aeree per l'individuazione delle tipologie vegetazionali presenti ;
- controlli di campagna per l'individuazione e la verifica delle "chiavi di lettura" delle foto aeree;
- esame dell'ortofotocarta in scala 1:10.000 per la delimitazione areale delle tipologie vegetazionali;
- stesura di una carta provvisoria con successiva verifica attraverso ricognizioni in campo.

### PRATI e PASCOLI

Hanno piccola estensione, praticamente limitata alle pendici orientali del Monte Bignone.

### ARBUSTETO

E' rappresentato principalmente dalla macchia mediterranea, fitocenosi costituente generalmente uno stadio transitorio per formazioni vegetali più complesse.

L'area occupata, estesa nella media valle e sul crinale nord-orientale, è piuttosto vasta; può anche costituire sottobosco di altre tipologie vegetazionali o derivare da aree ex coltivate, rendendo difficile la sua differenziazione.

Localmente si incontrano formazioni di gariga, che rappresentano fasi di regressione della macchia mediterranea in conseguenza di incendi o insediamenti recenti su ex coltivi.

### FORMAZIONI DI ANGIOSPERME TERMOFILE

E' una tipologia vegetazionale molto diffusa in tutta l'area indagata, con lembi isolati rinvenibili anche in quota, che ha colonizzato, per la sua frugalità e la caratteristica xerofilia, i coltivi abbandonati.

Le specie principali costituenti sono la roverella (*Quercus pubescens*) e il leccio (*Quercus ilex*), con presenza sporadica di castagno.

### FORMAZIONI DI CONIFERE TERMOFILE

Presente con isolati lembi relitti nella parte terminale dell'asta principale del torrente Armea, occupa una vasta area sul crinale sud-occidentale (Costa Bandita).

Specie caratteristica della formazione è il pino marittimo (*Pinus pinaster*).

### FORMAZIONI MISTE DI CONIFERE E ANGIOSPERME TERMOFILE

La formazione ha una composizione mista con prevalenza di pino marittimo e leccio e presenza sporadica di castagno.

E' particolarmente diffusa sul versante esposto a sud dello spartiacque settentrionale.

### FORMAZIONI DI ANGIOSPERME MESOFILE

La specie caratteristica della formazione è il castagno (*Castanea sativa*): si tratta prevalentemente di popolamenti a ceduo non più utilizzato, in seguito all'abbandono delle pratiche di sfruttamento del legno di questa pianta per la produzione di paleria, legna da ardere e carbone.

La formazione è particolarmente sviluppata in corrispondenza delle pendici ad Ovest dell'abitato di Ceriana.

### FORMAZIONI A CONIFERE MESOFILE

La specie prevalente della formazione è il pino silvestre (*Pinus sylvestris*), caratteristico di suoli poco evoluti ed aridi.

E' sviluppata su limitate aree nelle porzioni più in quota del territorio.

### FORMAZIONI MISTE DI ANGIOSPERME E CONIFERE MESOFILE

E' costituita da un consorzio tra il pino silvestre e il castagno ed è diffusa sul versante esposto ad Est dello spartiacque occidentale.



#### AREE AGRICOLE UTILIZZATE

Per il diverso uso delle Aree Agricole Utilizzate si veda la Carta dell'uso del suolo.

#### AREE AGRICOLE NON UTILIZZATE IN EVOLUZIONE NATURALE

Le aree agricole hanno subito negli ultimi decenni una progressiva contrazione, con l'abbandono delle zone poste ad altitudine più elevata a favore di quelle più vicine al tessuto urbano, servite da strade e linee elettriche e con possibilità di irrigazione.

Sui terreni ex coltivati si è impostata la formazione di fitocenosi pioniere, quali la "gariga" e la "macchia mediterranea": a seguito di fasi di regressione per incendi si osserva l'inserimento del pino marittimo.

In tali aree sono chiaramente visibili i manufatti testimonianti l'antico uso agricolo, quali costruzioni rurali e terrazzamenti con muri a secco.

Nella carta della vegetazione sono state riportate le aree identificate come Siti d'Importanza Comunitaria (SIC) secondo il progetto Bioitaly (direttiva CEE 92/43 "Habitat" e D.M.03/04/2000).

I siti ricadenti nel bacino sono:

##### IT 1315806 – Monte Nero – Bignone

L'elevata importanza naturalistica è dovuta alla presenza (in passato) delle formazioni climax a prevalenza di leccio e roverella che sono state gradualmente sostituite con una pineta di pino marittimo.

Il sito conserva alcuni lembi di habitat di interesse prioritario, alcuni endemismi e specie protette da direttive - convenzioni internazionali.

La vulnerabilità del sito è altissima a causa di incendi, per lo più di natura dolosa, e per fitopatie.

##### IT 1315805 – Bassa Valle Armea

Nell'area convivono aree agricole con prati xerici, in parte invasi da arbusti, e aree boscate fra le quali spicca un "forteto a leccio" in evoluzione. Questo habitat è di notevole pregio per estensione complessiva e densità di esemplari: si tratta di una fitocenosi molto rara in Liguria, nonostante che la lecceta abbia valore di climax nella fascia marittima. Sono presenti habitat di interesse prioritario, specie protette da direttive - convenzioni internazionali.

La vulnerabilità del sito è altissima a causa di incendi, per lo più di natura dolosa, e per fitopatie.

##### IT 1315973 – Fondali Arma di Taggia

Il sito è caratterizzato da una prateria a posidonia, habitat di interesse prioritario, che in alcuni punti è in buono stato di conservazione e confina con quella di Cymodocea.

La vulnerabilità del sito è rappresentata dalla presenza di discariche.

## 2.7 Descrizione della rete idrografica

I sopralluoghi effettuati sul torrente Armea e sul rio Fonti hanno consentito di individuare le principali caratteristiche del corso d'acqua le quali, unitamente ai rilievi topografici delle sezioni, costituiscono la base per la successiva modellazione idraulica.

Nel seguito si fornisce una sommaria descrizione della rete idrografica dei corsi d'acqua in esame.

### 2.7.1 Asta principale del torrente Armea

L'asta principale del torrente Armea può essere suddivisa in due tratti ritenuti omogenei:

- *Tratto I* : è compreso tra la foce e il viadotto dell'Autostrada dei Fiori; ai lati, sulle alluvioni terrazzate, nel territorio comunale di Sanremo, sono presenti vari insediamenti industriali, artigianali ed abitativi;
- *Tratto II* : va dal viadotto autostradale alle sorgenti: ai bordi sono presenti soltanto attività di tipo agricolo e forestale, mentre, a causa della notevole acclività dei versanti sono presenti rari insediamenti abitativi; il corso d'acqua corre in genere molto incassato nella valle.

#### 2.7.1.1 Tratto I

Il primo tratto è stato oggetto di rilievo strumentale dettagliato con aggiornamento delle sezioni di deflusso a seguito dell'evento alluvionale del novembre 2000.

In sintesi, a partire dalla foce e proseguendo verso monte, si incontrano dapprima, a pochi metri dal mare, i ponti dell'attuale linea ferroviaria Genova-Ventimiglia (sez. 1) e della S.S. n° 1 Aurelia (sez. 2).

A monte le sponde del corso d'acqua sono arginate solo parzialmente con necessità di completamento (sez. 3 e sez. 4).

A circa 300 mt dalla foce è presente la tombinatura del nuovo Mercato dei Fiori di Sanremo (sez. 5), costituita da una struttura in c.a. con setto centrale della lunghezza massima pari a 575 mt.

Sulla copertura è stata realizzata una viabilità pubblica che permette il collegamento tra le due sponde e consente nel frattempo lo smaltimento del traffico legato all'attività commerciale floricola.

A fianco della tombinatura sorge il complesso del nuovo Mercato dei Fiori, che rappresenta una attività di fondamentale importanza per la provincia.

Circa 300 mt a monte della tombinatura sopra descritta si incontrano le opere connesse alla nuova viabilità costituita dalla variante alla S.S. n° 1 (Aurelia Bis), rappresentate da un insieme di strutture in c.a. comprensive di argini, traverse, ponti e viadotti: tali opere si sviluppano per una lunghezza complessiva di circa 400 ml (sez. 10, 11, 12, 13 e 14).

Tra i due sopradescritti complessi il torrente Armea risulta arginato soltanto per un piccolo tratto in sinistra, immediatamente a monte della tombinatura del Mercato dei Fiori, con una struttura in c.a. di recente costruzione, mentre per i restanti tratti le sponde sono costituite o da muri a secco e/o gabbioni o da scarpate naturali (sez. 6, 7, 8 e 9).

Proseguendo verso monte, all'altezza del cimitero di Valle Armea, si incontra un ponte canale in muratura di pietrame e c.a. contenente una tubazione dell'acqua potabile di proprietà dell'A.M.A.I.E. (sez. 17); in tale tratto la sponda destra risulta completamente arginata con opere in c.a. di recente costruzione, mentre la sinistra lo è solo parzialmente con opere miste in gabbioni e muri in c.a. (sez. 15 e 16).

