

**PROGETTO**

# Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico

## Relazione



adottato dal  
Comitato Istituzionale  
con delibera n. 101  
del 1° agosto 2002

**Autorità di Bacino**  
del **Fiume Tevere**



# INDICE

## **1 Il PAI nel quadro della pianificazione di bacino**

## **2 Obiettivi del PAI**

## **3 La struttura del piano**

### **3.1 Assetto geomorfologico: elaborati tecnici**

### **3.2 Assetto idraulico: elaborati tecnici**

## **4 Lineamenti fisiografici del bacino**

### **4.1 Idrografia**

### **4.2 Cenni di geologia e geomorfologia**

#### **4.2.1 Generalità**

#### **4.2.2 La dorsale carbonatica appenninica**

#### **4.2.3 Il Graben del Tevere, il bacino Tiberino, le conche intermontane**

#### **4.2.4 Gli apparati vulcanici**

#### **4.2.5 I depositi terrigeni dell'alto Tevere**

#### **4.2.6 Il delta del Tevere**

## **5 Metodologia e criteri: assetto geomorfologico**

### **5.1 Criteri di assetto**

### **5.2 Basi conoscitive e metodologie adottate**

#### **5.2.1 Inventario dei fenomeni franosi**

#### **5.2.2 Aree ad elevato rischio da frana**

#### **5.2.3 Valutazione del rischio e previsioni urbanistiche**

#### **5.2.4 Metodologie di spazializzazione dell'inventario dei fenomeni franosi**

#### **5.2.5 Assetto dei versanti**

## **6 Aspetti idrologici degli eventi critici**

### **6.1 Generalità**

### **6.2 Caratteristiche climatiche ed idrologiche principali**

### **6.3 Precipitazioni di massima intensità e definizione delle portate al colmo di piena**

### **6.4 L'idrologia di piena**

#### **6.4.1 Il pericolo di inondazione nello scenario A**

#### **6.4.2 Il pericolo di inondazione nello scenario B**

##### *6.4.2.1 Lo scenario B1*

##### *6.4.2.2 Lo scenario B2*

##### *6.4.2.3 Lo scenario B3*

## **7 Metodologia e criteri: assetto idraulico**

### **7.1 Pericolosità e tempi di ritorno**

### **7.2 La simulazione degli eventi di piena**

#### **7.2.1 Finalità**

#### **7.2.2 Scelta del modello**

#### **7.2.3 Codici di calcolo utilizzati**

#### **7.2.4 Topografia del territorio**

##### *7.2.4.1 Generalità*

##### *7.2.4.2 Rilievi topografici tradizionali*

##### *7.2.4.3 Cartografia digitale*

### **7.3 Eventi simulati**

#### **7.3.1 Criteri di scelta**

#### **7.3.2 Portate di piena utilizzate**

#### **7.3.3 Risultati**

### **7.4 Gli usi del suolo nelle aree inondabili**

#### **7.4.1 Gli usi del suolo attraverso la lettura dei dati statistici**

### **7.5 Il concetto di rischio assunto dal PAI**

#### **7.5.1 Le aree a rischio idraulico: classificazione delle aree R4,R3,R2,R1**

#### **7.5.2 Le aree marginali**

#### **7.5.3 Attribuzione della classe di rischio**

### **7.6 L'assetto delle regioni fluviali: la delimitazione delle fasce**

### **7.7 Alcune considerazioni particolari**

#### **7.7.1 Il tratto urbano del Tevere (dalla traversa ENEL di Castel Giubileo alla foce)**

#### **7.7.2 La foce del Tevere**

## **8 Stato della pianificazione territoriale nel bacino**

### **8.1 Introduzione**

### **8.2 Analisi della pianificazione per Regione**

#### **8.2.1 Regione LAZIO**

#### **8.2.2 Regione UMBRIA**

#### **8.2.3 Regione ABRUZZO**

#### **8.2.4 Regione MARCHE**

#### **8.2.5 Regione TOSCANA**

#### **8.2.6 Regione EMILIA ROMAGNA**

### **8.3 Il vincolo idrogeologico nel bacino**

## **9 Il quadro delle competenze**

### **9.1 Contenuti delle azioni**

### **9.2 Organizzazione dei rapporti funzionali**

### **9.3 Indirizzi operativi**

### **9.4 Leggi e disposizioni delle Regioni**

### **9.5 Sviluppo del fabbisogno informativo**

*9.5.1 Monitoraggio meteo-idrologico di previsione di piena e pronto intervento*

*9.5.2 Sintesi Conclusiva*

## **10 Il quadro degli interventi e del fabbisogno finanziario**

### **10.1 Criteri di intervento**

### **10.2 Quadro degli interventi: assetto geomorfologico**

### **10.3 Quadro degli interventi: assetto idraulico**

### **10.4 Quadro riepilogativo del fabbisogno finanziario**

## **11 Statistiche delle fasce e delle zone di rischio**

# 1 IL PAI NEL QUADRO DELLA PIANIFICAZIONE DI BACINO

Il Piano stralcio per l'assetto idrogeologico è redatto ai sensi e per gli effetti della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, convertito nella legge n. 267/1998.

Il Piano stralcio per l'assetto idrogeologico per il bacino del fiume Tevere, di seguito denominato P.A.I., si configura in particolare come stralcio funzionale del Piano di bacino, la cui prima elaborazione nella forma di progetto di piano è stata adottata con delibera del Comitato Istituzionale n. 80 del 28 settembre 1999.

Il P.A.I. recepisce i contenuti:

- del 1° stralcio funzionale del piano di bacino "Aree soggette a rischio di esondazione nel tratto del Tevere compreso tra Orte e Castel Giubileo", approvato con DPCM del 3 settembre 1998, denominato PS1, mantenendone la validità in considerazione della specificità del pericolo idraulico cui è soggetta la città di Roma;
- del Piano straordinario, redatto ai sensi del decreto-legge n. 132/99, convertito nella legge n. 226/99, approvato con delibera del Comitato Istituzionale n. 85 del 29 ottobre 1999, denominato PST.

## 2 OBIETTIVI DEL PAI

L'area del bacino del fiume Tevere è sede di processi geomorfologici attivi che continuamente modellano le forme del paesaggio e condizionano la dinamica fluviale.

L'evoluzione dei processi geologici di lungo periodo e l'interazione degli stessi con l'azione modellatrice delle acque dilavanti produce trasformazioni del territorio apprezzabili anche su scale temporali ristrette, di ordine storico, ove è possibile identificare eventi che scandiscono la naturale evoluzione del bacino.

L'antropizzazione del territorio, nei suoi aspetti insediativi ed infrastrutturali, ha assunto solo negli ultimi decenni del secolo scorso il carattere di forte espansione in ambienti ad elevata pericolosità idrogeologica, ritenuti apparentemente sicuri e stabili.

L'interazione tra aree antropizzate ed eventi estremi, in un ambiente caratterizzato da evoluzione geomorfologica dell'alveo e dei versanti, genera situazioni di rischio, a carattere locale o esteso, che possono risolversi in eventi distruttivi o in danni economici, annoverabili tra le cosiddette calamità naturali.

Obiettivo del presente piano stralcio è la ricerca di un assetto che, salvaguardando le attese di sviluppo economico, minimizzi il danno connesso ai rischi idrogeologici e costituisca un quadro di conoscenze e di regole atte a dare sicurezza alle popolazioni, agli insediamenti, alle infrastrutture ed in generale agli investimenti nei territori che insistono sul bacino del fiume Tevere.

In quanto premessa alle scelte di pianificazione in senso lato, il piano stralcio individua i meccanismi di azione, l'intensità e la localizzazione dei processi estremi, la loro interazione con il territorio e quindi in definitiva la caratterizzazione di quest'ultimo in termini di pericolosità e di rischio.

Tutto il portato normativo, a cominciare dalla legge n. 225/1992 (con l'introduzione dei termini di rischio, di area a rischio, di previsione e di prevenzione) fino alla legge n. 365/2000 (con la partecipazione attiva dei Comuni nel processo di continuo aggiornamento della conoscenza del rischio), indica, ribadisce e conferma quale strumento tecnico-amministrativo di base la prioritaria attività di "individuazione e perimetrazione delle aree a rischio" per la corretta localizzazione delle ipotesi di sviluppo, nella convinzione che occorra raggiungere una stabilizzazione a livelli minimi accettabili tra l'uso del territorio e la presenza del rischio idrogeologico.

### 3 LA STRUTTURA DEL PIANO

La struttura del PAI segue le direttrici già delineate nella Prima elaborazione del Piano di bacino e si articola in azioni di "Assetto geomorfologico" e in azioni di "Assetto idraulico".

La componente relativa all'assetto geomorfologico tratta le fenomenologie che si sviluppano prevalentemente nei territori collinari e montani. In tali aree, che occupano una superficie pari all'85% della superficie totale del bacino, prevalgono i processi di erosione lineare e diffusa, i movimenti gravitativi, e la funzione primaria di regimazione delle acque esercitata dai soprassuoli ed in particolare dalle coperture boschive.

L'antropizzazione dei territori montani è estremamente bassa se confrontata con gli insediamenti che si sviluppano nelle pianure e nei territori collinari ad esse immediatamente limitrofe.

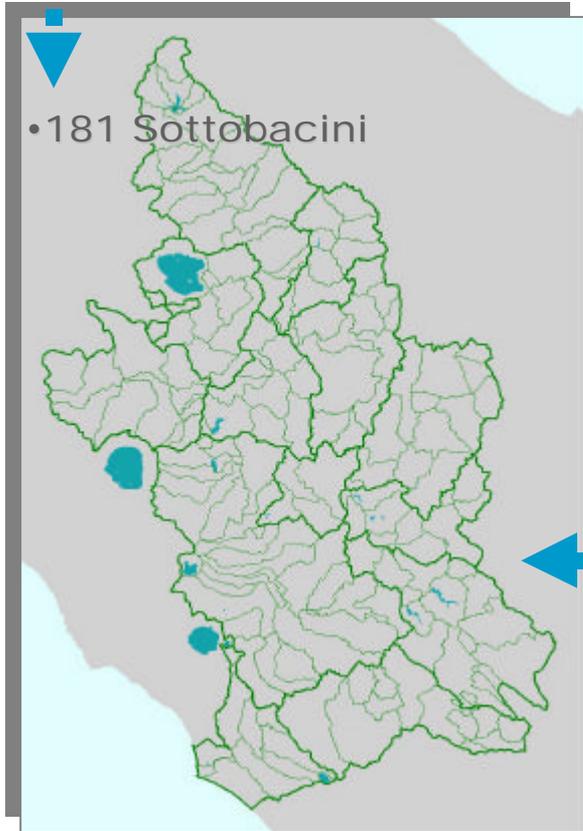
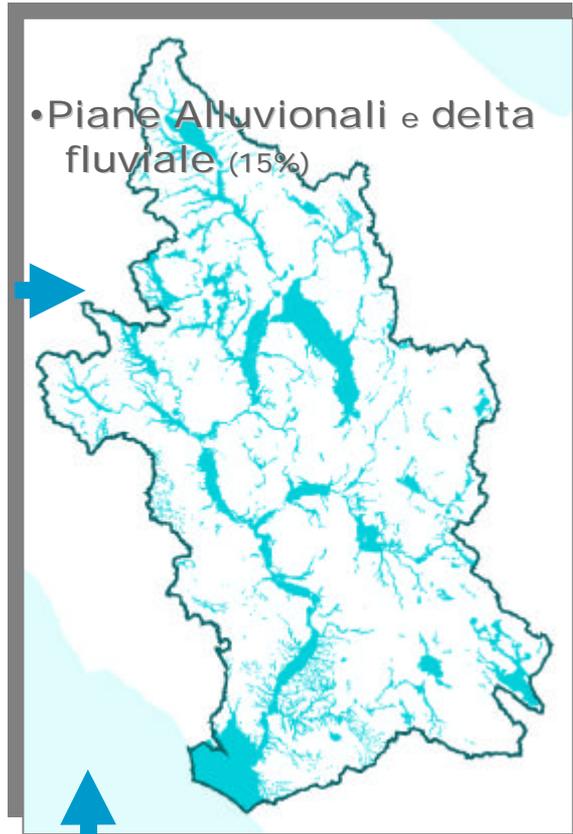
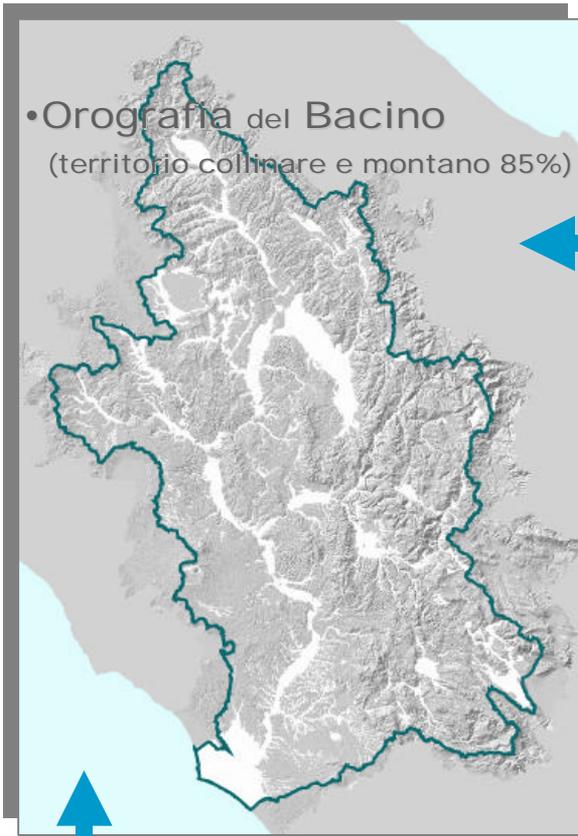
L'assetto idraulico riguarda principalmente le aree occupate da sedimenti alluvionali recenti di origine fluviale e fluvio-lacustre, ove si sviluppano i principali processi di esondazione dei corsi d'acqua e la principale capacità di laminazione naturale delle piene.

Le pianure alluvionali e l'area del delta del Tevere occupano circa il 15% della superficie totale del bacino e sono sede della gran parte delle principali infrastrutture lineari e degli insediamenti residenziali e produttivi.

Il PAI adotta una visione organica delle interazioni del sistema monte-valle, con riferimento alla distribuzione delle acque ed ai processi di erosione e trasporto solido, attraverso la scomposizione del bacino in 181 sottobacini che costituiscono unità territoriali di riferimento per l'individuazione delle azioni di assetto.

I sottobacini sono schematizzati in un modello gerarchico che ne definisce i rapporti reciproci in relazione alla circolazione delle acque e permette di individuare i bacini sottesi da nodi idraulici critici onde programmare un insieme coordinato di azioni di mitigazione della pericolosità e del rischio con interventi a carattere sia locale che di area vasta.

Sulla base di tali principi di carattere generale il PAI ha prodotto una serie di elaborati tecnici per i due filoni di attività di seguito elencati e specificati.



### **3.1 Assetto geomorfologico: elaborati tecnici.**

#### **Atlante dei sottobacini collinari e montani**

L'elaborato consiste in una serie di tavole di analisi che esplicitano i principali parametri geomorfologici dei sottobacini e lo stato della copertura del suolo evidenziando inoltre i dissesti per frana, i tratti dei corsi d'acqua montani in sovraincisione, i tratti del reticolo idrografico di valle soggetti a pericolosità idraulica elevata e le opere di imbrigliamento e di difesa spondale note.

I tematismi evidenziati sono in gran parte coerenti con la precisione della scala 1:25.000.

L'atlante evidenzia la vincolistica ambientale e territoriale in ciascun sottobacino ed è corredato da tavole sinottiche dei limiti amministrativi e delle Comunità montane interessate ai singoli sottobacini.

Sulla base della procedura Curve Number e della procedura USLE descritte nella parte metodologica, l'atlante esplicita la funzionalità dei sottobacini ai fini della regimazione dei deflussi e della funzione protettiva della vegetazione nel contenimento dell'erosione dei suoli.

Tali indici sono tradotti, attraverso parametri estimativi di opere di sistemazione idraulico-forestale, in stime dei costi di intervento sull'assetto montano dei versanti.

Pur rivestendo carattere indicativo della necessità di assetto e della stima del fabbisogno finanziario di intervento, l'atlante costituisce uno strumento di confronto e di valutazione delle priorità di assetto rispetto alle risultanze della ricognizione sul territorio effettuate dai soggetti competenti in ottemperanza alle disposizioni di cui all'articolo 2, comma 3 della legge n.365/2000.

#### **Carta della funzione di difesa idrogeologica dei soprassuoli**

L'elaborato consiste in una carta vettoriale della copertura del suolo alla scala 1:10.000 con legenda del Corine Land Cover esplicitata al quarto livello con particolare riferimento alle caratteristiche delle coperture vegetali interpretate attraverso un sistema di indici in chiave di difesa idrogeologica.

La carta deriva dalla mosaicatura ed reinterpretazione di carte regionali di produzione recente (Umbria, Marche, Abruzzo) coerenti per scala e tipologia di informazione con il risultato atteso.

Le aree del bacino appartenenti alle regioni Toscana e Lazio ed Emilia Romagna sono state interpretate ex-novo a partire da coppie stereoscopiche e da ortofoto AIMA.

L'elaborato, consistente in numero di 580 CTR 1:10.000, è stato utilizzato per l'applicazione delle procedure Curve Number ed USLE di cui all'Atlante dei sottobacini collinari e montani"

Le norme di attuazione del Piano prevedono che tale elaborato sia recepito dalle regioni, in sede di riordino del vincolo idrogeologico, al fine di individuare aree suscettibili a cambiamenti di destinazione d'uso dei suoli che comportino scadimento della funzione di difesa idrogeologica delle aree vincolate.

#### **Inventario dei fenomeni franosi**

L'elaborato consiste nella perimetrazione dei corpi di frana attraverso interpretazione fotogeologica multiscalare e multitemporale estesa all'intero bacino del fiume Tevere. I dissesti rilevati sono classificati secondo la legenda di cui all'atto di indirizzo e coordinamento emanato con DPCM del 29 settembre 1998 e sono cartografati su base CTR e ortofoto AIMA (totale di 580 CTR 1:10.000) a copertura dell'intero bacino.

L'inventario evidenzia circa 40.000 poligoni riferibili a frane attive, quiescenti e relitte. L'inventario permette di avere una visione globale della franosità del bacino nei limiti delle incertezze intrinseche del metodo adottato circa il perimetro delle aree e la intensità e cinematica dei dissesti.

L'inventario costituisce pertanto un livello di attenzione di probabile dissesto da verificare sul terreno sulla base di indagini mirate.

Le norme del PAI richiedono che i Comuni recepiscano tale elaborato al fine di verificare, sulla base di studi geologici e geomorfologici di dettaglio, la compatibilità delle previsioni urbanistiche con la pericolosità da frana evidenziata, onde prevenire l'esposizione ai rischi derivanti da movimenti franosi.

#### **Carta indice della franosità totale.**

La valutazione areale della pericolosità da frana sull'intero bacino può essere derivata a partire dall'Inventario dei fenomeni franosi, utilizzando tecniche di spazializzazione note in letteratura basate su carte di densità, modelli di pericolosità statistici, modelli deterministici ecc..

Il PAI, ai fini di caratterizzare la propensione al dissesto dei versanti, utilizza un Indice di Franosità Totale (IFT), calcolato come rapporto tra la l'area in dissesto e l'area dell'unità territoriale di riferimento. Per la definizione di quest'ultima ci si è basati sulla suddivisione del bacino in 181 sottobacini e su una Carta litologica 1:25.000 elaborata per l'Autorità di bacino dall'Università degli studi di Roma III, sulla base degli originali di autore (tavolette 1:25.000) della Carta Geologica d'Italia.

