

AUTORITA' INTERREGIONALE DI BACINO MARECCHIA - CONCA

VARIANTE

**Integrazione e aggiornamento "Calanchi" – Integrazione e aggiornamento
"Fasce di territorio di pertinenza dei corsi d'acqua"**

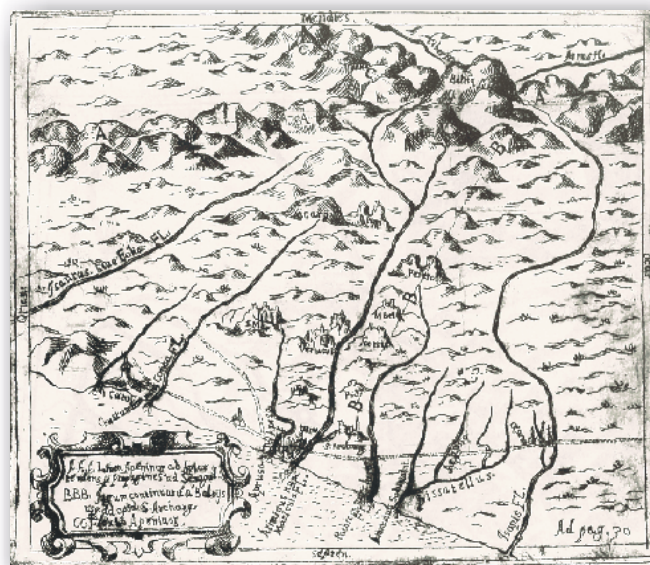
PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)

Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n°152

Legge 18 maggio 1989 n°183 - Legge 27 febbraio 2009 n°13

ADOTTATA DAL COMITATO ISTITUZIONALE CON DELIBERAZIONE N. 3 DEL 30.11.2011

RELAZIONE



La Presidente dell'Autorità
Interregionale
di Bacino Marecchia-Conca

Paola Gazzolo

Il Segretario Generale
dell'Autorità Interregionale
di Bacino Marecchia-Conca

Gianfranco Giovagnoli

Redazione Variante
a cura dell'Autorità Interregionale
di Bacino Marecchia – Conca

Segreteria Tecnico - Operativa

Novembre 2011

Variante P.A.I. 2011

La Variante è stata **elaborata dal Comitato Tecnico** dell'Autorità di Bacino Interregionale Marecchia-Conca e **redatta dalla Segreteria Tecnico-Operativa** della stessa Autorità con il coordinamento del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino.

L'aggiornamento della banca dati relativa ai temi trattati nella Variante deriva dai seguenti studi:

- “**ANALISI IDROLOGICA** *Torrenti Mazzocco, Senatello e San Marino*” redatto da Ing. **S. Torretta**, Ing. **M. Buffo** e Ing. **D. Persi**, per il **Consorzio Intecno-DHI** - Via Pomba, 23 - 10123 Torino;
- “**ANALISI IDRAULICA** *-Fiume Marecchia (da confluenza T. Senatello a Ponte Maria Maddalena) Torrenti Mazzocco, Senatello e San Marino*” redatto da Ing. **F. Rameni**, Ing. **M. Buffo** e Ing. **D. Persi**, per il **Consorzio Intecno-DHI** - Via Pomba, 23 - 10123 Torino
- “**AGGIORNAMENTO AREE CALANCHIVE**” redatto da Geol. **Tiziana D'Angeli**.

GRUPPO DI LAVORO

Segreteria Tecnico-Operativa dell'Autorità di Bacino Interregionale Marecchia-Conca:

Responsabile del Progetto di Variante:

Segretario Generale Arch. **Gianfranco Giovagnoli**

Redazione Variante:

Geol. **Luca Marcone**

Ing. **Mauro Mastellari**

Supporto tecnico-amministrativo:

Dott.ssa **Fabia Tordi** - Amministrazione

Si ringrazia per le basi raster ctr e ortofoto e per i fotogrammi aerei:

Regione Emilia-Romagna – Archivio Cartografico;

Regione Marche - Servizio Informazioni Territoriali;

Regione Toscana – Servizio Geografico Regionale;

Provincia di Rimini – Servizio Situa

Provincia di Arezzo – Area Gestione e Sicurezza del Territorio e della Mobilità

Si ringrazia inoltre per la collaborazione:

Regione Emilia-Romagna - Servizio Difesa del Suolo, della Costa e Bonifica;

Regione Emilia-Romagna - Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli;

Regione Emilia- Romagna – Servizio Tecnico dei Bacini Conca e Marecchia;

Regione Marche - Servizio LL.PP. Ufficio Difesa del Suolo

Regione Marche - Autorità di Bacini Regionali

Regione Toscana - Dipartimento delle Politiche Territoriali ed Ambientali;

Provincia di Rimini - Servizio Pianificazione Territoriale;

Provincia Pesaro-Urbino – Area Urbanistica, Territorio, Ambiente Agricoltura;

Provincia di Arezzo - Servizio Tutela dell'Ambiente;

Provincia di Forlì - Servizio Pianificazione Territoriale;

Comunità Montana dell'Appennino Cesenate;

Comunità Montana della Valmarecchia;

Comunità Montana dell'Alta Valmarecchia;

Comunità Montana Montefeltro;

Comunità Montana Valtiberina;

Consorzio di Bonifica di Rimini;

Gli Uffici Tecnici di tutti i Comuni ricompresi nel territorio dell'Autorità di Bacino.

INDICE

1.	QUADRO DI RIFERIMENTO E MODALITÀ DI FORMAZIONE DELLA VARIANTE AL PIANO STRALCIO DI BACINO.....	1
2.	IL PROGETTO DI VARIANTE AL PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO.....	4
3.	AGGIORNAMENTO DEL TEMA DEI "CALANCHI".....	5
3.1	Premessa.....	5
3.2	Inquadramento geologico regionale.....	5
3.3	Definizioni, criteri classificativi, metodologia.....	12
3.4	Fattori delle morfogenesi.....	14
3.4	Esempi di revisione.....	15
4.	ASSETTO IDRAULICO DEL TORRENTE CONCA, DEL FIUME MARECCHIA, DEL TORRENTE SAN MARINO, DEL TORRENTE MAZZOCCO E DEL TORRENTE SENATELLO.....	24
4.1	Idrologia di piena.....	24
4.2	Rilievi morfologici disponibili e modellistica.....	25
4.3	Pericolosità idraulica e perimetrazione delle aree a diversa pericolosità di inondazione.....	27
4.4	Analisi del rischio idraulico.....	28
4.5	Mitigazione del rischio idraulico e piano degli interventi.....	30
4.6	Interventi non strutturali – fasce fluviali.....	31
4.7	Interventi strutturali, linee generali di azione e fabbisogno finanziario di massima.....	32
5.	ELABORATI.....	35
	ALLEGATO AL PROGETTO DI VARIANTE DEL PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO.....	36

1. QUADRO DI RIFERIMENTO E MODALITÀ DI FORMAZIONE DELLA VARIANTE AL PIANO STRALCIO DI BACINO

La “Variante” in oggetto costituisce Variante al “Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico” adottato dal Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino con deliberazione n°2 del 30 marzo 2004 ed approvato dalla Regione Emilia-Romagna con deliberazione della Giunta Regionale n°1703 del 6 settembre 2004, dalla Regione Marche con deliberazione del Consiglio Regionale n°139 del 14 luglio 2004, dalla Regione Toscana con deliberazione del consiglio regionale n°115 del 21 settembre 2004

Il P.A.I. suindicato è stato successivamente modificato e integrato con deliberazioni:

- n°11 del 15 dicembre 2004 con la quale il Comitato Istituzionale ha adottato il “Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico – Integrazione Fasce di territorio di pertinenza dei corsi d’acqua ad alta vulnerabilità idrologica”;
- n°12 del 15 dicembre 2004 con la quale il Comitato Istituzionale ha adottato il “Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico – Integrazione Assetto idraulico Torrente Uso”, approvato dalla Regione Emilia-Romagna con deliberazione della Giunta Regionale n. 232 del 14/02/2005;
- n°6 del 7 dicembre 2005 con la quale il Comitato Istituzionale ha adottato l’“Aggiornamento al Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico dei bacini dei fiumi Marecchia e Conca – P.A.I.” (comma 2, art. 6 delle Norme P.A.I.);
- n°2 del 30 novembre 2006, con la quale questo Comitato Istituzionale ha adottato la “Variante al Piano Stralcio di Bacino per l’assetto Idrogeologico del Bacino dei Fiumi Marecchia e Conca”:
 - a) Rio Melo: aggiornamento fasce di territorio di pertinenza dei corsi d’acqua nel tratto tra l’attraversamento della S.S. n°16 e la foce - Comune di Riccione (RN);
 - b) Torrente Uso: integrazione Fasce di territorio di pertinenza dei corsi tra loc. Pietra dell’Uso e l’immissione del Fosso Rubiano - Comune di Sogliano al Rubicone (FC);
 - c) Integrazione aree in dissesto a rischio molto elevato ed elevato: loc. Mercato in Comune di Casteldelci (PU), loc. Ugrigno in Comune di Sant’Agata Feltria (PU), loc. Boscara in Comune di Maiolo (PU);
- n° 2 del 11 dicembre 2007 con la quale il Comitato Istituzionale ha adottato l’“Aggiornamento al Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico dei bacini dei fiumi Marecchia e Conca – P.A.I.” (comma 2, art. 6 delle Norme P.A.I.);
- n° 2 del 17 dicembre 2008 con la quale il Comitato Istituzionale ha adottato la “Variante al Piano Stralcio di Bacino per l’assetto Idrogeologico del Bacino dei Fiumi Marecchia e Conca”:
 - a) Modifica e integrazione Tavv. 1.1,...,1.6 - Inventario dei Dissesti – scala 1:25.000 e Tavv. 4.1,...,4.6 – Quadro Generale del Piano Stralcio per L’Assetto Idrogeologico –scala 1:25000-;
 - b) Modifica Perimetrazione di “Area di pericolosità elevata per possibile evoluzione del dissesto o per possibile riattivazione di frane quiescenti - art. 16”, in loc. Franzolini Comune di Torriana (RN), contenuta nella Tav.4.2 del P.A.I.;
- n° 3 del 17 dicembre 2008 con la quale il Comitato Istituzionale ha approvato la “Modifica e aggiornamento della Perimetrazione di area a rischio idrogeologico molto elevato, in loc.à Capoluogo del Comune di Montescudo (RN), di cui alla scheda n°31 dell’Allegato 2 del Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico”.

La “*Variante al Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico*” è relativo a:

- 1) aggiornamento del tema dei *Calanchi* (rif. art. 14 delle Norme di Piano del P.A.I.) relativamente all’intero territorio dell’Autorità di Bacino;
- 2) aggiornamento e completamento dell’assetto idraulico del **Torrente Conca** nel tratto dall’invaso artificiale di San Giovanni in Maruignano (RN) al ponte nell’abitato di Montecerignone (PU);
- 3) aggiornamento e completamento dell’assetto idraulico del **Fiume Marecchia** nel tratto corrispondente all’alveo storico nell’abitato di Rimini e nel tratto da Ponte Santa Maria Maddalena (PU) alla confluenza del Torrente Senatello;
- 4) assetto idraulico del **Torrente San Marino** nel tratto dalla confluenza nel Fiume Marecchia al confine di Stato con la Repubblica di San Marino;
- 5) assetto idraulico del **Torrente Mazzocco** nel tratto dalla confluenza nel Fiume Marecchia al ponte in loc. Molino del Conte in Comune di San Leo (PU);
- 6) assetto idraulico del **Torrente Senatello** nel tratto dalla confluenza nel Fiume Marecchia al al ponte in loc. Molino di Schigno in Comune di Casteldelci (PU);

La “*Variante al Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico*” è predisposta secondo i contenuti e le modalità di formazione del Piano di Bacino indicati dall’art. 17 comma 6-ter della Legge 18 maggio 1989 n°183 e dalla Legge 3 agosto 1998 n°267 e s.m.i., in ragione del Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n°152, recante Norme in Materia Ambientale, e il successivo Decreto Legislativo 8 novembre 2006 n°284. Infatti l’art. 170, comma 1 del D. Lgs. 152/2006 regola la fase transitoria stabilendo che, limitatamente alle procedure di adozione e approvazione dei piani di bacino, continuano ad applicarsi le procedure previste alla L. 183/1989 e s.m.i., fino all’entrata in vigore della parte seconda del decreto medesimo.

Pertanto, sulla base dell’Art.18 comma 6-ter della L.183/89, “I piani di bacino idrografico” possono essere redatti ed approvati anche per sottobacini o **per stralci relativi a settori funzionali** che in ogni caso devono costituire fasi sequenziali e interrelate e garantire la considerazione sistemica del territorio“.

La formazione della “*Variante al Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico*” ed i relativi adempimenti previsti sono articolati nelle seguenti fasi:

1. Il Comitato Istituzionale, tenuto conto dei pareri delle Regioni Emilia-Romagna Marche e Toscana sulle osservazioni e sul Progetto di Piano, **adotta** la “*Variante al Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico*” e trasmette gli atti alle Regioni per la definitiva approvazione;
2. Le Regioni Emilia-Romagna Marche e Toscana **approvano** la “*Variante al Piano Stralcio di bacino per l’Assetto Idrogeologico*”, secondo le procedure stabilite dal proprio Statuto. Della avvenuta approvazione del Piano é data notizia nei Bollettini Ufficiali delle stesse Regioni;
3. La “*Variante al Piano Stralcio di bacino per l’Assetto Idrogeologico*” così approvata diviene **vigente** dalla data di pubblicazione sul BUR dell’atto di approvazione delle Regioni Emilia-Romagna Marche e Toscana.

2. LA VARIANTE AL PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

I contenuti della Variante del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico seguono i caratteri del piano di bacino quale “*strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo*” e sono schematicamente riassumibili nella:

- individuazione della **pericolosità connessa ai dissesti di versante** per la presenza di aree calanchive, rapportate alle caratteristiche morfo-evolutive delle stesse ed all'uso del suolo (*aspetti conoscitivi*);
- individuazione della **pericolosità idraulica** nelle aree inondabili per eventi di piena con tempi di ritorno fino a 200 anni e per eventuali fenomeni erosivi e/o di dissesto indotti (*aspetti conoscitivi*);
- individuazione delle **situazioni di rischio**, dovute alla presenza di infrastrutture o manufatti su parti di territorio caratterizzate da pericolosità idraulica (*aspetti conoscitivi*);
- definizione di **strategie di gestione del territorio finalizzate alla riduzione della pericolosità** con misure orientate nella direzione di conoscere e di “consentire” i processi delle dinamiche naturali (esondazioni e mobilità degli alvei dei corsi d'acqua; dinamiche evolutive dei versanti), limitando gli interventi di artificializzazione che impediscono la piena funzionalità dei diversi ambiti territoriali (aree “naturalmente” di pertinenza dei corsi d'acqua da riservare alle funzioni idrauliche; non intervenire con opere strutturali ma attraverso una corretta gestione agroforestale, specifica per le diverse situazioni, sulle aree in dissesti idrogeologico che non comportano rischi). La territorializzazione di questi processi e delle aree da questi interessate, comporta l'individuazione delle parti di territorio delegate alla conservazione delle risorse (ambientali e paesaggistiche), all'interno delle quali valutare attentamente quali attività o interventi antropici siano compatibili (*aspetto normativo*);
- individuazione delle **politiche per la riduzione del rischio** attraverso la specificazione delle attività antropiche compatibili con lo stato di pericolosità e, dove necessario, di interventi strutturali (*aspetto tecnico operativo*);

3 AGGIORNAMENTO DEL TEMA DEI “CALANCHI”

3.1 Premessa

Lo studio costituisce una proposta di revisione dell’inventario delle aree calanchive perimetrate nelle Tav. 3-1, 3-2, 3-3 del P.A.I.

Tale revisione risulta connessa all’evoluzione dei processi morfogenetici, all’antropizzazione del territorio, alla maggior definizione delle cartografie topografiche di riferimento recentemente disponibili.

Dal punto di vista operativo lo studio si è sviluppato nelle seguenti fasi:

- individuazione e acquisizione dei dati bibliografici e cartografici esistenti;
- definizione e classificazione degli elementi geomorfologici oggetto di studio;
- individuazione delle aree calanchive tramite interpretazione stereoscopica e controlli in sito;
- verifica dell’attività di cui al punto precedente visionando le immagini satellitari disponibili on-line.
- mappatura dei dati tramite GIS con sovrapposizione delle cartografie e delle ortofoto disponibili;

I fotogrammi utilizzati per l’interpretazione stereoscopica sono:

- per la provincia di Rimini il Volo Azimut 2000 scala media 1:13000. In parte questo volo ha copertura stereoscopica parziale sull’area di bacino in provincia di Forlì-Cesena;
- per la provincia di Pesaro-Urbino il Volo Rossi 1999-2000 scala media 1:20000. Questo volo ha parziale copertura stereoscopica sull’area di bacino in provincia di Arezzo.

3.2 Inquadramento geologico regionale

Sono presenti due domini strutturali, comprendenti successioni distinte, una di genesi autoctona e l’altra alloctona.

Il dominio Umbro-Marchigiano–Romagnolo o **serie autoctona**, (Fogli 108 e 109 della Carta Geologica d’Italia) è costituita da formazioni marine di litologia arenacea e argillo-marnosa, di età compresa tra il Miocene e il Pliocene. Nella serie autoctona è intercalata, a livello del Pliocene inferiore, una coltre costituita da terreni di provenienza “ligure” o **successione alloctona**, nota come “**Gruppo della Val Marecchia**”. Questa è costituita da un accorpamento disordinato di unità formate da argilliti caotiche (“Liguridi”) e, ad esse sovrapposte, da marne, arenarie, argille e calcari (“Unità epiliguri”) di età compresa tra l’Eocene e il Messiniano.

Lo stile tettonico dell’area di studio è caratterizzato da una serie di pieghe parallele, ossia di larghe sinclinali separate da strette anticlinali, con vergenza Adriatica, disposte a formare un ampio arco che dalla Pianura Padana si sviluppa verso SE sino all’altezza del fiume Esino (Arco Nord-Marchigiano) (Elmi *et alii*, 1991). Le unità della Serie autoctona si presentano con un grado ridotto di deformazione, anche se non mancano strati in giacitura subverticale. Le unità della Successione alloctona sono invece molto

più deformate, con influenze evidenti sulle caratteristiche geomorfologiche (franosità, erodibilità) e idrogeologiche (tipo e grado di permeabilità).

Successione Umbro-Marchigiano-Romagnola

Formazione del Bisciario (bi)

Marne calcaree e calcari marnosi compatti, talora con silicizzazioni diffuse, discretamente stratificate, di colore biancastro passanti lateralmente e verso l'alto alla formazione dello Schiler. Lo spessore non raggiunge i 100 metri. Stratigraficamente ricade entro la cenozona a *Globigerinoides trilobus* (Reuss) (Aquitaniense), ma localmente sembra includere anche parte del Langhiano, per la presenza di *Globorotalia mayeri*. Cushman Ellis

(Aquitaniense – Langhiano)

Formazione dello Schiler (SCH)

Marne e marne calcaree, con contenuto in CaCO₃ decrescente verso l'alto, parallelamente a una variazione di colore dal bianco al grigio. Passa lateralmente e verso il basso alla formazione del Bisciario, lateralmente e verso l'alto alla facies Umbro-Marchigiana. Stratigraficamente abbraccia l'intervallo dal Langhiano al Tortonian (dalla zona a *Globigerinoides bisphinctis* Todd fino alla zona a *Globorotalia menardii* (d'Orb.)). Localmente ha dato solo microfossili, ma altrove presenta anche sporadiche macrofaune con molluschi di tipo profondo (Pteropodi, *Pseudoantiusium*, *Attiva aturi* (Bast.), ecc).

(Langhiano - Tortonian)

Tripoli e Marne tripolacee (TRP)

Argille marnose e marne siltose grigio-verdi o bluastre, bituminose, o beige, laminate con arenarie fini poco cementate, micacee, fittamente laminate. Sono frequenti livelli decimetrici di diatomeiti bianche, siltose, in lamine fini con resti di pesci.

Sono presenti strati molto spessi di arenarie, gradate, micacee, con base erosiva, cementazione differenziale, con resti di vegetali, passanti a marne siltose chiare (TRPa). Hanno potenza maggiore di 350 m. Presentano limite inferiore stratigrafico sulle formazioni dei Ghioli di letto, Marnoso Arenacea e dello Schiler.

(Messiniano inferiore)

Formazione gessoso-solfifera (GES)

Verso l'alto le marne della formazione Ghioli di letto, non affioranti nell'area interessata, diventano bituminose, sottilmente stratificate, e talora contengono intercalazioni di tripoli. Generalmente i tripoli sono sostituiti da un certo spessore, limitato, in cui si intercalano marne e calcari marnosi senza fossili, quindi seguono i gessi, sempre del tipo microcristallino, bene stratificati ("balatini"), in banchi di vario spessore alternati con altri di marne plumbee, che prendono il nome di partimenti. Un certo spessore di marne di questo tipo chiude di solito la serie.

Fossili: i Tripoli quando presenti contengono radiolari, diatomee ed avanzi di vertebrati (pesci). Le marne tripolacee sono spesso ricche di Pteropodi. I «partimenti» sono di solito sterili, ma eccezionalmente possono contenere microfaune oligotrofiche con esemplari distrofici (*Bolimina*, *Bolivina*).

La mineralizzazione in solfo si riscontra di solito nei calcari dolomitici e nei più bassi banchi di gesso, con solfo secondario, cristallino; negli strati più alti di gesso si

incontrano talora noduli di solfo primario, amorfo (solfo saponaceo). Lo solfo diffuso generalmente colora i gessi in rosa o in violaceo.

(Messiniano medio)

Olistoliti e olistostromi della formazione Gessoso-Solfifera (ge)

A varie altezze della formazione sono presenti due orizzonti di frane sottomarine sia intraformazionali (slump) che extraformazionali (olistoliti ed olistostromi), e arenarie risedimentate (Arenarie di Sant'Agata Feltria) in lenti che aumentano di frequenza e spessore nelle aree di affioramento dei Ghioli sottostanti la Coltre. Gli slump indicano sempre la direzione di scivolamento appenninica, gli olistoliti sono formati da blocchi fratturati, generalmente discordanti rispetto alle peliti sottostanti, di spessore variabile da qualche metro a 40-50 m. Sono costituiti da calcari o più frequentemente da litotipi delle Epiliguri (arenarie, calcari massicci, calcari marnosi). Gli olistostromi nella maggior parte dei casi si sono messi in posto come frane in blocco e sono costituiti dalle argille appartenenti alle Argille Varicolori.

Formazione di Tetto (GHT)

Torbiditi marnoso arenacee sottili costituite da marne e marne argillose grigie, nocciola o nere, spesso fittamente laminate, in strati da medi a molto sottili, più raramente spessi, con sottili intercalazioni lenticolari siltose e arenacee fini. A/P variabile fra 1/5 e 1/3

Limite inferiore netto e discordante o paraconcordante sulle formazioni Gessoso Solfifera e Marnoso Arenacea. La potenza affiorante va da 10 a 250 m.

(Messiniano medio - superiore)

Formazione di San Donato (SDN)

Torbiditi pelitico - arenacee in strati da sottili a spessi, molto simili agli intervalli arenaceo - pelitici di FCO; sono presenti orizzonti risedimentati con clasti di evaporiti messiniane (gessi, calcari e peliti bituminose). In contatto netto su Tripoli e Marne tripolacee.

(Messiniano medio – superiore)

Formazione a Colombacci (FCO)

Si tratta di una serie costituita in basso da argille marnose e da marne di colore variabile dal biancastro, al grigio, al bruno, al verdino, molto sottilmente zonate, senza fossili, sostituite in alto da argille verdastre più o meno sabbiose con intercalazioni di banchi di calcare di deposito chimico (“colombacci”), ed una fauna talora abbondante tipica di ambiente sottosalato (Molluschi: *Melanopsis*, *Melanatria*, *Neritina*, *Parmacella*, *Dreissena*; Ostracodi: *Cyprideis pannonica pannonica* (Mehes), *Thyrrenocythere* sp.).

Nella parte bassa della serie, si riscontrano intercalazioni lentiformi di un conglomerato a ciottoli di medie dimensioni, prevalentemente arenacei, e cemento gessoso, e di un calcare brecciato, selcifero, nero. Nella parte alta della serie sono frequenti intercalazioni anche potenti di molasse e di conglomerati a ciottoli improntati, rossastri in superficie: i ciottoli sono costituiti prevalentemente di calcari o altre rocce provenienti dai complessi tosco-emiliani.

La formazione a colombacci, ampiamente diffusa nella Romagna e nelle Marche, indica che le originarie condizioni evaporitiche, durante le quali si depositò la Formazione gessoso-solfifera, si modificarono successivamente in condizioni oligoaline, simili a quelle dei mari-lago della Paratetide.

(Messiniano superiore)

Litofacies arenacea (FCOa)

Alternanza arenaceo-marnosa (A/P da 2/1 a 10/1). Arenarie grigie medie e grossolane,

con fitta laminazione piano-parallela, ondulata e incrociata, in strati medi, più raramente sottili o spessi, di colore grigio, alterate in giallo o marrone. Marne e siltiti grigie in strati sottili e molto sottili, raramente medi. Formano corpi lenticolari di 2-40 m distribuiti ad altezze diverse entro FCO.