Il tratto compreso tra il ponte canale ed il nuovo ponte in c.a. costruito per dare accesso alla nuova Casa Circondariale di Sanremo (sez. 22), risulta completamente privo di opere arginali fisse sia in sponda destra che in sinistra (sez. 18,19,20 e 21).

Nel tratto del torrente Armea compreso tra il ponte anzi detto e il cosiddetto ponte "Bailey" è attualmente esistente una viabilità di uso pubblico, ubicata quasi interamente in area di proprietà demaniale, già soggetta in passato ad esondazione: non esistono al momento opere arginali fisse (sez. 24, 25, 26,28, 29,30 e 31).

In tale tratto è presente, in sponda destra, l'accesso alla galleria di servizio della nuova linea ferroviaria Genova-Ventimiglia, che si trova nelle immediate vicinanze della sponda naturale, attualmente in erosione (sez. 25 e 26).

La viabilità pubblica presente in alveo, in sponda sinistra, dà accesso a alcuni insediamenti industriali ed artigianali.

Un ponte rampante ad una campata, in concessione a privati, collega le due sponde (sez. 27).

L'evento alluvionale del novembre 2000 ha provocato il crollo di due ponti (sez. 23 e 32) uno dei quali, corrispondente alla sez. 32., è stato ricostruito a cura del Comune di Sanremo con nuovo posizionamento a quota superiore rispetto a quella precedente, dopo verifica idraulica eseguita a cura del Comune di Sanremo e riscontrata d'ufficio.

A monte del ponte "Bailey" (sez. 32), per una lunghezza pari a circa 50 mt, sono presenti, sulle due sponde, due arginature a protezione delle proprietà retrostanti, mentre il restante tratto d'alveo, sino al viadotto Autostradale, è costituito da sponde in scarpata naturale.

A monte del viadotto Autostradale (sez. 34), in destra, l'evento alluvionale del novembre 2000 ha provocato il parziale crollo della sponda interessando anche il soprastante piazzale, mentre in sinistra, l'onda di piena ha interessato prevalentemente la scarpata naturale.

Proseguendo verso monte fino al ponte canale della sezione 37 il torrente Armea, specialmente dopo l'evento alluvionale sopracitato, si è allargato notevolmente anche all'interno delle proprietà private depositando in alveo notevoli detriti, in special modo a monte dell'attuale centrale del gas metano.

Particolare importanza sotto il profilo idraulico rivestono in questa parte del corso d'acqua tre affluenti in sinistra: il rio Cascine, il rio Ciuvin ed il rio Lubaghi.

Rio Cascine: nel tratto compreso tra il viadotto autostradale a monte e la confluenza con il torrente Armea è stato completamente tombinato con un'opera scatolare in c.a., attualmente in condizioni statiche precarie, a servizio di una discarica di inerti realizzata nell'ambito della costruzione della nuova linea ferroviaria.

Rio Ciuvin: nel suo percorso più alto scorre tombinato per poi proseguire verso il torrente Armea completamente a cielo aperto sebbene con una sezione di deflusso assai ridotta specie nel suo tratto terminale; in corrispondenza della confluenza, immediatamente a valle del nuovo ponte rilevato nella Sez. 22, è stato recentemente allargato dal Comune di Sanremo, nell'occasione dell'evento alluvionale del novembre 2000.

Rio Lubaghi: nel tratto posto a monte della via Frantoi Canai scorre tra un complesso di serre poste sotto le balze di Bussana Vecchia, mentre il suo tratto terminale, a valle della via Frantoi Canai, è a cielo aperto sino alla confluenza con il torrente Armea fatta eccezione per gli ultimi 10 mt nei quali è stato tombinato, con una sezione pari a mt. 2,00 x 2,00, nell'ambito del complesso di opere "Aurelia Bis".

#### 2.7.1.2 Tratto II

Fino all'abitato di Ceriana il corso d'acqua corre incassato, a luoghi con andamento meandriforme ad anse pronunciate, attraversando per lo più terreni agricoli, ex agricoli e boschivi.

Il tratto che attraversa Ceriana è parzialmente sistemato con presenza di sponde protette prevalentemente da muri a secco o naturali in roccia.

Le sponde del corso d'acqua sono collegate da alcuni ponti sia in pietra (ponte di Santa Lucia – sez. 38; ponte del Cimitero – sez. 40) che in calcestruzzo (sez. 39).

Il paese di Ceriana è attraversato da due affluenti: il Rio Mora ed il Rio Pallarea sui quali sono stati realizzati due parcheggi pubblici su altrettante tombinature dei corsi d'acqua.

Tra Ceriana e il Santuario della Madonna della Villa il torrente Armea scorre su un alveo a luoghi in roccia e a luoghi ingombro di materiale alluvionale, con anse pronunciate provocate dall'afflusso dai versanti, per fenomeni gravitativi, di materiali detritici, in tempi sia storici che contemporanei.

Il collegamento tra le due sponde è assicurato da alcuni ponti (sez. 41, 42, 45 e 46); alcune sezioni (sez. 43 e 44), a seguito degli eventi alluvionali del novembre 2000, non sono più esistenti come già rilevate.

### 2.7.2 Rio Fonti

In prossimità della spiaggia è presente un ponte ad arco che costituisce l'attraversamento della strada comunale litoranea (sez. 1).

Proseguendo verso monte si incontrano il ponte ferroviario dell'attuale linea Genova-Ventimiglia (sez. 2) ed il ponte della via Aurelia (sez. 3), entrambi interessati, nel sedime sottostante da una strada di collegamento tra la suddetta strada comunale ed il parco di Villa Spinola, in passato realizzata dal "Consorzio Antitubercolare di Pavia".

A monte del ponte della via Aurelia è presente una tombinatura della sezione massima pari a circa 1 mq, con soprastante parcheggio privato, posta a servizio dell'immobile adiacente, che, in occasione degli eventi alluvionali del settembre 1998 e del novembre 2000 è stata sormontata dall'ondata di piena del corso d'acqua.

Proseguendo verso monte il rio Fonti scorre completamente a cielo aperto e molto incassato, con sponde molto ripide costituite essenzialmente da scarpate naturali e muri a secco.

A partire dalla sezione n° 5 bis fino alla sezione n° 5, per una lunghezza pari a circa 220 mt, il rio scorre all'interno di una tombinatura scatolare in c.a. delle dimensioni di mt 1,75 x mt 1,55.

Tra la sezione 6 e la sezione 14, da valle verso monte, sono presenti vari attraversamenti rappresentati da: ponte ad arco della strada comunale (sezione 6), ponticello in c.a. (sezione 7), tombino circolare in acciaio liscio del diametro pari a mt 1,50 (sezioni 8 e 9), passerella precaria in lamiera striata (sezione 10), tombinatura in tubo del diametro di mt 1,00 (sezioni 11 e 12), tombinatura scatolare in c.a. delle dimensioni di mt 1.50x 1.40 sezione 12 e 13) ponte strada comunale ad arco quasi completamente intasato (sezione 14).

A monte dell'Autostrada dei Fiori il corso d'acqua è essenzialmente costituito da un canale in c.a. sormontante le gallerie autostradali, avente all'imbocco di monte una briglia in gabbioni dell'altezza pari a mt 1,00 e terminante con un salto di circa mt 3,00 (sez. 15).

## 2.8 Idrologia di piena

### 2.8.1 Premessa

La bassa Valle Armea, nella zona compresa tra il viadotto autostradale e la foce a mare, è esposta, come la maggior parte delle aree urbane della Liguria ricadenti in fasce di pertinenza fluviale, a rischio di esondazione conseguente agli eventi pluviometrici intensi, caratteristici della climatologia della regione.

Infatti, nel periodo autunnale, la fascia litoranea ligure è interessata da frequenti perturbazioni cicloniche, tipiche del Golfo di Genova, durante le quali masse d'aria ad elevato contenuto di umidità per l'evaporazione del Mar Mediterraneo, si spostano velocemente verso Nord/Est investendo il versante meridionale dei rilievi e producendo sullo stesso e sul crinale spartiacque tirreno-padano scrosci di breve durata ma di elevatissima intensità, variamente localizzati all'interno della perturbazione generale.

Le pendici del bacino si elevano fino a q. 1300 m e distano pochi chilometri dalle sezioni critiche di deflusso del corso d'acqua: in occasione di eventi pluviometrici intensi i bacini degli affluenti montani possono sviluppare piene improvvise e rilevanti, che sono già state sperimentate in passato negli eventi degli anni 1970, 1977, 1981, 1988 e, da ultimo, 2000, solo per citare i più recenti.

Il Torrente Armea quindi, può essere schematizzato come un importante canale di drenaggio dell'area la cui pericolosità, in ordine alle potenziali esondazioni, aumenta considerevolmente nel tratto focivo, dove la pendenza di fondo si riduce mediamente a circa 1.4% e l'intervento antropico ha prodotto eccessive interferenze con la dinamica evolutiva dell'alveo, provocando frequenti restringimenti della sezione naturale di deflusso e scomparsa delle aree golenali di esondazione.