L'unità territoriale di riferimento dell'IFT è costituita dall'affioramento litologico per ciascun sottobacino.

Su tali premesse è stata elaborata una carta dell'indice di franosità totale per l'intero bacino (vedi capitolo metodologie).

Le norme del PAI prevedono che tale elaborato sia di riferimento in fase di riordino del vincolo idrogeologico.

#### **Atlante delle situazioni di rischio da frana**

Sulla base dell'inventario dei fenomeni franosi e di sopralluoghi e verifiche effettuate da tecnici dell'Università La Sapienza di Roma per le Regioni Lazio, Toscana, Marche, Abruzzo Emilia Romagna, e da tecnici del CNR-IRPI per la Regione Umbria, di concerto con tecnici comunali, sono state evidenziate e perimetrate le situazioni di rischio per frana come da Atto di indirizzo e coordinamento di cui al DPCM 29 settembre 1998. Il totale delle situazioni di maggior rischio (R3 – R4) perimetrate è di n. 239 .

In questa fase è stata sperimentata con successo, su 32 siti e 80 situazioni di rischio, la metodologia proposta dal CNR-IRPI e recepita nella normativa del PAI nell'Allegato alle norme recante " Procedura di individuazione, delimitazione e valutazione delle situazioni di rischio da frana" (vedi metodologie).

I siti indagati comprendono la quasi totalità dei capoluoghi comunali delle Regioni del Bacino. Sono in corso indagini relative ad ulteriori 120 situazioni di rischio nella Regione Umbria.

Le norme del PAI adottano misure prescrittive ed interventi volti alla mitigazione del rischio nelle aree individuate R3 ed R4 dell'Atlante delle situazioni di rischio da frana".

## **3.2 Assetto idraulico: elaborati tecnici**

### **Carta della zonazione del reticolo idrografico.**

Il PAI zonizza il reticolo fluviale in reticolo principale, reticolo secondario, reticolo minore e reticolo marginale in base ai seguenti criteri.

Il reticolo principale comprende le aste dei corsi d'acqua in corrispondenza delle quali, per caratteristiche idrauliche, per posizionamento geografico e per natura geomorfologica, è collocata la principale capacità di laminazione dei volumi di piena; tale capacità di laminazione è soggetta agli effetti indotti dalle modifiche della risposta idraulica dei bacini drenanti e dalle utilizzazioni del territorio delle aree alluvionali limitrofe.

Il reticolo secondario comprende le aste dei corsi d'acqua direttamente affluenti nel reticolo primario che drenano i bacini montani e le aree alluvionali immediatamente contermini; la relativa capacità di laminazione, nei riguardi degli eventi idrologici eccezionali, deve essere salvaguardata al fine di non aggravare le condizioni di deflusso della piena nel reticolo principale.

Il reticolo minore è costituito dal sistema della rete idrografica e dei versanti, direttamente in essa afferenti, che condiziona il deflusso delle piene di riferimento e al cui interno le residue aree alluvionali e la struttura dell'uso del suolo costituiscono un importante fattore transitorio di invaso, il cui controllo contribuisce a non aggravare le condizioni di deflusso della piena nel reticolo immediatamente sottostante.

La restante parte del reticolo del bacino, è definito marginale, in quanto, allo stato attuale delle conoscenze, non influenza sostanzialmente l'assetto idraulico individuato dal PAI.

L'elaborato "Carta della zonazione del reticolo idrografico" costituisce una rappresentazione sinottica del reticolo derivante dal reticolo idrografico 1:25.000 e dai rilievi sul reticolo principale scala 1:5.000 – 1:10.000.

### **Fasce fluviali e zone di rischio del reticolo principale.**

L'elaborato consiste in n. 50 Tavole, formato A0, relative alle fasce e zone di rischio lungo il reticolo principale.

Le Tavole n. 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41 sono relative al Piano stralcio per la difesa idraulica di Roma già approvato con DPCM e pertanto non sono allegate al presente piano.

Le fasce e le zone di rischio derivano dall'applicazione della procedura descritta nella parte metodologica che utilizza tecnologie innovative per il rilievo della morfologia delle aree fluviali.

In particolare l'intero corso del Tevere e dei suoi affluenti principali è stato oggetto di livellazioni di alta precisione delle sezioni d'alveo, spaziate mediamente da 200 a 400 metri, effettuate sotto la direzione tecnica del Servizio Idrografico Ufficio di Roma e dell'Istituto Geografico Militare.

Tutta l'area prospiciente il reticolo principale per circa 1700 Km<sup>2</sup> è stata rilevata con un laser altimetro che ha prodotto un DEM di elevata precisione (20-30cm di errore in altezza). L'integrazione del DEM e delle livellazioni di precisione ha permesso una ricostruzione estremamente precisa della morfologia dell'ambiente fluviale e della batimetria. L'intera area indagata è stata integrata da una immagine multispettrale, elaborata nella banda del visibile, che ha permesso la costruzione di una carta di uso del suolo. Su tale base sono stati mosaicati i Piani regolatori comunali con le relative destinazioni urbanistiche (vedi Cartografia di analisi – esempi).

La procedura di individuazione della pericolosità idraulica a partire dal quadro idrologico del bacino (vedi capitolo specifico) ha utilizzato i codici HEC-RAS e FRESURE per l'individuazione dei limiti delle aree allagabili con tempi di ritorno  $Tr_{50}$ ,  $Tr_{200}$ ,  $Tr_{500}$  anni.

La procedura ha previsto sopralluoghi e verifiche in situ delle previsioni modellistiche, ed ha inoltre permesso di individuare aree di allagamento indiretto (vedi metodologia).

Le aree allagabili sono state depurate delle aree marginali ove il tirante idrico e il carico dinamico sono tali da non rappresentare pericolo per la vita umana (vedi metodologia).

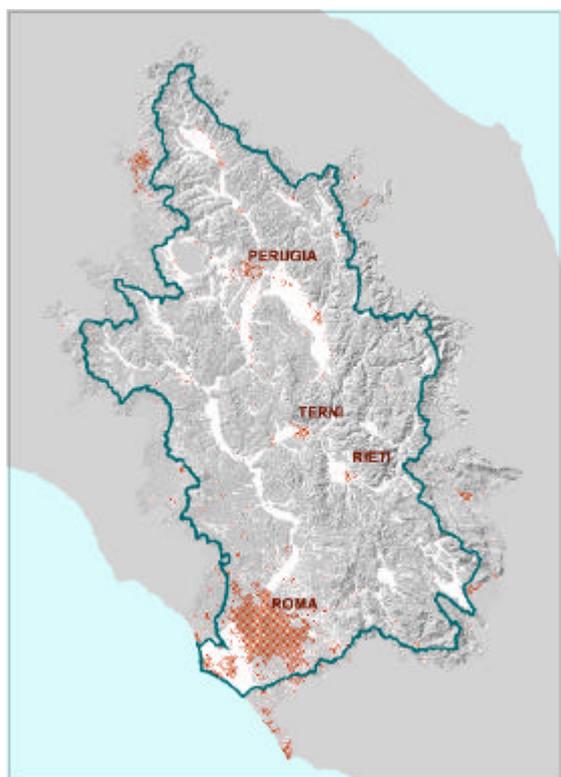
Sulla base dell'uso del suolo e delle previsioni urbanistiche è stata valutata la esposizione degli elementi a rischio e la relativa vulnerabilità ai fini dell'individuazione delle zone di rischio (vedi metodologia e Cartografia di analisi – esempi).

### **Atlante delle situazioni di rischio idraulico nel reticolo secondario, minore e marginale.**

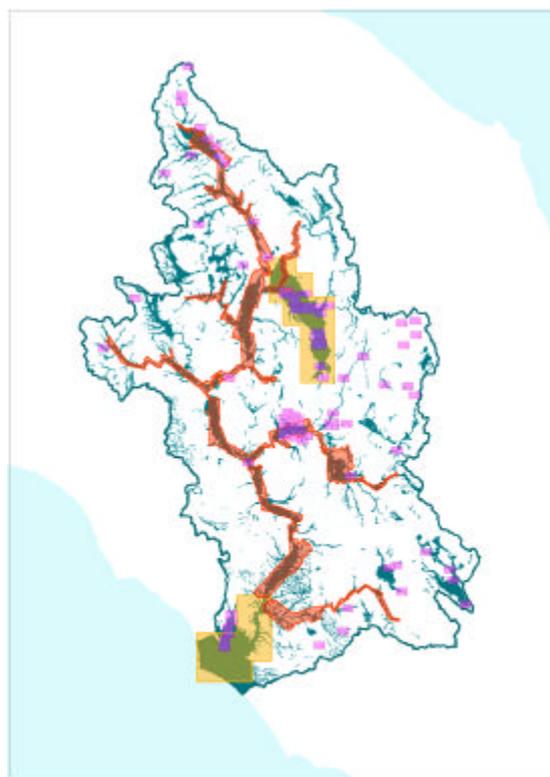
Le aree di rischio idraulico sul bacino secondario, minore e marginale ove l'incertezza dei dati idrologici e dei rilievi topografici è tale da non permettere in questa fase l'applicazione delle stesse metodologie descritte per il reticolo principale, sono state in gran parte delimitate sulla base di studi specifici o procedure spedite come previsto dall'Atto di indirizzo di cui al DPCM del 29 settembre 1998.

L'individuazione di tale aree è avvenuta sulla base di studi in possesso all'Autorità di bacino relativi a oltre 700 aree in dissesto idraulico e sulla base di segnalazioni regionali e di enti locali.

L'atlante raccoglie 64 tavole relative alle situazioni di maggior rischio cui si applicano le prescrizioni delle norme del PAI.

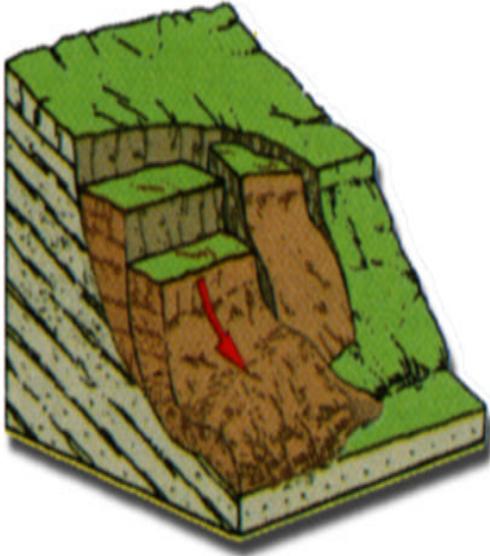
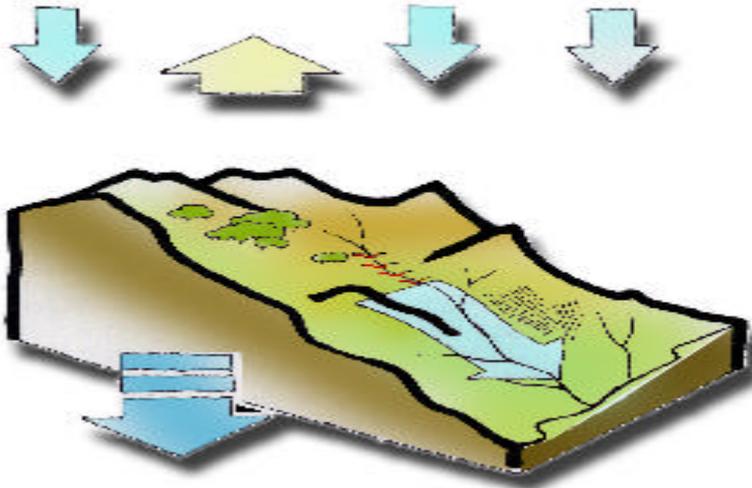


Posizione dei principali capoluoghi (90% della popolazione) rispetto alle aree alluvionali.



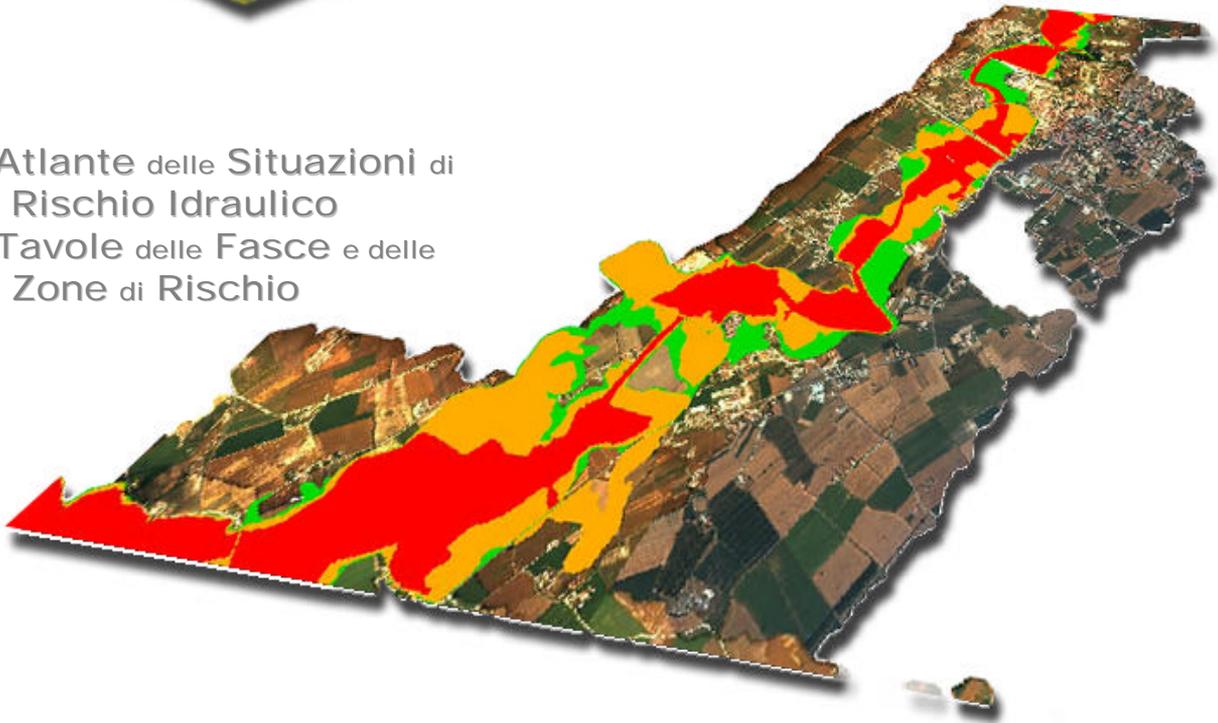
Aree indagate del reticolo principale (rosso), aree in corso di approfondimento (giallo)

- Atlante dei Sottobacini collinari e montani
- Carta della Funzione di difesa idrogeologica dei soprassuoli



- Inventario dei Fenomeni franosi
- Indice di Franosità totale
- Atlante delle Situazioni di Rischio da Frana

- Atlante delle Situazioni di Rischio Idraulico
- Tavole delle Fasce e delle Zone di Rischio



## 4 LINEAMENTI FISIOGRAFICI DEL BACINO

### 4.1 Idrografia

Il bacino del Tevere si estende, con forma allungata in direzione meridiana, per oltre 17.000 km<sup>2</sup>, di cui quasi il 90% suddiviso fra Lazio e Umbria, la restante superficie in Toscana, Abruzzo, Marche ed in minima parte in Emilia Romagna.

Il Tevere nasce sull'Appennino tosco-emiliano e sfocia nel Mar Tirreno dopo un percorso di circa 400 km. Il bacino è limitato ad Est dalla dorsale dell'Appennino umbro-marchigiano, con cime che raggiungono i 2200m, mentre ad Ovest, sui rilievi tosco-laziali, lo spartiacque non supera i 1000m. Il percorso, circa meridiano fino alla confluenza con l'Aniene, viene bruscamente deviato verso Sud-Ovest dall'apparato vulcanico dei Colli Albani nei pressi di Roma.

I principali affluenti del Tevere sono: il Chiani-Paglia e il Treia sulla riva destra, il Chiascio-Topino, il sistema Salto-Turano-Velino-Nera e l'Aniene sulla sinistra, da cui provengono i maggiori apporti.

Da un'analisi dei dati di portata misurata dal Servizio Idrografico (Boni et al., 1993), si possono fare delle valutazioni su quali settori del bacino contribuiscono maggiormente alla portata e con quale regime stagionale.

Il settore settentrionale del bacino (circa 8000 km<sup>2</sup>), a monte della confluenza col Nera, è costituito prevalentemente da rocce poco permeabili, ed il regime della portata del Tevere è molto irregolare, alimentato prevalentemente dalle acque di ruscellamento superficiale ed ipodermico nelle stagioni piovose. Le magre estive sono marcate, per la carenza di importanti risorse idriche sotterranee. Fa eccezione l'alto Topino, alimentato da sorgenti ubicate nella dorsale carbonatica umbra.

Il settore centro-meridionale (circa 9000 km<sup>2</sup>) comprende i bacini del Nera-Velino, dell'Aniene e del Treia. A valle della confluenza col Nera il regime di portata del Tevere cambia nettamente: il Nera è infatti caratterizzato da una portata estremamente stabile durante l'anno, poiché è prevalentemente alimentato da acque sotterranee provenienti dalle dorsali carbonatiche umbro-marchigiane (il Nera) e laziali-abruzzesi (il Velino). L'indice del flusso di base del Tevere sale infatti da 0,13 a 0,51 a valle della confluenza.

Un ulteriore importante contributo stabilizzante proviene dall'Aniene, sempre in riva sinistra, mentre altri apporti non trascurabili provengono dai corsi d'acqua che drenano gli apparati vulcanici in riva destra (Treia e minori).

### 4.2 Cenni di geologia e geomorfologia

#### 4.2.1 Generalità

Il bacino del Tevere è costituito da quattro principali ambienti morfo-strutturali:

- la dorsale carbonatica appenninica, che occupa il settore orientale e meridionale, costituita da rilievi carbonatici;
- il graben del Tevere con i suoi depositi di facies da marina a continentale, le conche intermontane;

- gli apparati vulcanici dei Monti Vulsini, Cimini, Sabatini e Albani, che occupano il settore sud-occidentale;
- l'alto bacino del Tevere, occupato prevalentemente dai depositi terrigeni in facies di Flysch di origine toscana (in riva destra a Nord del lago Trasimeno) e umbro-marchigiana (in riva sinistra).

A questi si aggiunge il delta fluviale del Tevere, che ha caratteristiche peculiari dal punto di vista idrogeologico, a causa della notevole eterogeneità della successione stratigrafica che lo costituisce.