Argille azzurre (FAA)

Peliti grigio-azzurre con sporadiche intercalazioni di arenarie giallastre in strati sottili e medi. Le Argille Azzurre successive al sovrascorrimento della Coltre, contengono a varie altezze, potenti corpi arenacei-conglomeratici di delta-conoide indicati come Arenarie di Monte Perticara.

(Pliocene Inferiore)

Membro delle arenarie di Borello (FAA3)

Alternanza di arenarie e peliti, di origine torbiditica, con rapporto A/P e spessore medio degli strati molto variabili, per cui sono state distinte tre litofacies: pelitico-arenacea, arenacea, arenaceo-pelitica (FAA2ap). Solo quest'ultima è stata distinta e cartografata nel bacino del Conca. Sono presenti altre litofacies costituite da depositi di frane sottomarine extraformazionali, arenarie organogene e conglomerati. La potenza massima affiorante è di circa 1000 m. Alla base presenta parziale eteropia con FAA.

(Pliocene inferiore tra la zona a *G. puncticulata* e la zona a *G. bononiensis*).

Litofacies arenacea - pelitica (FAA2ap)

Alternanze di argille sabbiose grigie, localmente marnose, fortemente fossilifere, biancastre all'alterazione, e arenarie silicoclastiche grigio-giallastre in livelli sottili e medi, poco cementate, con A/P variabile da 1/2 a 2; talora arenarie prevalenti in strati da spessi a molto spessi, mal definiti, a laminazione inclinata e con livelli di tritume conchigliare; sono presenti livelli siltosi; le arenarie, solitamente poco cementate presentano nuclei a maggiore cementazione (cogoli).

Membro di Montecalvo in Foglia (FAA8)

Alternanze di potenti livelli a prevalenza arenacea ed a prevalenza pelitico-argillosa. Su questa base la formazione è suddivisa in tre litofacies.

(Pliocene inferiore - superiore)

Litofacies arenacea (FAA8a)

Arenarie giallastre a laminazione prevalentemente piano-parallela con intercalazioni pelitiche e, localmente, livelli decimetrici di conglomerati.

Litofacies pelitico - arenacea (FAA8pa)

Peliti siltose e argille di colore grigio-azzurro con alternanze centimetriche di sabbie ed arenarie. Sono presenti livelli di tritume conchigliare.

Litofacies pelitica (FAA8p)

Argille grigio azzurre a stratificazione male evidente e rapporto A/P < 1:10.

Coltre della Val Marecchia

La coltre è costituita da terreni alloctoni di età compresa tra il Cretaceo inf. e il Pliocene inf. del Dominio Ligure, Subligure ed Epiligure.

Nella zona di interesse la Coltre è sovrascorsa sui terreni della Successione Umbro-Marchigiano-Romagnola in tre momenti distinti progressivamente più recenti procedendo da SW verso NE. Nel primo caso sovrascorrono le Marne di Vergherete, nel secondo le peliti di Ghioli di letto, nel terzo le Argille Azzurre del Pliocene inf.. In tutti e tre i casi il sovrascorrimento è preceduto da episodi gravitativi caratterizzati da frane

sottomarine sia intraformazionali che extraformazionali costituite da depositi liguri e/o epiliguri.

Unità Liguri

Argille Varicolori (AVV)

Argille e argilliti policrome con colori che vanno dal nero al grigio-chiaro, rosso, verde, vinaccia, al rosato e al bluastro, in modo del tutto subordinato compaiono spezzoni di strati (da sottili a medi) costituiti da calcareniti, arenarie calcaree risedimentate e siltiti nocciola e più sporadicamente da calcilutiti verdine, calcari micritici e calcari marnosi. Si tratta di un'unità molto deformata, nella quale la stratificazione è raramente conservata. Molto raramente sono presenti blocchi costituiti da breccie ofiolitiche, come vicino a Serra di Maiolo; con una certa frequenza compaiono intercalazioni di varie dimensioni composte da marne scheggiose grigio-chiare che forniscono abbondanti microfaune e nanofossili indicanti l'età, spesso associate a marne argillose nere riconducibili secondo alcuni autori agli episodi anossici che hanno interessato a scala globale il Cretaceo.

(Cretaceo inferiore – Eocene Inferiore)

Formazione di Sillano (SIL)

La formazione torbiditica è suddivisa in tre litofacies: a) alternanze di peliti grigio-nocciola, talvolta rossastre con subordinati calcari chiari verde oliva e arenarie calcaree grigie in strati da medi a spessi; b) alternanze di marne nocciola, marne calcaree rosate e rossastre, calcari grigi in strati da spessi a molto spessi; c) alternanze di marne argillose e argilliti rosse e verdastre più raramente grigio nocciola e subordinate calcilutiti verdi e calcareniti in strati da medi a sottili.

I rapporti tra i vari litotipi sono di difficile riconoscimento date le estese coperture e i frequenti contatti tettonici.

L'attribuzione cronologica è basata sul rinvenimento di microfossili cretacei (*Globigerinelle*, *Heterohelix*, *Globotuncana tricarinata* Quereau) e sul fatto che l'unità è seguita verso l'alto in continuità dall'alberese eocenico. Tuttavia non si esclude che il passaggio Sillano-Alberese corrisponde quasi esattamente al limite Cretaceo-Terziario.

(Cretaceo superiore – Eocene inferiore)

Formazione dell'Alberese (al)

Alternanza di calcari marnosi bianchi, compatti, a frattura concoide e calcari marnosi granulosi giallastri. Subordinate arenarie calcarifere, argilliti grigie e rare breccie nummulitiche. Sono assimilate anche marne calcaree rosate con foraminiferi dell'Eocene inferiore, talora intercalate all'alberese tipico. Lo spessore della formazione è notevole, valutabile sugli 800 metri.

I fossili vi sono rappresentati da numerosi problematici (*Fucoidi*, *Zoophycos*, ecc.), e da frequenti microforaminiferi (*Globorotalia aragomnsis* Nuttal, *G. cf. velascoensis* (Cush.), *G. cf. unguolata* (White), *Radiolari*, ecc), oltre alle Nummuliti e alle Orbitoidi presenti nelle breccie, in parte rimaneggiati.

Le breccie hanno dimensioni dei granuli variabili da 0,30 a 0,5 mm per la parte maggiore, salvo a raggiungere in qualche caso i 2 mm. La pasta intergranulare è in genere micrite. Talvolta si hanno zone epigenizzate da selce bruna, preferibilmente in coincidenza delle breccie. Talora entro l'alberese si riscontrano intercalazioni di breccie, breccie ed arenarie poligeniche gradate a forte componente ofiolitica,

intercalate in livelli di spessore variabile (fino a 30-50 metri), che a loro volta possono contenere serpentine con intercalazioni di gabbro, sotto forma di grossi massi inclusi nel complesso clastico.

(Eocene inferiore)

Formazione di Monte Morello (MLL)

Torbiditi calcareo-marnose costituite da alternanze di calcari marnosi grigio-biancastri in strati da medi a molto spessi, calcareniti brune e marne argillose nocciola; nella parte inferiore compaiono marne rosate e calcari marnosi rosati intercalati ad argilliti brune policrome. La base della formazione (sinonimo di Alberese) si presenta fortemente eterogenea; la formazione chiude, in Val Marecchia, la sedimentazione ligure.

(Eocene inferiore - medio)

Formazione di Monte Morello. Litofacies delle Marne Rosate

Marne calcaree rosate risedimentate (40-50 cm) intercalate a marne argillose brune (50-60 cm) e ad argilliti nere e talora a sottili livelli selciferi.

Successione Epiligure

Formazione di San Marino (MLL)

Serie di calciruditi e calcareniti, con una più o meno rilevante frazione biogena specialmente nella parte inferiore, trasgressiva su uno qualsiasi dei termini più antichi dei Complessi Tosco-Emiliani, di preferenza sul caotico, sull'alberese, sulla formazione di Campaolo. La trasgressione è di regola segnata da evidente breccia basale.

La parte inferiore della formazione si presenta in banchi molto grossolani, ricchi di grosse colonie nodulari di Briozoi, di colore bianco o verdastro, mentre la parte superiore è più distintamente arenacea, spesso decisamente verde per l'abbondanza di glauconite o di granuli di minerali verdi, straterellata. Talora la formazione alterna molto nettamente con le marne.

Oltre ai macroforaminiferi riconoscibili sulle sezioni sottili (*Miogypsina*, *Amphystegina*), la formazione è ricca di resti di molluschi, echinidi, pesci (denti). Fra le specie più comuni si possono rammentare: *Cidaris avenionensis* Desm., *Psammechinus manzonii* Nelli, *Clypeaster cappellinii* Nelli, *Scutella airaghii* Nelli, *Pliolampas titanensis* Nelli, *Linthia lorioli* Airaghi, *Schizaster sciliae* Ag., *Pericosmus pedemontanus* De Aless., *Spatangus manzonii* Sim., *Terebratula costae* Seg., *Cassis mamillaris* Grat., *C. miolaevigata* Sacco, *Pecten northamptoni* Micht., ecc.

La facies litologica, e alcuni dei fossili più vistosi, incoraggiarono i vecchi Aa, a vedere in questa formazione addirittura un deposito "di scogliera". Al contrario, a parte i livelli strettamente basali, trasgressivi, la formazione è da ritenersi depositata a una certa profondità, sia per i passaggi laterali alle marne a foraminiferi planctonici tipo Schlier, sia per la presenza di fossili dal significato batimetrico preciso, quali i numerosi articoli di *Isidella* indicativi di un mare profondo oltre 300 metri.

La formazione si presenta come blocchi sparsi in tutto l'ambito occupato dai Complessi Tosco-Emiliani, blocchi le cui dimensioni variano da quelle di una montagna a quelle di un sasso.

(Langhiano-Serravalliano)

Formazione di Acquaviva (AQV)

Conglomerati a ciottoli prevalentemente di alberese, passanti lateralmente e verso l'alto a molasse e sabbie gialle, spesso presentanti alla base intercalazioni di argille più o

meno sabbiose talora con lenti di lignite picea. La formazione è trasgressiva sulla formazione di San Marino, sulle Calcareniti verdastre e sulle arenarie di Montebello, e passa lateralmente e verso l'alto alle argille di Casa ai Gessi.

I livelli inferiori, lignitiferi, contengono talora una fauna salmastra con Potamidini, pochi Foraminiferi (*Ammonia* cf. *beccarii* (L.)) e Ostracodi (*Cyprideis ruggierii* Decima). Il conglomerato presenta talora lenti di argille verdi, ed è del tutto privo di fossili. Le molasse presentano lenti fossilifere con *Cardita jouanneti laeviplana* Dep. e *Ancilla glandiformis* (Lmk.). In coincidenza dei più alti livelli fossiliferi si trovano interessanti microfaune con alveoline [*Nealveolina melo* (d'Orb.), *N. rotella* (d'Orb.)] e Dentritine.

La porzione superiore della formazione di Acquaviva in facies molassica è eteropica della parte inferiore della successiva formazione delle Argille di Casa ai Gessi. La formazione di Acquaviva è specialmente tortoniana ma superiormente deborda nel Messiniano.

(Tortoniano superiore)

Argille di Casa ai Gessi (CGE)

Argille siltose color grigio chiaro, generalmente fossilifere. Lateralmente e verso il basso passano alle molasse della formazione di Acquaviva; verso l'alto, nella località tipo, si fanno leggermente tripolacee, per la presenza di veli o straterelli di tripoli.

Nella località tipo lo spessore della formazione è sui 150 m. Le caratteristiche delle malacofaune, presenti negli strati del Messiniano, sono già spiccate rispetto a quelle tortoniane. Per questo per il Messiniano inferiore si può usare anche il termine "Saheliano", proposto nello scorso secolo da Pomel per orizzonti con faune consimili dell'Algeria.

(Messiniano inferiore)

Evaporiti (EVA)

Sono distinte in due membri: A) gesso biancastro microcristallino nodulare in banchi con sottili intercalazioni di peliti scure; B) gesso selenitico macrocristallino incolore o grigio-giallastro in grossi banchi con sottili intercalazioni argillose o sabbiose di colore scuro.

Il primo membro è caratteristico di un ambiente di deposizione corrispondente alla sabkha, con deposizione delle peliti scure durante i periodi umidi. Il secondo è confrontabile alla facies della Vena del Gesso ed indica un ambiente di sedimentazione intertidale evaporitico.

(Messiniano medio)

Formazione di Casa Monte Sabatino (ms)

Arenarie poco cementate, con sottili interstrati argillosi e marnosi bruni. Alla base è costituita da conglomerati potenti fino ad oltre 8-10 m, talvolta ben cementati, con clasti prevalentemente calcarei, ben arrotondati, di dimensioni variabili da pochi centimetri fino a 50-60 cm, con scarsa matrice sabbiosa. I clasti sono costituiti da litotipi appartenenti alle varie formazioni della coltre ed in misura minore (10%) sono di derivazione "autoctona". Verso l'alto e lateralmente i conglomerati passano ad arenarie gialle a grana media in strati dello spessore di 25-30 cm, con frequente laminazione incrociata a basso angolo. Intercalati alle arenarie vi sono livelli pelitici (20-25 cm) contenenti inclusi calcarei mescolati a tritume conchigliare in maniera disordinata (depositi di tempesta).

La formazione è ricoperta dalle peliti del Pliocene: il passaggio è caratterizzato da un brusco salto ambientale corrispondente probabilmente ad una lacuna stratigrafica.

I campioni, prelevati nelle rare intercalazioni pelitiche, contengono foraminiferi in cattivo stato di conservazione di età ed ambienti diversi: *Globorotalie* spinose dell'Eocene medio *Globorotalie* dell'Eocene superiore e forme del Messiniano preevaporitico come *Bulimina echinata*, *Globigerina multiloba*, *G. quinqueloba*. Sono inoltre presenti forme di ambiente batiale come *Leneticulina*, *Marginulina* e *Planulina* a cui si associano frequenti individui di acque basse come *Ammonia beccarii*, *Florilus boueanum*, *Criboelphidium diciptens*, *Elphidium crispum*, *Protelphidium granosum*. L'età della formazione non può essere definita in base al contenuto microfaunistico, ma può essere desunta dalla posizione stratigrafica.

(Messiniano superiore)

3.3 Definizioni, criteri classificativi, metodologia

I calanchi sono forme caratterizzate da un fitto reticolo erosivo, modellato dall'azione delle acque di ruscellamento diffuso e concentrato, ai quali si associano gli effetti di movimenti di massa più o meno rilevanti. Fra i movimenti di massa che contribuiscono alla morfogenesi dei calanchi rivestono importanza i processi di creep nei microversanti e le colate di fango e terra (mud flow) lungo gli impluvi.

Le parti di aree calanchive in erosione attiva sono elementi del paesaggio immediatamente percettibili. Passando dai cosiddetti "calanchi tipici" a forme erosive meno complete associate a processi gravitativi significativi, diminuisce tale livello di percettività e discriminabilità insieme alla peculiarità e al grado di valenza paesistica.

Dal punto di vista geomorfologico i "calanchi tipici" sono forme erosive di versante profondamente incise, caratterizzate da un reticolo di drenaggio ad alta densità, estremamente gerarchizzato con interpluvi stretti e affilati. In genere i "calanchi tipici" hanno configurazione del reticolo di drenaggio dentritica, convergente e di estensione rilevante.

Nel ventaglio calanchivo, area strettamente erosiva del calanco, l'acclività è generalmente elevata e il substrato, quasi esclusivamente pelitico, viene inciso ed eroso. Quest'area generalmente concava nel suo complesso è delimitata da un orlo marcato da una brusca rottura di pendenza definita anche come scarpata calanchiva.

I processi di denudazione del substrato dei ventagli calanchivi alimentano gli impluvi vallivi laterali formando piccole colate di fango (mud flow), che scendono verso gli impluvi principali, dove si originano mud flow basali anche potenti, tipici dei calanchi evoluti.

A monte del ventaglio si osserva frequentemente una fascia precalanchiva ad acclività minore di possibile retrogressione dei processi erosivi e/o di dissesto localizzato per scaldamento al piede/decompressione della scarpata calanchiva. Nei "calanchi tipici" l'evoluzione retrogressiva, comporta un graduale spostamento verso monte degli orli dei ventagli con modellamento erosivo lineare dei versanti per arretramento parallelo del pendio (back wearing). I piccoli dissesti localizzati in prossimità delle scarpate calanchive tipiche sono frequentemente movimenti rototraslativi, ribaltamenti generalmente con piani di scorrimento poco profondi; in tal caso poiché la sottile coltre di copertura mobilizzata non contrasta l'erosione delle acque meteoriche, il calanco si espande.

Non tutte le morfostrutture presentano contemporaneamente tutte le caratteristiche dei “calanchi tipici” riconducibili ad uno stadio evolutivo maturo come invece accade frequentemente nelle argille azzurre plioceniche. Per esempio, rispetto a quest’ultime, nelle argille liguri ed epiliguri anche le aree calanchive significativamente tipiche spesso presentano intensità di drenaggio inferiore, creste più arrotondate con le vallecole più larghe, dissesti degli orli calanchivi di maggiore entità.

Nelle forme calanchive tipiche i processi di erosione idrica superficiale sono nettamente prevalente su quelli gravitativi. Ma esistono anche morfostrutture i cui processi erosivi non sono nettamente prevalenti su quelli gravitativi; in particolare si tratta delle aree pseudocalanchive spesso caratterizzate da dissesti di maggiore entità dell’orlo calanchivo. L’arretramento del profilo tendenzialmente comporta una diminuzione di acclività con forma più o meno convessa (down wearing).

Inoltre, in relazione a variazioni litologiche, giaciture e microclimatiche possono originarsi calanchi tipici ma con una forma complessivamente non concava, oppure all’interno di uno stesso bacino imbrifero possono svilupparsi su un versante processi calanchivi tipici e su quello opposto forme erosive meno complete o pseudocalanchive.

In relazione allo stadio evolutivo esistono forme d’erosione caratterizzate da vaste superfici denudate ma prive della tipica configurazione calanchiva; in tal caso è difficile distinguere una forma protocalanchiva (stadio precedente quello calanchivo) da semplici processi di erosione diffusa e/o di ruscellamento concentrato. Per tali motivi forme classificabili come protocalanchive non sono state considerate.

Inoltre esistono aree ex-calanchive dove, in seguito a interventi antropici o processi spontanei, la morfostruttura risulta modificata in modo tale da bloccare i processi erosivi che l’hanno generata. Si può trattare di aree calanchive interessate da attività di cava, di discarica, di bonifica, ecc.

In sintesi la classificazione delle aree calanchive può essere schematizzata come segue.

- Calanchi tipici
- Forme Sub-calanchive:
 - Pseudocalanchi
 - Protocalanchi

Nello studio di revisione non sono stati distinti i ventagli d’erosione calanchiva dai relativi mud flow, per cui l’area calanchiva risulta cartograficamente individuata attraverso un unico poligono che a monte delimita l’orlo e a valle l’eventuale mud flow. Sono stati mappati i calanchi tipici includendo anche aree che pur mostrando processi erosivi prevalenti su quelli gravitativi non presentano contemporaneamente tutte le caratteristiche dei processi calanchivi. Sono state inoltre cartografate le aree di possibile retrogressione.

Non sono state considerate le aree sub-calanchive.

3.4 Fattori delle morfogenesi

Alla genesi ed all'evoluzione dei calanchi concorrono, numerosi fattori morfogenetici ma è indispensabile la presenza di versanti argillosi acclivi.

La composizione pelitica del substrato rappresenta una condizione necessaria primaria per lo sviluppo dei calanchi. La presenza di versanti acclivi rappresenta una condizione esclusiva per lo sviluppo dei calanchi, che non si originano con basse pendenze. In linea generale per avere morfologie calanchive le pendenze non devono essere minori del 50%.

Intercalazioni arenacee all'interno delle peliti contribuisce a mantenere un'elevata acclività ma in ogni caso la scarsa permeabilità dei terreni pelitici favorisce il deflusso superficiale delle acque meteoriche e l'accentuarsi del dilavamento.

La stratificazione a reggipoggio rappresenta un altro fattore significativo, ma anche ulteriori situazioni strutturali favoriscono lo sviluppo di morfologie calanchive.

Litologie più competenti alla sommità di un versante argilloso costituiscono un vincolo alla diminuzione di acclività favorendo la permanenza delle morfologie calanchive.

Discontinuità e fratture nel substrato pelitico favoriscono un rapido approfondimento dei solchi erosivi e ne condizionano l'orientazione.

I versanti esposti a Sud sono in linea generale quelli in cui i calanchi si instaurano con maggiore frequenza. L'esposizione non rappresenta però una condizione esclusiva, anche se si determinano condizioni microclimatiche favorevoli.

I calanchi si sviluppano in regimi climatici in cui i periodi di precipitazioni abbondanti sono separati dai periodi siccitosi. Nei climi umidi la morfogenesi calanchiva non ha luogo.

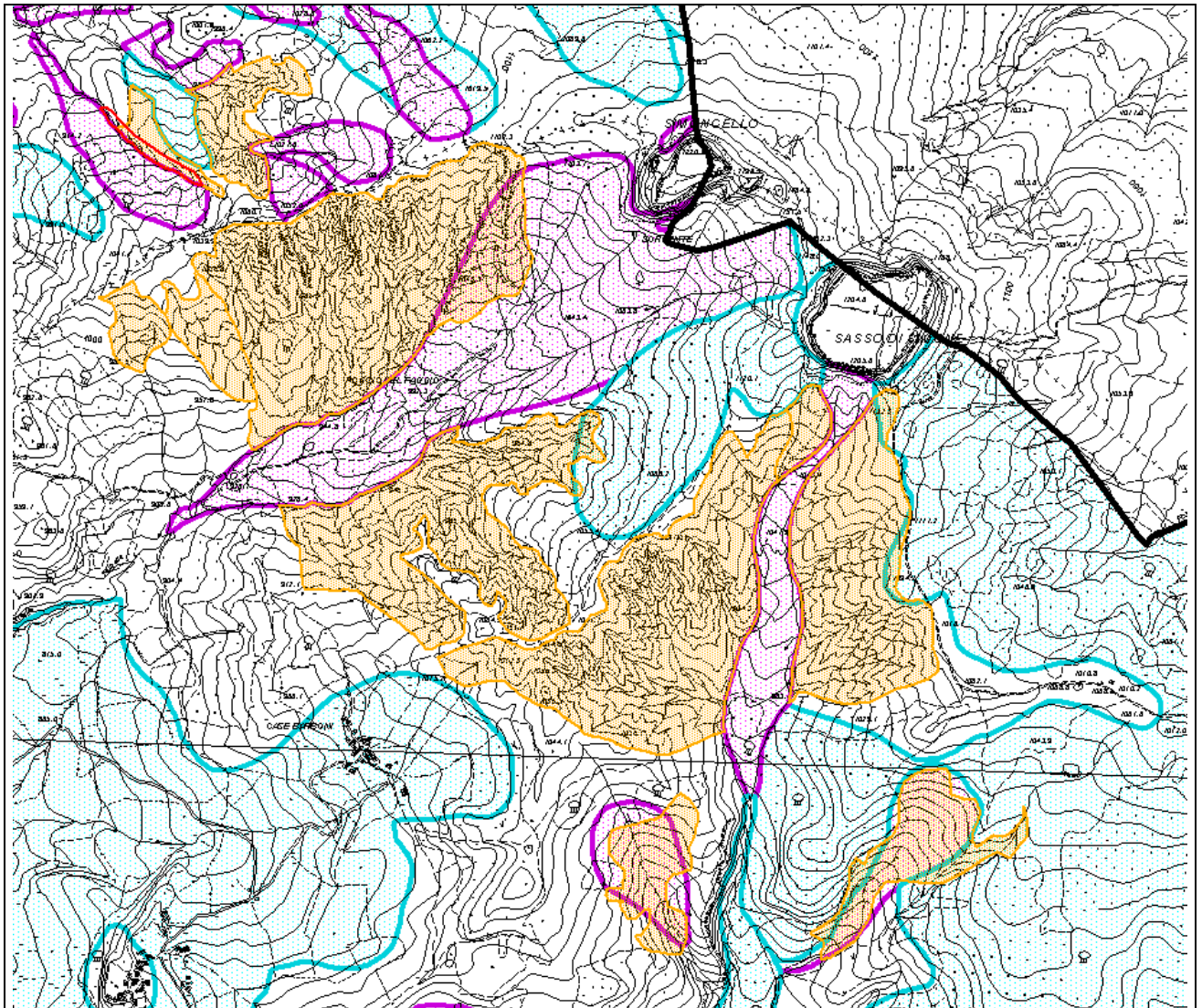
I microclimi che si creano in conseguenza all'esposizione meridionale dei versanti tendono ad accentuare l'aridità.

La presenza di una copertura vegetale evoluta generalmente inibisce la formazione dei calanchi, così come un inerbimento dei versanti calanchivi contribuisce a contrastare il dilavamento superficiale. Il disboscamento è sempre un fattore predisponente.