La portata di piena di riferimento da assegnare a tale scenario è stata determinata con le seguenti metodologie:

- 1) applicazione della Curva Inviluppo delle portate di piena dei corsi d'acqua della Liguria, con foce nel Mar Tirreno, aggiornata dall'Ing. Cati dopo l'alluvione dell'Ottobre 1970; applicazione del metodo elaborato dall'Università di Genova - CIMA - a seguito della
- 2) Convenzione con la Regione Liguria denominata "Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri"; applicazione del metodo con fondamento cinematico utilizzando il concetto di tempo di
- 3) corrivazione ottenuto mediante la formula del Giandotti..

### **2.8.2 Determinazione della portata di piena secondo la Curva Inviluppo**

Il bacino imbrifero del Torrente Armea sottende, alla sezione di chiusura presso il ponte ferroviario, una superficie di circa 38 Km<sup>2</sup> con un'altezza media di 540 mt.

La Curva di Inviluppo, redatta dalla Sezione Autonoma del Genio Civile di Genova per il Servizio Idrografico e aggiornata dopo l'evento alluvionale del 1970, è bene approssimata per bacini con superficie compresa tra 10 e 160 Km<sup>2</sup>. dall'equazione:

$$q = 7.92 + 88.92 S^{-0.66} \text{ mc/sec} \times \text{Km}^2 \text{ per cui essendo } S = 38 \text{ Km}^2 \text{ si ottiene}$$

$$q = 15.98 \text{ mc.sec} \times \text{Km}^2 \text{ corrispondente ad una portata di massima piena pari a } 607 \text{ mc/sec.}$$

A tale portata non è associabile un tempo di ritorno assegnato, se non per confronto con altre fondate procedure statistiche.

### **2.8.3 Determinazione della portata di piena secondo il metodo CIMA**

Nello studio recentemente realizzato dall'Università di Genova - Centro di ricerca In Monitoraggio Ambientale - per conto della Regione Liguria, attraverso la regionalizzazione delle precipitazioni intense registrate ai pluviografi siti sul territorio della Liguria e del basso Piemonte, è stata determinata una curva di possibilità pluviometrica adimensionale, valida su tutto il territorio ligure.

Per la costruzione della curva di possibilità pluviometrica locale, è sufficiente determinare la posizione spaziale - longitudine del baricentro - del bacino di interesse, da cui dipende lo scostamento locale della variabile "pioggia indice = valore atteso della precipitazione massima annuale per la durata di 1 ora" dal valore medio regionale.

Nel caso in esame la longitudine del baricentro, utilizzando le coordinate geografiche riferite al sistema ED 1950, risulta pari a 7° 47' 28".

Con successivo utilizzo di un modello di trasformazione afflussi-deflussi di tipo semidistribuito, si è ricavata la portata al colmo di piena mediante modellazione del deflusso basato sulla caratterizzazione geomorfologica, sull'uso del suolo e sulla litologia del bacino in esame.

La portata di piena, per assegnato periodo di ritorno, è stata ricavata tramite uno ietogramma di progetto compatibile per intensità con la curva di possibilità pluviometrica.

Nello studio CIMA è stato adottato un pluviogramma di progetto con durata complessiva di 12 ore, ritenuta rappresentativa della durata media degli eventi meteorologici intensi, ordinato in senso crescente, la cui struttura è caratterizzata da un picco di precipitazione finale di durata pari a quella critica per il bacino sotteso alla sezione in esame.

Applicando la metodologia illustrata il CIMA ha ricavato per il Torrente Armea le seguenti portate al colmo di piena per diversi periodi di ritorno, ottenute in corrispondenza della foce del corso d'acqua:

$$\begin{aligned} Q (T30) &= 270 \text{ mc/sec.} \\ Q (T50) &= 320 \text{ mc/sec.} \\ Q (T100) &= 400 \text{ mc/sec.} \\ Q (T200) &= 470 \text{ mc/sec.} \\ Q (T500) &= 560 \text{ mc/sec.} \end{aligned}$$

Per tale bacino la valutazione della portata è stata effettuata a partire dal quantile 90% della pioggia, poichè l'informazione pluviometrica relativa al torrente Armea risulta affetta da un maggior grado di incertezza rispetto ad altri bacini liguri.

#### 2.8.4 Determinazione della portata di piena secondo il metodo cinematico

La determinazione della portata di piena con metodo indiretto si ottiene dall'applicazione di modelli afflussi-deflussi, a partire dai dati pluviometrici e dai relativi deflussi registrati da stazioni ricadenti all'interno o limitrofe al bacino.

Nel bacino in esame va evidenziato l'assenza di stazioni idrometrografiche, la carenza di rilevazioni idrometriche nell'unica stazione situata all'interno del bacino (Ceriana), attualmente in disuso e, inoltre, l'impossibilità di ragguagliare le precipitazioni osservate all'intero bacino.

Pertanto, la portata di piena è stata ricavata facendo ricorso al metodo con fondamento cinematico utilizzando il concetto di tempo di corrivazione, ottenuto applicando la formula del Giandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A + 1.5L}}{0.8\sqrt{H_m - H_o}}$$

dove:

A = 38 Km<sup>2</sup> - superficie sottesa alla foce del Torrente Armea;

L = 16 Km - lunghezza asta principale Torrente Armea;

H<sub>m</sub> = 540 mt - altezza media del bacino;

H<sub>o</sub> = 0 mt - altezza sezione di chiusura del bacino.

Sviluppando la formula si ottiene  $t_c = 2^h 36'$ .

Calcolato il tempo di corrivazione, l'altezza della pioggia critica coincide con quella di massima intensità di durata pari al tempo di corrivazione del bacino in esame.

A questo riguardo, al fine di determinare il regime degli eventi pluviometrici intensi del bacino in esame sono state estratte le precipitazioni massime annuali per durata assegnata di 1h, 3h, 6h, 12h e 24h dalla stazione di Ceriana, ricadente nel bacino idrografico del Torrente Armea.

Per tale stazione sono disponibili 21 anni di osservazioni dal 1954 al 1975 (Tav. 2.8.4.1 ).

#### PRECIPITAZIONE MASSIME ANNUALI IN MILLIMETRI PER DURATE ASSEGNATE

Pluviometro di Ceriana TAV. 2.8.4.1

ANNO	D = 1 ora	D = 3 ore	D = 6 ore	D = 12 ore	D = 24 ore
1954	34	47.6	77.6	95.2	159.8
1955	24.4	39	48.8	55.8	83.2
1956	29	46.2	73	83	138
1957	36	87.2	110.2	146	198.4
1958	42	46.6	55.8	71	131
1959	26.8	15	76	107.4	148.2
1960	28	49	64	89	105.6
1961	26	50	76.6	109.6	117.2
1962	25.4	30.4	34	42	48.6
1963	91.4	106.2	107.2	138	142
1964	44	50.4	50.4	51.4	90
1965	28	65	81.6	121.6	189.6
1966	42	113.8	175.8	201.4	212.6

1967	23	34.8	57	86	88.8
1968	28	50	59.2	78.8	110.8
1969	33	40.6	41.4	51.6	99.4
1970	20	41	72	127.6	157
1971	27	57	73.4	91.6	161.6
1972	38	48.2	55	74	96.6
1973	-	-	-	-	-
1974	68.2	94.4	113.2	107.8	119.2
1975	36	81	151	238	262
<b>MASSIMI</b>	<b>91.4</b>	<b>113.8</b>	<b>175.8</b>	<b>238</b>	<b>262</b>

Dall'esame della serie storica si evince che i massimi per durate assegnate del periodo esaminato risultano essere di entità relativamente poco elevata.

Anche le serie storiche delle osservazioni delle precipitazioni massime per durata assegnata delle stazioni limitrofe al bacino dell'Armea quali Sanremo, Rocchetta Nervina, Pigna, Triora e Centrale Argentina, presentano caratteristiche analoghe a quelle della stazione di Ceriana (Tav. 2.8.4.2 , 2.8.4.3 , 2.8.4.4 , 2.8.4.5 e 2.8.4.6 ) con precipitazioni massime registrate che si collocano abbondantemente al di sotto di quelle di Ceriana; forma modesta eccezione la serie di Rocchetta Nervina relativa all'evento del 24.10.1966 che ha interessato in modo particolare la Val Nervia e che, comunque, resta dello stesso ordine di grandezza del dato di Ceriana.