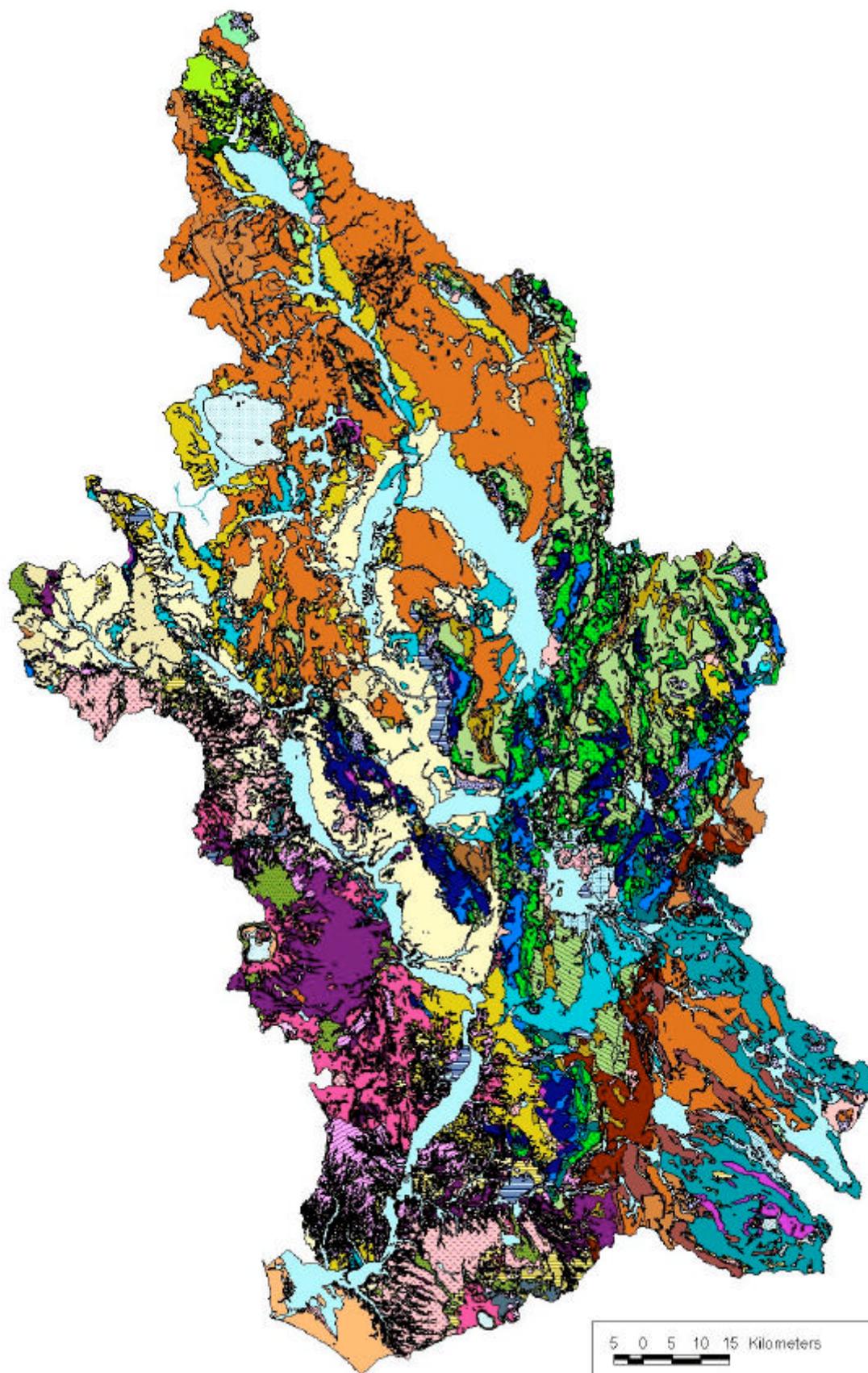
A ciascuno di questi domini corrispondono delle situazioni idrogeologiche e geomorfologiche differenti. L'assetto complessivo è legato alla evoluzione recente (dal Miocene ad oggi) della catena appenninica, durante la quale si è strutturata la catena a pieghe costituita da falde tettonicamente sovrapposte e sovrascorse verso Est e Nord-Est. Le fasi di tettonica distensiva più recenti hanno portato al ribassamento di alcuni settori (conche intermontane, lago Tiberino, graben del Tevere) e allo sviluppo del vulcanismo peritirrenico.

Il corso del Tevere e dei suoi affluenti principali si sviluppa in corrispondenza delle depressioni tettoniche principali (graben del Tevere, valle del Chiani), che separano aree strutturalmente e geologicamente differenziate, o di lineamenti tettonici di importanza regionale, quale la linea tettonica della Valnerina.

In base ad una classificazione delle litologie affioranti nel bacino in 3 classi di permeabilità (permeabili, mediamente permeabili, poco permeabili), è stato stimato che il bacino del Tevere è caratterizzato per il 25% della sua estensione da litologie permeabili (prevalentemente rocce carbonatiche, secondariamente facies ghiaioso-conglomeratiche del Plio-Pleistocene); per il 38% da rocce mediamente permeabili (prevalentemente vulcaniti, alluvioni, conoidi e coperture colluviali ed eluviali, facies sabbioso-arenacee del Plio-Pleistocene); per il 37% da rocce poco permeabili (Flysch arenaceo-argillosi, argilloso-arenacei e calcareo-argillosi; facies argilloso-limose del Plio-Pleistocene). I settori maggiormente permeabili sono quelli della dorsale carbonatica appenninica (settore orientale), le formazioni vulcaniche mediamente permeabili caratterizzano il settore sud-occidentale, mentre nell'area settentrionale del bacino affiorano prevalentemente formazioni fliscioidi a bassa permeabilità.

L'evoluzione del rilievo nel bacino del Tevere, iniziata nel Miocene superiore, ha subito una accelerazione a partire dalla fine del Pleistocene inferiore (700.000 anni), quando un brusco sollevamento ha interessato tutta la regione. L'entità del sollevamento, che è stata di diverse centinaia di metri, con i valori maggiori lungo l'asse della catena appenninica, ha causato un rapido approfondimento dei solchi vallivi e l'inizio di una intensa erosione dei rilievi. Contemporaneamente si succedevano fasi glaciali fredde ed interglaciali calde o temperate, a cui sono dovute le variazioni eustatiche del livello del mare, per cui si sono originati più ordini di depositi fluviali, progressivamente sollevati, che oggi costituiscono i terrazzi del Tevere e dei suoi affluenti, le cui età variano dal Pleistocene medio al Pleistocene superiore.

Il ringiovanimento dei versanti ed il conseguente aumento dell'energia del rilievo, è all'origine dei movimenti di massa. La tendenza evolutiva dell'ambiente geomorfologico è quindi fra le cui cause predisponenti della franosità.



**Figura 1 – Carta geolitologica del bacino del Tevere**

## 4.2.2 La dorsale carbonatica appenninica

### Assetto geo-strutturale

E' prevalentemente costituita da sedimenti dolomitici, calcarei, calcareo-marnosi e marnoso-argillosi con età compresa fra il Trias superiore ed il Miocene inferiore. Si distinguono tre diversi ambienti di deposizione, a cui corrispondono altrettante successioni con caratteri litostratigrafici uniformi e con assetti strutturali tipici: il dominio di piattaforma carbonatica, caratterizzato da successioni di calcari e calcari dolomitici, il dominio pelagico, in cui la affiora una successione di rocce calcareo-silico-marnose; fra i due si estende una ampia fascia di transizione, in cui si distingue una successione di sedimenti aventi caratteristiche intermedie fra il dominio pelagico e la piattaforma.

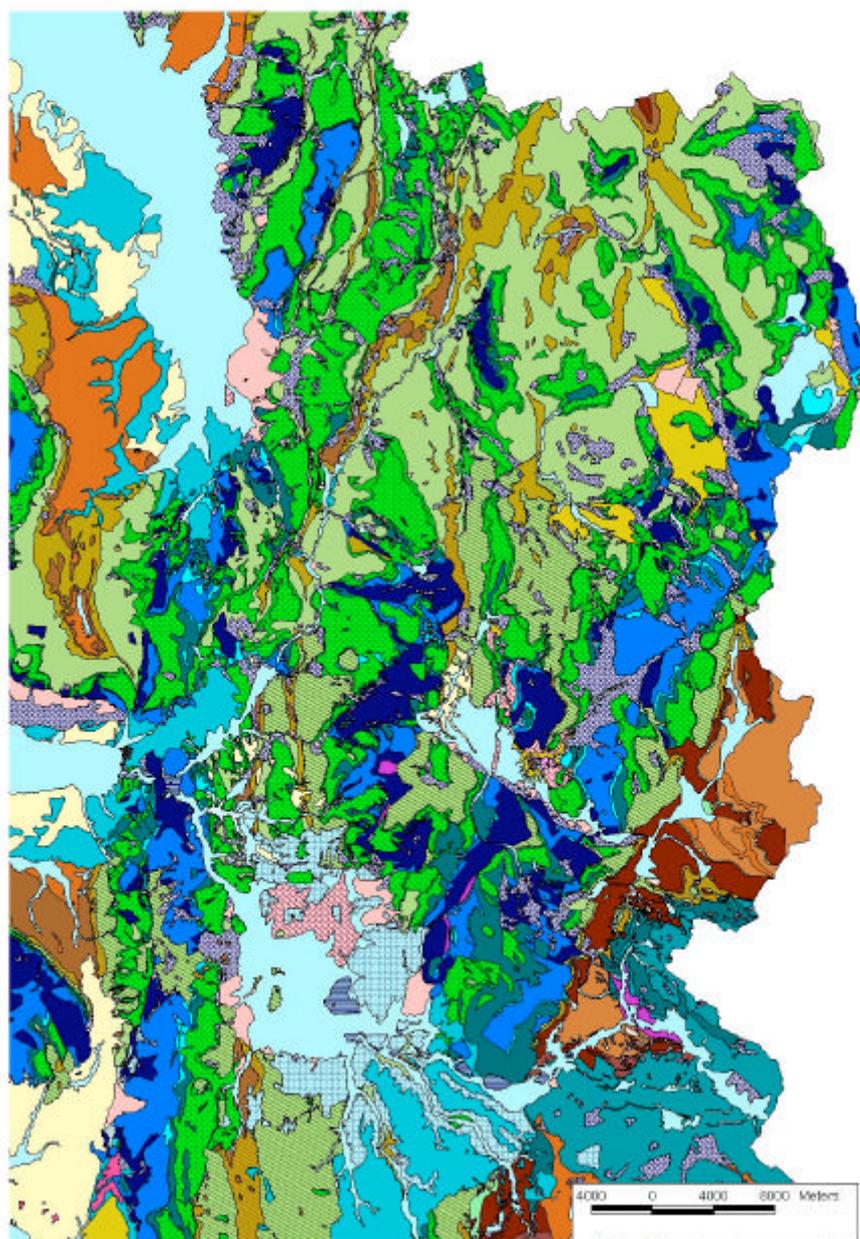
La morfologia di questi ambienti è caratterizzata dalla presenza di superfici ad acclività ridotta in alta quota, e versanti con energia di rilievo elevata, che possono raggiungere dislivelli di parecchie centinaia di metri. Le rocce carbonatiche costituiscono, dove affiorano, delle aree dove prevalgono i processi di infiltrazione delle acque meteoriche su quelli di ruscellamento.

Le fasi tettoniche compressive dell'orogenesi appenninica hanno interessato queste aree domino fra la fine del Mesozoico ed il Miocene, producendo delle deformazioni prevalentemente duttili (pieghe, pieghe - faglie) nelle successioni del dominio pelagico, e prevalentemente fragili nel dominio di piattaforma. Le fasi traslative, con marcata vergenza orientale e nord-orientale, hanno prodotto l'accavallamento delle dorsali carbonatiche, a formare l'attuale edificio a falde sovrapposte che costituisce la catena.

Alla tettonica distensiva plio-pleistocenica, ed al sollevamento rapido della catena avvenuto nel Pleistocene medio, è legata la formazione delle estese depressioni interne alla catena appenninica, che sono divenute altrettanti bacini di sedimentazione continentale ed il vulcanismo del margine tirrenico, descritti nel seguito.

### Morfologia

L'aspetto morfologico che colpisce maggiormente, e che ha degli importanti riflessi sulla stabilità dei versanti, è la presenza di estese superfici a modesta energia di rilievo a quote elevate, che costituiscono la sommità di molti massicci carbonatici. Queste sono i residui della paleo - superficie formatasi durante una fase di relativa quiescenza fra il Pliocene medio e il Pleistocene inferiore (Calamita et al., 1982) Questo paesaggio sommitale, legato ad un'erosione di tipo areale, contrasta notevolmente con i ripidi versanti delle valli principali, profonde ed incassate. L'evoluzione della morfologia attuale è quindi dovuta ad un'erosione di tipo lineare in relazione al rapido sollevamento che ha interessato l'area nel Pleistocene inferiore-medio.



**Figura 2 – La dorsale carbonatica: il dominio della successione pelagica umbro-marchigiana**

### 4.2.3 Il Graben del Tevere, il bacino Tiberino, le conche intermontane

L'edificio a falde che costituisce l'Appennino centro-settentrionale è stato sottoposto, successivamente alla sua strutturazione, ad una intensa tettonica di carattere distensivo, connessa con lo sviluppo del bacino tirrenico più ad Ovest. Il fronte distensivo associato a questa tettonica postorogena mostra nel tempo una migrazione da W verso E.

Nel Pliocene superiore (Villafranchiano inferiore) il fronte distensivo investe l'interno della catena, dando origine ai numerosi bacini lacustri e palustri continentali intramontani presenti in questa regione (Bacino tiberino, Bacino reatino, pianure di Norcia, Castelluccio, Leonessa, etc.), la cui evoluzione prosegue per tutto il Pleistocene inferiore (Villafranchiano superiore).

Nel settore più interno della catena si riconoscono le depressioni di Terni, Rieti e San Vittorino, Norcia, Leonessa, in cui la sedimentazione è schiettamente continentale, con facies da lacustre-palustre a detritica di versante.

Più ad Ovest si estendeva il Lago Tiberino, che aveva un ramo settentrionale fra Perugia e Todi e due ampie diramazioni meridionali, una in direzione di Foligno-Spoleto e l'altra in direzione di Terni. In questo ampio bacino, dove scorreva il paleo-Tevere prima dell'apertura delle Gole del Forello - avvenuta nel Pleistocene medio-superiore - si sono depositi notevoli spessori di sedimenti prevalentemente argilloso-sabbiosi.

Ancora più ad Occidente si individua il graben del Tevere, che è stato sede di sedimentazione marina fino al Pleistocene inferiore, quando la linea di riva del Mar Tirreno era ubicata a ridosso dei Monti Lucretili e dei Monti Sabini settentrionali, circa 70 km più a E dell'attuale linea di costa. La sedimentazione diviene quindi litorale, infine schiettamente continentale. Questa depressione corrisponde attualmente alla valle del medio-Tevere e prosegue a Nord in quella del Chiani.

#### **I fenomeni di sprofondamento rapido nella piana di S.Vittorino**

La piana di S.Vittorino è ubicata ai margini orientali della piana di Rieti, ed è caratterizzata, dal punto di vista geomorfologico, da frequenti fenomeni di sprofondamento rapido, noti almeno a partire dal 19° secolo, che danno origine a depressioni circolari con diametro fino a 100m e profondità da 3-4m a 10 m, che si riempiono rapidamente di acqua a formare dei laghetti.

Dei laghetti oggi riconoscibili e di cui si hanno informazioni storiche (Bersani et al., 2000) alcuni si sono formati verso la fine del 1800, altri fra l'1986 e il 1991, in modo improvviso e apparentemente casuale. Studi recenti hanno mostrato che la probabile origine di questi sprofondamenti è da ricercarsi nell'assetto tettonico dell'area: infatti i laghetti si allineano secondo alcune faglie con direzione appenninica lungo cui risalgono in superficie anidride carbonica e idrogeno solforato. Questi gas, rendendo più acide le acque di cui la piana è ricchissima (vi emergono infatti le sorgenti del Peschiera) provocherebbero la dissoluzione dei travertini che si trovano, intercalati nei sedimenti alluvionali, ad una profondità variabile da molto superficiali fino a 40-45m, da cui i crolli in superficie a seguito di una scossa sismica o di un eccessivo sovraccarico.

In sintesi, la piana di S.Vittorino è soggetta ad una dinamica geomorfologica attiva, che evolve con crolli estremamente rapidi in corrispondenza delle principali linee di debolezza tettonica (zone di Micciani e Terme di Cotilia). La presenza antropica si deve adattare a queste dinamiche, come è stato già fatto nel

passato: la linea ferroviaria Terni-Sulmona, che passa nella piana, ha subito nel tempo delle variazioni di percorso proprio per adattarsi alle condizioni di stabilità indotte dagli sprofondamenti (Bigi et al., 1999).

#### **4.2.4 Gli apparati vulcanici**

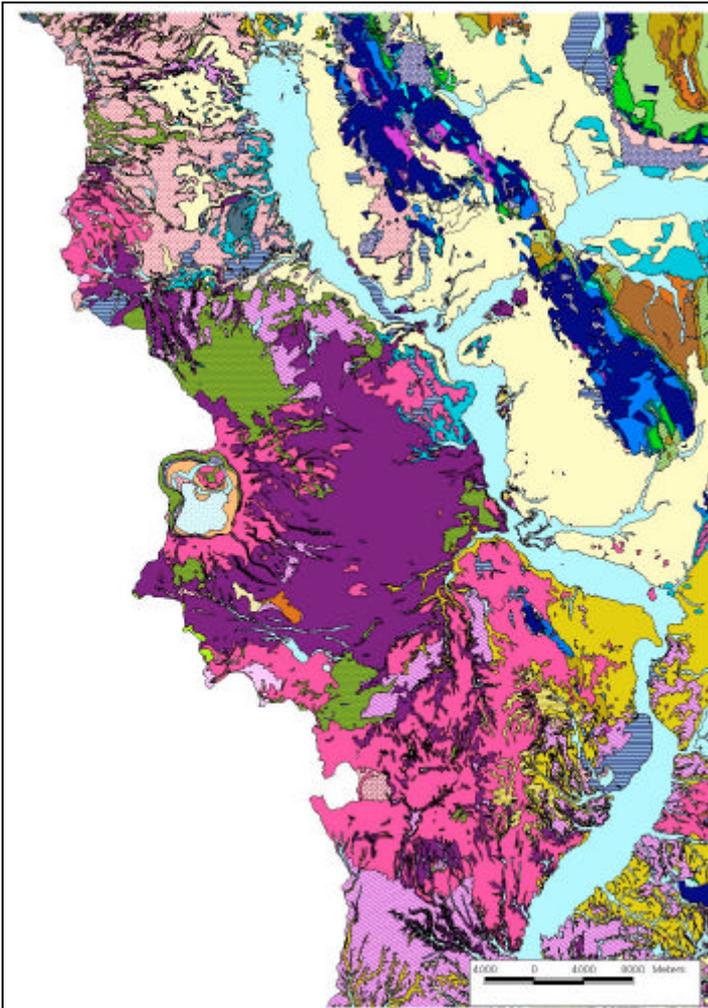
Sono disposti parallelamente al margine tirrenico, in direzione NW-SE, al margine del bacino del Tirreno caratterizzato da una crosta di tipo oceanico di età pliocenica (De Rita, 1993), con età decrescente da Nord verso Sud, occupando la fascia che si estende dal bacino del Paglia fino ai Colli Albani. Da settentrione si distinguono gli apparati vulcanici vulsino, cimino-vicano, sabatino con associato il distretto Tolfa-Cerite-Manziana, in riva destra del Tevere, ed infine il distretto vulcanico dei Colli Albani, in riva sinistra a Sud di Roma.

Le prime fasi di vulcanesimo (circa 2 Ma) hanno prodotto lave e ignimbriti essenzialmente acide (rioliti, riodaciti) che costituiscono gli apparati del M.Amiata, M.Cimino e del distretto Tolfa-Cerite-Manziana.

Successivamente il chimismo dei prodotti eruttati lungo il margine tirrenico è evoluto verso facies di tipo alcalino-potassico (a partire da 0,8 Ma). Gli edifici di questa seconda fase sono costituiti da ignimbriti, piroclastiti e, in minor misura, da lave.