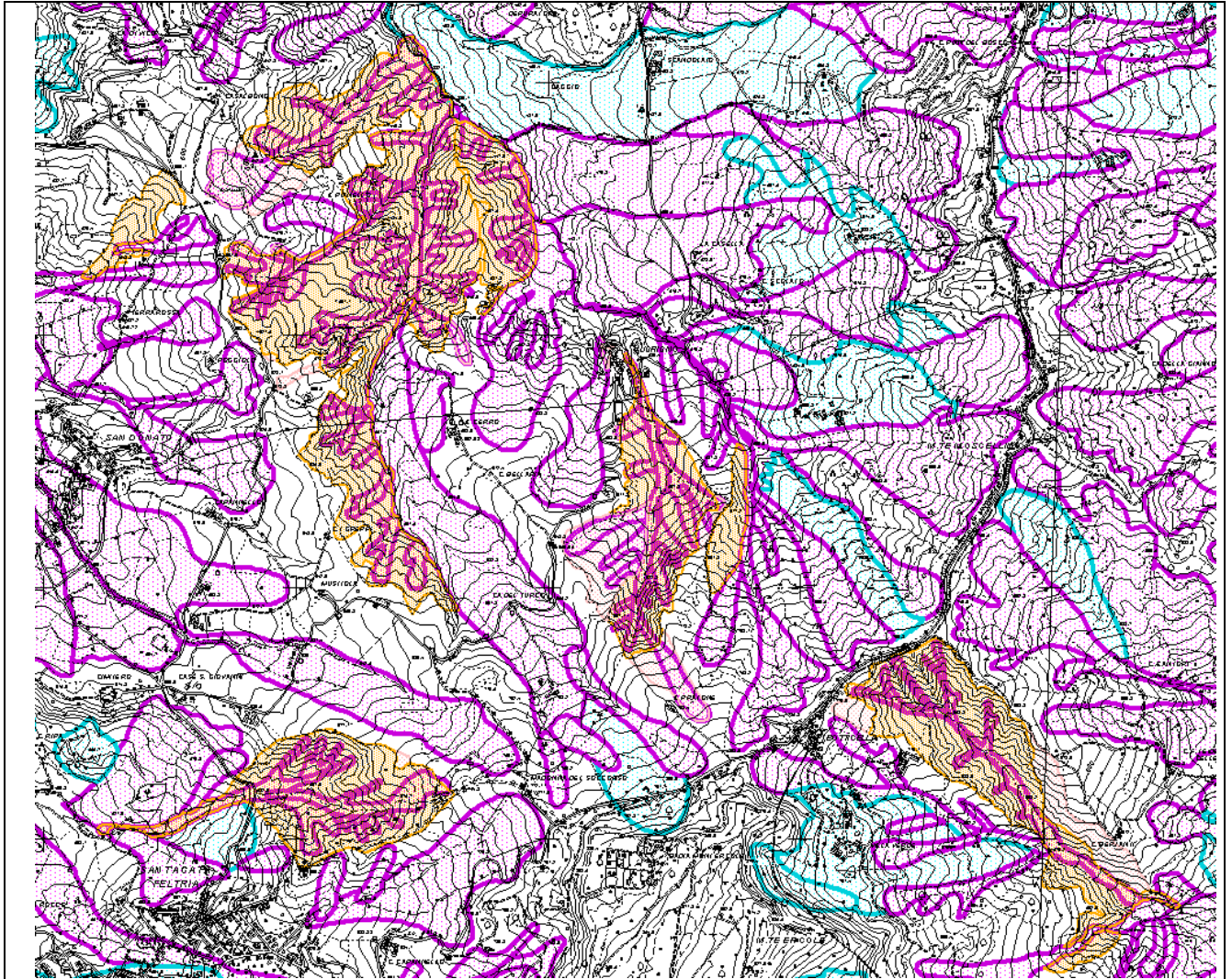
La morfogenesi delle aree calanchive sarebbe riconducibile successivamente alle ultime fasi fredde del Pleistocene inferiore, almeno nell'area romagnolo-marchigiana. In epoche precedenti, il regime morfoclimatico periglaciale non avrebbe permesso il formarsi di calanchi. Nell'Olocene il miglioramento climatico, con il succedersi di periodi aridi e precipitazioni brevi ma intense, e il sollevamento generale dell'area avrebbe favorito una ripresa dell'erosione lineare e quindi lo sviluppo delle morfologie calanchive.

Il disboscamento è risultato un fattore determinante. Gran parte dei calanchi avrebbe iniziato la propria espansione nel tardo Medioevo, quando si instaurarono condizioni climatiche caratterizzate da lunghi periodi aridi, anche invernali, alternati a precipitazioni brevi ma intense. In epoca moderna, in corrispondenza con la piccola età glaciale le forme calanchive sono con tutta probabilità regredite, per poi riattivarsi negli ultimi cento anni.

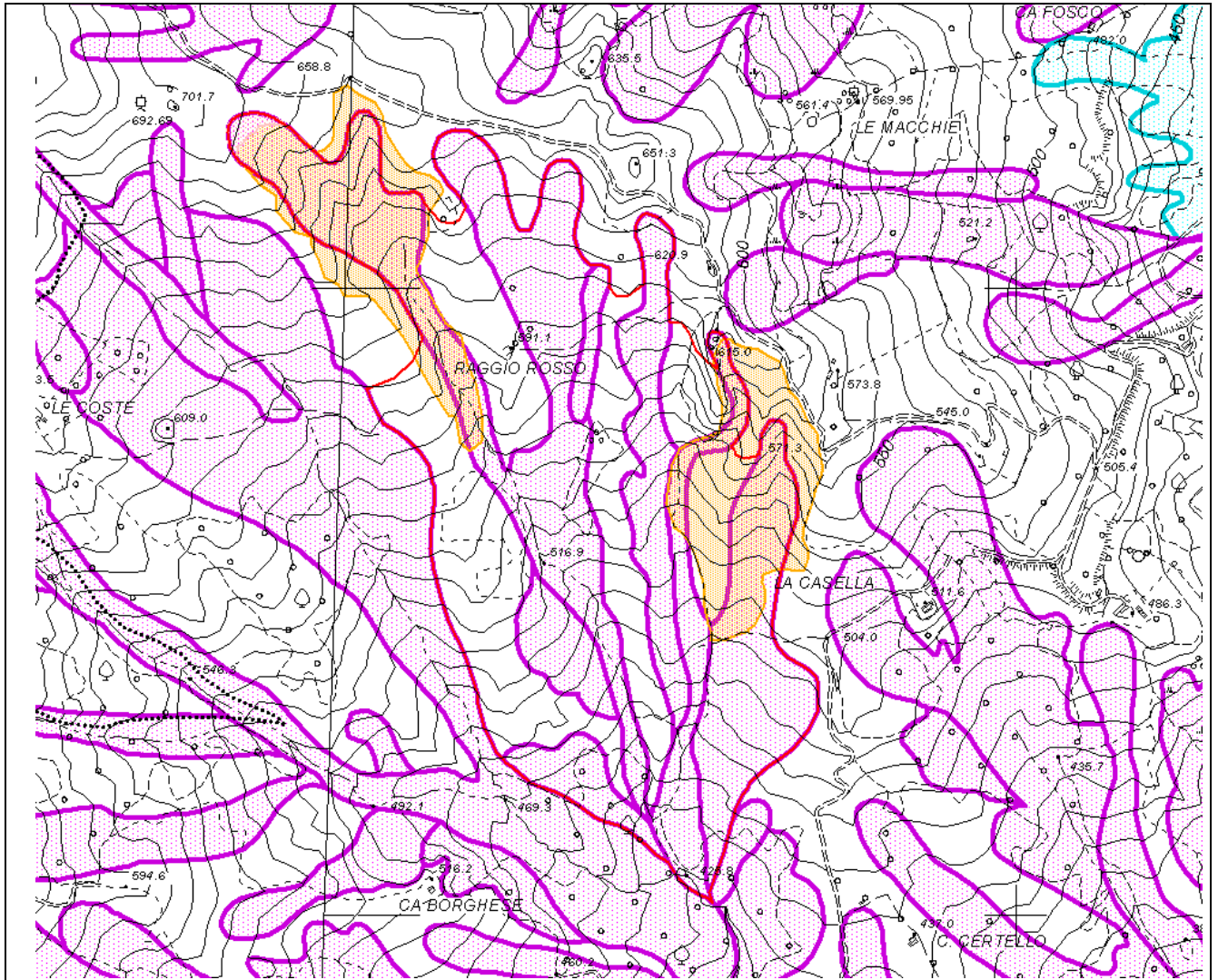
3.5 Esempi di revisione



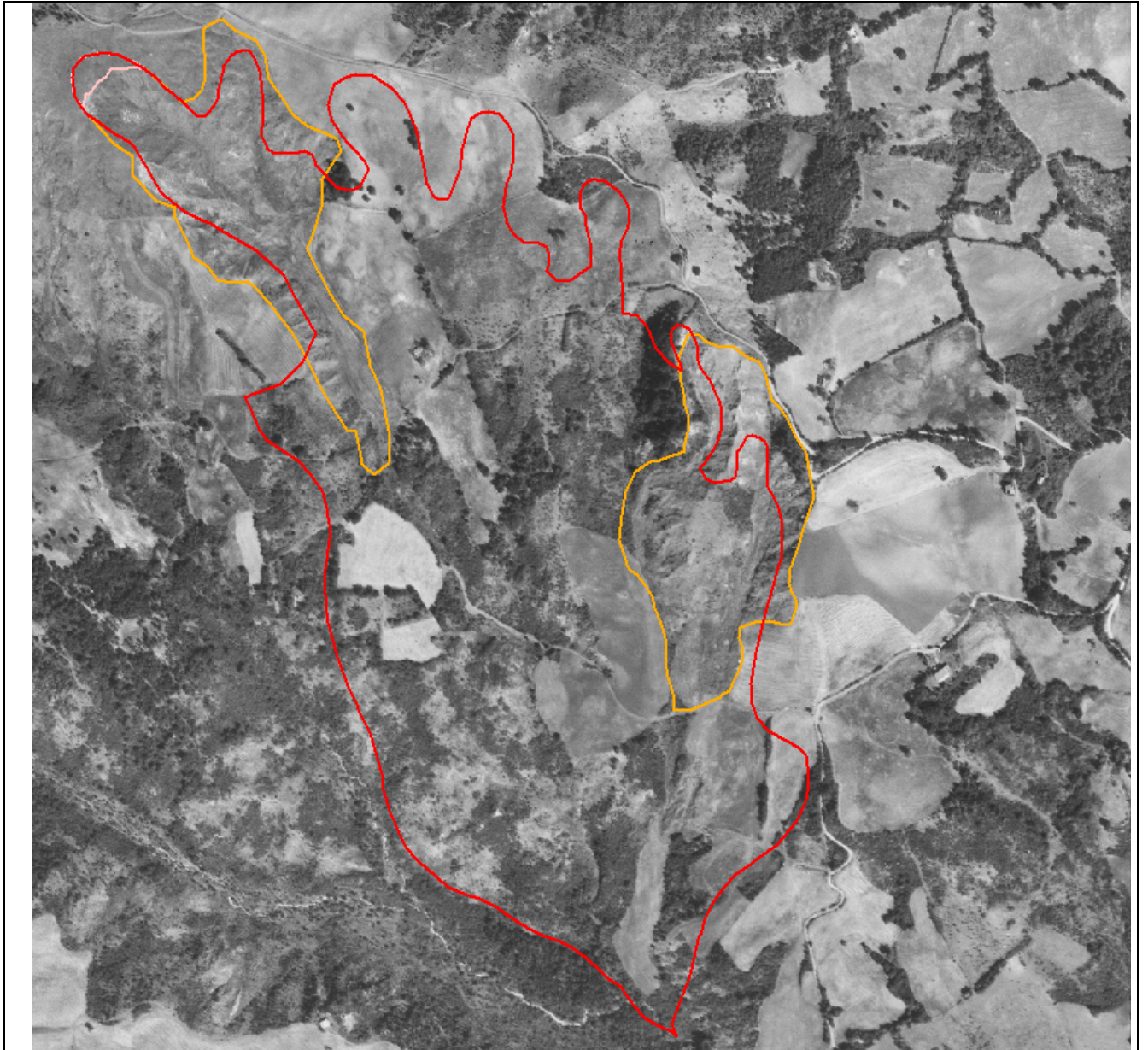
Aree calanchive in località Sasso Simone (PU e AR) non perimetrate nelle Tav. 3.
In parte intersecano dissesti PAI.
Formazione Argille Varicolori, giacitura a traversopoggio.
In bibliografia erano già segnalate

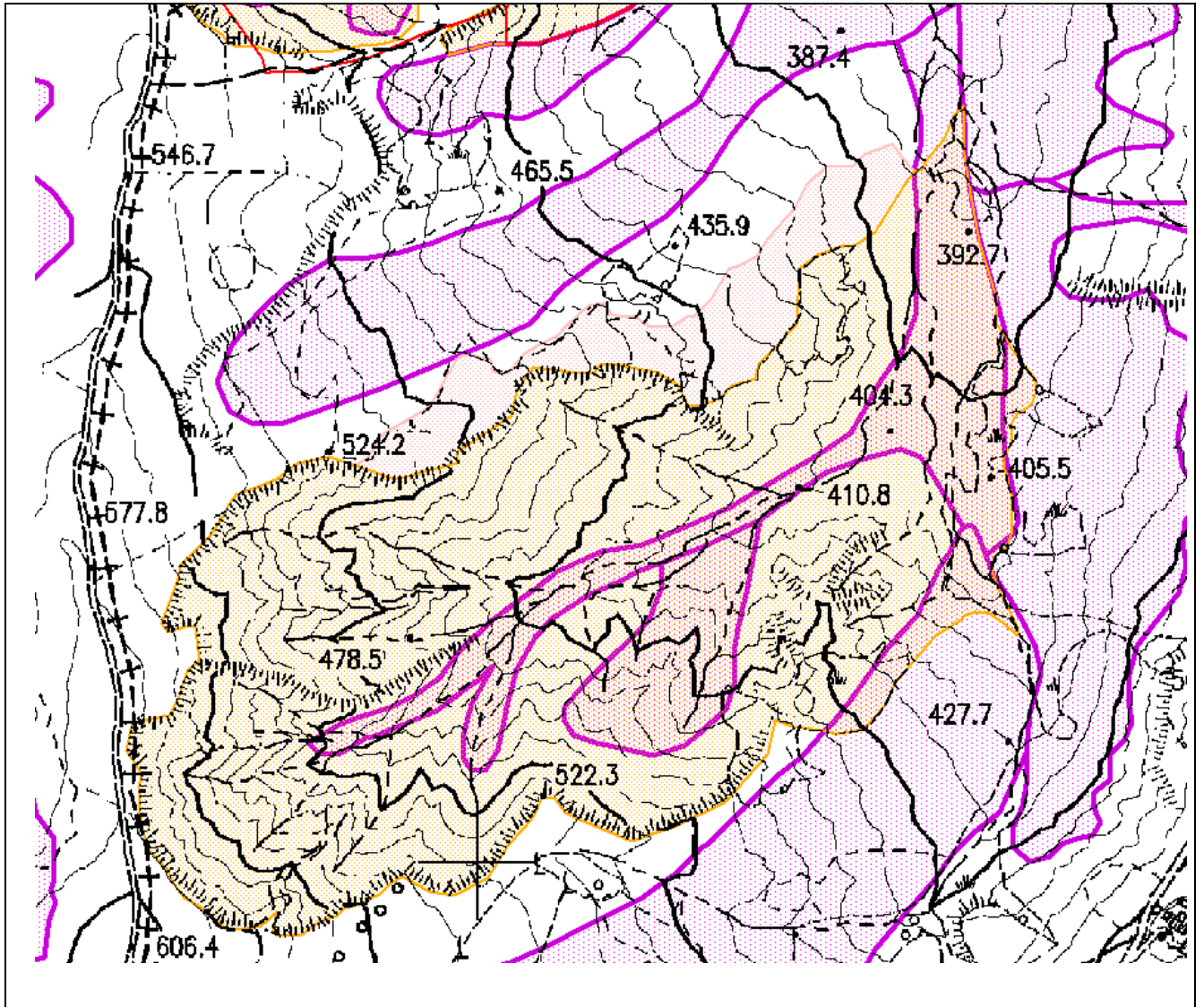


Are calanchive in località Sant'Agata Feltria (PU) non perimetrare nelle Tav. 3.
I dissesti PAI sono ovviamente interni all'area calanchiva, quando si tratta di mud flow. Quando invece si tratta di dissesti di una certa entità non più riconducibili a uno scalzamento localizzato della scarpata calanchiva possono verificarsi delle intersezioni fra i due tematismi; tuttavia il dissesto può rientrare nell'area di possibile retrogressione calanchiva intesa come indicato nel paragrafo 3.
Formazione Argille Varicolori, giacitura a traversopoggio.

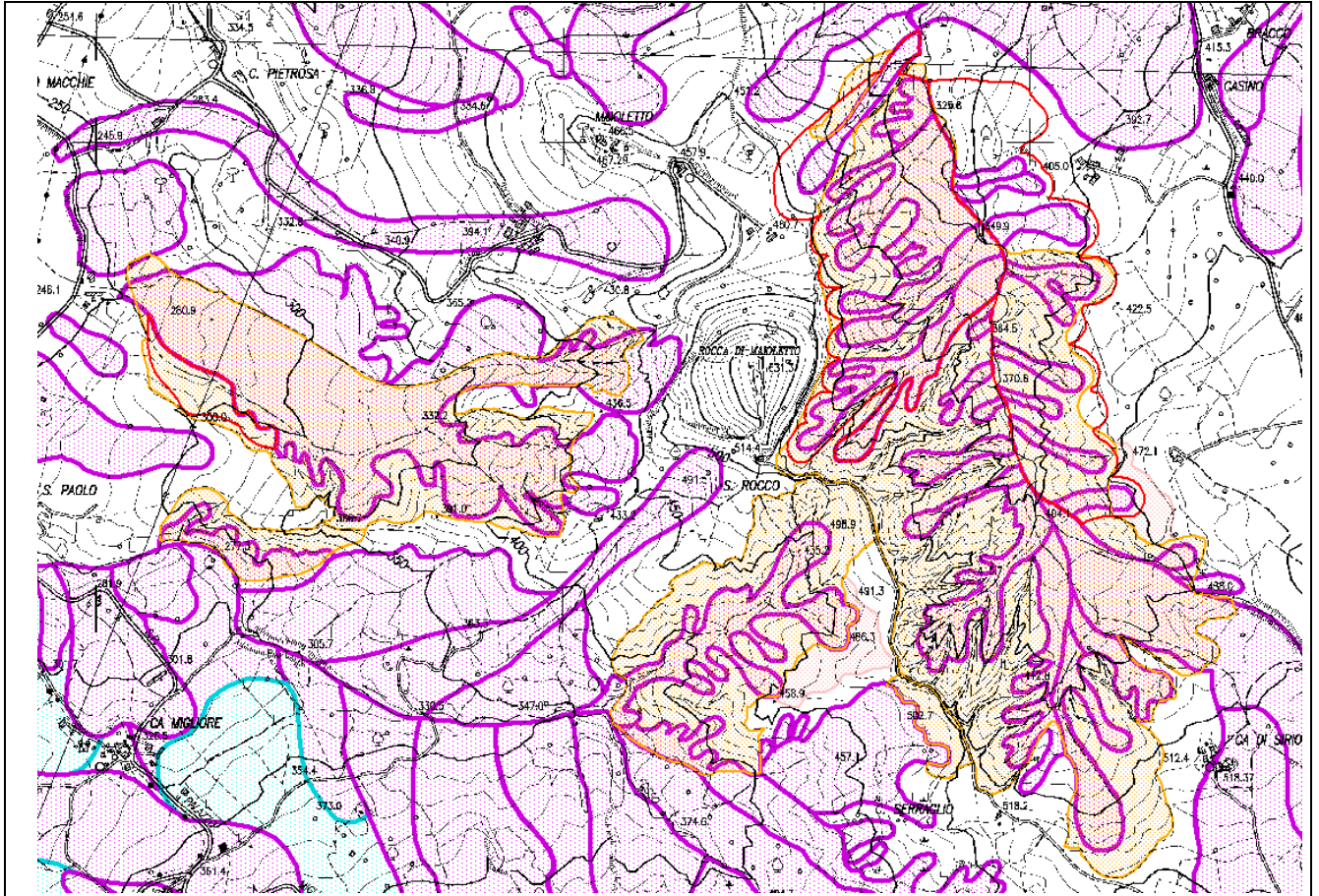


A Est di Sant'Agata Feltria (PU) in località Raggio Rosso s'individuano morfostrutture che risultano essere due porzioni dell'area calanchiva attualmente perimetrata nella Tav. 3.
Le parti restanti risultano interessate da dissesti e non sono più riconducibili nemmeno in senso lato a processi calanchi.
Formazione Ghioli di letto, giacitura a traversopoggio.

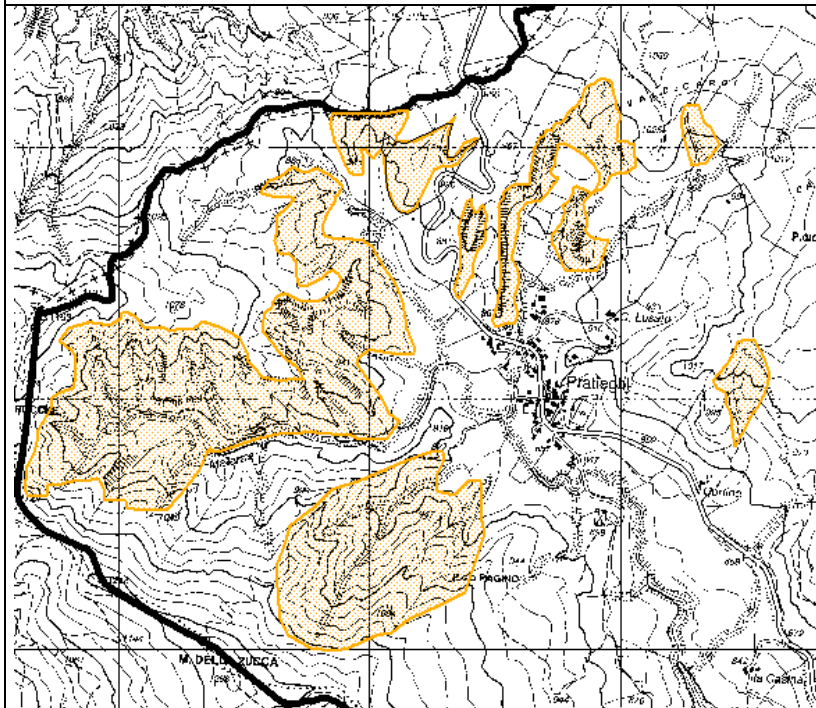
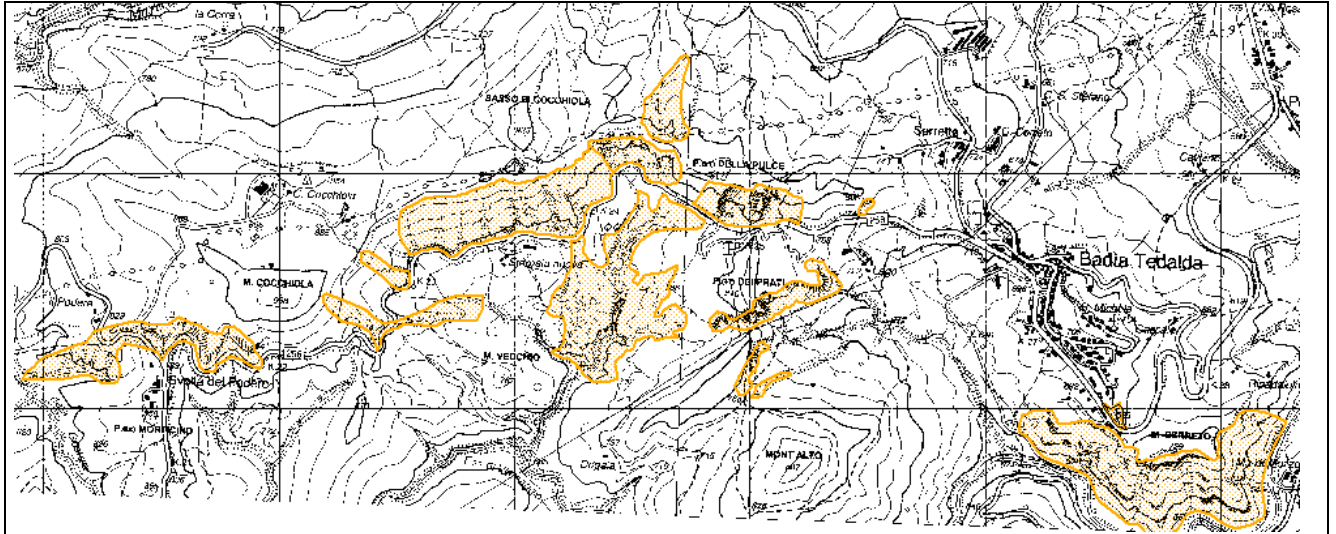




Area calanchiva a Nord-Est di M. Perticara (PU) non perimetrata nelle Tav. 3.
Formazione Argille Azzurre Plioceniche e Olistostromi di Argille Varicolori.