Pertanto si è estratta dagli Annali Idrologici della stazione di Ceriana la pioggia di maggiore intensità per la durata assegnata, pari a  $t_0 = 1$  h, tenendo conto non solo delle piogge durate effettivamente  $t_0$ , ma anche di quelle più brevi e più lunghe di  $t_0$ . Per le più brevi si è tenuto conto dell'altezza totale di pioggia, per le più lunghe si è tenuto conto dell'altezza in un periodo  $\sqrt{t_0}$ . (TAV. 2.8.4.7 e 2.8.4.8 )

*PRECIPITAZIONE MASSIME ANNUALI IN MILLIMETRI PER DURATE ASSEGNATE*

*Pluviometro di Sanremo TAV. 2.8.4.2*

ANNO	D = 1 ora	D = 3 ore	D = 6 ore	D = 12 ore	D = 24 ore
1979	31	50	55	55	74
1978	14	22	38	52	59
1975	23	29	37	66	77
1974	48	54	56	57	66
1973	22	33	43	70	77
1972	23	28	47	57	61
1971	33	54	65	88	107
1970	15	21	35	63	65
1969	22	36	37	46	75
1968	33	45	70	102	103
1967	30	40	54	108	110
1966	26	30	44	50	57
1963	63	71	103	104	109
<b>MASSIMI</b>	<b>63</b>	<b>83</b>	<b>103</b>	<b>108</b>	<b>110</b>

## PRECIPITAZIONE MASSIME ANNUALI IN MILLIMETRI PER DURATE ASSEGNATE

Pluviometro di Rocchetta Nervina TAV. 2.8.4.3

ANNO	D = 1 ora	D = 3 ore	D = 6 ore	D = 12 ore	D = 24 ore
1934	42,00	47,80	48,00	49,00	54,20
1935	50,20	50,20	50,20	74,60	109,40
1936	20,80	33,80	55,00	67,80	72,00
1937	30,40	37,80	51,20	61,80	84,80
1938	20,60	32,40	43,20	57,80	93,40
1939	18,80	23,60	30,00	60,00	98,60
1941	30,80	51,40	61,40	87,20	110,60
1944	17,00	35,00	55,20	61,00	74,00
1945	30,60	70,00	89,00	128,40	178,00
1950	37,00	55,40	102,20	116,80	116,80
1951	16,40	34,80	56,00	82,60	117,40
1952	20,60	34,00	53,20	81,00	137,60
1954	55,00	90,00	130,40	134,80	193,00
1955	39,60	44,60	57,00	81,20	91,60
1956	35,60	45,20	57,40	84,20	131,20
1957	57,20	102,00	117,60	200,00	277,00
1961	22,20	25,00	42,40	55,00	85,00
1962	38,40	42,20	50,00	65,40	70,80
1963	14,00	25,00	30,00	41,20	51,40
1964	12,20	19,40	32,20	49,00	74,00
1966	105,40	180,00	200,80	201,00	201,40
1967	23,00	36,20	45,60	63,40	64,40
1969	58,00	62,60	62,80	62,80	87,20
1970	22,00	43,00	53,80	79,20	96,80
1972	16,00	27,00	38,00	52,80	63,00
1974	37,60	37,80	38,20	56,00	69,00
1975	45,00	50,20	69,00	109,00	126,00
1976	30,00	41,90	56,50	89,30	123,40
1977	29,80	33,00	51,40	68,60	102,80
1978	20,00	44,40	60,40	74,00	92,40
1979	40,60	73,00	87,40	98,80	113,20
1986	18,20	39,80	46,00	51,20	69,00
<b>MASSIMI</b>	<b>105,40</b>	<b>180,00</b>	<b>200,80</b>	<b>201,00</b>	<b>277,00</b>



## PRECIPITAZIONI MASSIME ANNUALI IN MILLIMETRI PER DURATE ASSEGNATE

Pluviometro di Pigna TAV. 2.8.4.4

ANNO	D = 1 ora	D = 3 ore	D = 6 ore	D = 12 ore	D = 24 ore
1949	32,80	41,20	45,00	31,00	109,00
1950	23,40	55,00	76,40	105,20	137,20
1953	30,20	38,40	42,40	48,80	66,00
1954	30,00	52,80	86,20	91,80	153,60
1957	15,20	34,00	57,00	103,00	163,40
1959	18,20	32,00	62,00	88,40	116,00
1961	38,40	50,40	55,60	66,00	98,20
1962	42,20	47,00	56,00	62,20	80,60
1963	31,20	31,40	38,40	47,00	55,80
1964	58,40	119,40	137,00	138,80	139,60
1965	21,00	45,40	65,60	98,00	141,00
1967	14,60	27,00	35,60	53,40	55,00
1968	17,40	31,80	34,60	47,60	80,60
1969	56,00	59,00	59,00	59,00	67,00
1971	17,00	26,40	42,00	56,60	83,60
1972	22,40	44,20	64,00	66,60	79,60
1974	30,60	32,40	32,40	32,40	64,00
1975	18,00	40,00	67,00	101,00	135,40
1976	22,90	40,00	70,00	106,10	143,80
1978	20,00	24,80	31,20	34,00	45,00
1979	43,40	53,20	55,00	79,20	118,40
1980	15,60	32,60	44,00	52,40	52,40
1981	11,20	20,80	41,00	57,60	67,60
1982	15,00	29,80	41,80	57,80	87,00
1983	16,60	22,60	23,60	42,20	63,60
1986	12,00	18,80	33,00	39,80	51,80
1987	32,40	52,00	72,80	80,40	99,00
1991	24,40	45,00	83,40	91,00	95,20
1992	29,00	40,60	57,40	64,60	78,60
<b>MASSIMI</b>	<b>58,40</b>	<b>119,40</b>	<b>137,00</b>	<b>138,80</b>	<b>163,40</b>

## PRECIPITAZIONI MASSIME ANNUALI IN MILLIMETRI PER DURATE ASSEGNATE

Pluviometro di Triora TAV. 2.8.4.5

ANNO	D = 1 ora	D = 3 ore	D = 6 ore	D = 12 ore	D = 24 ore
1954	46.80	92.80	133.80	169.60	249.80
1955	85.40	100.60	105.60	105.80	117.40
1956	28.60	35.60	51.40	87.00	104.60
1957	26.20	57.00	96.60	131.20	189.80
1958	23.00	51.20	64.20	79.00	126.60
1959	37.00	56.00	94.60	155.40	198.00
1960	35.00	41.40	48.20	82.80	97.00
1961	61.60	82.00	85.60	87.00	118.20
1962	23.40	35.20	52.00	60.00	97.00
1963	29.80	43.00	54.00	64.40	69.20
1964	-	-	-	-	-
1965	35.00	58.00	90.00	119.00	156.60
1966	23.00	56.00	74.40	99.00	119.00
1967	23.00	46.00	57.80	57.80	58.00
1968	25.20	31.40	43.60	61.40	95.00
1969	28.40	28.60	36.60	59.60	71.40
1970	29.00	30.00	54.00	79.00	99.40
1971	14.60	34.00	50.00	89.00	120.60
1972	28.40	31.00	50.00	53.80	88.00
1973	39.00	86.80	93.20	130.00	191.40
1974	20.80	21.40	31.00	50.00	58.20
1975	38.20	45.00	50.20	80.00	95.00
1978	14.20	28.60	42.60	62.00	90.80
1979	32.40	60.40	105.80	126.40	147.80
<b>MASSIMI</b>	<b>85.40</b>	<b>100.60</b>	<b>105.80</b>	<b>169.60</b>	<b>249.80</b>

## PRECIPITAZIONE MASSIME ANNUALI IN MILLIMETRI PER DURATE ASSEGNATE

Pluviometro di Centrale Argentina TAV. 2.8.4.6

ANNO	D = 1 ora	D = 3 ore	D = 6 ore	D = 12 ore	D = 24 ore
1951	20.40	33.00	49.40	72.00	106.40
1952	25.60	37.20	66.60	96.00	144.00
1953	30.40	38.20	42.00	45.20	55.00
1954	20.00	38.40	48.40	59.00	107.80
1955	-	-	-	-	-
1956	23.00	27.60	33.00	47.60	72.40
1957	24.00	52.60	79.40	120.40	160.60
1958	23.20	24.80	47.00	66.80	77.00
1959	22.00	39.00	61.00	84.00	103.80
1960	22.20	38.00	47.20	51.20	65.20
1961	28.60	30.20	38.60	57.80	62.20
1962	25.00	-	-	33.80	48.20
1963	36.80	36.80	45.80	51.20	85.40
1964	46.00	52.20	54.20	54.40	54.60
1965	34.60	76.00	97.60	121.80	51.20
1966	35.60	57.40	90.80	101.20	103.40
1967	26.60	38.20	52.60	89.60	92.60
1968	16.20	17.60	34.00	71.00	97.80
1969	32.00	38.00	41.00	47.80	70.00
1970	20.00	22.40	34.80	56.00	65.60
1971	18.60	36.00	52.00	70.40	94.80
1972	17.00	33.00	38.60	54.80	75.80
1973	25.20	26.40	40.60	54.40	69.00
1974	17.00	20.80	25.40	29.20	36.80
1975	41.00	55.40	78.00	136.00	149.40
1979	19.40	33.00	60.20	65.80	65.80
<b>MASSIMI</b>	<b>46.00</b>	<b>76.00</b>	<b>97.60</b>	<b>136.00</b>	<b>160.00</b>