Lo svuotamento delle camere magmatiche, associato alla tettonica distensiva peritirrenica, ha prodotto il collasso delle sommità degli apparati e la formazione di vaste depressioni, spesso colmate da laghi (Bolsena, Vico, Latera, Bracciano, Albano, Nemi).

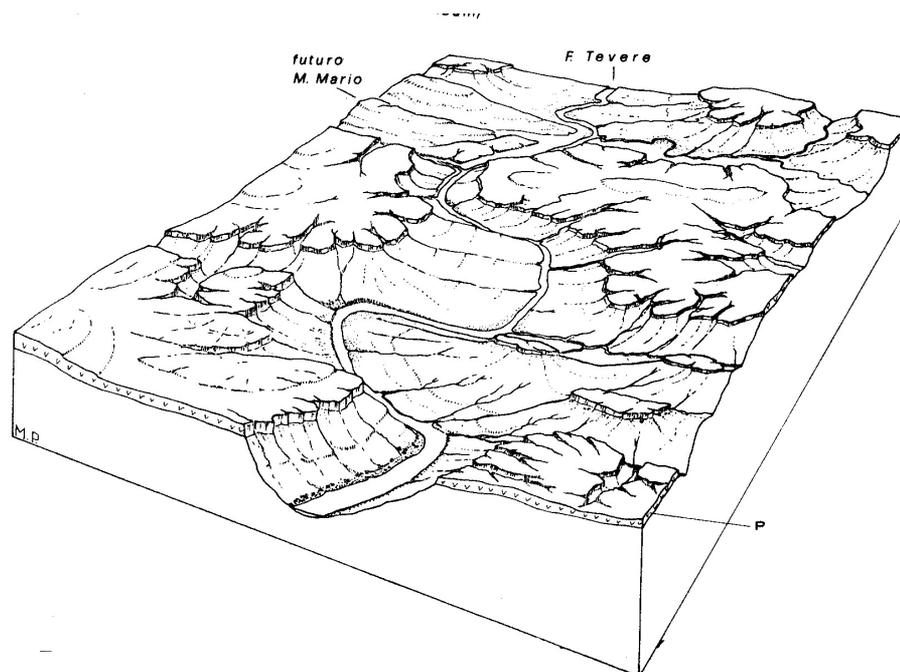
Gli apparati vulcanici sono generalmente caratterizzati da valori di infiltrazione efficace medi; il ruscellamento superficiale è certamente non trascurabile (Boni et al., 1986)



**Figura 3 – Ambienti degli apparati vulcanici peritirrenici e del graben del Tevere. Quest’ultimo separa gli apparati vulcanici (in riva destra) dagli estesi depositi plio-pleistocenici marino-continentali in riva sinistra, appoggiati sul margine occidentale dei rilievi carbonatici (dorsale amerino-narnese).**

### **Le rupi tufacee ed i centri abitati instabili**

Quest’area è situata in un contesto geomorfologico abbastanza noto, caratteristico della provincia vulcanica a cavallo fra il Lazio nord-occidentale e l’Umbria orientale (Orvieto, Orte, Bagnoregio, Civita, Lubriano ed altri), in cui il trend evolutivo è determinato dalla presenza di vulcaniti litoidi, che costituiscono una copertura rigida e dalla morfologia tabulare, che poggiano su depositi sedimentari plio-pleistocenici molto più teneri ed erodibili (FIG). L’incisione da parte dei corsi d’acqua ha portato alla formazione di bacini idrografici in forte erosione, con frequenti e diffuse morfologie calanchive nei limi argillosi plio-pleistocenici. I tufi, che in origine costituivano una copertura ben più estesa e continua di quanto non risulti attualmente, vengono progressivamente erosi fino a divenire localmente delle placche completamente isolate, su cui frequentemente sono sorti centri abitati quali Orvieto, Orte, Civita di Bagnoregio ed altri. Le frane diffuse sui versanti, a carattere retrogressivo inducono il crollo delle rupi tufacee, mettendo a rischio i centri abitati che vi sorgono.



**Figura 4 – La forte erosione conseguente all’abbassamento del livello del mare modifica il reticolo idrografico: il Tevere abbassa il suo corso e scende verso la costa dove è in costruzione il delta attuale. La sommità dei rilievi, tagliata nelle coltri piroclastiche, è in genere pianeggiante. P = piroclastiti. (da Carboni et al.)**

#### **4.2.5 I depositi terrigeni dell’alto Tevere**

L’alta valle del Tevere è costituita prevalentemente da depositi torbiditici appartenenti a due successioni differenti: nella parte più occidentale affiorano le formazioni terrigene della successione toscana, che si depose in un’avanfossa individuata fra l’Oligocene e l’Aquitano (Macigno Auct.), mentre ad oriente prevalgono i più recenti depositi sinorogenici della successione umbro-marchigiana (Formazione marnoso-arenacea, Burdigaliano superiore).

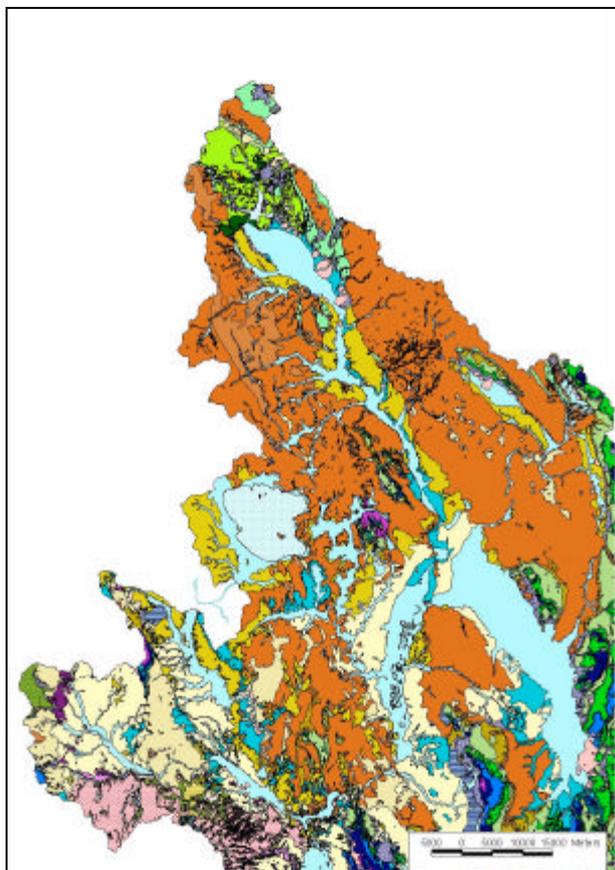
Il Macigno, costituito da una potente alternanza di arenarie quarzoso-feldspatiche di provenienza alpina, siltiti, argilliti e marne, è disposto a falde e pieghe sovrascorse, con vergenza orientale, sviluppatesi nelle fasi compressive del Serravalliano. Affiora sul versante destro del Tevere, a Nord del lago Trasimeno. Il flysch toscano sovrascorre sui più giovani termini torbiditici umbri, a loro volta piegati e sovrascorsi verso Est, che affiorano estesamente in riva sinistra del Tevere e ad Est del lago Trasimeno. La deformazione della Marnoso-Arenacea umbro-marchigiana risale al Miocene superiore.

Nella parte più a monte del bacino, così come nell’alto Paglia, affiorano inoltre, con estensione più limitata ma non trascurabile, i termini del Complesso Sicilide e Liguride, costituiti da flysch argilloso-calcarei di età comprese fra il Cretaceo e l’Eocene, a forte alloctonia. Questi depositi, prevalentemente argillo-scistosi e argillo-marnosi, sono caratterizzati spesso dalla presenza di forme di erosione a calanchi.

Infine troviamo flysch terrigeni lungo una fascia articolata, con andamento complessivamente meridiano, che comprende l’alto Velino, la media valle del Salto e del Turano, si spinge fino alla media valle dell’Aniene e prosegue poi verso la valle del Sacco nel bacino del Liri-Garigliano. Questi depositi tardo-

miocenici si interpongono alle dorsali carbonatiche, marcando frequentemente il sovrascorrimento delle strutture tettoniche.

I depositi terrigeni sono caratterizzati complessivamente da bassi valori di infiltrazione efficace delle acque meteoriche, e quindi prevalgono i processi di ruscellamento superficiale.



**Figura 5 – Ambiente dei depositi terrigeni e dei flysch argilloso-calcarei a forte alloctonia dell'alto bacino del Tevere e del Paglia.**

#### 4.2.6 Il delta del Tevere

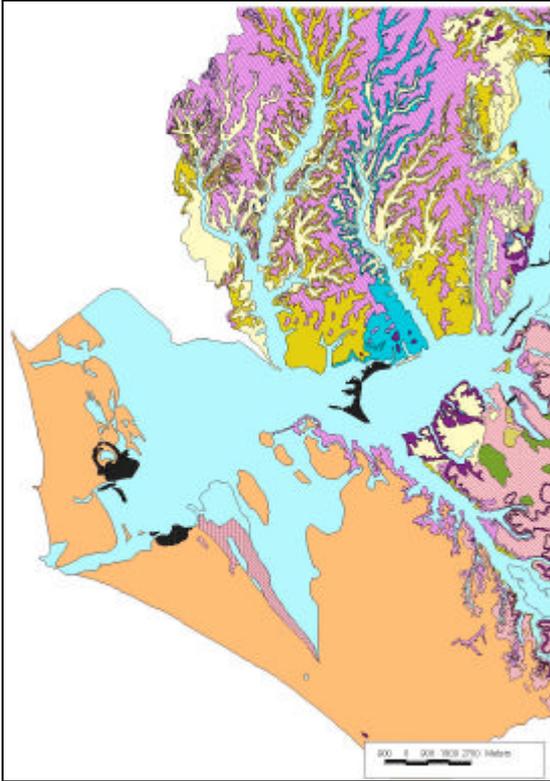
Il delta del Tevere è costituito da una sequenza di sedimenti che si è deposta a partire da circa 20.000 anni, controllata prevalentemente da fluttuazioni glacio-eustatiche, mentre gli effetti della subsidenza e della tettonica sono stati trascurabili (Bellotti et al., 1994).

Nell'area in esame Bellotti et al. (1989) hanno riconosciuto diverse litologie, costituite da depositi fluviali, di laguna costiera e marini. Gli stessi Autori hanno potuto valutare il tasso medio di risalita del livello del mare, che è stato di circa 1,3 metri al secolo fra 18.000 e 10.000 anni fa, mentre tra 10.000 e 5.000 anni fa è stato di circa 0,5 metri al secolo. Durante la risalita del livello del mare si formò una barriera costiera che migrava verso terra con velocità differenti nei due periodi di tempo considerati, e cioè di 240 e 45 metri al secolo rispettivamente.

Il delta attuale si è sviluppato dopo la stabilizzazione del livello del mare (circa 5000 anni fa), e la sua porzione subaerea si può suddividere in due parti. La pianura deltizia interna mostra una morfologia estremamente piatta e coincide con le antiche lagune e stagni, in cui il sedimento è prevalentemente composto da fango. La pianura deltizia esterna è caratterizzata da depositi sabbiosi disposti in dorsali ricoperte da dune che evidenziano la progradazione deltizia.

Il delta sommerso raggiunge la profondità di 115 m. Il fronte deltizio presenta una debole inclinazione ( $0,3^\circ$ ), ed è dominato dalle onde e caratterizzato da correnti che corrono lungo la costa rielaborando i depositi sabbiosi fluviali. Il prodelta raggiunge l'inclinazione di  $1^\circ$ , e presenta una sedimentazione passiva dovuta alla flocculazione delle particelle in sospensione più fini.

Bellotti et al (1994) stimano il volume totale del delta in circa 20-25 km<sup>3</sup>; il volume di sedimenti trasportati dal Tevere in tempi storici è stato valutato in 15-20 10<sup>6</sup> ton/anno, che corrisponderebbero ad un volume sedimentato di 8,8-11,8 km<sup>3</sup>/Ka. La più rapida espansione del delta sarebbe avvenuta negli ultimi cinque secoli, probabilmente in relazione al periodo freddo noto come "piccola età glaciale" (1550-1850). Attualmente il delta è in arretramento, prevalentemente a causa per delle attività antropiche.



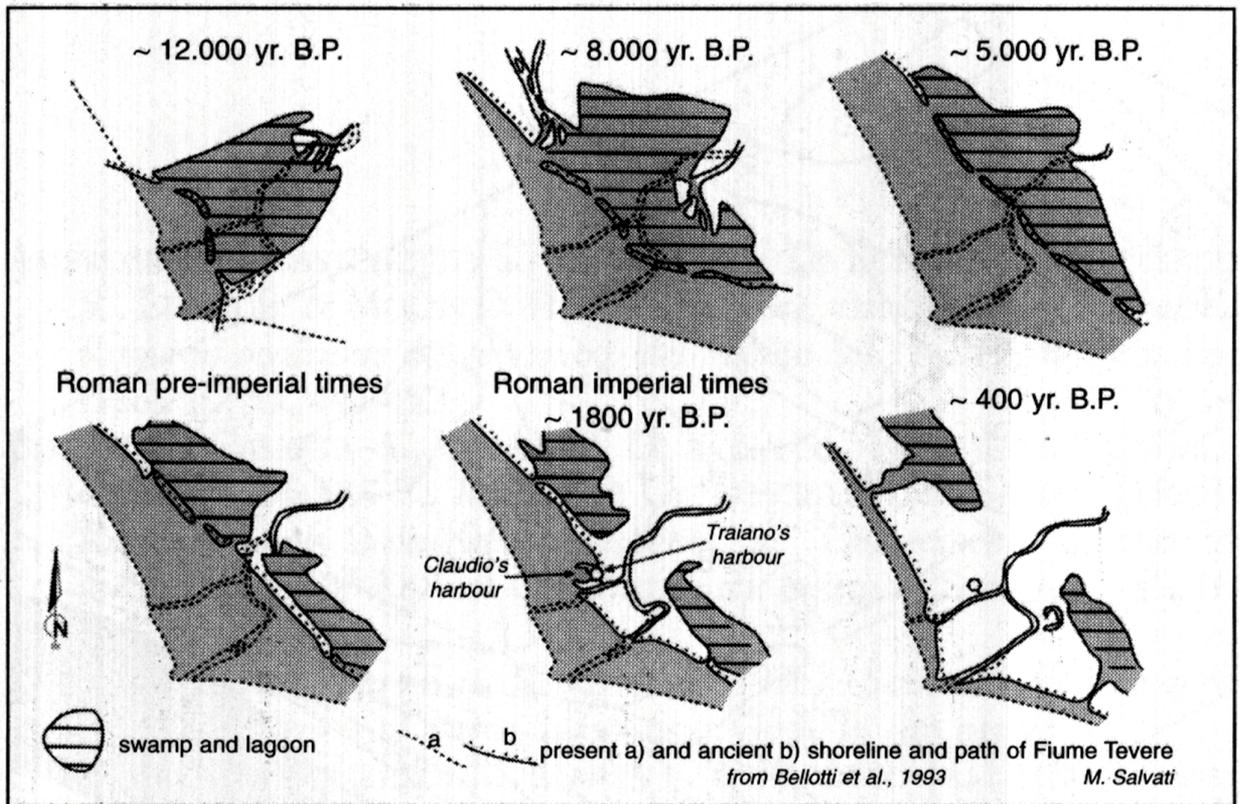
**Figura 6 – Ambiente del delta. Si identifica chiaramente il dominio di sedimentazione dei depositi deltizi (in arancio), in parte coperti dalle alluvioni attuali e recenti del Tevere (in celeste).**

### **Evoluzione geomorfologica del delta**

L'evoluzione dell'area del delta è stata ricostruita, tramite lo studio dei depositi del complesso sedimentario, da Bellotti et al. (1989, 1994, 1997).

Con la risalita del livello del mare avvenuta tra 18.000 e 10.000 anni fa, al termine della glaciazione wurmiana, il fiume arretrò la sua foce all'interno di una laguna e depositando gran parte del suo carico sedimentario. Tra 10.000 e 5.000 anni fa la laguna costiera si ampliò in direzione NO-SE, e il Tevere spostò la sua foce sulla sinistra del vecchio corso costruendo per circa 3.000 anni un secondo corpo deltizio. Tra 7.000 e 5.000 anni fa la foce del Tevere arretrò di nuovo e la laguna si restrinse. Intorno a 5.000 anni fa, quando il livello marino era ormai pressoché stabilizzato, la foce del Tevere progredì rapidamente all'interno della laguna e raggiunse in breve la costa avviando la fase di costruzione del delta marino.

Durante il primo periodo imperiale romano il Tevere sfociava quindi direttamente nel mare, e a partire da quel periodo le due lagune rimasero isolate dal fiume (Figura 7). Gli imponenti lavori portuali di Claudio e di Traiano risalgono a questo periodo, in cui sarebbe stato aperto il canale artificiale che ha dato luogo alla foce odierna di Fiumicino. L'antica barra costiera si trasformò in una barriera praticamente continua, ed entrambe le lagune avevano solamente pochi e stretti canali che le congiungevano al mare.



**Figura 7 – Evoluzione della foce del Tevere a partire da circa 12.000 anni da (da Bellotti et al., 1997). Il laghetto subcircolare mostrato nell'ultima immagine si è formato dopo l'alluvione del 1557.**

Perciò il delta del Tevere che si osserva oggi è stato costituito durante gli ultimi 2000 anni. Il delta è progradato attraverso stati alterni di erosione ed accumulo durante il Medio Evo, mentre la progradazione è divenuta continua tra il XVI ed il XX secolo. In particolare la sensibile progradazione osservata a partire dal XVI secolo può forse essere collegata alla cosiddetta "piccola età glaciale" (1550-1850 circa), in cui il clima in Europa fu sensibilmente più freddo di oggi.

Durante gli ultimi 100 anni infine il delta del Tevere ha subito vistosi cambiamenti, come testimoniato dalla migrazione della linea dell'apice deltizio, ricostruita da Bellotti et al. (1997) tramite lo studio delle carte topografiche dell'Istituto Geografico Militare Italiano e delle foto aeree. Tra il 1873 ed il 1950 il processo prevalente è stato quello di progradazione di spiaggia, fatta eccezione per due lobi deltizi che sono stati interessati da erosione. Nel periodo seguente (1950-1974) ha prevalso l'erosione nella zona lungo la costa tra il canale di Fiumicino ed il Canale dello Stagno. Il massimo ritiro della linea di costa (fino a 250 m) è stato registrato vicino alla foce del Tevere. Se si considera il rapporto tra le aree in erosione ed in accumulo, risulta che in questo periodo l'erosione è stata da 7 a 18 volte maggiore dell'accrezione. Tra le cause principali di questa forte erosione va considerata l'intensa attività di estrazione di inerti lungo l'alveo del Tevere e la drastica diminuzione del trasporto solido. L'erosione della linea di costa ha provocato pesanti danni, soprattutto alle strade costiere ed a molti stabilimenti balneari, e quindi sin dalla fine degli anni settanta si è cercato di far fronte a questa situazione critica tramite la costruzione di barriere costiere sottomarine. A seguito di questi interventi tra il 1974 ed il 1987 i settori protetti hanno registrato un arresto dell'erosione seguito dalla progradazione della linea di costa.

## 5 METODOLOGIA E CRITERI: ASSETTO GEOMORFOLOGICO

### 5.1 Criteri di assetto

Il PAI esamina i processi geomorfologici che si svolgono sui versanti e che sono collegati alla dinamica globale del bacino idrografico, ed ha due obiettivi:

- la valutazione del rischio e della pericolosità puntuale da frana
- la valutazione dell'assetto dei versanti, attraverso la quantificazione della capacità della copertura vegetale di protezione dall'erosione dei suolo e regimazione dei deflussi.