In località Rocca di Maioretto in generale s'individuano morfostrutture di maggior estensione rispetto alle aree calanchive attualmente perimetrare nella Tav. 3. Nel versante Ovest l'orlo della scarpata calanchiva è obliterato da accumuli di crollo della rupe, per cui è difficile contornare il calanco. Anche nel mud flow principale sono visibili grossi blocchi probabilmente provenienti dai processi di crollo a monte del calanco; si tratta di un'area in cui si sovrappongono diversi processi morfogenetici e l'area calanchiva delimitata non ha un alto grado di tipicità. Invece nel versante Est (stratificazione reggipoggio) le aree delimitate presentano maggiore tipicità calanchiva.
Formazione Argille Varicolori, Argille Plioceniche.



In Località Badia Tedalda, Pratieghi (AR) si osservano forme di erosione ascrivibili ad aree calanchive. Il reticolo idrografico non sempre è altamente gerarchizzato.

Riguardo forme d'erosione caratterizzate da vaste superfici denudate, ma prive delle tipica configurazione calanchiva interessate da processi di erosione diffusa e/o di ruscellamento concentrato; si espongono alcuni esempi.



In località Molino di Bascio (PU) area interessata da processi di erosione diffusa e di ruscellamento concentrato, ma non si tratta di un'area classificabile come calanchiva o pseudocalanchiva. Fra l'altro la formazione marnoso-arenacea risulta disposta a franappoggio. Si tratta di superficie di strato con dissesti a valle.



In Località Casteldelci, dove affiora la formazione della marnoso-arenacea, si rinvengono forme di erosione prevalentemente diffusa nelle aree di crinale. I relativi bacini imbriferi, in genere vegetati, non presentano alcuno processo di tipo calanchivo, neppure in senso lato. Spesso si tratta di processi di erosione selettiva di estesi affioramenti della Formazione Marnoso Arenacea

4 ASSETTO IDRAULICO DEL TORRENTE CONCA, DEL FIUME MARECCHIA, DEL TORRENTE SAN MARINO, DEL TORRENTE MAZZOCCO E DEL TORRENTE SENATELLO

Come già indicato in premessa, sono oggetto di studio i seguenti tratti di corsi d'acqua:

- tratto di asta fluviale del **Torrente Conca** dall'invaso artificiale di San Giovanni in Marignano (RN) al ponte nell'abitato di Montecerignone (PU), per una lunghezza complessiva di circa 32,150 Km.;
- tratto di asta fluviale del **Fiume Marecchia** da Ponte Santa Maria Maddalena (PU) alla confluenza del Torrente Senatello, per una lunghezza complessiva di circa 29,600 Km;
- tratto di asta fluviale del **Torrente San Marino** nel tratto dalla confluenza nel Fiume Marecchia al confine di Stato con la Repubblica di San Marino, per una lunghezza complessiva di circa 5,320 Km;
- tratto di asta fluviale del **Torrente Mazzocco** nel tratto dalla confluenza nel Fiume Marecchia al ponte in loc. Molino del Conte in Comune di San Leo (PU), per una lunghezza complessiva di circa 9,930 Km;
- tratto di asta fluviale del **Torrente Senatello** nel tratto dalla confluenza nel Fiume Marecchia al al ponte in loc. Molino di Schigno in Comune di Casteldelci (PU), per una lunghezza complessiva di circa 8,040 Km;

4.1 Idrologia di piena

Per lo studio del **F. Marecchia e del T. Conca**, si riportano in **Tab. 1** i valori delle portate relative ai colmi degli eventi di piena per i vari tempi di ritorno, già definite nel P.A.I. vigente, adottato con delibera del C.I. n°2 del 30 marzo 2004.

Invece per i **Torrenti San Marino, Mazzocco e Senatello**, affluenti del F. Marecchia, il Consorzio Intecno-DHI di Torino ha redatto una specifica analisi dell'idrologia di piena. Si riportano in **Tab. 2** i valori delle portate relative ai colmi degli eventi di piena per i vari tempi di ritorno e si allega la Relazione dell'analisi idrologica quale parte integrante della presente.

Tab. 1 Portate massime al colmo in funzione del tempo di ritorno secondo la regionalizzazione "VA.PI." modificata (tratte dal P.A.I.) – F. Marecchia e T. Conca

Bacino	Corpo idrico	Codice sotto_bacino	Toponimo identificativo della sezione di chiusura	Area imbrifera (km ²)	Portate al colmo (m ³ /s) per tempi di ritorno di anni:			
					50	100	200	500
Marecchia-Ausa	F. Marecchia	B27.01	Monte confluenza del T. Presale	45.9	102	118	134	155
	F. Marecchia	B27.02	Valle confluenza del T. Presale	96.9	217	251	285	330
	F. Marecchia	B27.03	Monte confluenza Senatello	153.6	337	390	443	512
	F. Marecchia	B27.04	Valle confluenza del T. Senatello	202.7	444	513	582	673
	F. Marecchia	B27.05	Maciano di Pennabilli	265.5	567	656	744	861
	F. Marecchia	B27.06	Secchiano di Novafeltria	342.5	707	817	928	1073
	F. Marecchia	B27.07	Pietracuta di San Leo	365.1	742	857	972	1125
	F. Marecchia	B27.08	Valle confluenza del T. Mazzocco	412.0	821	948	1076	1245
	F. Marecchia	B27.09	Ponte Verucchio	465.7	898	1038	1178	1363
	F. Marecchia	B27.10	Santarcangelo di Romagna	494.5	930	1075	1220	1412
	T. Ausa	B27.11	Confine di stato Repubblica di S. Marino	24.8	79	92	104	120
	T. Ausa	B27.12	Confluenza in F. Marecchia	72.0	111	128	145	168
	F. Marecchia	B27.13	Foce	609.9	1040	1202	1364	1578
Conca	T. Conca	B30.01	Confine com. M. Colombo e Montegrimano	40.2	130	150	170	197
	T. Conca	B30.02	Taverna di Monte Colombo	81.9	163	188	213	247
	T. Conca	B30.03	Valle confluenza del T. Ventena di Gemmano	125.5	236	273	310	358
	T. Conca	B30.04	Morciano di Romagna	141.6	261	301	342	395
	T. Conca	B30.05	Foce	162.4	289	334	379	439

Tab. 2 Portate massime al colmo in funzione del tempo di ritorno – T. San Marino, T. Mazzocco e T. Senatello

Bacino	Corpo idrico	Codice sotto_bacino	Toponimo identificativo della sezione di chiusura	Area imbrifera (km ²)	Portate al colmo (m ³ /s) per tempi di ritorno di anni:			
					50	100	200	500
Marecchia-Ausa	T. San Marino	B33.01	Confine di Stato Rep. di San Marino	16.6	116		141	158
	T. San Marino	B33.02	Confluenza in F. Marecchia	37.4	228		278	312
	T. Mazzocco	B34.01	loc. Molino del Conte in Comune di San Leo	13.7	117		143	160
	T. Mazzocco	B34.02	Confluenza in F. Marecchia	46.9	237		290	335
	T. Senatello	B35.01	loc. Molino di Schigno in Comune di Casteldelci	13.8	109		133	149
	T. Senatello	B35.02	Confluenza in F. Marecchia	49.0	251		307	344

4.2 Rilievi morfologici disponibili e modellistica

Lo studio si è avvalso di rilievi topografici di dettaglio della geometria d'alveo e delle aree limitrofe. In particolare i dati topografici consistono in:

- T. Conca: n°129 sezioni trasversali, poste ad una distanza media di circa 250 m, rilievo di dettaglio, con apposite schede monografiche, di tutte le opere trasversali in alveo (n°8 attraversamenti e n°9 briglie) e nella restituzione del profilo longitudinale del fondo alveo e delle sponde. Rilievo eseguito nell'anno 2003;
- F. Marecchia: n°84 sezioni trasversali, poste ad una distanza media di circa 350 m, rilievo di dettaglio, con apposite schede monografiche, di tutte le opere trasversali in alveo (n°10 attraversamenti e n°4 briglie) e nella restituzione del profilo longitudinale del fondo alveo e delle sponde. Primo rilievo eseguito nell'anno 2000

- e successivo controllo delle modificazioni d'alveo con aggiornamento delle prime n°53 sezioni (da loc. Ponte Verucchio-RN a loc. Ponte Baffoni-PU) nell'anno 2006;
- T. San Marino: n°32 sezioni trasversali, poste ad una distanza media di circa 170 m, rilievo di dettaglio, con apposite schede monografiche, di tutte le opere trasversali in alveo (n°4 attraversamenti e n°3 briglie) e nella restituzione del profilo longitudinale del fondo alveo e delle sponde. Primo rilievo eseguito nell'anno 2004 e successivo controllo delle modificazioni d'alveo con aggiornamento delle prime n°18 sezioni nell'anno 2006;
 - T. Mazzocco: n°35 sezioni trasversali, poste ad una distanza media di circa 280 m, rilievo di dettaglio, con apposite schede monografiche, di tutte le opere trasversali in alveo (n°5 attraversamenti e n°1 briglia) e nella restituzione del profilo longitudinale del fondo alveo e delle sponde. Rilievo eseguito nell'anno 2004;
 - T. Senatello: n°40 sezioni trasversali, poste ad una distanza media di circa 200 m, rilievo di dettaglio, con apposite schede monografiche, di tutte le opere trasversali in alveo (n°4 attraversamenti e n°12 briglie) e nella restituzione del profilo longitudinale del fondo alveo e delle sponde. Rilievo eseguito nell'anno 2000;

Il DPCM del 29/09/1998 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180" nella fase 2 di perimetrazione e valutazione dei livelli di rischio indica che devono essere identificate aree caratterizzate dalla possibilità di essere inondate con riferimento ad eventi di piena corrispondenti a tre diversi tempi di ritorno:

- aree ad alta probabilità di inondazione (con tempi di ritorno di 20-50 anni);
- aree a moderata probabilità di inondazione (con tempi di ritorno di 100-200 anni);
- aree a bassa probabilità di inondazione (con tempi di ritorno di 300-500 anni).

Per l'asta esaminata, come per gli altri corsi d'acqua considerati nel Piano Stralcio, i tre tempi di ritorno assunti per alta, media e bassa probabilità di inondazione sono rispettivamente di 50, 200 e 500 anni.

Le verifiche idrauliche sono state condotte in regime di moto vario utilizzando il software alle differenze finite (equazioni di tipo implicito) Mike11 della Intecno-DHI.

Come condizioni al contorno di valle si è considerato:

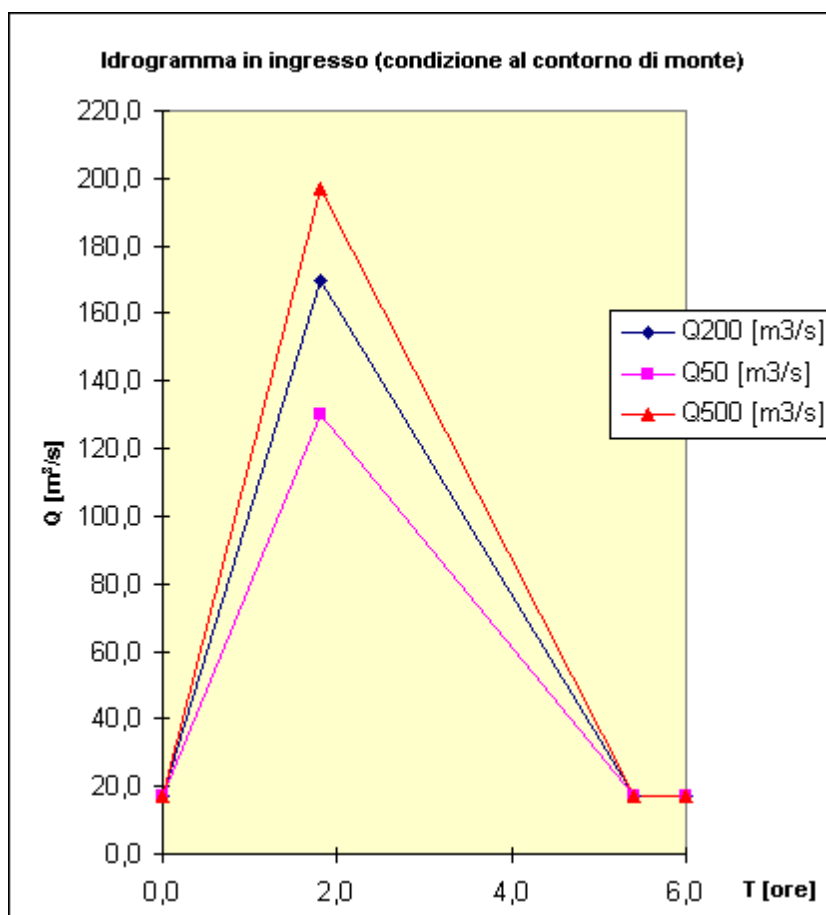
- per il T Conca il livello di massimo invaso dello sbarramento artificiale pari a 14,93 m s.l.m., corrispondente a un livello di 2.50 m dal fondo dell'ultima sezione di valle (a favore di sicurezza si è considerato l'invaso completamente pieno e senza capacità di laminazione);
- per il F. Marecchia il tirante idraulico alla sezione di Ponte Verucchio desunto dal modello idraulico sviluppato nel P.A.I. con sezione di chiusura alla foce;
- per i Torrenti San Marino, Mazzocco e Senatello, affluenti del F. Marecchia, il tirante idraulico desunto dal modello idraulico sviluppato per il F. Marecchia per la piena duecentennale in corrispondenza delle confluenze nello stesso F. Marecchia;

Come condizioni al contorno di monte si sono considerati idrogrammi triangolari al di sopra di una portata costante corrispondente al 10% del colmo della portata duecentennale e che arriva a toccare il colmo della portata cinquantennale o

duecentennale o cinquecentennale. I contributi dei singoli rami tributari sono stati considerati portate costanti., adottando quindi come portata uscente i colmi di piena per portata cinquantennale, duecentennale e cinquecentennale.

Si riporta, a titolo esemplificativo, in **Fig. 1** l'idrogramma in ingresso relativo al T. Conca, caratterizzato da un ramo di concentrazione della durata di 1h 48' e da un ramo di esaurimento di 3h 36'.

Fig. 1 Idrogramma in ingresso relativo al T. Conca



Quale parametro descrittivo della scabrezza dell'alveo e delle aree golenali, si è assunto, in coerenza con le indicazioni del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, un coefficiente di Manning pari a $0.050 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$;

4.3 Pericolosità idraulica e perimetrazione delle aree a diversa pericolosità di inondazione

Note le condizioni idrauliche al contorno e la geometria e la scabrezza dell'alveo, il modello idraulico individua i valori massimi dei livelli idrici, delle velocità e delle portate. Il confronto tra tali livelli e le quote dei profili trasversali evidenzia il

contenimento dei deflussi nelle zone d'alveo e golenali oppure la loro fuoriuscita e la possibilità di interessamento di aree antropizzate. L'ampiezza del pelo libero della corrente idrica, desumibile dalle sezioni trasversali, è stata posizionata in corrispondenza delle tracce planimetriche delle sezioni stesse. Il raccordo tra i punti successivi individuati è stato condotto facendo riferimento alle curve di livello, alle scarpate e ai punti quotati presenti sulle C.T.R. alla scala 1:10.000. Nel caso di livelli non contenuti dalle sponde o dalle arginature, dall'esame delle C.T.R. e da indagini di campo si sono delimitate le aree inondabili.

Le aree inondabili esterne all'alveo sono definite aree a pericolosità idraulica e vengono individuate e perimetrate in cartografia per i diversi tempi di ritorno considerati; si precisa che sono considerati i soli effetti delle esondazioni del corso d'acqua principale.

4.4 Analisi del rischio idraulico

Dall'incrocio tra le aree a pericolosità di inondazione per tempi di ritorno di 50 e 200 anni e gli elementi insediativi, le attività antropiche ed il patrimonio ambientale di rilievo, riscontrabili su di esse, si è pervenuti all'elenco delle aree a rischio rappresentate in **Tab. 3**.

Tab. 3 Aree con presenza di elementi antropici a rischio

Codice	Corso d'acqua	Comune	Sponda	Tr (anni)	Toponimo	Elementi a rischio
1MA	F. Marecchia	Rimini	Sx	200	Rimini	Stadio baseball ed edifici residenziali circostanti
2MA	F. Marecchia	Novafeltria	Sx	50	Ponte S. Maria Maddalena	Depuratore
3MA	F. Marecchia	Talamello	Sx	50	Campiano	Edifici produttivi
4MA	F. Marecchia	Novafeltria	Sx	50	Novafeltria	Area ricreativa, depuratore
5MA	F. Marecchia	Pennabilli	Dx	200	Molino di Schieti	Depuratore
6MA	F. Marecchia	Rimini	Dx	50	Rimini – Parco Marecchia	Parco urbano, campo pozzi
7MA	F. Marecchia	Novafeltria	Sx	50	Secchiano	Campo sportivo e locali annessi
1CO	T. Conca	San Clemente	Sx	50	Area prospiciente Casarola	N.2 edifici residenziali
2CO	T. Conca	Monte Colombo	Sx	200	Case Acquaviva a valle di Taverna	Area produttiva
3CO	T. Conca	Sassofeltrio	Sx	50	Area prospiciente Molino Renzini	Edificio artigianale
4CO	T. Conca	Sassofeltrio	Dx	200	Molino Renzini	Porzione dell'abitato
5CO	T. Conca	Sassofeltrio	Sx	200	Area golenale di Fratte	Area sportiva-ricreativa
6CO	T. Conca	Monte Cerignone	Sx	50	Area prospiciente Pereto	Area sportiva

Per individuare le zone a diversa intensità di rischio, si è fatto riferimento al DPCM del 29/09/1998 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180". Tale Decreto distingue i seguenti livelli di rischio:

- rischio moderato (R1): per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;
- rischio medio (R2): per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;

- rischio elevato (R3): per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- rischio molto elevato (R4): per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, nonché la distruzione di attività socio-economiche.

Sulla base di tale classificazione è stata elaborata la seguente **Tab. A**.

Tab. A Incrocio tra elementi presenti e tempi di ritorno per l'attribuzione delle categorie di rischio

Elementi a rischio	Tempo di ritorno	
	200 anni	50 anni
Elevato numero di edifici urbani o extraurbani	R4	
Aree urbane, aree industriali e/o artigianali e vaste aree con gruppi di edifici sparsi Edifici pubblici Strutture ricettive, campeggi e campi nomadi ed insediamenti di persone anche solo temporanei Strade statali e provinciali, linee ferroviarie e relativi attraversamenti Strade comunali quando risultano l'unica via di collegamento con nuclei abitati	R3	R4
Impianti tecnologici Singoli edifici civili e piccoli capannoni artigianali Strade comunali	R2	R3
Aree sede di impianti sportivi e ricreativi, con soli manufatti di servizio	R1	R2

Le attribuzioni alle diverse classi di rischio derivano dall'esame del concetto di rischio e dai criteri esistenti legati alla sua valutazione quantitativa. La modalità maggiormente consolidata per la valutazione del parametro di rischio considera il prodotto tra la probabilità di accadimento dell'evento calamitoso e il possibile danno sugli elementi esposti; quest'ultimo dipendente, oltre che dal tipo di bene esposto, dall'intensità locale dell'evento (tirante idrico, velocità della corrente, durata).

Dall'analisi congiunta della Tab. 3 e della Tab. A si possono assegnare i diversi livelli di rischio alle aree individuate. L'esito delle risultanze di tale analisi è sinteticamente riportato nella seguente **Tab. 4**.

Tab. 4 Zone con presenza di elementi antropici a rischio molto elevato, elevato, medio o moderato

Codice	Corso d'acqua	Comune	Sponda	Toponimo	Elementi a rischio
1MA_R3	F. Marecchia	Rimini	Sx	Rimini	Stadio baseball ed edifici residenziali circostanti
2MA_R3	F. Marecchia	Novafeltria	Sx	Ponte S. Maria Maddalena	Depuratore
3MA_R4	F. Marecchia	Talamello	Sx	Campiano	Edifici produttivi
4MA_R3	F. Marecchia	Novafeltria	Sx	Novafeltria	Area ricreativa, depuratore
5MA_R3	F. Marecchia	Pennabilli	Dx	Molino di Schieti	Depuratore
6MA_R2	F. Marecchia	Rimini	Dx	Rimini – Parco Marecchia	Parco urbano, campo pozzi
7MA_R2	F. Marecchia	Novafeltria	Sx	Secchiano	Campo sportivo e locali annessi

1CO_R3	T. Conca	San Clemente	Sx	Area prospiciente Casarola	N.2 edifici residenziali
2CO_R3	T. Conca	Monte Colombo	Sx	Case Acquaviva a valle di Taverna	Area produttiva
3CO_R3	T. Conca	Sassofeltrio	Sx	Area prospiciente Molino Renzini	Edificio artigianale
4CO_R3	T. Conca	Sassofeltrio	Dx	Molino Renzini	Porzione dell'abitato
5CO_R2	T. Conca	Sassofeltrio	Sx	Area golenale di Fratte	Area sportiva-ricreativa
6CO_R2	T. Conca	Monte Cerignone	Sx	Area prospiciente Pereto	Area sportiva

Dagli studi idraulici condotti, infine, non sono emerse criticità circa la presenza di attraversamenti con impalcati interferenti con la propagazione delle onde di piena. In particolare tutti gli impalcati mostrano un franco di sicurezza rispetto ai tiranti idraulici relativi alla piena duecentennale superiore ai 50 cm.

Resta confermata, come indicato nel P.A.I. approvato, la situazione critica dei ponti ferroviari delle linee Bologna-Ancona e Ravenna Rimini sul Deviatore del F. Marecchia in prossimità della foce in Adriatico.

4.5 Mitigazione del rischio idraulico e piano degli interventi

Il principio ispiratore che presiede alla definizione delle linee di intervento agisce su due fronti:

- limita gli interventi strutturali di difesa idraulica alle aree a rischio molto elevato (R4) ed elevato (R3);
- salvaguarda le aree di naturale espansione delle piene, purché non ancora urbanizzate o sede di infrastrutture, al fine di consentire la laminazione naturale delle piene;

In termini generali si possono riconoscere due distinte tipologie di linee di assetto: quelle a carattere strutturale e quelle di tipo non strutturale. Nella seguente definizione di entrambe sono state ricomprese anche le linee di assetto più direttamente pertinenti la rete idrografica minore ed i versanti, in ragione della loro stretta interazione. Le misure strutturali sono pertanto modulate in relazione ai livelli di rischio, per i quali si individuano le seguenti linee di azione:

- completamento del sistema difensivo esistente, anche tramite rifacimenti o adeguamenti sostanziali di interventi inadeguati o compromessi;
- realizzazione di nuove opere di difesa spondale, per contrastare l'erosione laterale e per limitate funzioni di contenimento dei livelli, prioritariamente nei tratti che interessano aree significativamente antropizzate (insediamenti abitativi o produttivi, parallelismo con infrastrutture viarie, opere di attraversamento);
- adeguamento delle opere di stabilizzazione del fondo alveo, al fine del raggiungimento di uno stato di equilibrio e del ripristino dell'apporto solido a mare;
- adozione di interventi di risagomatura dell'alveo, al fine di garantire l'officiosità del corso d'acqua, in rapporto alle caratteristiche morfologiche e idrauliche dell'alveo stesso.

Tra le misure non strutturali figurano:

- manutenzione programmata sugli alvei e sulle opere idrauliche; in particolare comprendono azioni periodiche di manutenzione delle briglie di trattenuta, di ripristino di tratti di difesa ammalorati, di ricarica in sagoma e/o quota delle opere di difesa arginali, di pulizia o di taglio selettivo e diradamento mirato della vegetazione arbustiva a macchia irregolare, salvo il mantenimento di tratti naturali dove

l'officiosità idraulica lo consente, di movimentazione e/o asportazione dei depositi alluvionali che possono costituire intralcio al deflusso in corrispondenza dei ponti e delle confluenze;

- incentivazione, ovunque possibile, alla realizzazione di aree di espansione per la laminazione dei volumi di piena;
- revisione degli strumenti urbanistici vigenti a scala comunale nelle aree a rischio idraulico e adeguamento delle relative previsioni in termini di compatibilità con le condizioni di rischio;
- indirizzi alla pianificazione di settore agricolo-forestale, per interventi con finalità di protezione idraulica;
- indirizzi e prescrizioni per la progettazione delle infrastrutture interferenti: ponti e rilevati stradali e ferroviari, opere civili, etc.;
- attuazione di una funzione di monitoraggio meteo-idrologico di previsione, in tempo reale, delle piene su base meteorologica, pluviometrica e idrometrica;
- coordinamento e integrazione con le funzioni di protezione civile per le attività in fase di emergenza, nel corso della gestione degli eventi critici (allarme alle popolazioni, evacuazione dalle aree in pericolo, interruzione della viabilità nei punti a rischio);
- definizione e delimitazione delle fasce fluviali e conseguente adeguamento degli strumenti urbanistici vigenti in termini di compatibilità con le condizioni di pericolosità e vulnerabilità evidenziate;

4.6 Interventi non strutturali – fasce fluviali

Le fasce di pertinenza fluviale costituiscono lo strumento cardine dell'assetto idraulico e sintetizzano sia gli elementi di pericolosità attuale sul territorio che la sua evoluzione a seguito degli interventi prioritari previsti, finalizzati all'attenuazione delle principali condizioni di rischio. Se gli interventi strutturali hanno lo scopo di ridurre il rischio relativamente ai beni attualmente esposti e di limitare certi tipi di squilibri evidenziati, le fasce sono soprattutto finalizzate a far sì che, nelle aree ad elevata pericolosità idraulica, l'esposizione e la vulnerabilità non si accentuino nel tempo.