*PRECIPITAZIONI DI NOTEVOLE INTENSITÀ E BREVE DURATA REGISTRATE AL  
PLUVIOMETRO DI CERIANA TAV. 2.8.4.7*

GIORNO MESE ANNO	DURATA IN MINUTI	QUANTITA' IN MM.
8 Settembre 1975	5	17.00
15 Settembre 1968	5	17.40
15 Giugno 1972	10	17.00
15 Settembre 1968	10	17.40
9 Settembre 1961	10	20.00
30 Agosto 1971	15	17.40
11 Giugno 1969	15	19.00
6 Ottobre 1961	15	25.60
29 Settembre 1962	20	21.00
1 Ottobre 1958	20	24.00
24 Ottobre 1966	30	30.60
7 Luglio 1964	30	39.00
21 Agosto 1953	30	46.00

*PRECIPITAZIONI MASSIME CON DURATA DI GIORNI CONSECUTIVI  
TAV. 2.8.4.8*

.d' or din e dei ca si	1		2		3		4		5	
	mm	data	mm	data	mm	Data	mm	data	mm	data
1	257	19.1.75	382.2	12/13.12.57	355	11/13.12.57	381.1	24/27.12.35	427.1	25/29.12.35
2	232.5	24.4.52	311	24/25.4.52	350.9	25/27.12.35	358.6	11/14.12.57	365.8	11/15.12.57
3	212.5	25.10.66	264	18/19.1.75	327	23/25.4.52	327	23/26.4.52	348.4	28.9/2.10.65
4	198.4	12.12.57	250.8	25/26.10.66	313.4	30.9/2.10.65	317	29.9/2.10.65	327	23/27.4.52
5	189.4	30.9.65	232.4	30.9/1.10.65	276.8	17/19.1.75	279.2	19/22.3.71	310	28.9/2.10.59
6	158.2	2.1.49	220.9	26/27.12.35	250.8	25/27.10.66	278	17/20.1.75	285.4	19/23.3.71
7	141.8	16.9.50	201.4	19/20.3.71	234.6	20/22.12.58	266	29.11/2.12.59	278.4	17/21.1.75
8	141	17.4.59	198.8	20/21.12.58	230.8	19/21.3.71	251.6	20/23.12.58	265.4	12/16.1.78
9	140.9	27.12.35	197.6	2/3.1.49	216.2	30.11/2.12.59	251	25/28.10.66	264.4	19/23.12.58
10	140.8	28.5.48	183.1	19/20.12.45	208.2	19/20.2.72	244	12/15.1.78	254.2	25/29.10.66

Con criterio identico si sono considerate le massime altezze di pioggia della durata  $3 t_0$ ; poi quella di durata  $6 t_0$ ,  $12 t_0$  fino alla durata  $24 t_0$ . I valori così ottenuti rappresentano i primi casi critici; i punti corrispondenti alle varie durate riportati su diagramma cartesiano con ascissa  $t$  e ordinata  $h$  e congiunti con segmenti di retta, danno origine alla spezzata dei primi casi critici.

Escludendo ora dal registro i dati relativi ai primi casi critici si ripete la scelta già fatta per essi, estraendo dal registro meteorologico l'altezza di pioggia di durata  $t_0$  che segue in ordine di grandezza la max altezza considerata, poi quella di durata  $3 t_0$  ecc.

Si hanno così i secondi casi critici. La ricerca è proseguita fino al 10° caso critico: i relativi valori sono stati tabellati nella seguente Tav. 2.4.8.9.

*PRECIPITAZIONE MASSIME IN MILLIMETRI PER DURATE ASSEGNATE  
Pluviometro di Ceriana (Periodo 1954-1975)*

Tav. 2.4.8.9

n. d'ordine dei casi	D = 1 ora	D = 3 ore	D = 6 ore	D = 12 ore	D = 24 ore
1	91.4	113.8	175.8	238	262
2	68.2	106.2	151	201.4	212.6
3	44	94.4	113.2	146	198.4
4	42	87.2	110.2	138	189.6
5	42	81	107.2	127.6	161.6
6	38	65	81.6	121.6	159.8
7	36	57	77.6	109.6	157
8	36	50.4	76.6	107.8	148.2
9	34	50	76	107.4	142
10	33	50	73	95.2	138

Le spezzate dei vari casi critici possono essere sfruttate in modo più completo quando si ottiene un'espressione analitica atta a rappresentarle.

E' quindi utile sostituire alle spezzate una curva di compenso che si può rappresentare con un'equazione semplice del tipo  $ht = a tn$ , con valore regionalizzato dell'esponente  $n$  pari a 0.39, come proposto dal metodo CIMA.

In tal modo, si ottengono i dati di Tav. 2.4.8.10 e la conseguente rappresentazione grafica di Tav. 2.4.8.11 che riporta le curve di possibilità pluviometrica.

*PRECIPITAZIONI MASSIME IN MILLIMETRI PER DIVERSI CASI CRITICI  
(come ottenuti dalla regolarizzazione dei relativi casi critici)*

TAV. 2.8.4.10

Casi critici	D= 1 ora	D= 3 ore	D= 6 ore	D= 12 ore	D= 24 ore
1°	84	129	169	221	290
2°	70	107	141	185	242
3°	57	87	115	150	197
6°	44	68	88	116	152
10°	36	55	72	95	125

Si è in grado ora di calcolare l'altezza della pioggia critica, coincidente con la massima intensità, di durata pari al tempo di corrvazione del bacino dell'Armea:

$$Q = \frac{K A h_{(tc)} \sqrt{H_m - H_o}}{4 \sqrt{A + 1.5 L}}$$

dove gli ulteriori coefficienti rappresentano:

$K = 277$  coefficiente valido per  $A < 200$  Km<sup>2</sup>;

$h_{(tc)}$  = altezza della pioggia critica in mt pari a  $t_c$  e riferita ad un determinato periodo di ritorno.  
Per cui sviluppando la formula di cui sopra con i dati relativi al torrente Armea si ottiene:

$$h(1^\circ \text{cc}) = 121.9 \text{ mm} \text{ e quindi } Q_{\text{max}} 1^\circ \text{cc} = 612 \text{ mc/sec}$$

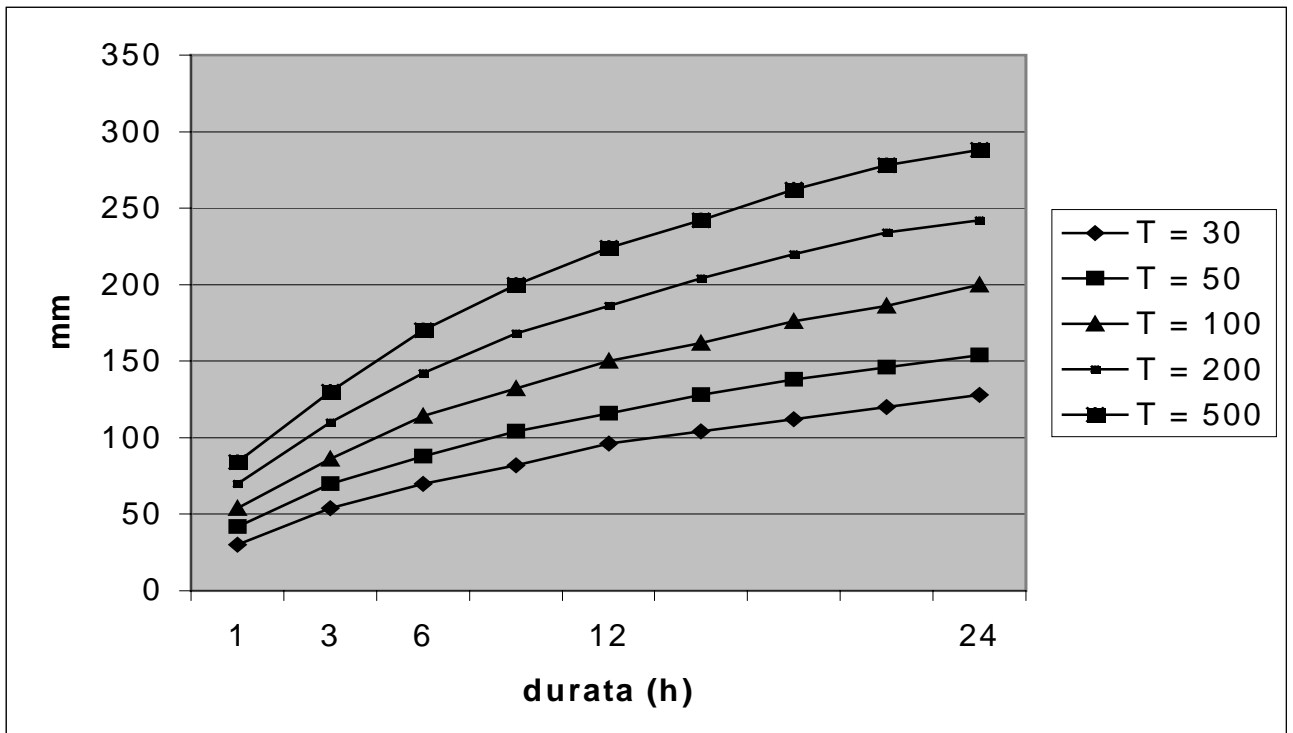
$$h(2^\circ \text{cc}) = 101.6 \text{ mm} \text{ e quindi } Q_{\text{max}} 2^\circ \text{cc} = 510 \text{ mc/sec}$$

$$h(3^\circ \text{cc}) = 82.7 \text{ mm} \text{ e quindi } Q_{\text{max}} 3^\circ \text{cc} = 415 \text{ mc/sec}$$

$$h(6^\circ \text{cc}) = 63,8 \text{ mm} \text{ e quindi } Q_{\text{max}} 6^\circ \text{cc} = 320 \text{ mc/sec}$$

$$h(10^\circ \text{cc}) = 52,2 \text{ mm} \text{ e quindi } Q_{\text{max}} 10^\circ \text{cc} = 262 \text{ mc/sec.}$$

## Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica



$$h(1^\circ \text{cc}) = 84t^{0.39} \quad T = 500$$

$$h(2^\circ \text{cc}) = 70t^{0.39} \quad T = 200$$

$$h(3^\circ \text{cc}) = 57t^{0.39} \quad T = 100$$

$$h(6^\circ \text{cc}) = 44t^{0.39} \quad T = 50$$

$$h(10^\circ \text{cc}) = 36t^{0.39} \quad T = 30$$

Tav. 2.8.4.11

### 2.8.5 Nubifragi intensi del territorio ligure.

Se gli elementi raccolti negli Annali Idrologici sono sufficienti, in generale, a informare sulle precipitazioni che si sono verificate negli ultimi decenni nel bacino del torrente Armea, tuttavia, per una valutazione abbastanza approssimata ma indicativa delle precipitazioni eccezionali che possono aversi in corrispondenza a forti nubifragi, si ritiene opportuno riportare alcuni dati particolarmente significativi sui nubifragi più notevoli registrati nell'ambito della Regione Liguria:

- Nubifragio Ligure 25.9.1915: il centro dello scroscio era a Riposto, dove caddero 100 mm
- 1) in 30', mentre a Cervara si registrarono 423 mm in 24 h.  
Nubifragio nel bacino del Torrente Orba 13.8.1935: tra le 7 e le 8 il pluviografo della
  - 2) Centrale idroelettrica di Lavagnina registrò un'altezza di pioggia di 115 mm; nelle 8 ore di durata del nubifragio il valore massimo della precipitazione si ebbe a Pianpaludo (857 m) con 453 mm.  
Nubifragio nel bacino del Torrente Letimbro 28.10.1961: fra le maggiori precipitazioni
  - 3) giornaliere registrate in quella circostanza è da segnalare quella a Savona di 265 mm.  
Nubifragio del 3.10.1966: sui rilievi situati fra Monterosso e Levanto si registrarono 250
  - 4) mm di pioggia in 12 h.  
Alluvione del 7/8 Ottobre 1970: fra i maggiori eventi alluvionali verificatisi in questa
  - 5) Regione.

Ha interessato il settore centrale - bacini dei Torrenti Leiro, Polcevera e Bisagno - e ha determinato ingenti danni anche alla Città di Genova.

Al riguardo si deve rilevare che nel periodo precedente non si ebbero precipitazioni rimarchevoli e che le piogge di intensità eccezionale dei giorni 7 e 8 ebbero una durata effettiva di 23 - 25 ore. Il centro del nubifragio si ebbe nel bacino del Torrente Polcevera, poco a Nord di Genova, dove la precipitazione totale ragguagliata raggiunse i 715 mm.

Per un confronto con le precipitazioni del territorio ligure si riportano di seguito i maggiori eventi alluvionali che hanno interessato il territorio del ponente ligure dal 1922 ai giorni nostri (Tav. 2.8.5.1)

**NUBIFRAGI INTENSI DEL PONENTE LIGURE**  
TAV. 2.8.5.1

			1h	3h	6h	12h	1g	2gg	3gg	4gg	5gg	
25-29	XII	1935	-	-	-	-	141	221	351	381	427	Ceriana
	III-IV	1952	20	35	53	91	159					Airole
23-27												
	IV	1952					233	311	327	327	327	Ceriana
20-11	X-XII	1957	57	102	118	200	277					R.
												Nerv.
11-15	XII	1957					263	423	449	452	474	R.
												Nerv.
22	VIII	1965	38	100	125	149	182					Airole
28-02												
	X	1965					147	289	334	336	383	V.le
												Tane
24	X	1966	42	114	176	201	213					Ceriana
25-29	X	1966					213	251	251	251	254	Ceriana
17	I	1975	36	81	151	238	262					Ceriana
17-21	I	1975					257	264	277	278	278	Ceriana



30-01	IX-X	1998	74	146	200	215	215							Imperia
								---	---	---	---	---		
<b>7</b>	<b>X</b>	<b>1970</b>	<b>120</b>	<b>274</b>	<b>446</b>	<b>718</b>	<b>948</b>							<b>Ge</b>
<b>7-11</b>	<b>X</b>	<b>1970</b>					<b>749</b>	<b>965</b>	<b>967</b>	<b>967</b>	<b>967</b>	<b>967</b>		<b>Ge</b>
														<b>Bolz</b>

**2.8.6 Considerazioni sul metodo cinematico.**

Le piogge di uno qualunque dei casi critici possono essere assunte come base di studio per la rete idraulica dell'Armea: è evidente che, se si assume la spezzata dei primi casi critici, in quanto rappresentante piogge molto forti, la rete risulterà progettata in modo che nessuna pioggia potrà produrre in essa inconvenienti imprevisti.

Ma poiché la spezzata dei primi casi critici è l'inviluppo di tutte le precipitazioni cadute sul bacino nel periodo considerato, gli elementi della rete calcolati con essa risulteranno di notevoli dimensioni.

Le necessità economiche però condurranno ad ammettere che per alcune piogge il corso d'acqua possa funzionare non rispettando il franco di sicurezza assegnato.

Tale interpretazione lascia qualche incertezza nel valutare il grado di rischio che ad essa corrisponde anche se dall'estrazione dai registri dei vari casi critici ci si rende conto del grado di rischio che essi comportano.

Dall'esame del complesso dei dati pluviometrici estratti dagli annuali si è verificato che le piogge di durata intermedia sono più frequenti che non le piogge estreme: infatti, eliminate le piogge più forti con il primo caso critico, restano ancora delle piogge intermedie molto forti, mentre le piogge estreme si abbassano rapidamente.

Ma agli effetti del calcolo degli elementi idraulici del torrente Armea occorre tener conto proprio delle piogge di durata media, con riferimento alla rete che si considera.

Infatti le piogge molto brevi ( $< t_c$ ) sono completamente contenute nella rete (cioè il volume totale della pioggia in essa affluito è inferiore alla capacità di invaso della rete), mentre le piogge molto lunghe, necessariamente di minore intensità, restano nei limiti della capacità di portata dei canali di drenaggio del torrente Armea. Il dimensionamento idraulico di questi ultimi si è dunque fondato su una regolarizzazione approssimata delle piogge medie ritenendo non necessario che tale regolarizzazione sia molto precisa dato che la difficile quantificazione del coefficiente udometrico, dovuta all'estrema variabilità del coefficiente di deflusso, lo altera in modo tale da ritenere trascurabili le limitate differenze nella valutazione dei coefficienti  $a$  e  $n$  nella formula di regolarizzazione pluviometrica.

Occorre ora rilevare che le espressioni empiriche del tempo di corrivazione presentano sostanziali differenze tra loro e che, anche quella del Giandotti, è valida nel campo delle esperienze che l'hanno suggerita.

In questo caso è opportuno tener presente che il torrente Armea non rientra fra i corsi d'acqua per i quali il tempo di corrivazione ottenuto col calcolo è stato confrontato con quello effettivo e che non sempre la portata massima si ha per piogge di durata uguale al tempo di corrivazione, sicché a volte converrebbe prendere in esame piogge di durata inferiore.

Inoltre, la velocità nei vari elementi della rete varia con le condizioni di piena, per cui, se le particelle d'acqua cadute quando già la rete è piena hanno effettivamente il tempo di corrivazione calcolato, quelle cadute all'origine della pioggia impiegano maggior tempo per giungere alla sezione considerata; si avrebbe così, seguendo il ragionamento del tempo di corrivazione, un accumularsi di acqua nel bacino e quindi un'onda di piena superiore a quella che il metodo stesso insegna a calcolare.