Questi processi sono legati alla gravità (movimenti di versante), al ruscellamento superficiale delle acque meteoriche sui versanti e nel reticolo minore, e all'erosione diffusa che contribuisce al trasporto solido dei corsi d'acqua.

La metodologia di analisi ed i risultati esposti nel seguito sono quindi suddivisi in due parti:

- realizzazione dell'inventario dei fenomeni franosi per interpretazione fotogeologica, individuazione delle situazioni di maggior rischio e loro verifica attraverso sopralluoghi diretti, programmazione degli interventi per la messa in sicurezza;
- analisi dell'efficienza idraulica dei versanti del bacino, suddiviso in 181 sottobacini considerati come unità territoriali di riferimento (UTR), individuazione delle priorità di assetto e degli interventi.

### 5.2 Basi conoscitive e metodologie adottate

#### 5.2.1 Inventario dei fenomeni franosi

La carta inventario dei fenomeni franosi è una rappresentazione delle forme e dei processi legati essenzialmente all'azione della gravità, in minor misura all'azione delle acque superficiali. Nella carta sono quindi riportati sinteticamente i dati inerenti a frane (perimetrazione, tipologia e stato di attività) di cui si ha evidenza geomorfologica, ricavata dalla interpretazione di foto aeree o da rilevamenti sul terreno, o informazione altrimenti documentata (segnalazioni, cataloghi, etc.). Sono inoltre rappresentati elementi geomorfologici relativi ad altre forme del paesaggio che possono comunque favorire fenomeni di dissesto (ad esempio orli di scarpate o di terrazzi).

La carta inventario è il documento di base per l'analisi del rischio e della pericolosità da frana. Lo scopo primario è quello di mostrare dove si sono verificati singoli eventi di frana; è inoltre il documento di base per prevedere dove con maggiore probabilità si possono riattivare quelli già noti o accaderne di nuovi.

La valutazione del rischio e della pericolosità da frana nel bacino del Tevere ha avuto come primo obiettivo la realizzazione di una carta inventario su tutto il bacino. Per questo sono state avviate delle convenzioni (Autorità di Bacino del Tevere – Regione Lazio – Università di Roma “La Sapienza” e Autorità di Bacino del Tevere – Regione Umbria – CNR-IRPI di Perugia), che hanno avuto come risultato la realizzazione di un archivio ed una carta inventario vettoriale alla scala 1:10.000, organizzate in un Sistema

Informativo Territoriale. Sono stati catalogati circa 40.000 eventi, con i criteri indicati dall'Atto di Indirizzo del DPCM 29/9/1998.

Questo documento nasce da una analisi multiscalare e multitemporale dalla interpretazione di uno o più "voli" di foto aeree, ed è supportato da controlli sul territorio in corrispondenza dei centri abitati. Pertanto la sua validità al di fuori della aree oggetto di sopralluoghi non è stata sempre verificata. E' questo un importante elemento di valutazione, da considerare nel momento in cui questo documento diviene uno strumento di pianificazione, con una valenza di tipo amministrativo. A questo proposito Guzzetti et al. (2000) valutano la differenza nella sovrapposizione di due inventari, realizzati tramite foto interpretazione nella stessa area da diversi operatori ed in diverse condizioni, in circa il 70%. Vale a dire che la sovrapposizione dell'insieme delle frane dei due inventari è esattamente verificata per il 30% dell'area cartografata; il restante 70% è stato individuato come area in frana solo nell'uno o nell'altro inventario. Questo valore così elevato non deve trarre in inganno: dal punto di vista scientifico o come base conoscitiva, l'inventario realizzato tramite telerilevamento ha una sua oramai assodata validità; viceversa i perimetri di frane individuati da foto interpretazione senza che vengano realizzati dettagliati studi geologici sul terreno, non possono avere carattere di cogenza nell'ambito della pianificazione, stante l'imprecisione sia della delimitazione cartografica che dei parametri relativi all'intensità e ad alla cinematica dei fenomeni.

### 5.2.2 Aree ad elevato rischio da frana

L'individuazione delle aree a maggior rischio si è svolta secondo le seguenti fasi:

- studio in dettaglio delle foto aeree in corrispondenza dei centri abitati
- sopralluoghi sui centri abitati studiati
- elaborazione di una scheda di sintesi in cui viene riportato l'esito del sopralluogo, secondo il DPCM 29/9/98.

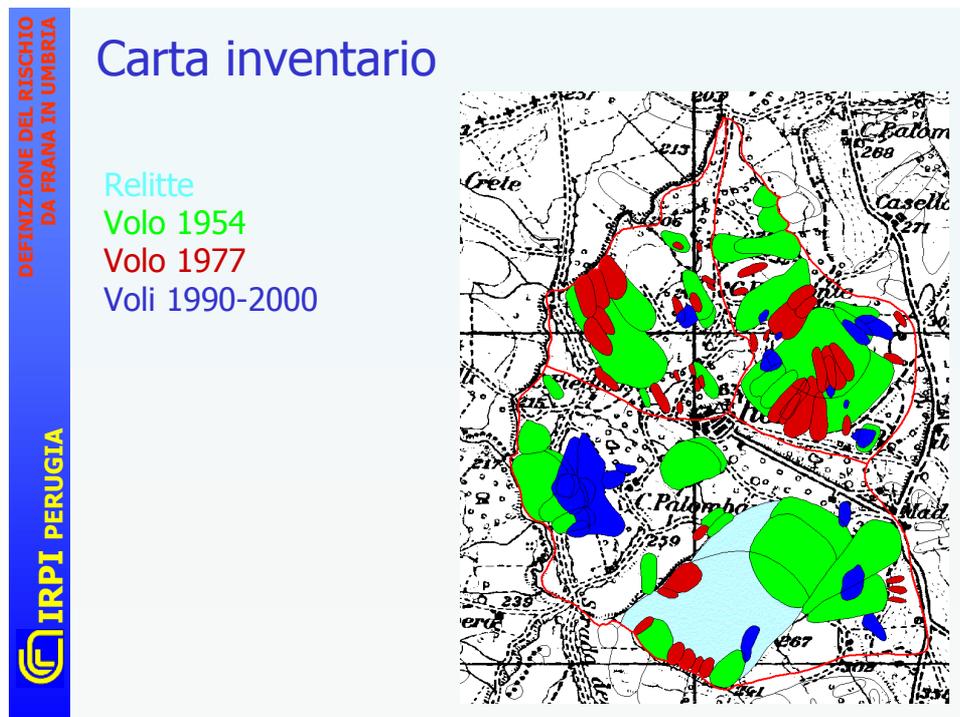


Figura 1 – Esempio di carta inventario multi temporale.

In circa il 30% dei casi è stata sperimentata una procedura di analisi della pericolosità e del rischio,

con l'obiettivo di rendere oggettivi i criteri ed esplicitare i parametri che concorrono al giudizio di rischio mantenendo memoria del peso dei singoli fattori. La finalità della sperimentazione che ha avuto esito positivo e pertanto viene riproposta nella normativa del Piano quale procedura standard di valutazione del rischio anche da parte degli Enti Locali.

La metodologia sperimentata, descritta nel dettaglio in Allegato alle Norme del PAI e che viene qui esposta in estrema sintesi, è stata sviluppata dal CNR IRPI di Perugia, e mira a definire le condizioni di pericolosità, a stimare il rischio specifico per le classi di elementi a rischio presenti nell'area oggetto d'indagine, ed a definire (anche se in modo qualitativo) le condizioni di rischio totale. L'obiettivo è la perimetrazione delle aree soggette a rischio da frana e la valutazione preliminare dei livelli di rischio, così come richiesti dalla Legge 267/98.

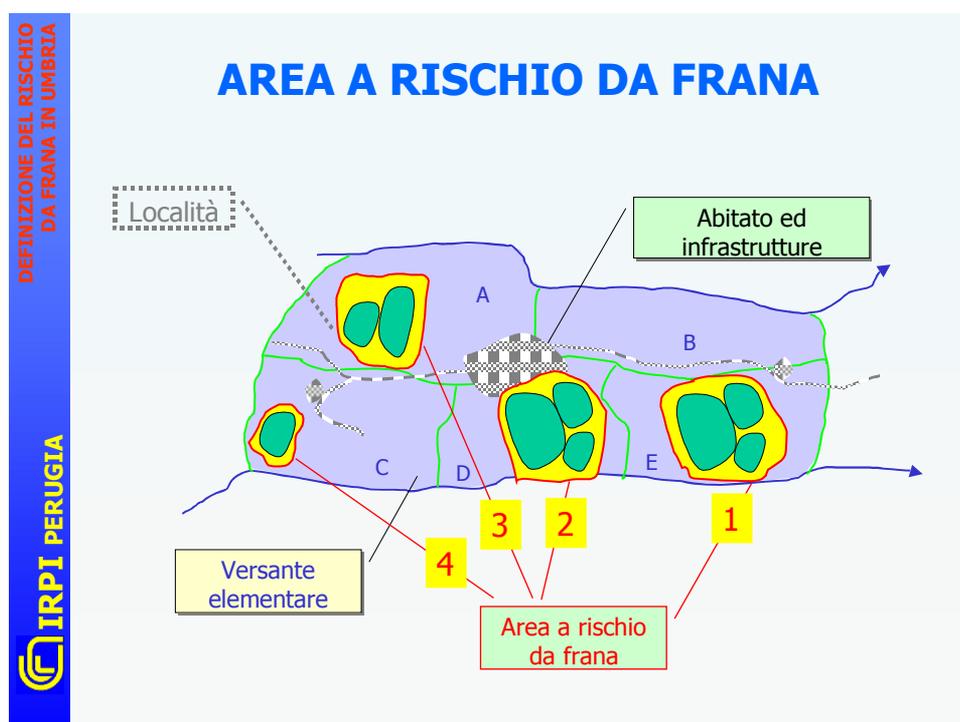


Figura 2 – Schema di un'area interessata dalla procedura di analisi di pericolosità e rischio da frana.

La procedura si basa sulle fasi seguenti:

- Delimitazione dell'area oggetto di studio;
- Produzione della carta inventario dei movimenti franosi;
- Identificazione delle aree a rischio da frana;
- Valutazione delle condizioni di pericolosità da frana;
- Individuazione degli elementi a rischio;
- Valutazione della vulnerabilità e del danno atteso;
- Valutazione delle condizioni di rischio specifico;
- Stima del rischio totale.

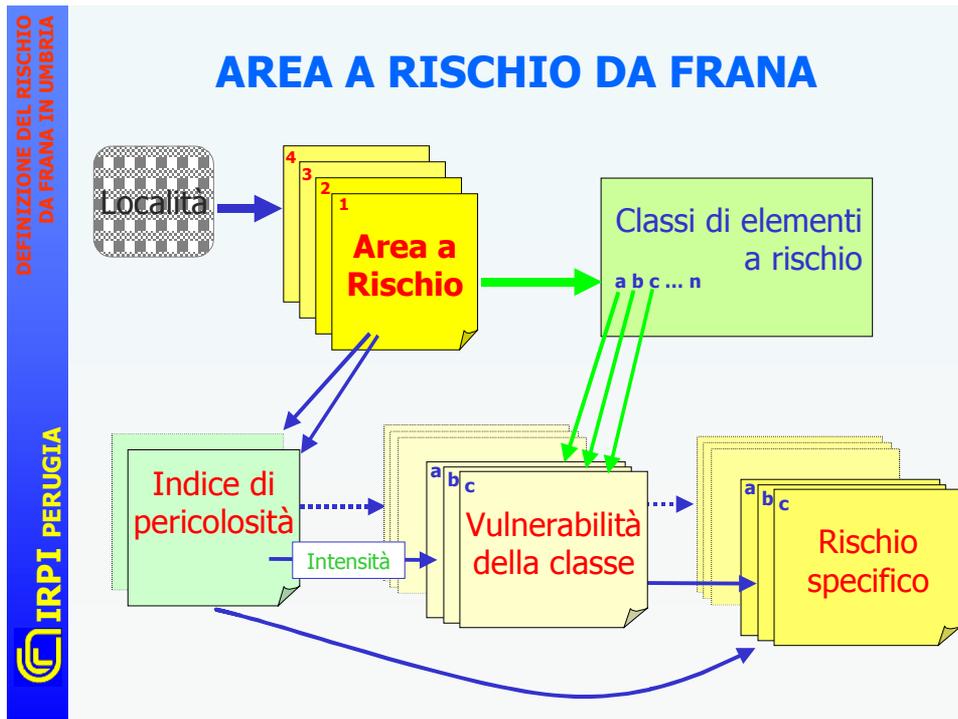


Figura 3 – Schema della procedura di analisi

Nelle tabelle che seguono sono mostrati:

- i criteri utilizzati per la stima della intensità della frana
- la matrice per la valutazione della pericolosità da frana sulla base dei valori di intensità e di frequenza
- le tipologie di elementi a rischio considerati
- la matrice utilizzata per la stima qualitativa del danno atteso (estetico, funzionale, strutturale) in funzione della tipologia di movimento, intensità e classe di elemento a rischio
- i criteri per la valutazione del livello di rischio specifico sulla base della pericolosità e della vulnerabilità
- le regole per l'attribuzione dei livelli di rischio previsti dall'Allegato Tecnico alla Legge 267/98

In sintesi, una volta effettuati gli studi tramite foto interpretazione e controlli sul terreno, è possibile, applicando le tabelle che seguono, ottenere una valutazione uniforme del rischio specifico e del rischio totale previsto, anche in una stessa località, per i diversi movimenti franosi individuati e per le differenti classi di elementi esposti.

I valori di rischio specifico definiti utilizzando le tabelle che seguono sono degli indici posizionali, costituiti da tre cifre. La cifra corrispondente alle unità (a destra) indica il livello di intensità della frana attesa, mentre la cifra corrispondente alle decine (al centro) indica la frequenza (stimata) dell'evento atteso. La cifra corrispondente alle centinaia (a sinistra) indica il livello di danneggiamento atteso, ossia la vulnerabilità. In questo modo un'area a rischio da frana con indice (di rischio specifico) pari ad 111 è soggetta ad un frana di lieve intensità (--1) e bassa frequenza (-1-), che produce un danno atteso basso, di tipo estetico (1--). Allo stesso modo, un'area a rischio da frana con indice pari a 343 è soggetta ad una frana di alta intensità (--3) e con una frequenza molto alta (-4-), che produce un danno atteso molto elevato, di tipo strutturale (3--).

L'utilizzo di un sistema ad indici *posizionali* per esprimere i livelli di rischio specifico consente di mantenere traccia nell'indice dei livelli (classi) di frequenza, intensità e vulnerabilità utilizzati.

La procedura sviluppata permette di stimare il rischio totale utilizzando le quattro classi di rischio previste dall'Allegato Tecnico alla Legge 267/98 (livelli di rischio da R1 ad R4). Per passare dai valori di rischio specifico di ciascun elemento a rischio ad una delle 4 classi (R1, R2, R3, R4) di "rischio totale" sono state definite alcune semplici regole, riassunte nella Tabella 6.

### 5.2.3 Valutazione del rischio e previsioni urbanistiche

La normativa del PAI richiede che tale procedura sia utilizzata anche a livello preventivo, ipotizzando quali degli elementi della Tabella 3 si troverebbero in condizioni di rischio, a seguito della realizzazione di insediamenti o infrastrutture inseriti in atti di pianificazione urbanistica non ancora realizzati. L'accertamento dei valori di rischio totale inaccettabile o incompatibile con la sicurezza degli elementi esposti, richiede varianti di destinazione d'uso dei suoli, o norme tecniche, atte a rendere compatibili gli elementi con la tipologia di dissesto considerato.

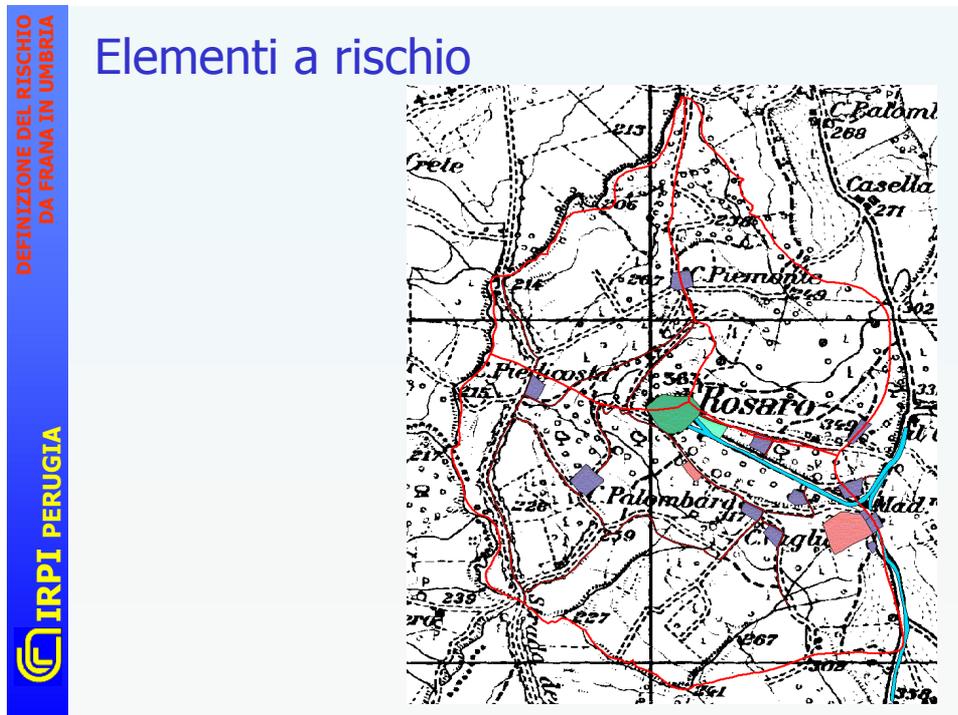


Figura 4 – Carta degli elementi a rischio

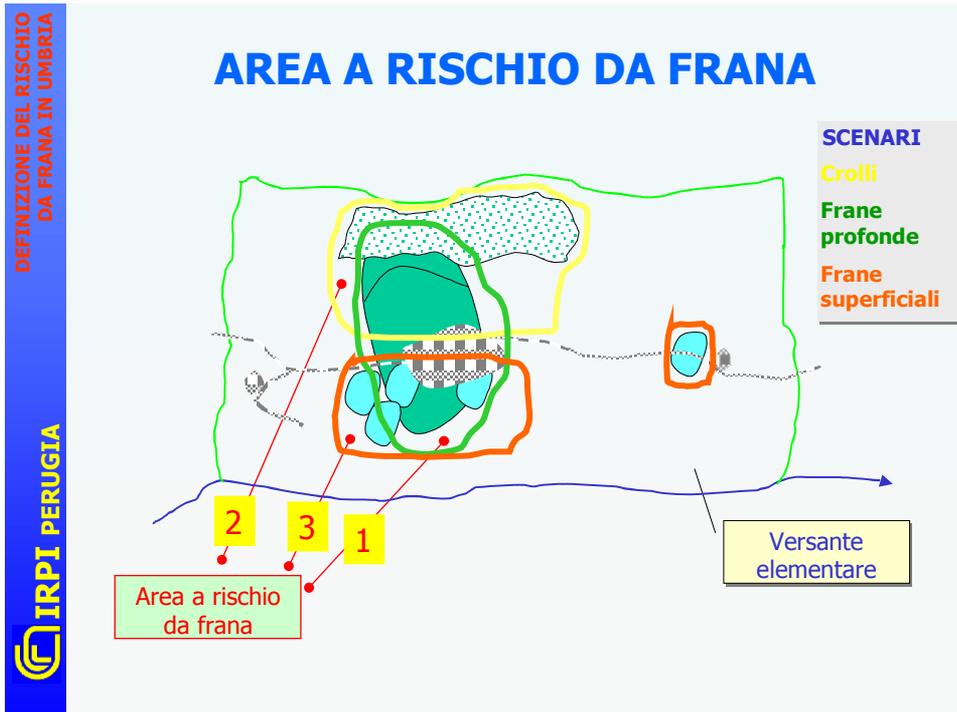


Figura 5 - Elaborazione degli scenari di rischio all'interno di un versante elementare