Le fasce di pertinenza fluviale, di cui le Norme del Piano Stralcio precisano definizioni, ruolo e funzioni, modalità di gestione e prescrizioni, individuate nel presente Progetto di Variante al P.A.I., sono quelle relative agli alvei, alle porzioni di territorio inondabili per piene con tempi di ritorno fino a 200 anni e a quelle per eventi catastrofici con ricorrenze di 500 anni.

I tracciamenti effettuati per le fasce fanno riferimento alle relative *definizioni* date dalle Norme, secondo le quali:

- 1) “per *alvei* si intendono le parti di territorio interessate dal deflusso e dalla divagazione delle acque, delimitate dal ciglio di sponda o, nel caso di tratti arginati con continuità, delimitate dalla parete interna del corpo arginale. Rientrano nell'alveo tutte le aree morfologicamente appartenenti al corso d'acqua in quanto sedimenti storicamente già interessate dal deflusso delle acque riattivabili o sedimenti attualmente interessabili dall'andamento pluricorsale del corso d'acqua e dalle sue naturali divagazioni.” (Art.8, Comma 1);

- 2) “*le fasce di territorio con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno fino 200 anni* sono le parti di territorio, esterne all’alveo, nelle quali esondano le piene con tempi di ritorno fino a 200 anni, di pericolosità idraulica *molto elevata* (aree inondabili per piene con tempo di ritorno di 50 anni) o *elevata* (aree inondabili per piene con tempo di ritorno compreso tra 50 e 200 anni); nelle tavole di piano sono individuate, relativamente alla rete idrografica principale, le aree inondabili alla data di approvazione del Piano Stralcio e le fasce che risulteranno inondabili successive alla realizzazione degli interventi strutturali previsti dal Piano Stralcio” (Art.9, Comma 1-a);
- 3) “*le fasce di territorio con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno di 500 anni* sono le parti di territorio, individuate nelle tavole di piano, esterne alle fasce” a tempo di ritorno 200 anni “*nelle quali esondano le piene con tempi di ritorno di 500 anni*” (Art.10, Comma 1);

Per una rappresentazione cartografica il più possibile aderente allo stato fisico attuale dei luoghi, l’alveo è stato tracciato (con il dettaglio della scala 1:5000) prendendo a riferimento le Ortofoto AIMA (volo del 1995), più recenti delle C.T.R..

La perimetrazione delle fasce di piena di ricorrenza duecentennale è tracciata sia in riferimento allo stato attuale della rete idrografica sia nella situazione post-interventi, relativamente a tutte le aree a rischio elevato e molto elevato per le quali si prevedono interventi strutturali con opere idraulica di difesa. In questo secondo caso la perimetrazione delle fasce si attesta sul tracciato previsto per le nuove opere.

Relativamente alle fasce interessabili dagli eventi cinquecentennali, esse sono state perimetrate sulla base della modellazione idraulica.

4.7 Interventi strutturali, linee generali di azione e fabbisogno finanziario di massima

Gli interventi strutturali hanno come finalità principale la riduzione del rischio legato agl’insediamenti antropici attuali e, al tempo stesso, perseguono strategie a livello di bacino. Una alternativa all’intervento è quella della delocalizzazione, da prevedere quando l’intervento stesso risulti idraulicamente non compatibile con l’assetto complessivo del corso d’acqua e/o eccessivamente oneroso rispetto ai beni e alle attività da proteggere.

Oltre agli assetti più generali si dovranno quindi prevedere le azioni da intraprendere per le zone a rischio idraulico molto elevato (R4) ed elevato (R3), in termini di opere di difesa idraulica e di riequilibrio morfologico più opportune, di previsioni di delocalizzazione o di allertamento, finalizzate alla riduzione del rischio a livelli prefissati.

Per la risoluzione delle problematiche connesse alle zone a rischio medio (R2) saranno previste successivamente con le Amministrazioni locali competenti le opportune azioni integrative.

Nel seguito si evidenziano, in sintesi, le maggiori problematiche e le linee generali di azione, rimandando per gli interventi puntuali alla tabella finale per le aree a rischio elevato.

Nella **Tab. 5** sono indicati i possibili interventi per le situazioni di rischio elevato o molto elevato che coinvolgono gruppi di edifici o attività produttive significative.

Tab. 5 Situazioni attuali di rischio molto elevato o elevato che coinvolgono almeno gruppi di edifici o attività produttive significative e possibili

Codice	Corso d'acqua	Comune	Sponda	Toponimo	Cause	Possibili interventi
1MA_R3	F. Marecchia	Rimini	Sx	Rimini	Insufficiente officiosità idraulica della sezione	Realizzazione di nuove difese a protezione dell'area
2MA_R3	F. Marecchia	Novafeltria	Sx	Ponte S. Maria Maddalena	Interessamento dell'area golenale	Realizzazione di difesa sul limite dell'area del depuratore
3MA_R4	F. Marecchia	Talamello	Sx	Campiano	Interessamento dell'area golenale e fenomeni di sovralluvionamento in alveo	Incremento dell'officiosità idraulica mediante l'allontanamento dei depositi alluvionali e realizzazione di idonea arginatura, protetta al piede e in altezza dall'azione erosiva
4MA_R3	F. Marecchia	Novafeltria	Sx	Novafeltria	Interessamento dell'area golenale	Realizzazione di idonea arginatura, protetta al piede e in altezza dall'azione erosiva
5MA_R3	F. Marecchia	Pennabilli	Dx	Molino di Schieti	Interessamento dell'area golenale	Realizzazione di difesa sul limite dell'area del depuratore
1CO_R3	T. Conca	San Clemente	Sx	Area prospiciente Casarola	Instabilità planimetrica dell'alveo ed erosione	Realizzazione di arginatura e difesa di sponda
2CO_R3	T. Conca	Monte Colombo	Sx	Case Acquaviva a valle di Taverna	Officiosità insufficiente e assenza di arginature	Realizzazione di nuove difese a protezione dell'area
3CO_R3	T. Conca	Sassofeltrio	Sx	Area prospiciente Molino Renzini	Instabilità planimetrica dell'alveo ed erosione	Realizzazione di arginatura e difesa di sponda
4CO_R3	T. Conca	Sassofeltrio	Dx	Molino Renzini	Sovralluvionamenti e danni alle difese attuali	Realizzazione di nuove difese a protezione dell'area

Il fabbisogno finanziario del Progetto di Variante del P.A.I., allo stato attuale delle conoscenze e degli studi condotti, viene determinato sulla base degli interventi strutturali previsti per la mitigazione del rischio nelle aree individuate a rischio idraulico elevato e molto elevato. Nella programmazione degli interventi dovranno sempre essere destinate una quota delle risorse alle manutenzioni idrauliche del corso d'acqua ed alla manutenzione delle opere già realizzate. I programmi di intervento saranno definiti di concerto con gli Enti attuatori degli interventi stessi. Potranno prevedersi altresì ulteriori specifici interventi strutturali puntuali per nuove e diverse situazioni che dovessero emergere; in tal caso il soggetto attuatore dell'intervento dovrà acquisire il parere vincolante dell'Autorità di Bacino (rif. art. 9 comma 3, lett. a) delle Norme di Piano del P.A.I.) che si esprimerà circa la compatibilità con le finalità del P.A.I..

Il quadro complessivo degli interventi necessari per la mitigazione del rischio, con i relativi fabbisogni finanziari derivati da valutazioni economiche di larga massima, è fornito nella **Tab. 6**.

Tab. 6 Quadro di sintesi del fabbisogno finanziario

Codice	Comune	Toponimo	Previsione di spesa [€]
1MA_R3	Rimini	Rimini	400.000,00
2MA_R3	Novafeltria	Ponte S. Maria Maddalena	20.000,00
3MA_R4	Talamello	Campiano	1.000.000,00
4MA_R3	Novafeltria	Novafeltria	300.000,00
5MA_R3	Pennabilli	Molino di Schieti	100.000,00
1CO_R3	San Clemente	Area prospiciente Casarola	400.000,00
2CO_R3	Monte Colombo	Case Acquaviva a valle di Taverna	200.000,00
3CO_R3	Sassofeltrio	Area prospiciente Molino Renzini	300.000,00
4CO_R3	Sassofeltrio	Molino Renzini	150.000,00

5. ELABORATI

La Variante al Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico è costituito dagli elaborati di seguito elencati:

a) Relazione

b) Elaborati grafici:

- Tavv. 3.1, ..., 3.4 – Calanchi (scala 1:25.000);
- Tavv. 4.1, ..., 4.6 - Quadro Generale del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (scala 1:25.000);
- Allegato 3 - Atlante esondabilità attuale e rischio attuale (scala 1:10.000):
 - Tavv. 2.1, ..., 2.4 – Esondabilità e rischio attuale F. Marecchia;
 - Tavv. 6.1, ..., 6.5 – Esondabilità e rischio attuale T. Conca;
 - Tav. 9.1 – Esondabilità e rischio attuale T. Mazzocco e T. San Marino;
 - Tav. 10.1 – Esondabilità e rischio attuale T. Senatello;
- Allegato 4 - Atlante fasce fluviali e interventi previsti (scala 1:10.000):
 - Tavv. 2.1, ..., 2.4 – Fasce fluviali e interventi previsti F. Marecchia;
 - Tavv. 6.1, ..., 6.5 – Fasce fluviali e interventi previsti T. Conca;
 - Tav. 9.1 – Fasce fluviali e interventi previsti T. Mazzocco e T. San Marino;
 - Tav. 10.1 – Fasce fluviali e interventi previsti T. Senatello;

Per gli **aspetti normativi** si fa riferimento integralmente alle **Norme di Piano del Piano Stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)** adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con deliberazione n° 2 del 30 marzo 2004 ed approvato dalla Regione Emilia-Romagna, con deliberazione di DGR n°1703/2004, dalla Regione Marche con DCR n°139/2004, dalla Regione Toscana con DCR n°115/2004.

ALLEGATO ALLA RELAZIONE DELLA VARIANTE DEL PIANO
STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

AUTORITA' DI BACINO INTERREGIONALE MARECCHIA - CONCA

ANALISI IDROLOGICA Torrenti Mazzocco, Senatello e San Marino

RELAZIONE

CODICE DOCUMENTO

ELABORATO

C 3 3 7 - 0 2 - 0 0 1 0 1 . D O C L C 1

01	GIU. 08	S.TORRETTA	M.BUFFO	D.PERSI	
00	MAR. 08	S.TORRETTA	M.BUFFO	D.PERSI	
REV.	DATA	REDAZIONE	VERIFICA	AUTORIZZAZIONE	MODIFICHE

INDICE

1.	PREMESSA	1
2.	GENERALITA'	1
3.	INQUADRAMENTO DELLE AREE DI STUDIO	2
4.	DATI IDROLOGICI	2
	4.1 Pluviometria	3
	4.2 Confronto con altri metodi di regionalizzazione	7
5.	CARATTERISTICHE FISIOGRAFICHE	9
6.	TEMPO DI CORRIVAZIONE	11
7.	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	12
8.	VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA	15
	8.1 Metodo razionale	15

ALLEGATO 1 - Regularizzazioni probabilistiche delle precipitazioni intense di durata 1, 3, 6, 12, 24 ore misurate nelle stazioni pluviometriche disponibili.

1. PREMESSA

La presente relazione riguarda la caratterizzazione idrologica dei torrenti Senatello, Mazzocco e San Marino, affluenti del fiume Marecchia.

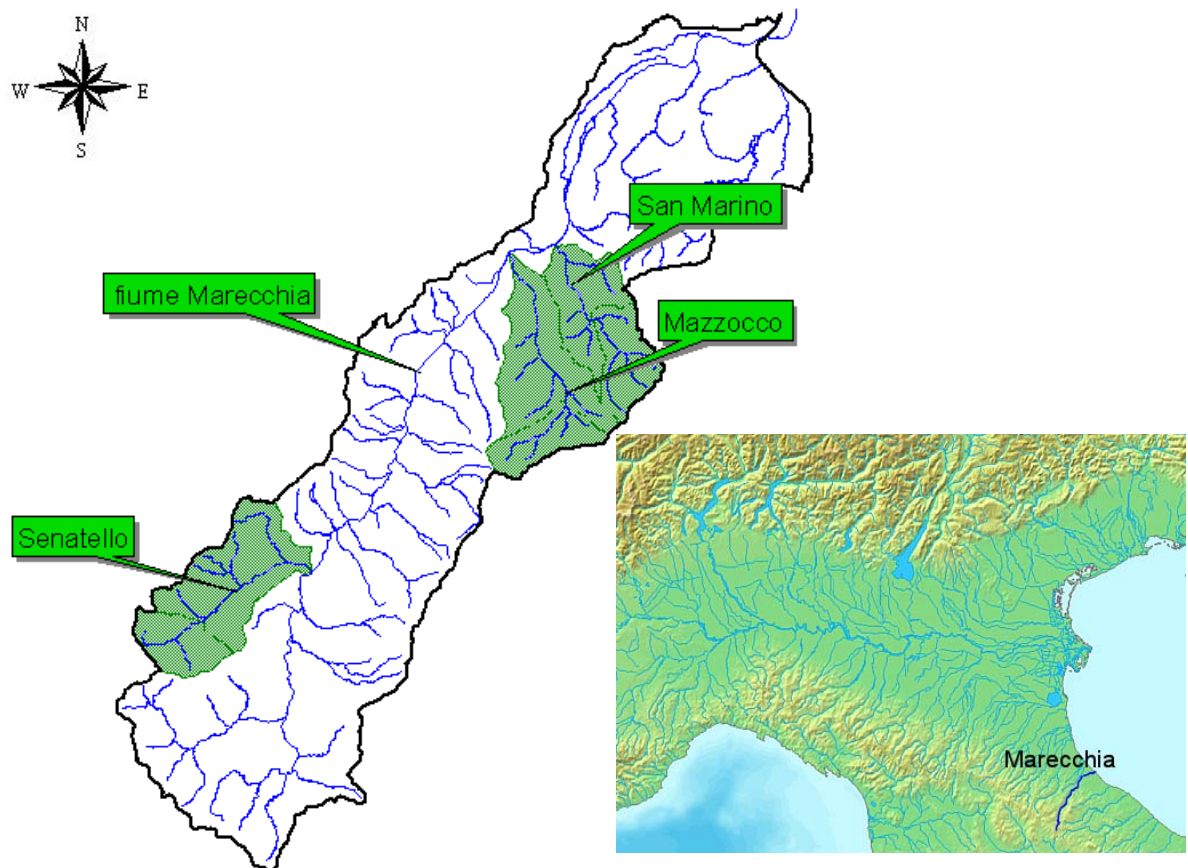


Figura 1 - Ubicazione corsi d'acqua oggetto dello studio.

Lo studio idrologico è finalizzato alla determinazione dei valori di portata al colmo degli eventi estremi di assegnato tempo di ritorno dei suddetti corsi d'acqua, da utilizzare nelle simulazioni modellistiche idrodinamiche per le verifiche idrauliche richieste dall'Autorità di Bacino Interregionale Marecchia Conca, committente della presente analisi.

2. GENERALITA'

I bacini idrografici dei corsi d'acqua in oggetto sono stati delimitati e planimetrati sulle cartografie CTR in scala 1:5.000, e IGM 1:25.000 fornite dall'Autorità di Bacino Interregionale Marecchia Conca.

Per la valutazione delle portate massime probabili, in considerazione della carenza di osservazioni dirette sufficientemente significative, si è fatto riferimento principalmente a schemi di calcolo basati sulla

determinazione indiretta delle portate stesse, in funzione delle precipitazioni (metodo cinematico). In tal caso, alle portate di piena è stato attribuito lo stesso tempo di ritorno delle precipitazioni da cui traggono origine.

Lo studio idrologico è stato condotto attraverso le seguenti fasi di analisi:

- pluviometria:
 - * individuazione delle stazioni pluviometrografiche di interesse;
 - * raccolta ed analisi dei dati relativi alle precipitazioni intense;
 - * calcolo delle curve di possibilità climatica di assegnato tempo di ritorno delle singole stazioni;
 - * regionalizzazione dell'informazione pluviometrica e determinazione delle curve di possibilità climatica di progetto;
 - * confronto con altri metodi di regionalizzazione (VAPI);
- applicazione del metodo razionale:
 - * determinazione del tempo di corrivazione dei bacini in esame;
 - * definizione dei coefficienti di deflusso di piena;
- determinazione delle portate di piena di assegnato tempo di ritorno, utilizzando la formula di Turazza (50, 200 e 500 anni).

3. INQUADRAMENTO DELLE AREE DI STUDIO

Il fiume Marecchia segna il confine fra le Province di Rimini, Arezzo e Pesaro con una piccola parte del bacino imbrifero ricadente anche nel territorio della Repubblica di S.Marino.

Il Marecchia nasce dall'Alpe della Luna (1.454 m.s.m.) e giunge al mare dopo circa 71 km di percorso, in prossimità della città di Rimini, per un bacino complessivo di circa 610 km².

Dal punto di vista idrogeologico il bacino può ritenersi di modesta permeabilità per la presenza di rocce argillose o arenacee impermeabili. Tale caratteristica è in parte dovuta alla permeabilità secondaria dei calcari e in parte a quella dei depositi ghiaiosi - sabbiosi delle alluvioni.

4. DATI IDROLOGICI

I dati pluviometrici relativi alle serie storiche di piogge brevi e intense sono stati forniti dall'Autorità di Bacino Interregionale Marecchia Conca.

4.1 Pluviometria

Nella tabella 1 sono riportate le caratteristiche principali delle stazioni pluviometriche considerate, la cui ubicazione è indicata nella figura 2.

STAZIONE	Periodo	N° ANNI
Badia Tedalda	1990-2006	12
Pennabilli	1990-2006	17
Novafeltria	1990-2006	17
San Marino	1990-2006	17

Tabella 1 - Anni di osservazione disponibili per le stazioni pluviometriche considerate.

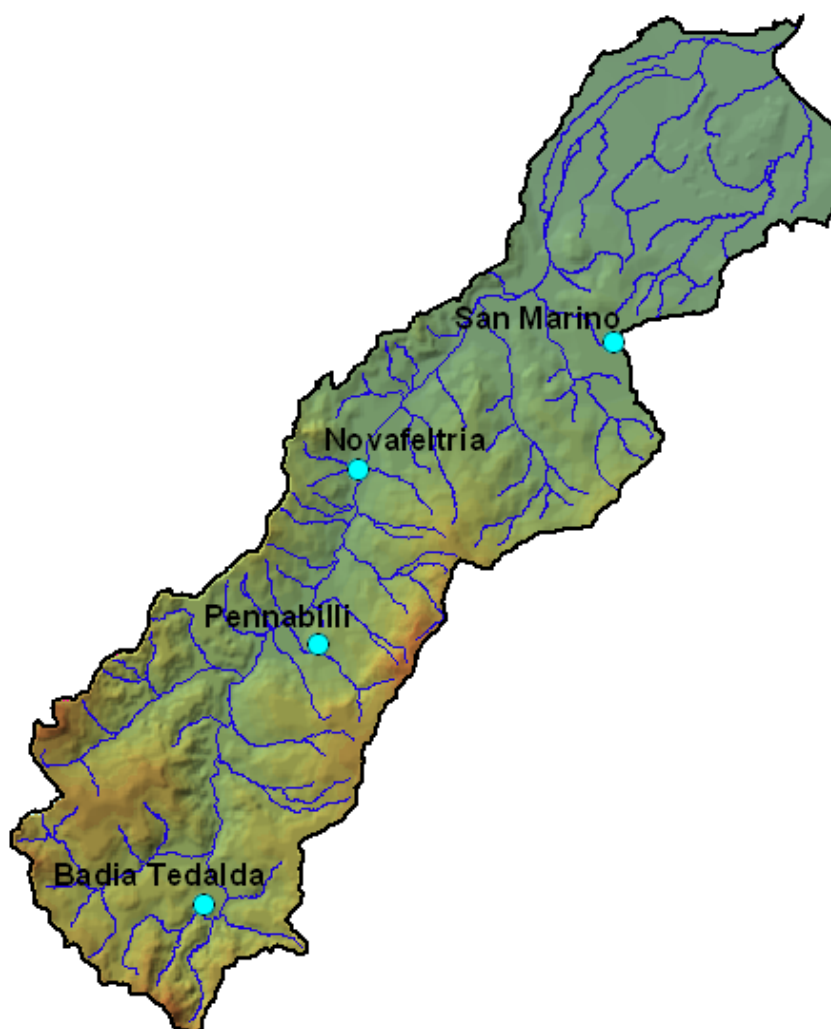


Figura 2 - Ubicazione delle stazioni pluviometriche in relazione all'area di studio.

Di tali stazioni sono state raccolte le serie storiche delle precipitazioni intense di durata 1÷24 ore e delle precipitazioni di breve durata e forte intensità (durata inferiore all'ora).

Le serie storiche dei dati di precipitazione di durata 1÷24 ore sono state sottoposte a regolarizzazione per tempi di ritorno di 10, 50, 100, 200 e 500 anni, per la determinazione delle curve di possibilità climatica.

Il programma di calcolo utilizzato per le regolarizzazioni studia l'adattamento dei dati storici a tre tipi di funzioni teoriche di proiezione: log-normale (Galton-Y1), Pearson Type III (funzione gamma-Y2) e Fisher-Tippett Type I (Gumbel-Y3). Il programma consente anche di valutare l'affidabilità dei risultati, in quanto evidenzia i parametri di riferimento, quali lo scarto quadratico medio rispetto alla curva teorica (SQM) ed il valore di probabilità secondo il test di Kolmogorov-Smirnov (PROB). Le elaborazioni svolte e la descrizione dettagliata del programma sono documentate nell'allegato 1.

Esso riporta, per ciascuna delle stazioni, le serie storiche dei dati di input, gli elementi caratteristici delle regolarizzazioni, i valori più probabili delle altezze di precipitazione per le varie durate dell'evento (1÷24 ore) e per gli assegnati tempi di ritorno ed infine le curve di possibilità climatica nella forma:

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

Nella tabella 2 sono riportati nel seguente ordine: i valori dei coefficienti "a" e "n" delle curve di possibilità climatica relative alle singole stazioni di misura per tempi di ritorno rispettivamente 10, 100 e 200 anni; il relativo tipo di distribuzione probabilistica scelto; le altezze di precipitazione di durata un'ora e tempo di ritorno 10, 100 e 200 anni; il relativo tipo di distribuzione probabilistica adottato, non necessariamente uguale a quello precedentemente individuato per la scelta della curva di possibilità climatica.

STAZIONE	TR=10		TR=100		TR=200		DISTR	h(tp=1ora)			DISTR
	a	n	a	n	a	n		TR=10	TR=100	TR=200	
Badia Tedalda	38.96	0.386	60.41	0.377	66.80	0.375	y3	38.26	58.70	64.76	y3
Pennabilli	34.62	0.364	49.30	0.383	53.61	0.389	y2	34.29	49.30	53.61	y2
Novafeltria	40.11	0.291	63.01	0.229	69.70	0.216	y2	40.08	63.01	69.70	y2
San Marino	42.53	0.261	64.94	0.229	71.24	0.223	y2	41.11	61.97	67.79	y2

Tabella 2- Curve di possibilità climatica di assegnato tempo di ritorno.

Dall'esame della tabella 2 si evince che le caratteristiche di piovosità intensa sul comprensorio in esame sono abbastanza omogenee.

Notata una certa uniformità spaziale delle variabili idrologiche considerate, si è valutata la possibilità di considerare il comprensorio in esame come un'unica area idrologicamente omogenea nei confronti delle precipitazioni intense. Tale ipotesi è avvalorata dal fatto che l'area oggetto di studio si trova in un territorio che non presenta variazioni morfologiche rilevanti.

L'individuazione della zona omogenea è stata pertanto condotta prevalentemente sulla base di un'analisi di regionalizzazione delle piogge intense 1÷24 ore (delle quali si dispone di una maggiore quantità di dati).

Si è proceduto alla regionalizzazione del seguente parametro statistico caratteristico delle serie storiche delle precipitazioni di durata 1÷24 ore: il parametro K_t della distribuzione di Gumbel pari a

$$K_t = \frac{a}{z}$$

essendo "a" e "z" i parametri della distribuzione Y3 precedentemente definita, la cui funzione di probabilità cumulata si può scrivere come

$$P(h_t) = \exp\left(-\exp\left(-\frac{h_t - z}{a}\right)\right)$$

avendo indicato con h_t la massima altezza annuale di pioggia di durata t , definibile nel modo seguente:

$$h_t = z \left(1 - K_t \cdot \ln \ln \frac{TR}{TR - 1} \right)$$

essendo TR il tempo di ritorno dell'evento considerato.