Ora è certo che in ricerche di questo genere la complessità dei fenomeni è tale da rendere impossibile qualunque calcolo se non si tiene conto solo della causa preponderante, trascurando le altre concomitanti.

Ma appunto le osservazioni precedenti sembrano mostrare che il metodo non riesce a cogliere in modo del tutto soddisfacente l'aspetto fondamentale del fenomeno, il quale sarà meglio

rappresentato ove si tenga conto, anche e prevalentemente, della funzione di invaso che pure compete alla rete.

I criteri esposti per la elaborazione dei dati relativi alle massime precipitazioni devono essere completati cercando di stabilire qual è il periodo di tempo a cui occorre estendere le misure per avere una conoscenza abbastanza approssimata delle piogge massime possibili in una località.

In altre parole, i dati elaborati si estendono dall'anno 1921 agli anni 1980 per 60 anni complessivi, sebbene in modo non continuativo (anni mancati 8), mentre per i dati relativi alle precipitazioni massime di durata assegnata solo la stazione pluviometrica di Rocchetta Nervina raggiunge i 32 anni di osservazioni.

A questo punto occorre precisare quale valore sia opportuno assegnare al numero di anni perché l'esperienza meteorologica passata possa servire di base a previsione di eventi futuri.

La maggior parte degli AA. ritiene che gli eventi meteorologici si riproducano con una certa periodicità, nel senso che pur non potendo stabilire l'epoca e l'importanza delle massime precipitazioni, tuttavia si afferma che esiste un periodo n di anni tale che l'esperienza estesa a tutti gli n anni consente di raccogliere i dati relativi alle massime precipitazioni, pur non escludendo piccole variazioni dei massimi stessi.

Accettando tale principio diversi AA ritengono che il periodo di tempo minimo per un'esperienza attendibile sia di circa 35 anni.

Atri AA insistono sul fatto che un periodo trentacinquennale, se sussiste, si manifesta solo a grandi linee e che i massimi constatati possono differire in meno dei massimi effettivi relativi a periodi più lunghi, sicché considerando un gruppo di 70 o 100 anni si rilevano piogge massime più gravose, seppure non di molto rispetto a quelle constatate in 35 anni.

Giova rilevare infine che le curve sono state costruite riferendosi ad un unico centro di osservazione (Ceriana); è noto però che l'intensità delle piogge è differente quando si considerino punti diversi: poiché gli elementi della rete idraulica del torrente Armea servono ciascuno tutta una zona, occorrerebbe conoscere in primo luogo la legge di variazione dell'intensità delle piogge e, quindi, l'intensità ragguagliata di precipitazione nel bacino dell'Armea.

### **2.8.7 Interpretazione dei risultati - Portata di riferimento**

Pertanto, in definitiva, dalle osservazioni ed analisi effettuate emerge il quadro riassuntivo di cui alla seguente tabella (Tav. 2.8.7.1):

TAV. 2.8.7.1

Tr	CIMA	GIANDOTTI	CURVA INVILUPPO
30	270	10°cc 262	---
50	320	6°cc 320	---
100	400	3°cc 415	---
200	470	2°cc 510	---
500	560	1°cc 612	607

Il confronto dei valori di portata al colmo di piena, come sopra ottenuti, porta ad associare al valore di portata della Curva Inviluppo un tempo di ritorno ultra-cinquecentennale.

Tale confronto si rende necessario in quanto l'esperienza e l'osservazione delle serie storiche di precipitazione e portata nelle fasce estreme dell'area ligure inducono a ritenere sovrastimati i valori di portata di piena desumibili della Curva d'Inviluppo.

E' da rilevare che la precipitazione massima per la durata di 24 ore risulta essere pari a 262 mm, decisamente inferiore ai massimi per la stessa durata registrati un altre stazioni pluviometriche della Regione Liguria.

Basti pensare, a titolo di esempio, che il 7 Ottobre 1970 caddero sulla stazione di Bolzaneto, in Val Polcevera, 948 mm di pioggia in 24 ore.

Da un primo esame della Tav. 2.8.5.1, in cui si nota la differente quantità di pioggia tra questo evento e i maggiori nubifragi Liguri, si potrebbe quindi dedurre una scarsa predisposizione del bacino nei confronti di eventi alluvionali.

Evidentemente la conformazione orografica della zona in esame provoca caratteristiche climatologiche e pluviometriche differenti rispetto ad altri bacini analoghi della Regione Liguria.

E' da notare, però, che la predisposizione al dissesto del bacino idrografico in esame non dipende esclusivamente dal regime pluviometrico (e quindi dalle portate di piena con assegnato periodo di ritorno), ma evidentemente anche dalle condizioni dell'alveo: bruschi restringimenti, fenomeni di sovralluvionamento, erosioni localizzate possono mettere in crisi le sezioni di deflusso e provocare esondazioni anche con portate aventi periodo di ritorno relativamente modesto.

Tali peculiari caratteristiche pluviometriche, tuttavia, sconsigliano l'applicazione per questo bacino di metodologie di calcolo delle portate di piena messe a punto ed utilizzate in altri bacini idrografici della Regione (Curva Inviluppo Ing. Cati) e inducono ad utilizzare metodi in grado di tenere conto del regime pluviometrico e climatologico della zona.

L'esame comparativo dei valori delle portate al colmo di piena ottenuti mediante l'applicazione dei tre metodi sopra illustrati, fa rilevare quanto segue:

- la portata al colmo di piena relativa al 1° caso critico e al valore fornito dalla curva inviluppo corrisponde a un evento di piena con periodo di ritorno ultra- cinquecentennale;
- le portate al colmo di piena relative al 2° ed al 3° caso critico corrispondono, rispettivamente, a eventi di piena con periodo di ritorno pressochè duecentennale e centennale;
- la portata al colmo di piena relativa al 6° caso critico corrisponde a un evento di piena con periodo di ritorno cinquantennale;
- la portata al colmo di piena relativa al 10° caso critico corrisponde a un evento di piena con periodo di ritorno pressochè trentennale.

Dal complesso delle osservazioni effettuate si ritiene di prendere come riferimento, vista anche l'importanza del bacino per cui si elaborano i dati, la portata al colmo di piena a carattere duecentennale, come ottenuta col metodo CIMA:

$$\underline{Q_{\max (200)} = 470 \text{ mc/sec}}$$

### **2.8.8 Determinazione delle portate di piena in sezioni non considerate**

I risultati finali dello studio CIMA sono riportati in apposite tabelle. Per ogni bacino idrografico sono presenti un minimo di due tabelle, simili per struttura ma differenti nei contenuti:

a) nella prima tabella (tabella di tipo 1) sono elencate le portate "Q" (m<sup>3</sup>/s) al colmo di piena per diversi tempi di ritorno Tr ottenute alla foce e, quando forma e dimensione del bacino lo rendono necessario, in corrispondenza delle principali confluenze per i relativi sottobacini;

b) la seconda tabella (tabella di tipo 2) riporta i valori di una variabile "c" in funzione dei tempi di ritorno Tr, e costituisce lo strumento per la stima delle portate "Q" (m<sup>3</sup>/s) di piena in una qualunque sezione di chiusura, all'interno del reticolo idrografico del bacino, avente corrispondente area "A" (Km<sup>2</sup>), tramite l'espressione:

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

Le tabelle offrono la possibilità di determinare portate per periodi di ritorno intermedi a quelli indicati (interpolazione) o, viceversa, data una portata, di risalire al tempo di ritorno corrispondente.

È stato fissato in A=10 Km<sup>2</sup> il limite minimo della grandezza dell'area di chiusura per il quale lo studio CIMA è ritenuto valido.

Per bacini con superficie inferiore ai 10 Km<sup>2</sup> i valori tabulati rappresentano portate non prudenziali, ma che costituiscono comunque un termine di paragone (limite minimo, quindi) importante da confrontare con i risultati ottenuti mediante metodi convenzionali di valutazione delle portate.

Per la stima rapida di portate relative a piccoli bacini con superficie compresa fra 2 e 10 Km<sup>2</sup>, e, distintamente, minore di 2 Km<sup>2</sup>, il CIMA stesso consiglia un metodo classico opportunamente adattato al territorio ligure, il cui utilizzo è stato molto semplificato da adeguate tabelle numeriche. Nelle suddette tabelle i valori sono, infatti, funzione della latitudine del bacino e della sua tipologia.

La tabella 2.8.8.1 presenta le portate di piena valutate da CIMA alla foce del torrente in funzione del tempo di ritorno (tabella di tipo 1):

Tav. 2.8.8.1 – T. Armea alla foce - Portate di massima piena da CIMA

<b>Tr</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>500</b>
<b>Q (mc/s)</b>	<b>270</b>	<b>320</b>	<b>400</b>	<b>470</b>	<b>560</b>

La tabella di tipo 2 può essere preparata calcolando i coefficienti **c** partendo dai valori essenziali della tabella precedente utilizzando la formula seguente:

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

con A = area del bacino alla foce = 38 Km<sup>2</sup>.