Figura 6 – Perimetrazione delle aree a rischio (aree numerate)

**Tabella 1 - Definizione speditiva dell'intensità della frana basata sulla stima del volume della frana attesa e sulla velocità presunta di movimento.**

		Velocità presunta		
		Frane veloci (cadute massi)	Frane rapide (colate di detrito)	Frane lente (scorrimenti s.l.)
Volume (m <sup>3</sup> )	< 0,001	Lieve		
	< 0,5	Media		
	> 0,5	Elevata		
	< 500	Elevata	Lieve	
	500-10.000	Elevata	Media	Lieve
	10.000-500.000	Molto Elevata	Elevata	Media
	> 500.000		Molto Elevata	Elevata
	>> 500.000			Molto Elevata

**Tabella 2 - Definizione della pericolosità da frana sulla base dei valori di intensità (in 4 classi, 1, 2, 3 e 4) e di frequenza (in 4 classi, 10, 20, 30 e 40)**

		Intensità			
		1 (lieve)	2 (media)	3 (elevata)	4 (molto elevata)
Frequenza	10 (bassa)	11	12	13	14
	20 (media)	21	22	23	24
	30 (alta)	31	32	33	34
	40 (molto alta)	41	42	43	44

**Tabella 3 – Tipologie di elementi a rischio (per edifici ed infrastrutture) utilizzate nella redazione della carta degli elementi a rischio in Umbria.**

Sigla	Classe di elementi a rischio
ED	Centri abitati ad alta densità abitativa
ER	Centri abitati a bassa densità abitativa e case sparse
EP	Industrie
A	Allevamenti zootecnici
EA	Infrastrutture sportive
CV	Cave e discariche
VP	Strade principali di grande comunicazione, autostrade, strade statali
VS	Strade secondarie, di tipo provinciali e comunali
VI	Strade secondarie, vicinali, poderali ed interpoderali
EF	Linee ferroviarie
C	Cimiteri

**Tabella 4 – Stima del danno atteso per gli elementi a rischio (edifici, infrastrutture e popolazione).  
 Legenda: E = danno estetico (100); F = danno funzionale (200), S = danno strutturale (300). Per le sigle relative alle classi di elementi a rischio si veda anche la Tabella 3.**

			Elementi a Rischio										
			Edifici				Infrastrutture			Popolazione			
			ED	ER	EP	A	VP	VS	VI	Diretto	Indiretto	Sfollati	
Intensità	Lieve	Crolli	E	E	E	E	E	E	E	E	No	No	No
		Colate di detrito	E	E	E	E	E	F	F	F	No	No	No
		Scorrimenti s.l.	E	E	E	E	E	F	S	S	No	No	No
	Media	Crolli	F	F	F	F	F	F	F	F	Si	Si	Si
		Colate di detrito	F	F	F	F	F	F	F	F	Si	Si	Si
		Scorrimenti s.l.	E	E	F	F	F	S	S	S	No	Si	No
	Elevata	Crolli	S	S	S	S	S	S	S	S	Si	Si	Si
		Colate di detrito	S	S	S	S	S	S	S	S	Si	Si	Si
		Scorrimenti s.l.	S	S	S	S	S	S	S	S	No	Si	Si
	Molto elevata	Crolli	S	S	S	S	S	S	S	S	Si	Si	Si
		Colate di detrito	S	S	S	S	S	S	S	S	Si	Si	Si
		Scorrimenti s.l.	S	S	S	S	S	S	S	S	Si	Si	Si

**Tabella 5 – Definizione dei livelli di rischio specifico sulla base della pericolosità (16 classi, cfr. Tabella 2) e della vulnerabilità (3 classi, cfr. Tabella 1)**

		Vulnerabilità		
		100 Danno estetico	200 Danno funzionale	300 Danno strutturale
Pericolosità	11	111	211	311
	12	112	212	312
	13	113	213	313
	21	121	221	321
	14	114	214	314
	22	122	222	322
	23	123	223	323
	31	131	231	331
	32	132	232	332
	24	124	224	324
	33	133	233	333
	41	141	241	341
	42	142	242	342
	34	134	234	334
	43	143	243	343
	44	144	244	344

**Tabella 6 – Regole per l’attribuzione dei livelli di rischio previsti dall’Allegato Tecnico alla Legge 267/98.**

Classe	Livello di rischio	Strutture ed infrastrutture	Popolazione
R1	Moderato	Danni marginali socio-economici ed al patrimonio ambientale	Nessun danno
R2	Medio	Danni estetici (minori) agli edifici, estetici e funzionali alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale	Nessun danno
R3	Elevato	Danni funzionali e strutturali agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale	Sfollati e senza tetto (perdita di abitazione), danni alle attività socio-economiche (indiretti)
R4	Molto elevato	Danni funzionali e strutturali agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale	Vittime, feriti, sfollati, senza tetto, danni alle attività socio-economiche

#### 5.2.4 Metodologie di spazializzazione dell’inventario dei fenomeni franosi

Obiettivo fondamentale per la programmazione territoriale è la valutazione della pericolosità di frana su area vasta ed estesa anche alla previsione delle frane di prima generazione, intesa come rappresentazione sia della franosità attuale e potenziale sia della probabilità che si verifichi un evento e della sua ricorrenza (tempo di ritorno). La valutazione degli aspetti temporali a scala regionale risulta assai difficoltosa in conseguenza all’impossibilità di raccolta di informazioni adeguate su cui impostare un modello numerico affidabile. In tal senso le procedure previsionali sono finalizzate alla determinazione di ‘dove’ è possibile che si verifichi un fenomeno franoso piuttosto che di ‘quando’ si potrà verificare. I presupposti su cui sono basate tali procedure sono che le osservazioni delle attuali distribuzioni spaziali e della loro evoluzione nel passato dei fattori (geologici, morfologici, climatici, etc.) che influenzano la franosità rimangano costanti e rappresentative degli eventi futuri.

Tuttavia, per la realizzazione di carte di pericolosità di frana non risultano a tutt’oggi metodologie considerate esaustive ed universalmente accettate.

Lo schema logico dello studio si può riassumere in quattro passaggi:

- realizzazione di una carta inventario dei fenomeni franosi
- identificazione dei fattori territoriali correlati in modo diretto od indiretto ai fenomeni di instabilità
- stima dei rapporti e dei relativi contributi di ciascun fattore (modellizzazione)
- classificazione del territorio in aree con diversi gradi di pericolosità

La messa a punto di un modello numerico rappresentativo della distribuzione spaziale della pericolosità di frana implica un complesso processo di taratura, atto in primo luogo alla verifica della rappresentatività del gruppo dei fattori presi in esame e quindi della rispondenza con lo stato del dissesto conosciuto attraverso il censimento delle frane.

Negli ultimi due anni gli sforzi si sono concentrati nella realizzazione dell’Inventario delle Frane sull’intero bacino, avvalendosi della collaborazione del CNR-IRPI di Perugia per la porzione del bacino ricadente in Umbria e del Dipartimento di Scienze della Terra dell’Università ‘La Sapienza’ di Roma per il resto del territorio. Con queste strutture si è altresì avviata un’attività di studio, su alcune aree campione, per

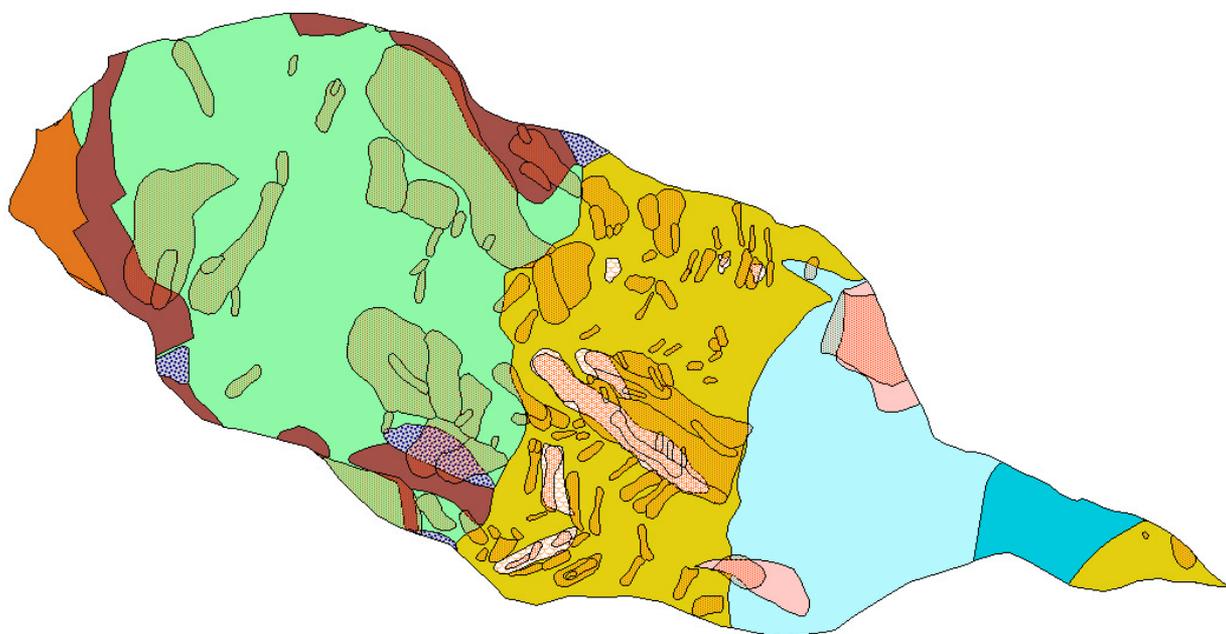
la definizione delle procedure di valutazione della pericolosità più idonee alle realtà del Bacino del Tevere.

Allo stato attuale degli studi si è deciso quindi di costruire una 'carta indice' come preliminare rappresentazione spaziale della propensione al dissesto del territorio. Nella cartografia proposta si è definito un Indice di Franosità Totale (IFT), calcolato come rapporto fra l'area in dissesto, comprendendo tutti gli elementi della carta inventario, e l'area dell'unità territoriale. Per la definizione di quest'ultima ci si è basati sulla suddivisione in 181 sottobacini dell'Ufficio Idrografico Nazionale e sulla Carta Litologica. Si è assunta perciò come unità elementare l'affioramento litologico in un singolo sottobacino.

Per il calcolo dell'IFT si è operata una sovrapposizione fra la Carta Litologica ed il Censimento delle Frane per ogni sottobacino, di cui un esempio è mostrato in figura 7.

Per ciascun poligono della Carta Litologica si è calcolata la somma dell'area in dissesto e messa in relazione con l'area di affioramento della corrispondente litologia per ottenere l'IFT.

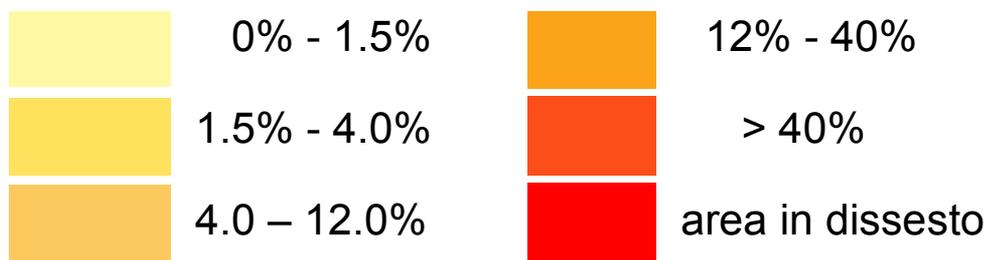
Per la rappresentazione finale, di cui, a titolo di esempio, in figura 8 è rappresentato il risultato ottenuto per il sottobacino TEV-065, è stata predisposta la classificazione illustrata dalla legenda in figura. 9. La scelta delle classi è stata operata fissando la classe intermedia (4-12%) centrata sul valore di IFT=8%, che corrisponde al valore medio dell'Indice di Franosità su tutto il Bacino del Tevere, e con l'ulteriore creazione di 2 classi a minore e 2 a maggiore franosità. Nella determinazione dei limiti delle classi si è tenuto conto della distribuzione statistica dei valori di IFT su tutti le Unità territoriali esaminate.



**Figura 7 – Sovrapposizione della carta litologica e della carta Inventario delle Frane (retinato rosso in trasparenza) per il sottobacino TEV-065.**



**Figura 8 – Carta dell’Indice di Franosità Totale per il sottobacino TEV-065.**



**Figura 9 – Legenda della Carta dell’Indice di franosità Totale**

Si sono comunque evidenziate con una differente colorazione ed individuate come ‘Aree in dissesto’ le zone individuate dal ‘Censimento delle frane’ e quelle descritte sulla ‘Carta Litologica’ come Frane o Depositi detritici (in tutto 4 tipi della litologia, per omogeneità con la Carta Inventario).

### **5.2.5 Assetto dei versanti**

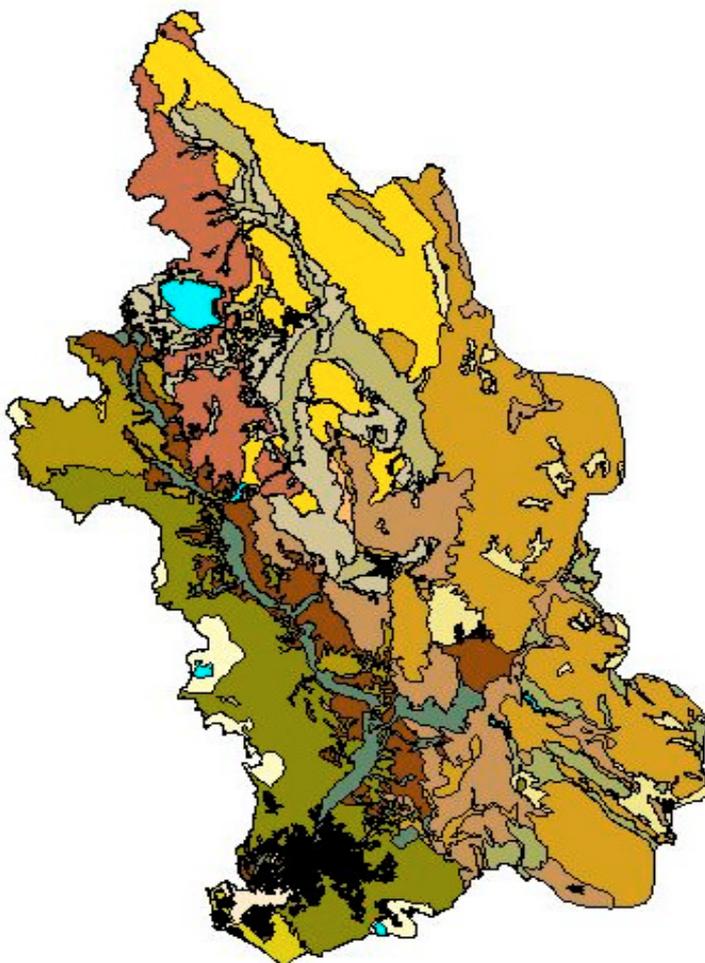
E' opinione oramai consolidata che un'efficace copertura vegetale migliora l'assetto idrogeologico dei versanti collinari e montani, certamente non tanto da eliminare il problema delle alluvioni o dei movimenti gravitativi profondi, ma sicuramente in modo tale da rendere tali fenomeni meno accentuati. Questa affermazione non deve creare l'illusione che una buona copertura boscata sui versanti possa eliminare il rischio idraulico, ma certamente insieme ad altri interventi, fra cui l'essenziale individuazione delle fasce di rispetto dei corsi d'acqua e delle zone di rischio, può contribuire al contenimento delle piene di entità limitata, con tempi di ritorno brevi.

Pertanto la linea di attività in questione ha avuto come obiettivo primario l'analisi dello stato della

copertura vegetale attuale, tramite un apposito studio denominato: “Studio conoscitivo sull’uso del suolo e della vegetazione forestale ai fini dell’assetto idrogeologico”, che ha riguardato lo stato della copertura vegetale attuale e storico. I prodotti principali di questa attività sono:

- una carta vettoriale dello stato attuale della vegetazione, con approfondimenti riguardo alle superfici boscate, aventi una funzione particolarmente importante ai fini dell’assetto idrogeologico in termini di contenimento del deflusso istantaneo, della stabilità dei versanti e dell’erosione accelerata;
- l’analisi dei trend della vegetazione nel bacino negli ultimi cinquanta anni.

Questi prodotti sono serviti di base per delle analisi, che si fondano su modelli quali il Curve Number e la USLE (Universal Soil Loss Equation), per individuare, seppur con le dovute approssimazioni, una funzionalità idrogeologica della vegetazione che messa in relazione con le altre componenti di assetto idrogeologico intrinseche del bacino ha permesso di individuare la criticità dei 181 sottobacini, scelti come Unità Territoriali di Riferimento (UTR), una loro classificazione per priorità di assetto ed una stima degli



**Figura 10 - Sottosistemi di Terre del bacino del Tevere**

interventi necessari e dei relativi costi.

Ai fini del presente Piano, data anche l'estensione e la variabilità dell'area in esame, l'approccio metodologico iniziale si è basato sull'inquadramento del bacino del Tevere in Sistemi e Sottosistemi di Terre, su cui tarare le diverse variabili utilizzate. Un insieme di stazioni tra loro interconnesse in modo tale da conferire una particolare connotazione ad un ambito territoriale definisce una *unità di terre*, ossia una parte della superficie terrestre in cui i fattori ambientali abiotici e biotici presentano ancora un certo grado di uniformità, ma non tanto in termini di intensità dei singoli processi, quanto piuttosto nel loro verso. Al grado di dettaglio inferiore si riconosce infine il *sottosistema di terre*, ovvero una configurazione ripetitiva di unità di terre in un medesimo contesto geografico e morfologicamente correlate, caratterizzata comunque da una particolare associazione di tipologie pedologiche e da una connotazione peculiare del reticolo idrografico, dell'uso del suolo e della vegetazione; un'ulteriore generalizzazione dell'informazione attraverso l'aggregazione di sottosistemi di terre affini o comunque correlabili, produce il *sistema di terre*. Sono state individuate 6 tipologie di sistemi di terre e 16 di sottosistemi di terre.

Il ruscellamento delle acque meteoriche si sviluppa gradualmente a partire dalle zone montane, per poi confluire in modo più o meno impulsivo nel reticolo secondario e principale, dove può contribuire ai fenomeni di esondazione. Quindi i bacini montani e collinari, con la loro copertura vegetale, costituiscono il primo serbatoio di accumulo e laminazione della precipitazione prima che questa si riversi nel reticolo incanalato e nelle piane alluvionali. Per questo motivo le analisi svolte sono state condotte considerando come unità territoriale di riferimento i bacini minori, sui quali sono state effettuate le valutazioni di efficienza idrogeologica, la conseguente individuazione degli squilibri e quindi una stima del fabbisogno economico per il miglioramento della copertura boschiva, la sistemazione del versanti e gli interventi sul reticolo minore.