Il parametro K_t così definito è stato determinato per le stazioni pluviografiche considerate e per tutte le durate di pioggia in base ai parametri "a" e "z" delle distribuzioni di Gumbel, precedentemente stimati con il metodo della massima verosimiglianza.

Nella tabella 3 per ogni stazione sono riportati i valori di K_t per le cinque durate, la media di questi cinque valori e il relativo scarto quadratico medio σ quale indice della variabilità del parametro nell'ambito di una stessa stazione.

Il valore medio, sulle cinque durate, è stato regionalizzato sul comprensorio in esame con il metodo della minima curvatura.

STAZIONE	Kt	Kt	Kt	Kt	Kt	Kt	σ
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore	Medio	
Badia Tedalda	0.466	0.470	0.423	0.402	0.413	0.435	0.031
Pennabilli	0.270	0.234	0.144	0.205	0.229	0.217	0.047
Novafeltria	0.383	0.269	0.243	0.259	0.286	0.288	0.055
San Marino	0.470	0.370	0.301	0.279	0.304	0.345	0.078

Tabella 3 - Parametri K_t per durate di pioggia 1÷24 ore.

In base all'esame dei valori contenuti nelle tabelle, possono essere tratte le seguenti conclusioni:

- il parametro K_t risulta circa costante nell'ambito di una stessa stazione al variare della durata della pioggia; ciò è indicato dai valori di σ piuttosto bassi. Questo fatto ha consentito di considerare come rappresentativo il valore medio di tale parametro sulle cinque durate e di regionalizzare pertanto solo quest'ultimo;
- il parametro K_t è quello che meglio si presta a caratterizzare aree idrologicamente omogenee perché direttamente legato alla distribuzione probabilistica di Gumbel e quindi alla conseguente definizione di curve di possibilità climatica caratteristiche di ogni area e perché la sua variabilità territoriale risulta chiaramente influenzata dalle componenti morfologiche del bacino in esame.

Si osserva come sull'area oggetto di studio K_t non presenti grandi differenze; questo può essere giustificato dalle caratteristiche fisiografiche uniformi del territorio e dal fatto che i bacini sono localizzati su aree litoranee adriatiche, esposte omogeneamente a perturbazioni marine che si infrangono sui primi rilievi collinari dell'entroterra. Pertanto si può assumere un unico valore di K_t pari a 0.426.

Per definire le curve di massima possibilità climatica valevoli per la zona idrologicamente omogenea individuata è stata adottata l'espressione della distribuzione di Gumbel:

$$h_t = z \left(1 - K_t \cdot \ln \ln \frac{TR}{TR-1} \right)$$

nella quale " K_t " è la media (pesata in funzione del numero di anni di misura disponibili per ciascuna stazione) più lo scarto quadratico medio dei valori di K_t delle stazioni ricadenti nella stessa area omogenea e " z " può essere espresso nella forma

$$z = a_1 \cdot t^{n_1}$$

dove " t " è la durata della pioggia e i parametri " a_1 " e " n_1 " sono valutati con il metodo dei minimi quadrati sulla scorta dei valori di " z " ottenuti per ogni durata come media più due volte lo scarto quadratico medio dei corrispondenti valori di tutte le stazioni.

Nella tabella 4 sono riportati, per le durate di pioggia 1÷24 ore, i valori dei parametri " z " e " K_t " che definiscono le curve di possibilità climatica cercate.

Durata	z	Kt
1	20.85	0.426
3	31.80	0.426
6	41.11	0.426
12	52.26	0.426
24	69.32	0.426

Tabella 4 - Parametri " z " e " K_t " delle curve di possibilità climatica valevoli per la zona idrologicamente omogenea individuata.

La scelta di introdurre nelle formule di regionalizzazione la media dei valori dei parametri sulla zona, aumentata di un fattore pari a due volte lo scarto quadratico medio degli stessi, è motivata dal fatto che in questo modo le curve di possibilità climatica rappresentano cautelativamente un involucro superiore dei punti "sperimentali" di assegnato tempo di ritorno. In base alla distribuzione normale tale assunzione equivale infatti a considerare un valore con probabilità di non superamento pari al 94.5%.

L'espressione della curva di massima possibilità climatica di generico tempo di ritorno TR, determinate nel modo descritto, è in definitiva la seguente:

$$h = 22.05 \cdot t^{0.380} (1 - 0.426 \ln \ln (TR/TR-1)) \quad \text{per } t > 1 \text{ ora.}$$

A verifica delle formulazioni trovate sono state rappresentate le curve relative ai tempi di ritorno di 10, 100 e 200 anni insieme ai punti sperimentali relativi alle serie storiche delle massime precipitazioni intense di tutte le stazioni ricadenti nell'area.

Il diagramma riportato nella figura 3 evidenzia come le curve sottendano bene i punti sperimentali:

- la curva relativa a TR=10 anni risulta superata da alcuni eventi;
- le curve relative ai tempi di ritorno centennale e duecentennale non vengono mai superate.

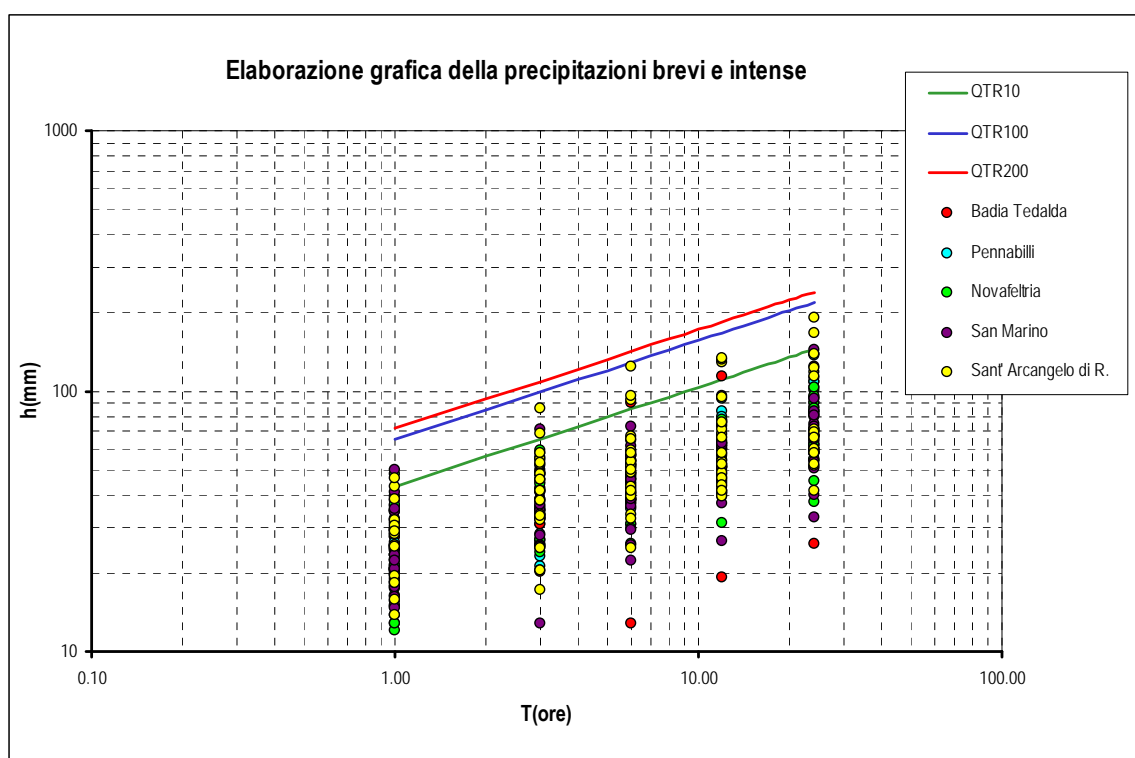


Figura 3 - Curve di possibilità climatica per durate di precipitazione superiori all'ora in relazione alle corrispondenti serie storiche di pioggia intensa osservate nelle stazioni dell'area in esame.

4.2 Confronto con altri metodi di regionalizzazione

Un ulteriore confronto è stato condotto considerando i risultati del modello TCEV (Rossi et al, 1989) per la Valutazione delle Piogge Intense nell'Italia Centro Settentrionale (Brath, Franchini, Galeati, 1998)

L'analisi condotta con il metodo TCEV ha portato ad individuare quattro zone pluviometriche omogenee per l'area considerata (figura 4) e per ciascuna zona sono state individuate le relazioni che consentono di stimare il valore di altezza puntuale di pioggia giornaliera e di durata 1-24 ore per assegnati tempi di ritorno.



Figura 4 - Modello TCEV per la valutazione delle piogge intense nell'Italia Centro-Settentrionale. Suddivisione dell'area in zone omogenee nei riguardi delle piogge intense.

L'area in esame appartiene ad un'unica area pluviometrica omogenea, l'area denominata "Zona Adriatica Costiera".

Come si osserva nel grafico di figura 5, la curva pluviometrica di progetto individuata nel presente studio risulta un poco più cautelativa di quella calcolata attraverso i valori puntuali calcolati mediante l'analisi con il TCEV. Per gli eventi di breve durata, quelli di interesse per i bacini in esame, lo scarto fra le due curve risulta dell'ordine del 5% .

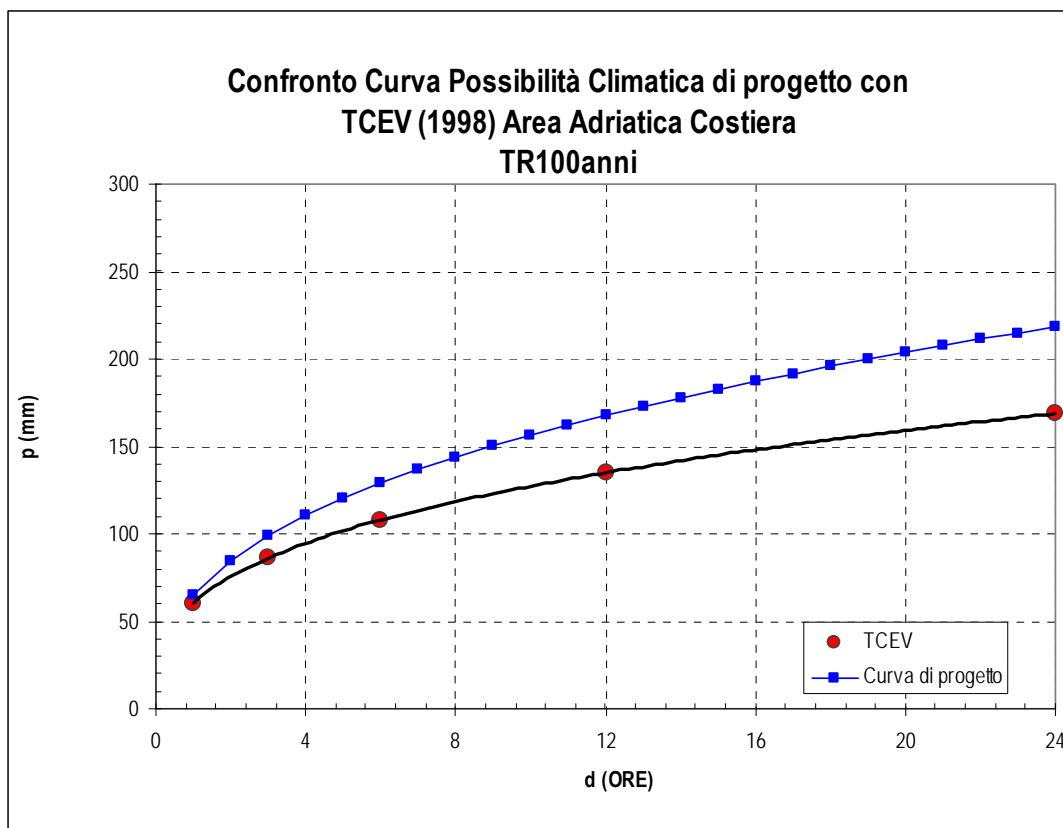


Figura 5 - Confronto tra la curva di progetto e la TCEV per l'Italia Centro-Settentrionale con tempo di ritorno 100 anni.

5. CARATTERISTICHE FISIOGRAFICHE

Lo studio delle principali caratteristiche morfologiche e fisiografiche dei bacini dei torrenti in esame (figura 6), come anticipato nell'introduzione, è stato effettuato sulle cartografie fornite dall'Autorità di Bacino Interregionale del Marecchia-Conca, CTR 1:5.000, IGM 1:25.000, DEM 10X10 e DEM 100x100.

I bacini di testata dei 3 affluenti del fiume Marecchia in esame sono stati chiusi in corrispondenza della sezione topografica di rilievo più a monte sull'asta.

In tabella 5 e in tabella 6 sono riportati i parametri morfologici di maggiore interesse rispettivamente per i bacini di testata e per i bacini complessivi (con sezione di chiusura pari confluenza nel fiume Marecchia):

- l'area dei bacini (S);
- la lunghezza (L) e la pendenza (i) delle aste principali;
- la quota massima (H_{max}), minima (H_{min}) e media (H_{med}) dei bacini.

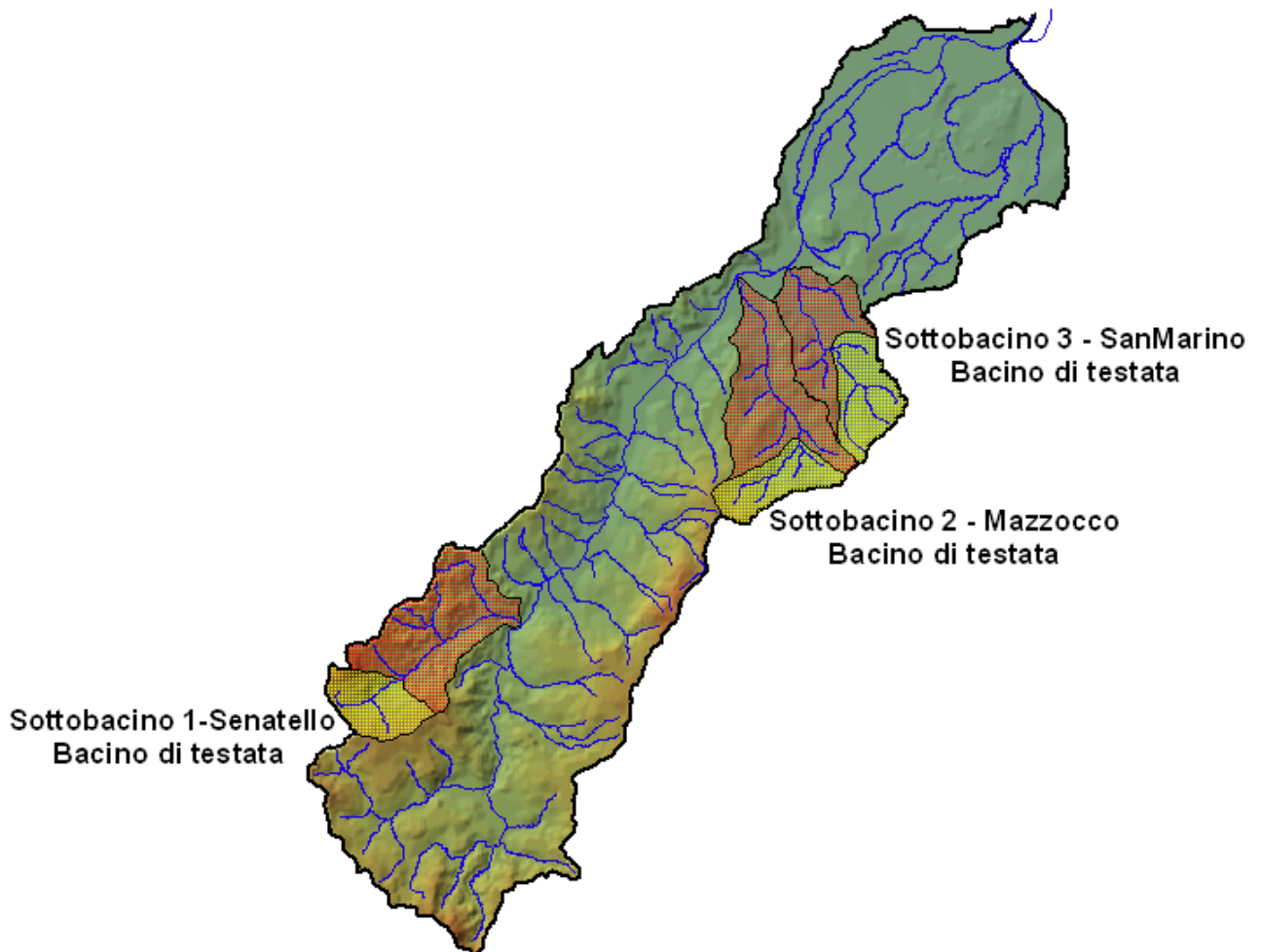


Figura 6 - Bacini di testata dei 3 affluenti del fiume Marecchia, oggetto del presente studio.

Nome	Bacino	Area	Hmin	Hmax	Hmedia	L	i
		[km ²]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[km]	[m/m]
Sottobacino 1	Senatello	13.75	635	1305	968	4.50	0.15
Sottobacino 2	Mazzocco	13.73	350	1100	750	5.30	0.14
Sottobacino 3	S.Marino	16.63	221	864	495	7.22	0.09

Tabella 5 - Caratteristiche fisiografiche dei bacini di testata oggetto di studio.

Nome	Bacino	Area	Hmin	Hmax	Hmedia	L	i
		[km ²]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[km]	[m/m]
Complessivo 1	Senatello	49.0	375	1352	786	12.5	0.13
Complessivo 2	Mazzocco	46.9	139	1100	500	15.2	0.09
Complessivo 3	S.Marino	37.4	200	864	366	12.4	0.09

Tabella 6 - Caratteristiche fisiografiche dei bacini degli affluenti oggetto di studio.

6. TEMPO DI CORRIVAZIONE

La determinazione del valore del tempo di corrivazione per i sottobacini in esame è stata effettuata avvalendosi delle seguenti formule: Giandotti, Pezzoli, Ventura e Pasini.

Questi metodi necessitano, come dati di input, dei valori delle caratteristiche morfologiche, fisiografiche ed altimetriche dei bacini definiti alla loro rispettiva sezione di chiusura. Le grandezze da considerare sono le seguenti:

- superficie S (km²);
- altitudine media H_{med} (m s.m.);
- quota della sezione di chiusura H_{min} (m s.m.);
- lunghezza dell'asta principale L (km);
- pendenza dell'asta principale i (m/m).

Vengono di seguito esposte le formule di calcolo del tempo di corrivazione espresso in ore, per ognuno dei metodi adottati, riportati poi in tabella 7 per i bacini di testata e in tabella 8 per i bacini complessivi.

Formula di Giandotti:
$$t_c = \frac{4 \cdot S^{0.5} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{(H_m - H_{sez})}}$$

Formula di Pezzoli:
$$t_c = 0.055 \cdot \frac{L}{\sqrt{i}}$$

Formula di Ventura:
$$t_c = 0.1272 \cdot \sqrt{\frac{S}{i}}$$

Formula di Pasini:
$$t_c = 0.108 \cdot \frac{(S \cdot L)^{1/3}}{\sqrt{i}}$$

Nome	Bacino	Area	Giandotti	Pezzoli	Ventura	Pasini	Tc
		[km ²]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]
Sottobacino 1	Senatello	13.75	1.48	0.64	1.22	1.11	1.22
Sottobacino 2	Mazzocco	13.73	1.42	0.77	1.25	1.20	1.25
Sottobacino 3	S.Marino	16.63	2.05	1.33	1.74	1.79	1.74

Tabella 7 -Tempi di corrivazione stimati per i bacini di testata oggetto di studio.

Nome	Bacino	Area	Giandotti	Pezzoli	Ventura	Pasini	Tc
		[km ²]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]
Complessivo 1	Senatello	49.0	2.88	1.91	2.47	2.54	2.47
Complessivo 2	Mazzocco	46.9	3.30	2.79	2.90	3.22	2.90
Complessivo 3	S.Marino	37.4	4.18	1.89	2.15	2.32	2.15

Tabella 8 -Tempi di corrivazione stimati per i bacini complessivi oggetto di studio.

Sulla base delle caratteristiche dei bacini oggetto di studio si è assunto un tempo di corrivazione effettivo pari al valore determinato con la formula di Ventura.

7. COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Per la valutazione del coefficiente di deflusso si è fatto riferimento a valori di letteratura ("Applied Hydrology", Ven Te Chow), definiti anche in funzione delle caratteristiche fisiografiche dei bacini dell'esame delle carte tematiche disponibili.

In particolare si è fatto riferimento esplicito alla carta CORINE, per le Regioni Emilia Romagna, Marche e Toscana, della quale nelle figure 7 e 8 si riportano i tematismi relativi all'area di studio, nella quale il territorio risulta suddiviso in funzione dell'uso del suolo e delle caratteristiche dei versanti.

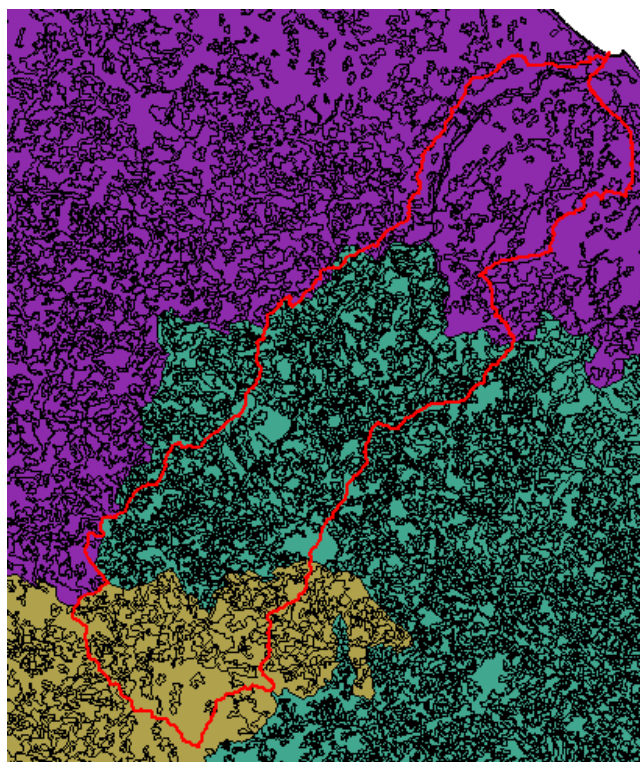


Figura 7 - Bacino del Marecchia suddiviso tra la carta CORINE della Regione Emilia-Romagna, Marche e Toscana.

A titolo esemplificativo, nella tabella 9 è riportata la descrizione dei codici della carta Corine per il bacino del torrente Mazzocco. Nella tabella successiva sono elencati, per ogni sottobacino del fiume Marecchia in esame, e per ogni classe di uso del suolo della carta CORINE, il coefficiente medio di deflusso attribuito ad essa e l'area della superficie da essa coperta. In base a tale discretizzazione è stato possibile calcolare il valore del coefficiente di deflusso per ogni singolo bacino da utilizzare per il calcolo delle portate.

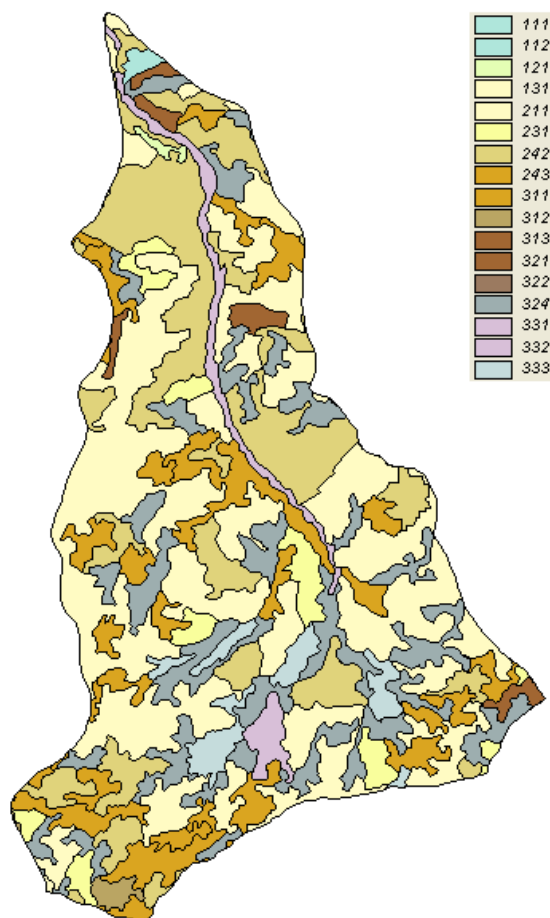


Figura 8 - Carta CORINE relativa al bacino del torrente Mazzocco.

CODICE CORINE	DESCRIZIONE
111	Tessuto urbano continuo
112	Tessuto urbano discontinuo
121	Aree industriali e commerciali
131	Aree estrattive
211	Seminativi in aree non irrigue
231	Prati stabili
242	Sistemi colturali e particellari complessi
243	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali
311	Boschi di latifoglie

CODICE CORINE	DESCRIZIONE
312	Boschi di conifere
313	Boschi misti
321	Aree a pascolo naturale e praterie d'alta quota
322	Brugherie e cespuglieti
324	Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione
331	Spiagge, dune, sabbie
332	Rocce nude, falesie, rupi affioramenti
333	Aree con vegetazione rada

Tabella 9 - Classificazione dell'uso del suolo fornita dalla carta CORINE per il bacino del torrente Mazzocco.