Per calcolare le portate per aree di bacino  $10 < A < 38 \text{ km}^2$  sarà utilizzata la stessa formula in forma inversa:

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

inserendo per A il valore opportuno.

La tabella 2.8.8.2 presenta, infine, i valori di “ $K_T$ ” (fattore di frequenza delle portate) in funzione di  $T_r$  (che sono però invarianti rispetto alla scelta del bacino), per cui il valore della portata può essere calcolato anche secondo la seguente correlazione:

$$Q = K_T \cdot c(T_{INDICE}) \cdot A^{0.75}$$

in cui:

$c(T_{INDICE})$  = coefficiente in funzione di  $T_{INDICE}$  ( $T = 2.9$ )

Tav. 2.8.8.2 – Valori di  $K_T$  in funzione dei tempi di ritorno ( $T_r$ )

Tr	2	2.9	5	10	15	20	25	30	40	50
$K_T$	0.80	1.00	1.295	1.788	2.162	2.460	2.701	2.900	3.220	3.470
Tr	60	70	80	90	100	150	200	250	300	400
$K_T$	3.675	3.847	3.997	4.128	4.250	4.699	5.018	5.269	5.472	5.792
Tr	500									
$K_T$	6.038									

Interpolando linearmente i valori di questa tabella, si può valutare la portata per qualsiasi tempo di ritorno. Viceversa, data una portata Q e la corrispondente area A di chiusa, la correlazione permette di ottenere il corrispondente  $K_T$ , e dalla tabella si legge il valore del tempo di ritorno  $T_r$  corrispondente.

Per calcolare le portate per aree di bacino  $2 < A < 10 \text{ km}^2$  può essere utilizzata la correlazione illustrata nella relazione CIMA appositamente per i piccoli bacini al paragrafo 1.5 “Metodologia di stima della portata per assegnato tempo di ritorno” e riportata qui di seguito nella formula:

$$Q = K_T \cdot Q_{2.9}$$

in cui la portata  $Q_{2.9}$  riferita al tempo di ritorno  $Tr = 2.9$  anni si calcola con:

$$Q_{2.9} = 0.3 \cdot A \cdot C_F \alpha_{2.9}^{(4/3)} \cdot t_b^{(-0.48)}$$

Dove:

$$\alpha_{2.9} = 1.06 \cdot E[H_1]$$

con:  $E[H_1]$  = parametro di pioggia indice (tab.2.1-pg.30-rel.CIMA)  
che è funzione della longitudine del bacino.

$$t_b = 0.25 + 0.27 \cdot A^{0.5}$$

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

CN = coefficiente che descrive il tipo di territorio, secondo il metodo Soil Conservation Service "USDA".

Riguardo alla scelta delle classi che individuino il tipo di terreno, assegnando un coefficiente che rappresenti la capacità del suolo d'assorbire parte della precipitazione, è suggerito da CIMA che questa sia ristretta ad un insieme molto limitato, in grado di rappresentare le caratteristiche estreme per quattro diverse possibili classi in cui suddividere i bacini regionali. Il contenuto della tabella 1.6 in relazione CIMA "classificazione dei bacini regionali per la stima del valore di CN" è qui di seguito riportato.

Tipo A – Bacini di tipo residenziale, industriale o commerciale caratterizzati da un elevato grado d'urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili superiore al 60%. CN=92.

Tipo B – Bacini caratterizzati da un medio grado d'urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 30% e 60%. CN=87.

Tipo C – Bacini caratterizzati da un basso grado d'urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 5% e 30%. CN=75.

Tipo D – Bacini caratterizzati da estesa copertura arborea. Estensione delle aree impermeabili inferiore al 5%. CN=67.

Sempre per aree di bacino  $2 < A < 10 \text{ km}^2$ , alternativamente si può utilizzare lo stesso metodo in forma semplificata, così come proposto al paragrafo 6.7 della relazione CIMA "Applicazione semplificata del metodo" in cui la  $Q_{2.9}$  si esprime come:

$$Q_{2.9} = C_Q \cdot (0.25 + 0.27 A^{1/2})^{-0.48}$$

I valori appropriati del coefficiente di portata  $C_Q$  sono tabellati in funzione della longitudine del baricentro del bacino.

Per calcolare infine le portate per aree di bacino  $A < 2 \text{ km}^2$  può essere utilizzata la correlazione presentata nella relazione CIMA al paragrafo 1.8 "Applicazione del metodo in bacini aventi area minore di  $2 \text{ km}^2$ ", in cui la portata vale:

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

in cui i valori appropriati di  $U_{A=2}$  sono presentati in tabella 6.1 della relazione CIMA (sempre in funzione della longitudine).

### **2.8.9 Schema riassuntivo portate di piena di progetto**

Nella tabella seguente sono riportati per alcune sezioni notevoli (riferimento planimetria localizzazione delle sezioni in Allegati Idraulici) i valori di portata al colmo di piena per differenti tempi di ritorno.

PORTATE STIMATE ALLE SEZIONI DI CHIUSA – Torrente Armea									
sez. opera	A	TEMPO DI RITORNO (ANNI)							
n.	(Km <sup>2</sup> )	5	10	30	50	100	150	200	500
49	1.24	12.43	17.25	27.94	33.44	40.95	44.66	48.37	58.2
48	1.65	15.928	22.1	35.81	42.84	52.47	57.23	61.98	74.58
44	7.62	32.228	44.72	72.45	86.69	106.2	115.8	125.4	150.9
42	8.07	33.771	46.86	75.92	90.84	111.3	121.3	131.4	158.1
40	13.69	51.902	72.02	116.7	139.6	171	186.5	202	243
38	17.34	62.796	87.13	141.2	168.9	206.9	225.6	244.4	294
37	31.14	100.23	139.1	225.3	269.6	330.2	360.1	390	469.3
36	31.49	101.12	140.3	227.3	272	333.1	363.3	393.5	473.4
35	32.14	102.78	142.6	231.1	276.5	338.6	369.3	400	481.2
33	32.75	104.32	144.7	234.5	280.6	343.7	374.8	405.9	488.4
28	34.14	107.82	149.6	242.4	290	355.2	387.4	419.6	504.8
17	35.97	112.37	155.9	252.6	302.3	370.2	403.8	437.3	526.1
9	36.89	114.65	159.1	257.7	308.4	377.7	412	446.2	536.8
5	37.36	115.81	160.7	260.3	311.5	381.5	416.1	450.7	542.2
4	37.83	116.96	162.3	262.9	314.6	385.3	420.2	455.1	547.6
1	38.00	117.37	162.9	263.9	315.7	386.7	421.7	456.7	549.5
Rio Fonti foce	1.35	13.326	18.49	29.96	35.84	43.9	47.88	51.86	62.39

TAV. 2.8.9.1- Tabella riassuntiva delle portate (mc/sec)

Di seguito viene riportata la tabella di raffronto tra le opere presenti in alveo e il risultato delle verifiche idrauliche eseguite.

**TORRENTE ARMEA**

SEZ. OPERA	P O R T A T E			NOTE
	T =50	T =200	T =500	
34	Verificato	Verificato	Non verificato	
32	Non verificato	Non verificato	Non verificato	
27	Non verificato	Non verificato	Non verificato	
22	Verificato	Non verificato	Non verificato	
17	Non verificato	Non verificato	Non verificato	
14	Verificato	Non verificato	Non verificato	
12	Verificato	Non verificato	Non verificato	
11	Verificato	Non verificato	Non verificato	
10	Verificato	Non verificato	Non verificato	
5	Non verificato	Non verificato	Non verificato	
2	Verificato	Non verificato	Non verificato	
1	Verificato	Verificato	Verificato	

TAV. 2.8.9.2- Tabella di raffronto(Torrente Armea)

## RIO FONTI

FRATTO	SEZ. OPERA	P O R T A T E			NOTE
		T =50	T =200	T =500	
F O C E	4	Non verificato	Non verificato	Non verificato	
	3	<b>Verificato</b>	Non verificato	Non verificato	
	2.5	<b>Verificato</b>	<b>Verificato</b>	Non verificato	
	2	<b>Verificato</b>	Non verificato	Non verificato	
	1	Non verificato	Non verificato	Non verificato	
<b>TOMB.</b>	5	Non verificato	Non verificato	Non verificato	Sezioni e tombinatura Boeri-La Gemma
<b>BUSSANA VECCHIA</b>	14	Non verificato	Non verificato	Non verificato	
	9	Non verificato	Non verificato	Non verificato	
	7	Non verificato	Non verificato	Non verificato	
	6	<b>Verificato</b>	<b>Verificato</b>	<b>Verificato</b>	
<b>A.D.F.</b>		Non verificato	Non verificato	Non verificato	Autostrada dei Fiori

TAV. 2.8.9.3- Tabella di raffronto(Rio Fonti)

NB: nel caso in cui l'opera idraulica viene verificata idraulicamente ma senza adeguato franco di sicurezza, è stata considerata non verificata.