La metodologia di analisi ed assetto dei bacini montani e collinari è sintetizzata nella Figura 11 e più dettagliatamente in Figura 12.

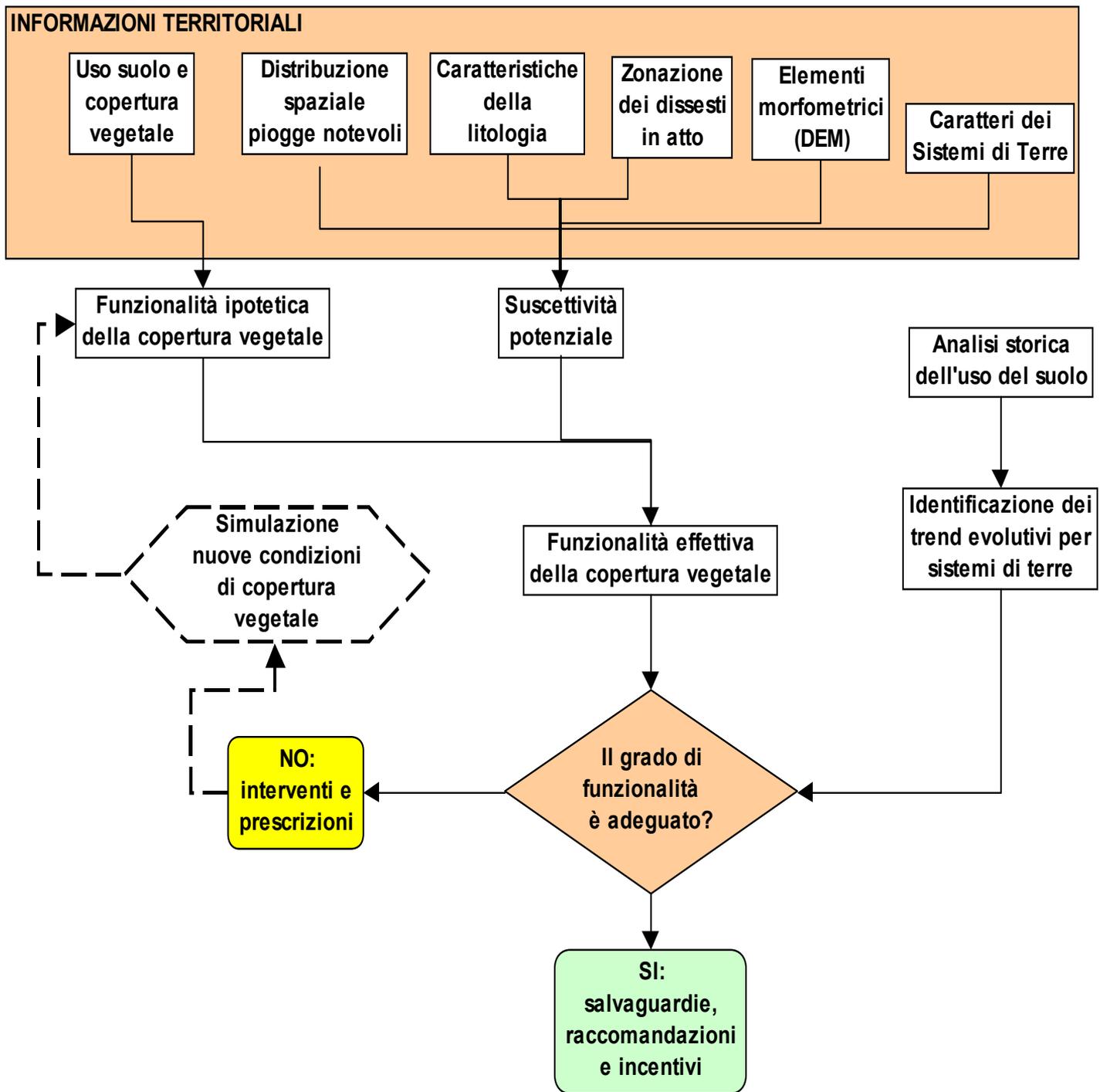
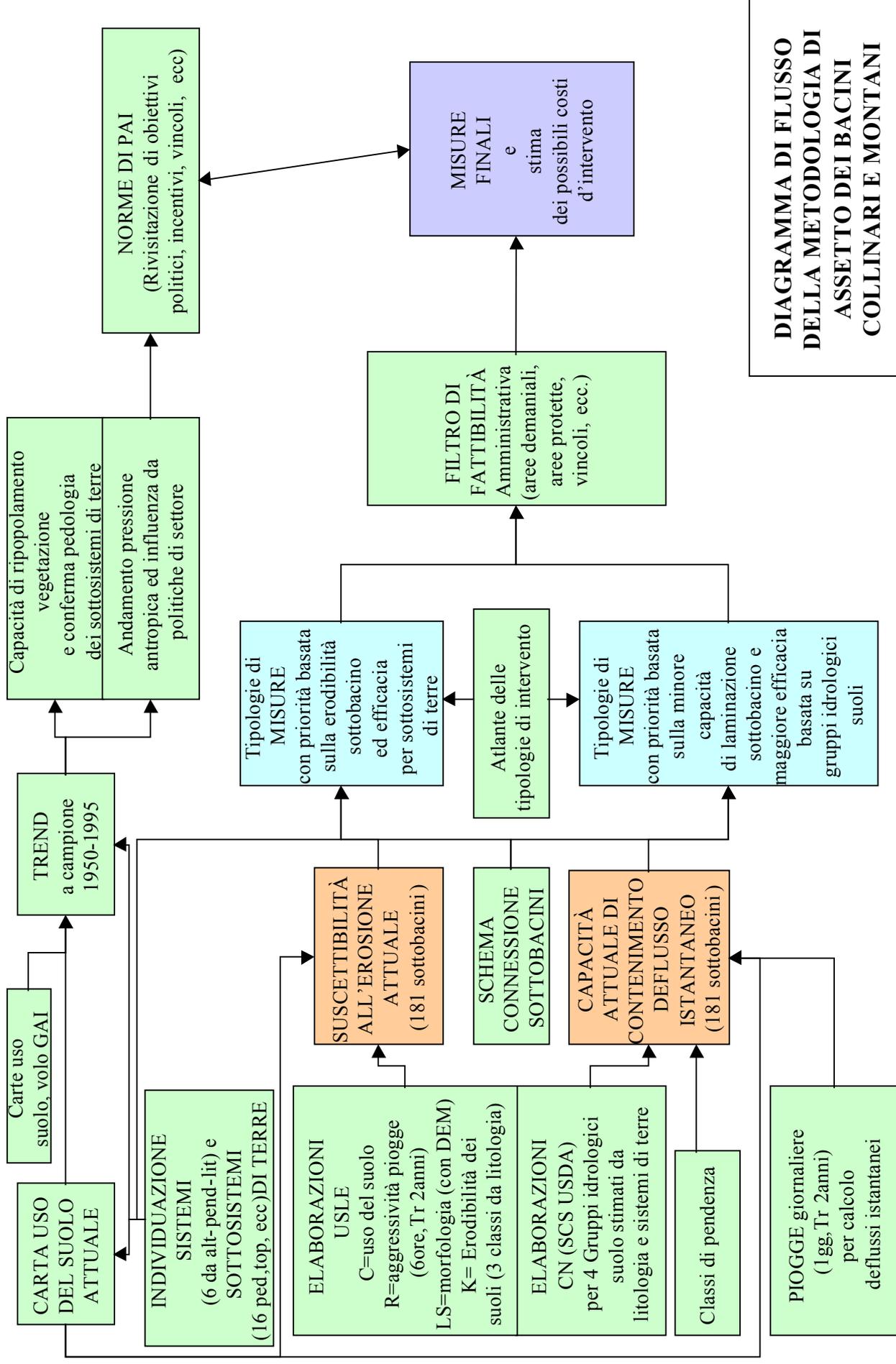


Figura 11 – Schema della metodologia di assetto dei bacini collinari e montani



**Figura 12 – Diagramma di flusso della metodologia di assetto dei bacini collinari e montani**

### **Funzione di protezione dall'erosione idrica del suolo.**

E' stata applicata al bacino del Tevere la nota Universal Soil Loss Equation (USLE) di WISCHMEIER e SMITH (1978), che fornisce la possibilità di ponderare in maniera adeguata il fattore copertura vegetale, definito come il rapporto fra la perdita di suolo di una specifica coltura o copertura vegetale e quella, a parità di altre condizioni, di un maggese lavorato a rittochino mantenuto privo di vegetazione. Questa formula è stata studiata per stimare l'entità media annua delle quantità di suolo mobilizzate nel lungo periodo (venti o più anni) dall'erosione laminare ed in rigagnoli. Essa quindi non fornisce alcuna indicazione circa l'erosione per fossi (*gully erosion*), quella torrentizia o per movimenti di massa, la produzione di sedimenti, o l'erosione associata ad un singolo evento piovoso o ad intervalli temporali ridotti.

Il fattore copertura vegetale è, di fatto, il principale agente limitante dell'erosione idrica, ma, come evidenziato nella versione forestale della USLE (DISSMEYER e FOSTER, 1984), l'importanza assunta dalla copertura morta del terreno (lettiera, strame e frammenti rocciosi) è prioritaria rispetto a quella della copertura viva, intervenendo sia nella limitazione dell'azione battente della pioggia (*splash erosion*), che nella regolazione dell'infiltrazione e del ruscellamento.

Il valore ipotetico antierosivo (**ValErIpo**) della copertura vegetale di tipo spontaneo è valutato come fattore **C** della USLE e le variabili utilizzate per la sua caratterizzazione sono:

- durata del periodo vegetativo (semperverdi > decidue; dec. piano basale > dec. montane);
- densità di copertura delle chiome;
- densità di copertura morta del suolo (direttamente proporzionale alla precedente);
- altezza media del piano delle chiome (fustaie > cedui > cespugliati > prati);
- grado di suscettività agli incendi (alt. chiome; veg. xerofila > pinete medit. > arbusti > lecceta);
- frequenza dei tagli per asportazione cop. viva e morta (cedui > fustaie).

Il valore ipotetico antierosivo (**ValErIpo**) è stato quindi calato in un contesto fisico quanto più prossimo a quello reale.

Il valore effettivo di protezione (**ValErEff**) della copertura vegetale è stimato dalla differenza fra i livelli potenziali di erosione senza e con copertura vegetale; rapportando tale differenza al livello senza copertura si ottiene infatti un indice diretto di protezione antierosiva (% di perdite potenziali controllato dalla copertura vegetale).

Il livello potenziale di erosione imputabile ai fattori che si possono ritenere praticamente fissi è approssimativamente quantificato dal prodotto **RxLSxKxP** della USLE, in cui:

- **R** = aggressività delle piogge, stimata a partire dalla pioggia massima di 6 ore e tempo di ritorno di 2 anni;
- **LS** = fattore morfologia, con **L** mantenuto fisso a 250 m e valori di **S** ricavati per ciascuna classe di pendenza, eventualmente corretti per la pietrosità;
- **K** = fattore erodibilità del suolo dedotto dalle informazioni contenute nell'inquadramento in sottosistemi di terre e nella carta litologica;
- **P** = fattore sistemazioni e pratiche conservative in atto, postulandone l'assenza in via prudenziale (P=1).

$$\text{ValErEff \%} = (\text{ErosPot\_senzaCop} - \text{ErosPot\_conCop}) / \text{ErosPot\_senzaCop}$$

A partire dalle basi informative disponibili presso l'Autorità di Bacino del Tevere (carta della  
Autorità di Bacino del Fiume Tevere

copertura vegetale, modello digitale del terreno, carta geolitologica, distribuzione delle precipitazioni intense stimate), è stata, quindi, valutata la reale efficacia protettiva della copertura vegetale, e ne è stato derivato un indice per ciascuno dei 181 sottobacini.

Questo indice, da solo o combinato con quello delle altre funzionalità, è stato utilizzato per l'individuazione delle aree in cui indirizzare in via prioritaria gli interventi di ricostituzione della copertura vegetale e/o da sottoporre a particolari regimi di incentivazione, tenendo conto anche della velocità di rigenerazione del suolo dal substrato, che può essere valutata sinteticamente dalle caratteristiche della litologia.

Un successivo livello di ponderazione ha incluso anche un fattore di "ammissibilità" su scala sottobacinale, che tenga conto delle possibili ripercussioni trasmesse in cascata sui bacini più a valle (per esempio, interrimento di laghi artificiali, ripascimento dei litorali, etc.).

### **La funzione di regimazione dei deflussi.**

Il valore di protezione in termini di regimazione dei deflussi superficiali della combinazione uso del suolo / copertura vegetale è stato valutato attraverso il metodo del Curve Number (CN) del Soil Conservation Service americano, giungendo ad assegnare a ciascun soprassuolo una valenza nei riguardo di questa funzione; ciò consente tra l'altro di definire in maniera più esaustiva i popolamenti forestali da destinare a funzioni prevalentemente protettive. Una procedura riproducibile di questa funzionalità è inoltre indispensabile per valutare le conseguenze sull'idrologia di superficie indotte da trasformazioni programmate o solamente ipotizzate.

Il valore ipotetico di regimazione (**ValReglpo**) della copertura vegetale è stato valutato come capacità idrica massima di ritenzione e le variabili utilizzate per la sua caratterizzazione sono:

- durata del periodo vegetativo (sempreverdi > decidue; dec. piano basale > dec. montane);
- densità di copertura delle chiome;
- condizioni del sottobosco e della copertura morta al suolo (direttamente proporzionale alla precedente);
- grado di suscettività agli incendi (alt. chiome; veg. Xerofila > pinete medit. > arbusti > lecceta);
- frequenza dei tagli e dei disturbi ad essi associati (cedui > fustaie).

In via preliminare si è ipotizzata una distribuzione uniforme degli usi del suolo nei 4 gruppi idrologici di suolo, mediando i rispettivi valori di curva (CN), da cui si è ricavata la capacità idrica massima di ritenzione per condizioni prossime alla saturazione dei suoli e per la stagione di stasi vegetativa.

Il valore ipotetico di regimazione (**ValReglpo**) è stato quindi inserito in un contesto fisico quanto più prossimo a quello reale, definito dalla combinazione delle seguenti variabili:

- afflusso massimo giornaliero con tempo di ritorno di 2 anni;
- gruppi idrologici prevalenti nelle diverse unità litologiche, stimati in funzione delle loro proprietà e delle caratteristiche dei suolo ritenuti rappresentativi;
- riduzione del 10% della capacità idrica massima di ritenzione per le classe di pendenza superiori al 5%.

Ne è derivata la stima del valore effettivo della capacità di regimazione dei deflussi diretti, calcolata come:

$$\text{ValRegEff \%} = \text{CapMax\_RitIdrica [AMC III, stasi]} / \text{AfflGiorn\_TR2}$$

**Individuazione degli interventi di forestazione e di sistemazione idraulico – forestale; definizione delle priorità e dei costi di intervento.**

Le fasi precedenti hanno permesso di individuare, su tutto il territorio del bacino del Tevere, l'efficacia degli usi del suolo e della vegetazione forestale ai fini dell'assetto idrogeologico con particolare riferimento alla regimazione dei deflussi ed al contenimento dell'erosione. Laddove questa efficacia non è soddisfacente, è possibile ipotizzare degli interventi di miglioramento. Ciò implica, però la determinazione di una serie di criteri di priorità per mezzo dei quali scegliere quali interventi realizzare prima di altri.

La procedura seguita per la determinazione della priorità con cui eseguire gli interventi di miglioramento ipotizzati, suddivisa in "passi" è la seguente:

1° passo

Per tutto il bacino del Tevere, sono stati selezionati i poligoni in cui l'indicatore di efficacia (% di piogge regimate, % di funzione erosiva "risolta", ecc.) rientra in una certa finestra. La scelta di una finestra piuttosto che una soglia permette di escludere le aree particolarmente degradate per le quali non sarebbe comunque possibile realizzare interventi effettivamente efficaci. Alcune prove preliminari ci hanno permesso di affinare la scelta dei valori.

2° passo

All'interno dei poligoni individuati al passo 1° sono stati selezionati, con una procedura a cascata, le aree di possibile intervento ed il costo presunto con la seguente sequenza:

1. Individuazione di un primo livello di criteri che selezionano tutte le aree di possibile intervento (pascoli, aree a vegetazione rada, cedui di cerro e di faggio, arbusteti, boschi a bassa copertura, ecc);
2. Determinazione, per ciascuna delle aree sopra evidenziate, l'intervento di miglioramento possibile (rimboschimento, rinfoltimento, conversione, miglioramento del cotico);
3. Attribuzione di un costo medio per ogni singolo intervento di miglioramento per mezzo di una semplice relazione fra costo di base, superficie di intervento e pendenza come stima di accessibilità;
4. Misura del costo totale stimato di tutti gli interventi di miglioramento possibili;
5. Individuazione di un secondo livello di criteri finalizzati alla selezione di quegli interventi che, se realizzati, produrrebbero un effetto migliorativo minore (ad es. aree di intervento che si trovano sui gruppi idrologici peggiori in relazione a certi tipi di vegetazione, alcune litologie meno problematiche, alcune fasce di pendenza, ecc)

3° passo

Raggruppamento dei poligoni rimasti a livello di unità di azione d'intervento e calcolo degli indicatori specifici:

- numero di poligoni critici
- area dei poligoni critici
- valore medio ponderato della funzione regimante ed antiersiva
- numero dei poligoni recuperabili
- area dei poligoni recuperabili
- costo stimato dell'intervento di recupero
- frammentazione degli interventi (dev. Standard, ecc)
- aggregazione e ponderazione a livello di sottobacini (Unità Territoriali di Riferimento)

#### 4° passo

Sviluppo dei criteri di priorità a livello di unità di azione da utilizzare per l'approvazione degli al momento della decisione di investire negli interventi ipotizzati.

- 1° criterio: analisi dei ranghi sugli indicatori sopra evidenziati
- 2° criterio: valutazione dell'efficacia degli interventi (procedura "cosa succede se"): ipotizzare la realizzazione degli interventi e ristimare come cambia il valore medio ponderato a livello di bacino della funzione regimante ed antiersiva
- 3° criterio: valutazione della rapidità dell'efficacia come criterio di esclusione di quegli interventi che possono sortire una efficacia accettabile solo in un lungo periodo di tempo
- 4° criterio: valutazione dell'efficienza "allargata" cioè individuazione di quegli interventi che producono evidenti miglioramenti anche in bacini posti a monte o a valle rispetto a quello di intervento
- 5° criterio: verifica delle conseguenze su altre funzionalità prevalentemente come criteri di esclusione di interventi che interagiscono negativamente con aree paesisticamente o naturalisticamente peculiari, aree ricreative, ecc.
- 6° criterio: verifica di realizzabilità dell'intervento come criterio di esclusione di interventi particolarmente costosi e complessi o di interventi troppo piccoli e isolati
- 7° criterio: verifica dell'accessibilità (vincoli e proprietà) come criteri di esclusione di interventi moderatamente efficaci in aree poco accessibili.

I risultati di tale procedura sono riportati nell' "Atlante dello stato e delle necessità di assetto dei bacini collinari e montani".