I valori analitici così ottenuti sembrano rappresentare bene anche le caratteristiche generali di acclività e permeabilità dei bacini in esame e cautelativamente possono essere considerati validi anche come valore sintetico rappresentativo dei seguenti tre fattori che generalmente si considerano nella loro determinazione:

- il fattore di ragguglio c_r della precipitazione alla superficie del bacino idrografico considerato;
- il fattore di trattenuta del terreno c_d , funzione della capacità di assorbimento del terreno (rapporto tra l'altezza di pioggia netta e l'altezza di pioggia totale);
- il fattore di laminazione c_l , che dipende dalla capacità di invaso sulla superficie del bacino e nel reticolo idrografico dello stesso.

La scelta di non esplicitare i singoli fattori di ragguglio, di trattenuta del terreno e di laminazione è voluta al fine di effettuare una assunzione del coefficiente di deflusso C cautelativa.

Sottobacino 1 torrente Senatello			Sottobacino 2 torrente Mazzocco			Sottobacino 3 torrente S.Marino		
Codice Corine	S (km²)	C	Codice Corine	S (km²)	C	Codice Corine	S (km²)	C
112	0.08	0.95	131	0.04	0.75	112	0.31	0.95
211	0.20	0.60	211	6.43	0.60	142	0.03	0.95
231	2.32	0.60	231	0.98	0.60	211	5.68	0.60
242	0.60	0.60	242	1.26	0.60	231	0.51	0.60
243	0.37	0.65	243	0.41	0.65	242	0.51	0.60
311	8.74	0.50	311	1.82	0.50	243	7.87	0.65
321	0.17	0.75	312	0.17	0.70	311	1.08	0.50
322	0.07	0.65	324	1.89	0.65	313	0.13	0.60
324	1.03	0.65	332	0.20	0.75	324	0.44	0.65
333	0.16	0.75	333	0.53	0.75	333	0.09	0.75
	<i>Media Pesata</i>	<i>0,55</i>		<i>Media Pesata</i>	<i>0,60</i>		<i>Media Pesata</i>	<i>0,60</i>

Tabella 10 - Coefficienti di deflusso C calcolati per ogni bacino di testata in esame in base alla carta Corine.

Complessivo 1 torrente Senatello			Complessivo 2 torrente Mazzocco			Complessivo 3 torrente S.Marino		
Codice Corine	S (km ²)	C	Codice Corine	S (km ²)	C	Codice Corine	S (km ²)	C
211	0.74	0.60	112	0.20	0.95	112	0.70	0.95
231	1.80	0.60	121	0.09	0.95	142	0.06	0.95
242	3.72	0.60	131	0.27	0.75	211	12.77	0.60
243	4.62	0.70	211	21.43	0.60	231	1.14	0.60
311	2.89	0.50	231	1.34	0.60	242	1.15	0.60
313	27.08	0.60	242	9.06	0.60	243	17.69	0.65
321	1.01	0.75	243	2.08	0.70	311	2.43	0.50
322	1.82	0.65	311	5.11	0.50	313	0.29	0.60
324	0.19	0.65	313	0.75	0.60	324	0.99	0.65
331	3.45	0.40	321	0.32	0.75	333	0.19	0.75
332	1.31	0.75	324	4.93	0.65			
333	0.87	0.75	331	1.10	0.40			
			333	0.23	0.75			
	<i>Media Pesata</i>	<i>0,55</i>		<i>Media Pesata</i>	<i>0,60</i>		<i>Media Pesata</i>	<i>0,60</i>

Tabella 11 - Coefficienti di deflusso C calcolati per ogni bacino complessivi in esame in base alla carta Corine.

8. VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA

8.1 Metodo razionale

Utilizzando le curve di possibilità climatica "di progetto" precedentemente calcolate nell'analisi pluviometrica ed attribuite a ciascun bacino, ed i relativi valori di tempo di corrivazione e di coefficiente di deflusso, sono state valutate, in funzione di differenti tempi di ritorno, le portate di piena ed i relativi contributi specifici, per ognuno dei sottobacini in esame. A tale scopo è stato utilizzato il noto metodo idrologico dell'espressione razionale. Tale metodo di correlazione afflussi-deflussi, per il calcolo della portata di piena, utilizza la formula di Turazza:

$$Q = \frac{c \cdot h \cdot S}{3,6 \cdot t_c} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

dove:

S = superficie del bacino (km²);

c = coefficiente medio di deflusso del bacino;

h = altezza massima di precipitazione per una durata pari al tempo di corrivazione (mm), determinata mediante curva di possibilità climatica;

t_c = tempo di corrivazione del bacino (ore).

Nome	Bacino	S [km ²]	tc [h]	C	h[mm]			Q[m ³ /s]		
					TR 50anni	TR 200anni	TR 500anni	TR 50anni	TR 200anni	TR 500anni
Sottobacino 1	Senatello	13.8	1.22	0,55	63	77	87	109	133	149
Sottobacino 2	Mazzocco	13.7	1.25	0,60	64	78	88	117	143	160
Sottobacino 3	S.Marino	16.6	1.74	0,60	72	89	99	116	141	158

Tabella 12 - Portate al colmo calcolate per i bacini in esame per i tempi di ritorno 50, 200 e 500anni.

In considerazione delle portate definite alla sezione di confluenza con il Marecchia e in testata, per ogni singolo affluente è stato possibile definire i contributi laterali delle aste oggetto di studio, inseriti come idrogrammi distribuiti nelle simulazioni idrodinamiche, per le quali si rimanda all'elaborato specifico di analisi idraulica (C337-02-00200.doc). La forma e l'entità di tali idrogrammi di portata sono risultati dalla sottrazione tra l'idrogramma costruito in base alla caratterizzazione idrologica dei bacini complessivi dei torrenti e quelli relativi ai bacini di testata.

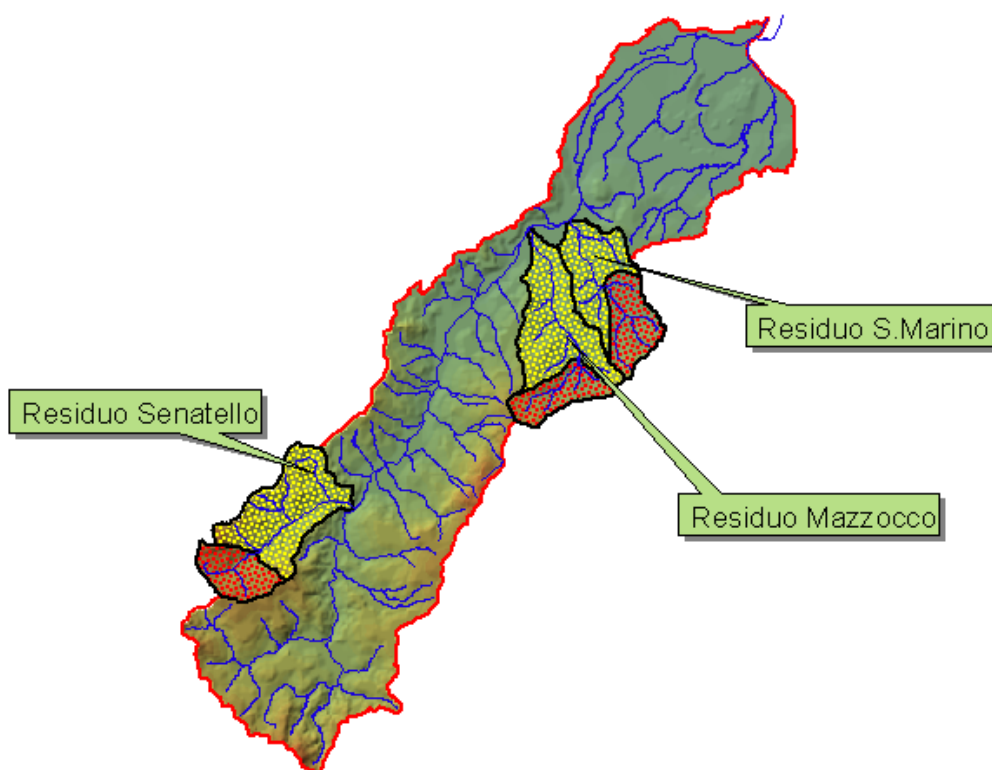


Figura 9 - Bacini residui dei 3 affluenti del fiume Marecchia, oggetto del presente studio.

Nome	Bacino	S [km ²]	tc [h]	C	h[mm]			Q[m ³ /s]		
					TR 50anni	TR 200anni	TR 500anni	TR 50anni	TR 200anni	TR 500anni
Complessivo 1	Senatello	49.0	2.47	0,55	83	101	113	251	307	344
Complessivo 2	Mazzocco	46.9	2.90	0,60	88	108	121	237	290	325
Complessivo 3	S.Marino	37.4	2.15	0,60	79	96	108	228	278	312

Tabella 13 - Portate al colmo calcolate per i bacini complessivi dei corsi d'acqua in esame per i tempi di ritorno 50, 200 e 500anni.

ALLEGATO 1

Regolarizzazioni probabilistiche delle precipitazioni intense di durata 1, 3, 6, 12, 24 ore misurate nelle stazioni pluviometriche disponibili.

Il programma HCH/PMAX determina per una stazione pluviometrica la curva di massima possibilita` climatica nella forma : $Y=aT^{**n}$ (** elevato a) per assegnati tempi di ritorno, utilizzando un metodo probabilistico di regolarizzazione con diversi tipi di distribuzione.

Occorre che per la stazione considerata sia disponibile una serie storica di misure sufficientemente estesa. I dati in ingresso sono le altezze di pioggia massime annuali osservate per eventi di diversa durata.

Alla serie storica delle osservazioni vengono adattati diversi tipi di distribuzione probabilistica :

1. distribuzione log-normale (Galton)

$$f(y)dy = \frac{.3989}{y s} \exp\{-\frac{(\ln y - m)^2}{2s^2}\} dy$$

con parametri : s,m

2. distribuzione di Pearson Type III (funz. gamma)

$$f(y)dy = \frac{1}{s} \frac{y-a}{s}^{p-1} \exp\{-\frac{y-a}{s}\} dy$$

con parametri / s,p,a

3. distribuzione di Fisher-Tippett Type I (Gumbel)

$$f(y)dy = \frac{1}{a} \exp\{-\frac{y-z}{a}\} \exp[-\frac{y-z}{a}] dy$$

con parametri : a,z

La stima dei parametri avviene utilizzando il metodo della massima verosimiglianza (maximum likelihood). Noti i parametri, per i diversi tipi di distribuzione, i valori richiesti di Y (altezza di pioggia massima per un assegnato tempo di ritorno TR) soddisfano la condizione per cui l' integrale esteso tra Y e infinito di f(y)dy e` uguale a 1/TR, valore che rappresenta la probabilita` che in un anno l'altezza massima di pioggia superi Y. Per indirizzare la scelta del tipo di distribuzione che meglio si adatta alla serie storica delle osservazioni, vengono calcolati i valori SQM e PROB. Il primo rappresenta lo scarto quadratico medio degli scostamenti tra le distribuzioni teoriche ed osservate delle frequenze di non superamento (FCi - FCO). Il secondo rappresenta la probabilita`, secondo il test di Kolmogorov-Smirnov, che la distribuzione teorica rappresenti adeguatamente la distribuzione osservata.

Vengono infine calcolate le curve di massima possibilita climatica in base alle diverse distribuzioni adottate. In particolare i valori Ymp rappresentano le massime altezze di pioggia di diversa durata soddisfacenti la condizione di massima verosimiglianza.

PROGRAMMA HCH/PMAX

DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI MASSIMA POSSIBILITA' CLIMATICA
 MEDIANTE REGOLARIZZAZIONE DEI DATI STORICI

STAZIONE : Badia Tadalda

PRECIPITAZIONI INTENSE DI DURATA 1,3,6,12,24 ORE (mm)

SERIE STORICA DEI DATI

No	ANNO	1.0 ORE	3.0 ORE	6.0 ORE	12.0 ORE	24.0 ORE
1	1991	24.60	30.80	44.40	59.80	71.00
2	1992	21.00	47.80	58.40	75.80	111.80
3	1993	28.80	30.80	44.20	62.00	67.80
4	1994	32.00	35.20	38.00	45.60	64.40
5	1995	19.60	34.80	52.60	76.60	80.40
6	1996	15.60	20.20	35.80	48.00	69.20
7	1997	27.60	50.00	54.60	61.60	79.20
8	1998	24.80	48.20	52.20	54.40	54.40
9	2002	4.00	8.20	12.80	19.20	26.00
10	2004	23.40	58.00	90.20	114.40	123.60
11	2005	27.40	38.20	53.80	75.80	139.20
12	2006	22.20	26.80	39.00	67.40	103.60

1 PIOGGE DI DURATA 1.0 ORE

DISTRIBUZIONE LOG NORMALE m = 3.02 s = .55
 DISTRIBUZIONE DI PEARSON s = 4.13 p = 5.46 a = .00
 DISTRIBUZIONE DI FISHER TIPPETT z = 18.68 a = 8.70

No	y	FC0	FC1	FC2	FC3
1	4.00	.076923	.001270	.001597	.004495
2	15.60	.153846	.308151	.252340	.240553
3	19.60	.230769	.465699	.429104	.406695
4	21.00	.307692	.515697	.490509	.464883
5	22.20	.384615	.555826	.541225	.513099
6	23.40	.461538	.593327	.589522	.559161
7	24.60	.538462	.628183	.634949	.602647
8	24.80	.615385	.633736	.642218	.609622
9	27.40	.692308	.699528	.728321	.692761
10	27.60	.769231	.704113	.734284	.698564
11	28.80	.846154	.730277	.768077	.731606
12	32.00	.923077	.789654	.842212	.805462
		SQM	.130028	.103810	.105103
		PROB	.521831	.732667	.851564

1 PIOGGE DI DURATA 3.0 ORE

DISTRIBUZIONE LOG NORMALE m = 3.48 s = .52
 DISTRIBUZIONE DI PEARSON s = 6.91 p = 5.17 a = .00
 DISTRIBUZIONE DI FISHER TIPPETT z = 28.91 a = 13.59

No	y	FC0	FC1	FC2	FC3
1	8.20	.076923	.004549	.005743	.010158
2	20.20	.153846	.184599	.150906	.149835
3	26.80	.230769	.359761	.317404	.310970
4	30.80	.307692	.462577	.427839	.418836
5	30.80	.384615	.462577	.427839	.418836
6	34.80	.461538	.555194	.534468	.522877
7	35.20	.538462	.563787	.544661	.532802
8	38.20	.615385	.624180	.617465	.603561
9	47.80	.692308	.771503	.798935	.779457
10	48.20	.769231	.776280	.804740	.785109
11	50.00	.846154	.796611	.829233	.809026
12	58.00	.923077	.867034	.909541	.889014
		SQM	.073227	.057218	.055860
		PROB	.935691	.995139	.998418

1 PIOGGE DI DURATA 6.0 ORE

DISTRIBUZIONE LOG NORMALE m = 3.79 s = .46
 DISTRIBUZIONE DI PEARSON s = 7.57 p = 6.34 a = .00
 DISTRIBUZIONE DI FISHER TIPPETT z = 39.60 a = 16.75

No	y	FC0	FC1	FC2	FC3
1	12.80	.076923	.003682	.005218	.007044
2	35.80	.153846	.322881	.285032	.285126
3	38.00	.230769	.370498	.333318	.332759
4	39.00	.307692	.391929	.355620	.354676
5	44.20	.384615	.498685	.471679	.467737
6	44.40	.461538	.502585	.476066	.471976
7	52.20	.538462	.639417	.635381	.624226
8	52.60	.615385	.645585	.642760	.631208
9	53.80	.692308	.663586	.664355	.651615
10	54.60	.769231	.675168	.678290	.664766
11	58.40	.846154	.725717	.739272	.722222
12	90.20	.923077	.938360	.971253	.952448
		SQM	.094800	.079964	.083039
		PROB	.882812	.985966	.985855

1 PIOGGE DI DURATA 12.0 ORE

DISTRIBUZIONE LOG NORMALE m = 4.08 s = .43
 DISTRIBUZIONE DI PEARSON s = 8.92 p = 7.11 a = .00
 DISTRIBUZIONE DI FISHER TIPPETT z = 52.71 a = 21.19

No	y	FC0	FC1	FC2	FC3
1	19.20	.076923	.004605	.006496	.007749
2	45.60	.153846	.274633	.240922	.246958
3	48.00	.230769	.315801	.280968	.286848
4	54.40	.307692	.425381	.393480	.397203
5	59.80	.384615	.512823	.489006	.488882
6	61.60	.461538	.540295	.519962	.518216
7	62.00	.538462	.546270	.526750	.524624
8	67.40	.615385	.621959	.614216	.606543
9	75.80	.692308	.720398	.730762	.714356
10	75.80	.769231	.720398	.730762	.714356
11	76.60	.846154	.728559	.740468	.723313
12	114.40	.923077	.938476	.968861	.947025
		SQM	.080170	.066187	.071059
		PROB	.989155	.999311	.993525

1 PIOGGE DI DURATA 24.0 ORE

DISTRIBUZIONE LOG NORMALE m = 4.33 s = .44
 DISTRIBUZIONE DI PEARSON s = 12.82 p = 6.44 a = .00
 DISTRIBUZIONE DI FISHER TIPPETT z = 67.70 a = 27.99

No	y	FC0	FC1	FC2	FC3
1	26.00	.076923	.007842	.010523	.011840
2	54.40	.153846	.223679	.196710	.200196
3	64.40	.230769	.352049	.318963	.324559
4	67.80	.307692	.395918	.363269	.369138
5	69.20	.384615	.413755	.381646	.387527
6	71.00	.461538	.436415	.405291	.411095
7	79.20	.538462	.534301	.511120	.515197
8	80.40	.615385	.547740	.526092	.529736
9	103.60	.692308	.755195	.766794	.757757
10	111.80	.769231	.805790	.826138	.813057
11	123.60	.846154	.861805	.889761	.873044
12	139.20	.923077	.912476	.942699	.925183
		SQM	.059376	.059137	.056529
		PROB	.994502	.999980	.999935

1

	TR	ORE	Y1	Y2	Y3	Ymp
	10.	1.0	41.58	35.51	38.26	38.26
		3.0	63.38	56.78	59.51	59.51
		6.0	80.01	73.49	77.29	73.49
		12.0	102.28	95.12	100.47	95.12
		24.0	134.67	126.01	130.70	126.01
n			.366	.395	.386	.369
	Y = aT		42.41T	36.80T	38.96T	39.67T
	50.	1.0	63.58	46.53	52.63	52.63
		3.0	95.03	74.86	81.95	81.95
		6.0	114.30	94.72	104.94	94.72
		12.0	142.51	121.16	135.41	121.16
		24.0	189.74	162.17	176.96	162.17
n			.335	.386	.379	.342
	Y = aT		65.76T	48.99T	54.04T	56.27T
	100.	1.0	73.87	50.88	58.70	58.70
		3.0	109.60	82.01	91.44	91.44
		6.0	129.63	103.07	116.63	103.07
		12.0	160.24	131.32	150.61	131.32
		24.0	214.17	176.33	196.48	176.33
n			.324	.383	.377	.332
	Y = aT		76.75T	53.83T	60.41T	63.49T
	200.	1.0	84.73	52.95	64.76	64.76
		3.0	124.99	88.92	100.90	100.90
		6.0	145.46	111.08	128.28	111.08
		12.0	178.35	141.08	164.89	141.08
		24.0	239.24	189.97	215.95	189.97
n			.314	.392	.375	.323
	Y = aT		88.48T	57.80T	66.80T	70.80T
	500.	1.0	100.07	60.43	72.74	72.74
		3.0	146.47	97.74	113.37	113.37
		6.0	167.26	121.27	143.65	121.27
		12.0	203.05	153.48	184.38	153.48
		24.0	273.60	207.32	241.64	207.32
n			.302	.378	.374	.311
	Y = aT		105.07T	64.50T	75.19T	80.56T

PROGRAMMA HCH/PMAX

DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI MASSIMA POSSIBILITA' CLIMATICA
 MEDIANTE REGOLARIZZAZIONE DEI DATI STORICI

STAZIONE : Novafeltria

PRECIPITAZIONI INTENSE DI DURATA 1,3,6,12,24 ORE (mm)

SERIE STORICA DEI DATI

No	ANNO	1.0 ORE	3.0 ORE	6.0 ORE	12.0 ORE	24.0 ORE
1	1990	22.60	25.20	30.80	40.60	60.60
2	1991	20.80	33.60	56.80	76.60	100.20
3	1992	21.40	32.40	40.60	73.20	87.20
4	1993	12.00	24.00	39.80	41.00	54.80
5	1994	28.20	33.40	38.60	41.40	45.00
6	1995	21.20	41.00	51.20	63.20	94.80
7	1996	34.20	42.00	51.60	60.00	83.60
8	1997	19.00	44.20	47.00	73.80	89.80
9	1998	25.60	26.40	30.60	48.00	62.20
10	1999	38.00	59.40	64.80	66.00	85.80
11	2000	36.60	45.60	45.60	54.40	70.80
12	2001	13.80	20.40	29.80	41.20	67.00
13	2002	34.60	37.60	38.00	50.80	95.20
14	2003	23.40	25.80	26.00	31.20	37.60
15	2004	12.80	32.20	47.40	57.20	57.40
16	2005	14.80	26.80	46.40	78.00	102.80
17	2006	48.20	51.60	52.60	61.20	66.60

1 PIOGGE DI DURATA 1.0 ORE

DISTRIBUZIONE LOG NORMALE m = 3.15 s = .41
 DISTRIBUZIONE DI PEARSON s = 8.83 p = 1.62 a = 10.83
 DISTRIBUZIONE DI FISHER TIPPETT z = 20.51 a = 7.85

No	y	FC0	FC1	FC2	FC3
1	12.00	.055556	.052653	.024067	.051902
2	12.80	.111111	.071923	.052974	.069139
3	13.80	.166667	.100730	.096217	.095183
4	14.80	.222222	.134338	.143956	.126120
5	19.00	.277778	.310398	.352946	.297510
6	20.80	.333333	.392343	.435722	.381443
7	21.20	.388889	.410367	.453170	.400159
8	21.40	.444444	.419324	.461755	.409490
9	22.60	.500000	.472056	.511285	.464765
10	23.40	.555556	.505995	.542381	.500598
11	25.60	.611111	.592870	.619944	.592878
12	28.20	.666667	.681416	.697205	.687071
13	34.20	.722222	.827353	.824995	.839705
14	34.60	.777778	.834528	.831434	.847028

15	36.60	.833333	.866444	.860446	.879267
16	38.00	.888889	.885241	.877891	.897950
17	48.20	.944444	.962748	.955017	.971089

SQM	.049202	.054954	.054012
PROB	.991862	.993862	.973059

1 PIOGGE DI DURATA 3.0 ORE

DISTRIBUZIONE LOG NORMALE	m =	3.52	s =	.30	
DISTRIBUZIONE DI PEARSON	s =	8.19	p =	1.98	a = 19.21
DISTRIBUZIONE DI FISHER TIPPETT	z =	30.55	a =	8.23	

No	y	FC0	FC1	FC2	FC3
1	20.40	.055556	.042815	.010224	.032316
2	24.00	.111111	.120975	.121309	.109060
3	25.20	.166667	.157350	.172193	.147323
4	25.80	.222222	.177229	.198732	.168564
5	26.40	.277778	.198113	.225691	.191051
6	26.80	.333333	.212544	.243798	.206662
7	32.20	.388889	.429324	.478282	.441362
8	32.40	.444444	.437544	.486167	.450117
9	33.40	.500000	.478227	.524440	.493176
10	33.60	.555556	.486257	.531858	.501619
11	37.60	.611111	.635017	.663116	.654242
12	41.00	.666667	.738051	.749829	.755287
13	42.00	.722222	.763832	.771376	.779941
14	44.20	.777778	.813535	.813128	.826775
15	45.60	.833333	.840434	.836009	.851754
16	51.60	.888889	.921239	.907860	.925536
17	59.40	.944444	.970526	.957802	.970460

SQM	.050232	.047453	.056408
PROB	.965193	.999205	.947885

1 PIOGGE DI DURATA 6.0 ORE

DISTRIBUZIONE LOG NORMALE	m =	3.74	s =	.25	
DISTRIBUZIONE DI PEARSON	s =	2.50	p =	17.34	a = .00
DISTRIBUZIONE DI FISHER TIPPETT	z =	38.33	a =	9.31	

No	y	FC0	FC1	FC2	FC3
1	26.00	.055556	.027920	.050236	.023259
2	29.80	.111111	.084974	.092488	.082047
3	30.60	.166667	.102503	.106979	.100808
4	30.80	.222222	.107191	.110912	.105847
5	38.00	.277778	.340987	.325056	.354802
6	38.60	.333333	.364016	.347570	.378510
7	39.80	.388889	.410393	.393568	.425706
8	40.60	.444444	.441274	.424665	.456724

9	45.60	.500000	.622518	.613958	.632553
10	46.40	.555556	.648384	.641789	.656867
11	47.00	.611111	.667068	.661991	.674328
12	47.40	.666667	.679173	.675119	.685597
13	51.20	.722222	.779565	.784770	.778063
14	51.60	.777778	.788590	.794646	.786319
15	52.60	.833333	.809902	.817928	.805810
16	56.80	.888889	.881337	.894869	.871532
17	64.80	.944444	.955755	.969076	.943443

SQM .057352 .052945 .062070
PROB .960553 .980037 .926260

1 PIOGGE DI DURATA 12.0 ORE

DISTRIBUZIONE LOG NORMALE m = 4.00 s = .27
DISTRIBUZIONE DI PEARSON s = 9.75 p = 2.89 a = 28.15
DISTRIBUZIONE DI FISHER TIPPETT z = 49.38 a = 12.81

No	y	FCO	FC1	FC2	FC3
1	31.20	.055556	.019166	.005248	.016045
2	40.60	.111111	.136854	.154827	.137534
3	41.00	.166667	.144993	.164941	.146183
4	41.20	.222222	.149151	.170067	.150603
5	41.40	.277778	.153367	.175237	.155085
6	48.00	.333333	.318142	.358952	.328453
7	50.80	.388889	.396501	.437036	.408704
8	54.40	.444444	.496722	.531305	.508876
9	57.20	.500000	.570688	.598006	.581053
10	60.00	.555556	.638915	.658091	.646413
11	61.20	.611111	.666068	.681751	.672132
12	63.20	.666667	.708317	.718408	.711863
13	66.00	.722222	.760969	.764058	.760986
14	73.20	.777778	.862988	.854069	.855817
15	73.80	.833333	.869526	.860002	.861936
16	76.60	.888889	.896599	.884958	.887450
17	78.00	.944444	.908184	.895876	.898489

SQM .057094 .059485 .058895
PROB .955048 .994036 .960064

1 PIOGGE DI DURATA 24.0 ORE

DISTRIBUZIONE LOG NORMALE m = 4.27 s = .29
DISTRIBUZIONE DI PEARSON s = 5.50 p = 13.48 a = .00
DISTRIBUZIONE DI FISHER TIPPETT z = 64.45 a = 18.45

No	y	FCO	FC1	FC2	FC3
1	37.60	.055556	.013863	.026390	.013783
2	45.00	.111111	.056198	.059905	.056760

3	54.80	.166667	.181113	.168898	.185112
4	57.40	.222222	.226005	.210109	.231055
5	60.60	.277778	.285723	.266462	.291758
6	62.20	.333333	.316857	.296516	.323189
7	66.60	.388889	.404396	.383398	.410704
8	67.00	.444444	.412376	.391488	.418617
9	70.80	.500000	.487177	.468630	.492270
10	83.60	.555556	.704743	.704423	.701754
11	85.80	.611111	.734743	.737823	.730253
12	87.20	.666667	.752621	.757752	.747220
13	89.80	.722222	.783355	.791986	.776392
14	94.80	.777778	.833852	.847812	.824464
15	95.20	.833333	.837429	.851728	.827884
16	100.20	.888889	.876893	.894324	.865845
17	102.80	.944444	.893892	.912186	.882394

	SQM	.059126	.062419	.057883
	PROB	.843659	.845508	.860563

1

	TR	ORE	Y1	Y2	Y3	Ymp
	10.	1.0	39.26	40.08	38.17	40.08
		3.0	49.63	50.77	49.06	50.77
		6.0	58.25	56.79	59.28	56.79
		12.0	77.00	78.56	78.20	78.56
		24.0	103.83	100.99	105.97	105.97
n Y = aT			.303	.291	.319	.302
			39.62T	40.11T	38.40T	40.56T
	50.	1.0	53.83	56.24	51.13	56.24
		3.0	62.38	66.63	62.65	66.63
		6.0	70.79	67.36	74.65	67.36
		12.0	94.80	99.70	99.36	99.70
		24.0	130.06	121.33	136.40	136.40
n Y = aT			.275	.245	.307	.273
			54.33T	56.24T	51.41T	57.29T
	100.	1.0	60.17	63.01	56.60	63.01
		3.0	67.63	73.19	68.39	73.19
		6.0	75.84	71.23	81.15	71.23
		12.0	102.02	108.30	108.30	108.30
		24.0	140.78	129.09	149.33	149.33
n Y = aT			.265	.229	.303	.265
			60.72T	63.01T	56.92T	64.40T
	200.	1.0	66.62	69.70	62.08	69.70
		3.0	72.81	79.66	74.12	79.66
		6.0	80.81	74.88	87.63	74.88
		12.0	109.11	116.68	117.22	116.68
		24.0	151.38	136.47	162.17	162.17
n Y = aT			.255	.216	.300	.258
			67.24T	69.70T	62.42T	71.48T
	500.	1.0	75.43	78.45	69.27	78.45
		3.0	79.63	88.09	81.67	88.09
		6.0	87.18	79.47	96.17	79.47
		12.0	118.36	127.53	128.97	127.53
		24.0	165.34	145.76	179.13	179.13
n Y = aT			.244	.201	.297	.250
			76.12T	78.45T	69.65T	80.81T

PROGRAMMA HCH/PMAX

DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI MASSIMA POSSIBILITA' CLIMATICA
 MEDIANTE REGOLARIZZAZIONE DEI DATI STORICI

STAZIONE : Pennabili

PRECIPITAZIONI INTENSE DI DURATA 1,3,6,12,24 ORE (mm)

SERIE STORICA DEI DATI

No	ANNO	1.0 ORE	3.0 ORE	6.0 ORE	12.0 ORE	24.0 ORE
1	1990	25.40	33.20	38.00	39.20	58.20
2	1991	17.40	36.00	57.20	93.00	108.00
3	1992	24.40	42.20	53.40	83.20	94.00
4	1993	16.40	28.20	38.60	47.00	58.00
5	1994	39.20	55.60	56.40	56.40	62.40
6	1995	20.80	45.40	53.60	63.20	108.20
7	1996	29.60	34.60	47.80	52.00	62.00
8	1997	18.60	35.60	40.80	59.20	82.80
9	1998	20.40	21.20	37.00	40.20	63.40
10	1999	32.40	41.40	48.20	63.60	82.00
11	2000	20.60	33.40	37.00	50.80	70.40
12	2001	20.40	23.20	35.40	49.00	83.80
13	2002	36.20	44.80	45.40	50.20	90.00
14	2003	25.20	32.20	40.60	44.60	54.40
15	2004	17.80	32.40	50.80	57.60	58.00
16	2005	26.20	34.20	50.20	79.20	136.60
17	2006	12.80	25.60	38.60	51.00	59.80

1 PIOGGE DI DURATA 1.0 ORE

DISTRIBUZIONE LOG NORMALE m = 3.13 s = .30
 DISTRIBUZIONE DI PEARSON s = 5.34 p = 2.18 a = 12.13
 DISTRIBUZIONE DI FISHER TIPPETT z = 20.52 a = 5.55

No	y	FC0	FC1	FC2	FC3
1	12.80	.055556	.025882	.004272	.018033
2	16.40	.111111	.133686	.152620	.122503
3	17.40	.166667	.181567	.214160	.173160
4	17.80	.222222	.202500	.239574	.195607
5	18.60	.277778	.246860	.290891	.243488
6	20.40	.333333	.354659	.404412	.360052
7	20.40	.388889	.354659	.404412	.360052
8	20.60	.444444	.366982	.416596	.373304
9	20.80	.500000	.379322	.428663	.386549
10	24.40	.555556	.591454	.620741	.608364
11	25.20	.611111	.633120	.656231	.650321
12	25.40	.666667	.643115	.664686	.660297
13	26.20	.722222	.681330	.696870	.698119
14	29.60	.777778	.811402	.806481	.823006

15	32.40	.833333	.882585	.868883	.889019
16	36.20	.888889	.940875	.924353	.942394
17	39.20	.944444	.966433	.951681	.966027

SQM	.046943	.039546	.047640
PROB	.965478	.999995	.980927

1 PIOGGE DI DURATA 3.0 ORE

DISTRIBUZIONE LOG NORMALE	m =	3.53	s =	.25	
DISTRIBUZIONE DI PEARSON	s =	1.99	p =	17.67	a = .00
DISTRIBUZIONE DI FISHER TIPPETT	z =	31.22	a =	7.32	

No	y	FC0	FC1	FC2	FC3
1	21.20	.055556	.026436	.051417	.019619
2	23.20	.111111	.057904	.073255	.050204
3	25.60	.166667	.119966	.124157	.115834
4	28.20	.222222	.216292	.209518	.220617
5	32.20	.277778	.401463	.385788	.416773
6	32.40	.333333	.411154	.395388	.426718
7	33.20	.388889	.449803	.434020	.466038
8	33.40	.444444	.459408	.443705	.475724
9	34.20	.500000	.497441	.482373	.513746
10	34.60	.555556	.516154	.501584	.532262
11	35.60	.611111	.561776	.548904	.576882
12	36.00	.666667	.579478	.567445	.594002
13	41.40	.722222	.777720	.780441	.779467
14	42.20	.777778	.800035	.804749	.799828
15	44.80	.833333	.860595	.870340	.855045
16	45.40	.888889	.872164	.882720	.865645
17	55.60	.944444	.974678	.984198	.964805

SQM	.054710	.052987	.057645
PROB	.957211	.988809	.897783

1 PIOGGE DI DURATA 6.0 ORE

DISTRIBUZIONE LOG NORMALE	m =	3.80	s =	.16	
DISTRIBUZIONE DI PEARSON	s =	1.15	p =	39.40	a = .00
DISTRIBUZIONE DI FISHER TIPPETT	z =	41.72	a =	6.01	

No	y	FC0	FC1	FC2	FC3
1	35.40	.055556	.078728	.187064	.057046
2	37.00	.111111	.126170	.199001	.111428
3	37.00	.166667	.126170	.199001	.111428
4	38.00	.222222	.162937	.217694	.155994
5	38.60	.277778	.187492	.232823	.186118
6	38.60	.333333	.187492	.232823	.186118
7	40.60	.388889	.280970	.301978	.299593
8	40.80	.444444	.291133	.310271	.311651

9	45.40	.500000	.539670	.538546	.581463
10	47.80	.555556	.660155	.660178	.695127
11	48.20	.611111	.678521	.679105	.711600
12	50.20	.666667	.761403	.765366	.783559
13	50.80	.722222	.783209	.788210	.801934
14	53.40	.777778	.861402	.869985	.866583
15	53.60	.833333	.866365	.875138	.870655
16	56.40	.888889	.922057	.932031	.916755
17	57.20	.944444	.933800	.943667	.926742

SQM .082682 .077461 .089931
PROB .819118 .919556 .854902

1 PIOGGE DI DURATA 12.0 ORE

DISTRIBUZIONE LOG NORMALE m = 4.02 s = .24
DISTRIBUZIONE DI PEARSON s = 12.42 p = 1.58 a = 38.01
DISTRIBUZIONE DI FISHER TIPPETT z = 51.16 a = 10.47

No	y	FCO	FC1	FC2	FC3
1	39.20	.055556	.071088	.016459	.043636
2	40.20	.111111	.086308	.041238	.058035
3	44.60	.166667	.174735	.190748	.154080
4	47.00	.222222	.235886	.278980	.225984
5	49.00	.277778	.291894	.350196	.292652
6	50.20	.333333	.327022	.391157	.334286
7	50.80	.388889	.344877	.411051	.355313
8	51.00	.444444	.350862	.417590	.362336
9	52.00	.500000	.380956	.449573	.397426
10	56.40	.555556	.512676	.575383	.545397
11	57.60	.611111	.547182	.605421	.582389
12	59.20	.666667	.591523	.642709	.628742
13	63.20	.722222	.691789	.722954	.728523
14	63.60	.777778	.700879	.730028	.737220
15	79.20	.833333	.923784	.905707	.933557
16	83.20	.888889	.948876	.928714	.954155
17	93.00	.944444	.981824	.964490	.981756

SQM .056507 .044847 .049680
PROB .969509 .999992 .994012

1 PIOGGE DI DURATA 24.0 ORE

DISTRIBUZIONE LOG NORMALE m = 4.32 s = .27
DISTRIBUZIONE DI PEARSON s = 23.83 p = 1.03 a = 53.76
DISTRIBUZIONE DI FISHER TIPPETT z = 68.39 a = 15.69

No	y	FCO	FC1	FC2	FC3
1	54.40	.055556	.114870	.022998	.087190
2	58.00	.111111	.166936	.151856	.143777

3	58.00	.166667	.166936	.151856	.143777
4	58.20	.222222	.170108	.158601	.147353
5	59.80	.277778	.196433	.210866	.177412
6	62.00	.333333	.235101	.277890	.222451
7	62.40	.388889	.242400	.289488	.231029
8	63.40	.444444	.260957	.317719	.252904
9	70.40	.500000	.398607	.487207	.414792
10	82.00	.555556	.618483	.681760	.656952
11	82.80	.611111	.631960	.692093	.670816
12	83.80	.666667	.648400	.704544	.687559
13	90.00	.722222	.739675	.771331	.776988
14	94.00	.777778	.788597	.806223	.822383
15	108.00	.833333	.904885	.891574	.923004
16	108.20	.888889	.906026	.892470	.923941
17	136.60	.944444	.984999	.967002	.987137

SQM	.077875	.066924	.088977
PROB	.616175	.947704	.560920

1

	TR	ORE	Y1	Y2	Y3	Ymp
	10.	1.0	33.31	34.29	33.01	34.29
		3.0	47.06	46.33	47.70	46.33
		6.0	55.14	54.64	55.25	54.64
		12.0	76.41	78.36	74.72	78.36
		24.0	107.16	109.94	103.70	109.94
n			.361	.364	.351	.364
	Y = aT		34.04T	34.62T	33.96T	34.62T
	50.	1.0	41.88	44.92	42.18	44.92
		3.0	56.99	54.52	59.79	54.52
		6.0	62.60	61.23	65.17	61.23
		12.0	91.14	100.93	92.03	100.93
		24.0	132.33	148.61	129.62	148.61
n			.352	.378	.342	.378
	Y = aT		43.21T	44.92T	43.71T	44.92T
	100.	1.0	45.40	49.30	46.06	49.30
		3.0	60.97	57.63	64.91	57.63
		6.0	65.47	63.66	69.36	63.66
		12.0	98.42	110.41	99.34	110.41
		24.0	142.56	165.23	140.57	165.23
n			.351	.383	.339	.383
	Y = aT		46.72T	49.30T	47.83T	49.30T
	200.	1.0	48.89	53.61	49.92	53.61
		3.0	64.85	60.56	70.00	60.56
		6.0	68.22	65.94	73.54	65.94
		12.0	104.56	119.77	106.65	119.77
		24.0	152.61	181.84	151.49	181.84
n			.349	.389	.337	.389
	Y = aT		50.39T	53.61T	51.94T	53.61T
	500.	1.0	53.47	59.20	55.01	59.20
		3.0	69.91	64.24	76.72	64.24
		6.0	71.68	68.77	79.06	68.77
		12.0	112.52	132.04	116.24	132.04
		24.0	165.74	203.78	165.89	203.78
n			.346	.396	.334	.396
	Y = aT		55.22T	59.20T	57.37T	59.20T

PROGRAMMA HCH/PMAX

DETERMINAZIONE DELLE CURVE DI MASSIMA POSSIBILITA' CLIMATICA
 MEDIANTE REGOLARIZZAZIONE DEI DATI STORICI

STAZIONE : SanMarino

PRECIPITAZIONI INTENSE DI DURATA 1,3,6,12,24 ORE (mm)

SERIE STORICA DEI DATI

No	ANNO	1.0 ORE	3.0 ORE	6.0 ORE	12.0 ORE	24.0 ORE
1	1990	20.20	25.60	29.40	45.00	59.20
2	1991	49.80	71.00	73.40	74.60	74.80
3	1992	19.60	28.00	43.20	63.20	84.00
4	1993	15.00	32.80	42.40	46.00	58.40
5	1994	34.80	48.80	54.60	60.00	60.00
6	1995	17.60	32.80	56.00	64.80	80.20
7	1996	40.80	47.40	56.00	95.80	143.20
8	1997	34.40	48.40	48.40	51.20	68.00
9	1998	24.80	25.00	25.60	26.60	32.80
10	1999	14.60	25.20	36.00	52.40	73.20
11	2000	35.40	40.80	40.80	40.80	53.40
12	2001	16.20	35.00	45.40	51.80	58.40
13	2002	23.40	54.00	61.60	61.60	65.00
14	2003	5.20	12.80	22.40	37.20	39.80
15	2004	20.60	36.60	48.60	51.20	51.20
16	2005	29.20	38.00	42.00	63.00	93.60
17	2006	22.20	38.20	38.20	42.80	50.40

1 PIOGGE DI DURATA 1.0 ORE

DISTRIBUZIONE LOG NORMALE m = 3.11 s = .52
 DISTRIBUZIONE DI PEARSON s = 6.48 p = 3.46 a = 2.48
 DISTRIBUZIONE DI FISHER TIPPETT z = 19.81 a = 9.32

No	y	FC0	FC1	FC2	FC3
1	5.20	.055556	.002566	.003255	.008287
2	14.60	.111111	.207222	.196967	.174091
3	15.00	.166667	.222368	.211020	.187358
4	16.20	.222222	.268777	.254500	.229374
5	17.60	.277778	.323679	.306878	.281667
6	19.60	.333333	.400958	.382579	.359759
7	20.20	.388889	.423480	.405108	.383437
8	20.60	.444444	.438267	.420017	.399194
9	22.20	.500000	.495293	.478406	.461421
10	23.40	.555556	.535554	.520492	.506617
11	24.80	.611111	.579558	.567300	.557020
12	29.20	.666667	.696456	.695447	.694233
13	34.40	.722222	.796388	.807999	.811486

14	34.80	.777778	.802608	.815020	.818639
15	35.40	.833333	.811594	.825148	.828917
16	40.80	.888889	.876214	.896871	.900219
17	49.80	.944444	.938079	.960091	.960770

SQM .042084 .041246 .040974
PROB .997550 .999625 .999245

1 PIOGGE DI DURATA 3.0 ORE

DISTRIBUZIONE LOG NORMALE m = 3.56 s = .39
DISTRIBUZIONE DI PEARSON s = 4.85 p = 7.77 a = .00
DISTRIBUZIONE DI FISHER TIPPETT z = 31.42 a = 11.64

No	y	FC0	FC1	FC2	FC3
1	12.80	.055556	.004713	.008701	.007062
2	25.00	.111111	.188238	.172292	.176183
3	25.20	.166667	.193811	.177285	.181473
4	25.60	.222222	.205120	.187458	.192245
5	28.00	.277778	.276511	.253115	.261400
6	32.80	.333333	.425935	.399100	.411374
7	32.80	.388889	.425935	.399100	.411374
8	35.00	.444444	.492046	.467464	.479382
9	36.60	.500000	.537806	.516100	.526863
10	38.00	.555556	.575875	.557345	.566553
11	38.20	.611111	.581151	.563115	.572065
12	40.80	.666667	.645805	.634799	.639745
13	47.40	.722222	.776151	.783280	.776201
14	48.40	.777778	.791862	.801285	.792562
15	48.80	.833333	.797873	.808162	.798812
16	54.00	.888889	.863065	.881732	.866158
17	71.00	.944444	.963864	.981565	.967205

SQM .040933 .037296 .038157
PROB .998614 1.000000 .999948

1 PIOGGE DI DURATA 6.0 ORE

DISTRIBUZIONE LOG NORMALE m = 3.76 s = .31
DISTRIBUZIONE DI PEARSON s = 3.79 p = 11.86 a = .00
DISTRIBUZIONE DI FISHER TIPPETT z = 38.72 a = 11.65

No	y	FC0	FC1	FC2	FC3
1	22.40	.055556	.017387	.025661	.017308
2	25.60	.111111	.046371	.050671	.045848
3	29.40	.166667	.108691	.104813	.108108
4	36.00	.222222	.281352	.262367	.282926
5	38.20	.277778	.349335	.328001	.351575
6	40.80	.333333	.430817	.409376	.433325
7	42.00	.388889	.467879	.447345	.470279

8	42.40	.444444	.480075	.459967	.482406
9	43.20	.500000	.504169	.485083	.506314
10	45.40	.555556	.567888	.552622	.569216
11	48.40	.611111	.647219	.638760	.646887
12	48.60	.666667	.652157	.644188	.651700
13	54.60	.722222	.778583	.784770	.774261
14	56.00	.777778	.802128	.811035	.797016
15	56.00	.833333	.802128	.811035	.797016
16	61.60	.888889	.876427	.892595	.869094
17	73.40	.944444	.957627	.973346	.950315

SQM .048152 .041737 .049445
PROB .996991 .999972 .995718

1 PIOGGE DI DURATA 12.0 ORE

DISTRIBUZIONE LOG NORMALE m = 3.96 s = .29
DISTRIBUZIONE DI PEARSON s = 5.26 p = 8.64 a = 9.14
DISTRIBUZIONE DI FISHER TIPPETT z = 47.39 a = 13.24

No	y	FC0	FC1	FC2	FC3
1	26.60	.055556	.010228	.012115	.008156
2	37.20	.111111	.119801	.116532	.115391
3	40.80	.166667	.194848	.188159	.192955
4	42.80	.222222	.243030	.234617	.243021
5	45.00	.277778	.299700	.289815	.301788
6	46.00	.333333	.326305	.315948	.329272
7	51.20	.388889	.466501	.456084	.472349
8	51.20	.444444	.466501	.456084	.472349
9	51.80	.500000	.482354	.472191	.488310
10	52.40	.555556	.498053	.488192	.504068
11	60.00	.611111	.676549	.673550	.679879
12	61.60	.666667	.708164	.706951	.710407
13	63.00	.722222	.733964	.734299	.735204
14	63.20	.777778	.737507	.738060	.738603
15	64.80	.833333	.764588	.766836	.764523
16	74.60	.888889	.885422	.894736	.879786
17	95.80	.944444	.980181	.987208	.974506

SQM .041290 .040630 .041729
PROB .999954 .999999 .999782

1 PIOGGE DI DURATA 24.0 ORE

DISTRIBUZIONE LOG NORMALE m = 4.16 s = .34
DISTRIBUZIONE DI PEARSON s = 10.53 p = 4.60 a = 18.96
DISTRIBUZIONE DI FISHER TIPPETT z = 57.12 a = 17.39

No	y	FC0	FC1	FC2	FC3
1	32.80	.055556	.023859	.019869	.017432

2	39.80	.111111	.080133	.077627	.066713
3	50.40	.166667	.241775	.240961	.229577
4	51.20	.222222	.256654	.255787	.245283
5	53.40	.277778	.298619	.297495	.289875
6	58.40	.333333	.396751	.394692	.395020
7	58.40	.388889	.396751	.394692	.395020
8	59.20	.444444	.412453	.410232	.411869
9	60.00	.500000	.428084	.425704	.428632
10	65.00	.555556	.522798	.519633	.529708
11	68.00	.611111	.575966	.572594	.585831
12	73.20	.666667	.659496	.656325	.672674
13	74.80	.722222	.682785	.679809	.696536
14	80.20	.777778	.752742	.750783	.767142
15	84.00	.833333	.794189	.793158	.808124
16	93.60	.888889	.873563	.874936	.884575
17	143.20	.944444	.992025	.994406	.992951
		SQM	.041343	.042174	.037729
		PROB	.999979	.999984	.999994

1

	TR	ORE	Y1	Y2	Y3	Ymp
	10.	1.0	43.55	41.11	40.78	41.11
		3.0	58.09	55.70	57.61	55.70
		6.0	64.02	62.26	64.94	62.26
		12.0	76.35	75.18	77.18	75.18
		24.0	97.73	97.64	96.24	96.24
n			.244	.261	.261	.258
	Y = aT		45.08T	42.53T	43.26T	42.39T
	50.	1.0	65.12	55.97	56.15	55.97
		3.0	78.44	70.32	76.84	70.32
		6.0	81.28	75.61	84.18	75.61
		12.0	95.70	91.66	99.05	91.66
		24.0	127.05	124.12	124.96	124.96
n			.195	.237	.240	.238
	Y = aT		68.33T	58.48T	59.04T	58.57T
	100.	1.0	75.06	61.97	62.68	61.97
		3.0	87.23	76.00	84.96	76.00
		6.0	88.44	80.72	92.31	80.72
		12.0	103.64	98.03	108.29	98.03
		24.0	139.23	134.64	137.09	137.09
n			.178	.229	.234	.234
	Y = aT		79.12T	64.94T	65.71T	65.21T
	200.	1.0	85.48	67.79	69.16	67.79
		3.0	96.13	81.45	93.05	81.45
		6.0	95.53	85.59	100.42	85.59
		12.0	111.50	104.14	117.51	104.14
		24.0	151.40	144.86	149.22	149.22
n			.162	.223	.229	.230
	Y = aT		90.48T	71.24T	72.36T	71.73T
	500.	1.0	99.99	75.62	77.73	75.62
		3.0	108.13	88.37	103.74	88.37
		6.0	104.91	91.73	111.11	91.73
		12.0	121.81	111.88	129.65	111.88
		24.0	167.55	157.90	165.15	165.15
n			.143	.215	.223	.226
	Y = aT		106.38T	79.69T	81.18T	80.52T