## 6 ASPETTI IDROLOGICI DEGLI EVENTI CRITICI

### 6.1 Generalità

Il quadro conoscitivo di base direttamente utilizzato dall'Autorità di bacino del Tevere per le determinazioni assunte nel presente Piano stralcio, sono state desunte dalle risultanze di due studi, attraverso un percorso di progressivo affinamento sia delle conoscenze in campo idrologico, sia in termini di metodiche di elaborazione dei dati: *QUADERNO IDROLOGICO DEL FIUME TEVERE*, (1996); *PIANO DIRETTORE DI BACINO DEL FIUME TEVERE*. Le attività e le iniziative che hanno caratterizzato la fase conoscitiva propedeutica alla elaborazione del Piano di Bacino sin dal 1992, hanno consentito l'utilizzo di una serie di informazioni che, seppur lungi dall'essere esaustive del problema della definizione e della prevenzione del rischio idraulico, attribuiscono ai risultati delle relative elaborazioni valore di rigore scientifico e di maggiore attendibilità. L'attività conoscitiva svolta autonomamente dall'Autorità di bacino del Tevere, a partire dalla sua costituzione, ha necessariamente compreso, attraverso un esame critico ed in alcuni casi un aggiornamento, tutta la documentazione pregressa, sia a livello di singole pubblicazioni scientifiche, sia a livello di conclusioni di lavori o studi intrapresi da amministrazioni preposte a vario titolo alla difesa idraulica del territorio d'interesse. Con riferimento a tale documentazione è doveroso citare: *Commissione Speciale per lo Studio del Piano Regolatore delle Opere di Sistemazione del Tevere*, Ministero LL.PP. (1938 – 1940); *Commissione Interministeriale per lo Studio della Sistemazione Idraulica e la Difesa del Suolo*, Legge 27/07/1967 n. 632; *Piano Generale per la Difesa del Suolo e la Utilizzazione delle Risorse Idriche del Bacino del Fiume Tevere, 1°Stralcio*, Ministero LL.PP.- Provveditorato alle OO.PP. per il Lazio (1986); *Piano di Bacino del Fiume Tevere Finalizzato alla Difesa del Suolo ed alla Utilizzazione delle Risorse Idriche, Aggiornamenti*, Ministero LL.PP.- Provveditorato alle OO.PP. per il Lazio ( 1991); ed inoltre gli Studi, le Ricerche e le Monografie editate da: Istituto di Idraulica e Costruzioni Idrauliche dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Associazione Idrotecnica Italiana, CNR – IRSA, CNR – IRPI di Perugia, CNR – GNDICI, S.I.M.N. – Compartimento di Roma.

### 6.2 Caratteristiche climatiche ed idrologiche principali

Con riferimento alla classificazione usualmente utilizzata in idrologia per caratterizzare il clima di una regione dal punto di vista pluviometrico, il bacino del fiume Tevere può considerarsi interessato da un regime di tipo *sublitoraneo appenninico*, che si evidenzia con due valori massimi di precipitazione e due minimi, con il minimo estivo più accentuato di quello invernale ed il massimo autunnale maggiore di quello primaverile.

La distribuzione della piovosità media annua è fortemente influenzata dall'orografia. Sullo spartiacque fra Tevere e corsi d'acqua marchigiani e abruzzesi, coincidente con le più elevate altitudini del bacino – e che per la maggior parte è anche dorsale appenninica – in particolare intorno ai monti più elevati, cadono le maggiori quantità di pioggia: superano 1200 mm sulla dorsale di Nord-est (monte Falterona, monte Bove) salgono a 1500 mm sul monte Vettore, monte Terminillo e a Sud su monte Viglio e tra monte Autore e monte Pellicchia. Ad Ovest le maggiori cellule di precipitazione coincidono con monte Amiata (1300 mm) e con i rilievi cimino-sabbatini.

Solo sulla sella orografica di transizione del bacino del Tevere con quello della Val di Chiana (zona Trasimeno), lungo la costa e sulla pianura Roma - basso Aniene - foce Tevere la piovosità scende a 800

mm. Il tipo di distribuzione di Roma è nettamente quello marittimo (con il solo massimo autunnale e il solo minimo estivo), quello di Perugia è invece già sub-litoraneo appenninico (con massimo principale autunnale e secondario primaverile e minimi principale estivo e secondario invernale).

Si può in primo luogo osservare che relativamente alle stazioni dell'asta principale le altezze di afflusso meteorico sono modestamente variabili. Da 1094 mm medi annui a S. Lucia (Città di Castello) si scende al minimo di 975 mm a Baschi per poi risalire a Passo S. Francesco (Orte), per la forte piovosità del bacino della Nera a 1030. A Ripetta (Roma), si ripete uguale valore di altezza di afflusso grazie alla elevata piovosità del bacino dell'Aniene (1248).

Interessa peraltro seguire insieme le altezze di afflusso e quelle di deflusso. Lungo l'asta principale decrescono entrambe leggermente e parallelamente, dalla sezione di S. Lucia a quella di Baschi. Dopo la confluenza della Nera (Passo S. Francesco) salgono afflussi e deflussi, i quali si riproducono poi con uguali valori a Roma. Il coefficiente di deflusso di valore 0,43, sia a S. Lucia che a Ponte Felcino, scende a 0,38 a Ponte Nuovo, dopo la confluenza del Chiascio, che per suo conto ha coefficiente di deflusso 0,33; scende ancora a 0,32 a Baschi, dopo la confluenza del Paglia, che per suo conto ha coefficiente di deflusso di 0,30; risale a 0,44 a Passo S. Francesco (Orte) grazie alla confluenza della Nera, che ha coefficiente proprio 0,50; si mantiene a 0,43 a Ripetta (Roma) per la confluenza dell'Aniene, che ha coefficiente di deflusso di 0,72, ma per la limitata ampiezza del suo bacino può ormai poco influire sul fiume principale.

La distribuzione dei deflussi durante l'anno ha andamento analogo su tutto il bacino caratterizzata, da un unico massimo in febbraio (salvo il Paglia ad Orvieto e il Tevere a Passo S. Francesco che lo hanno in marzo) ed unico minimo in agosto. Sono però diverse da stazione a stazione le escursioni: esse sono assai accentuate in tutto l'alto Tevere (a S. Lucia, a Ponte Felcino, a Ponte Nuovo fino a Baschi), e relativi affluenti (Chiascio e Paglia); sono ridottissime nella Nera e un poco meno nell'Aniene, e di conseguenza nel Tevere a Passo S. Francesco ed a Roma. E' soprattutto da osservare la differenza tra i contributi minimi (in agosto) di tutto l'alto Tevere (fino a Baschi) e quelli dell'Aniene e della Nera e di conseguenza dell'asta principale a Passo S. Francesco ed a Roma. Trattasi della specifica influenza della permeabilità dei bacini dei due ultimi accennati affluenti, ricchissimi di sorgenti.

E' utile da sottolineare che nel complesso le sorgenti del bacino hanno una portata minima che supera largamente 50 m<sup>3</sup>/s. Dalle sorgenti di maggiore entità, tutte sgorganti negli affluenti di sinistra, sono da ricordare quelle del Clitunno (2 m<sup>3</sup>/s; bacino del Topino); quelle del Peschiera (18 m<sup>3</sup>/s; bacino del Velino); quelle diffuse nell'alto bacino della Nera (12 m<sup>3</sup>/s); quelle della gola di Narni (2 m<sup>3</sup>/s, bacino della bassa Nera); quelle delle Capore nel bacino del Farfa (4 m<sup>3</sup>/s); quelle diffuse lungo l'Aniene (10 m<sup>3</sup>/s).

### **6.3 Precipitazioni di massima intensità e definizione delle portate al colmo di piena.**

Viene di seguito illustrata in estrema sintesi la procedura adottata dall'Autorità di Bacino del Tevere per la determinazione delle portate da utilizzare nella simulazione idraulica sul reticolo idrografico principale.

Per un esame più dettagliato si rimanda agli elaborati costituenti la parte 1° e relativi allegati del citato *PIANO DIRETTORE*.

La procedura considera le piogge intense osservate, per le diverse durate di interesse, da un'ora fino ad alcuni giorni, nelle stazioni pluviometriche storiche dell'Italia Centrale. Provvede poi a regionalizzare i valori

massimi annuali per le diverse durate resi adimensionali dividendoli per un opportuno valore di scala, il quale è osservato dipendere dalla durata nella stessa misura di una curva di possibilità pluviometrica. La regione, per quanto riguarda l'asimmetria ed il coefficiente di variazione delle diverse curve di crescita, risulta dello stesso ordine di dimensione del versante tirrenico della regione tosco-laziale, e ciò è confermato dalla dimensione ordinariamente osservata delle formazioni precipitanti che danno luogo nell'area alle precipitazioni estreme. Il valore di scala del costituente principale delle piogge intense, cioè il valore di scala o "pioggia indice" delle precipitazioni orarie massime annuali, è poi osservato dipendere dall'acclività del versante tirrenico misurata nella direzione delle correnti atmosferiche dominanti nelle condizioni di intense perturbazioni barocliniche mediterranee autunnali.

La procedura perviene quindi a stimare l'altezza di pioggia caratteristica per assegnati periodi di ritorno, per ciascun bacino e sottobacino, per le durate temporali caratteristiche dei bacini stessi.

Si provvede poi alla trasformazione afflussi-deflussi, ed in particolare alla stima della portata al colmo di piena dell'evento sintetico così ottenuto utilizzando il metodo semplice, ma estremamente robusto, della formula razionale provvedendo a stimare separatamente il coefficiente di ragguaglio all'area ed il coefficiente di deflusso. Il coefficiente di ragguaglio all'area è determinato confrontando le valutazioni di portata al colmo di piena con due procedure distinte, la prima quella poco sopra descritta, e la seconda quella che utilizza, anziché la procedura di regionalizzazione delle piogge per valutare la sollecitazione pluviometrica, i dati di osservazione di precipitazione per diverse durate in un numero di stazioni significative del bacino: le piogge vengono quindi ragguagliate all'area con il metodo tradizionale di Thiessen e successivamente, per ogni anno di osservazione, si estrae dalla serie delle altezze di pioggia ragguagliate all'area, per diverse durate, il massimo annuale.

La serie dei massimi annuali così ottenuti, per le durate caratteristiche dei principali bacini e sottobacini con aree comprese tra 6000 e 16000 km<sup>2</sup>, è poi regolarizzata con una tipica distribuzione di probabilità del valore estremo. Come tipo di distribuzione si è assunta la TCEV (Two Component Extreme Value – *Fiorentino, Rossi, Versace*) che si basa sull'assunzione che le piene appartengano a due insiemi diversi: il primo relativo alle piene "ordinarie", il secondo a quelle "straordinarie".

Le valutazioni del modello di regionalizzazione sono poi poste a confronto con quelle dei massimi annuali delle altezze di pioggia ragguagliate e consentono di determinare il coefficiente di ragguaglio, che è trovato dipendere debolmente dall'area e sensibilmente dal periodo di ritorno dell'altezza di precipitazione. Per quanto riguarda il coefficiente di deflusso è stata assunta la decisione di utilizzare il modello più semplice possibile: l'intero insieme di risultati modellistici di portate al colmo della piena massima annuale per i diversi periodi di ritorno, in tutte le stazioni storiche di misura è stato messo a confronto con le osservazioni storiche di tutte le stazioni di misura. Il coefficiente di deflusso caratteristico degli eventi estremi è stato trovato essere una funzione semplice della frazione permeabile del bacino, così come descritta per ogni stazione di misura negli Annali Idrologici; esso dipende altresì, ma assai debolmente, dal periodo di ritorno dell'evento. Questo secondo fatto è facilmente spiegabile, perché tutti gli eventi trattati appartengono alla classe degli estremi.

## 6.4 L'idrologia di piena

L'assetto del bacino del fiume Tevere, laddove funzionale al rischio di inondazione, deve fare riferimento a due scenari principali:

a valle della traversa di Castel Giubileo nel tratto di Tevere metropolitano che scorre all'interno della città di Roma fino al delta fociale costituito dai due rami di Fiumara Grande e Canale Fiumicino; nella restante parte del bacino.

A sua volta lo scenario B deve essere ulteriormente differenziato, in ordine alle condizioni territoriali cui si riferisce, in:

B1) lo scenario lungo l'asta del fiume Tevere tra l'invaso di Corbara e la traversa di Castel Giubileo (incluso nel reticolo principale e corrispondente alla bassa valle del Tevere) condizionato dal duplice vincolo del rischio idraulico della città di Roma e del rischio locale;

B2) lo scenario lungo il reticolo principale, secondario e minore, condizionato dal duplice vincolo del mantenimento dell'attuale capacità di laminazione (per non provocare il collasso del volume d'invaso costituito dalla bassa valle del Tevere) e delle locali condizioni di rischio;

B3) lo scenario lungo il reticolo marginale, condizionato dalle locali condizioni di rischio.

L'idrologia di piena richiede alcune preliminari precisazioni sul suo grado di approssimazione, ai fini di una corretta interpretazione dei fenomeni. Le precisazioni riguardano l'incertezza idrologica e l'incertezza idraulica.

*Incetezza idrologica* - Il sistema dei valori della portata al colmo di piena, ricavato a scala di intero bacino con l'utilizzo di modelli semplici ma ragionevolmente affidabili, costituisce pur sempre un sistema di "valori attesi" delle effettive osservazioni del fenomeno. La distanza tra l'effettiva osservazione del fenomeno (ivi compresa quella a venire) ed il "valore atteso" è misurata dalla fascia fiduciaria (ad esempio al 95%), che rappresenta, per ogni fissato tempo di ritorno, l'intervallo all'interno del quale ricade il 95% del campione osservato o ci si attende che possa ricadere con una probabilità del 95% la prossima osservazione del fenomeno. Per i tempi di ritorno trattati dal PAI (uguali e superiori a 50 anni), tale intervallo è estremamente ampio (tanto più ampio quanto meno numerosa è la serie storica di osservazione e misura del fenomeno) e decisamente asimmetrico, amplificando la zona dei valori del fenomeno più grandi del "valore atteso" rispetto a quella dei valori più piccoli.

*Incetezza idraulica* - I modelli di simulazione dell'idraulica fluviale correntemente in uso (dai modelli monodimensionali in condizioni di moto permanente fino ai più complessi e meno usuali modelli bidimensionali in condizioni di moto vario) interpretano il fenomeno reale attraverso l'uso di un insieme limitato di grandezze fisiche, il cui valore numerico, riferito ad un'opportuna scala di rappresentazione, sintetizza e riassume un complesso sistema di interazioni fisiche puntuali. La robustezza e l'affidabilità di tali simulazioni deve essere pertanto interpretata alla stessa scala di definizione fisica nel senso che qualsiasi trasferimento alla dimensione "puntuale" del valore di calcolo fa perdere allo stesso quella robustezza e quella affidabilità che gli viene inizialmente assegnata. Anche nell'incetezza idraulica il valore di calcolo è un "valore atteso" collocato in una fascia fiduciaria estremamente ampia e altrettanto asimmetrica.

Tali incetENZE rendono apparentemente inaffidabile qualsiasi valore cui ci si riferisce e quindi opinabile qualsiasi scelta conseguente. In realtà è la misura dell'incetENZA che, attraverso i principii generali di cautela e conservazione, dimensiona le decisioni, alle quali il "valore atteso" dell'idrologia e dell'idraulica fornisce solo motivo di essere.

Tale approccio del PAI trova fondamento nell'Atto di indirizzo e coordinamento (emanato con DPCM del 29 settembre 1998) che al § 3.1 recita "... Nei casi in cui non sia possibile attribuire ad un'area un determinato livello di probabilità, verrà applicata la norma più restrittiva ...", relativa alle aree a rischio molto elevato.

#### **6.4.1 Il pericolo di inondazione nello scenario A**

Il fiume Tevere a valle della traversa di Castel Giubileo è completamente protetto da opere di contenimento dei livelli di piena e pertanto in tale tratto vanno garantite e mantenute le migliori condizioni idrauliche di deflusso della piena: elevate sezioni di deflusso e minimo valore delle resistenze idrauliche locali e globali.

La piena di riferimento assunta nella valutazione del rischio è quella che in corrispondenza dell'idrometro di Ripetta fa segnare un livello idrometrico corrispondente ad una portata al colmo pari a 3300 m<sup>3</sup>/s. Nell'ambito degli studi propedeutici alla redazione del *Piano stralcio per il tratto metropolitano del Tevere da Castel Giubileo alla foce* tale valore corrisponde al valore atteso delle possibili piene generate da un sistema spazialmente variato di piogge critiche che a scala di bacino hanno un tempo di ritorno di 200 anni.

#### **6.4.2 Il pericolo di inondazione nello scenario B**

##### *6.4.2.1 Lo scenario B1*

Il fiume Tevere nel tratto compreso tra l'invaso di Corbara e la traversa di Castel Giubileo attraversa una vasta area di laminazione che costituisce l'invaso naturale dei volumi della piena che investe Roma. Lo scenario idrologico è quello riferito nel 1° stralcio funzionale del Piano di bacino "Aree soggette a rischio di esondazione nel tratto del Tevere compreso tra Orte e Castel Giubileo" (PS1), in termini di portate di piena e di livelli idrometrici, e nel "Piano Generale per la Difesa del Suolo e la Utilizzazione delle Risorse Idriche del Bacino del Fiume Tevere - 1° e 2° stralcio" (Ministero dei LL.PP., Provv.to Reg.le OO.PP. per il Lazio, 1985 e 1991), limitatamente al tratto compreso tra l'invaso di Corbara e Orte.

Gli studi idraulici di approfondimento nell'ambito della redazione del piano stralcio per il tratto metropolitano del Tevere da Castel Giubileo alla foce aggiorneranno i valori del volume di piena laminato nel tratto tra l'invaso di Corbara e la traversa di Castel Giubileo.

##### *6.4.2.2 Lo scenario B2*

Lo scenario B2 risulta articolato in:

*Reticolo principale: fiume Aniene* - Il quadro idrologico della piena di riferimento è riportato nello studio "Piano stralcio di bacino per l'individuazione delle aree di esondazione del fiume Aniene" (Autorità di bacino, maggio 1998).

*Restante parte del reticolo principale* - Il quadro idrologico della piena di riferimento è riportato nello studio "Determinazione delle aree del reticolo idrografico principale del bacino del fiume Tevere soggette a rischio idraulico" (Autorità di bacino, luglio 2000).

Limitatamente al bacino del fiume Paglia, a seguito dello studio "Ricostruzione storica delle scale di deflusso delle principali stazioni di misura del bacino del fiume Tevere" (Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale - Direzione Generale, febbraio 2001, in corso di pubblicazione da parte del Poligrafico dello Stato), il quadro idrologico delle piene di riferimento è in corso di aggiornamento attraverso la verifica rispetto alla nuova serie storica dei massimi annuali di portata al colmo di piena, passata da 12 anni di osservazione a 41. Fino all'aggiornamento il PAI cautelativamente assume i limiti di fascia A utilizzando la piena con tempo di ritorno

di 200 anni e i limiti di fascia B utilizzando la piena con tempo di ritorno di 500 anni. Tale posizione trova conforto sia da una speditiva procedura di inferenza statistica sulla nuova serie storica di 41 valori sia dal confronto con i limiti delle aree di inondazione riferiti alla piena valutata con tempo di ritorno di 100 anni, a suo tempo elaborati nel "Piano Generale per la Difesa del Suolo e la Utilizzazione delle Risorse Idriche del Bacino del Fiume Tevere - 1° e 2° stralcio" (Ministero dei LL.PP., Provv.to Reg.le OO.PP. per il Lazio, 1985 e 1991). Pertanto l'estensione delle fasce A e B riportati nelle relative cartografie, facenti parte dell'allegato "Fasce fluviali e zone di rischio del reticolo principale", è da considerarsi provvisoria e valutata in difetto rispetto alla situazione attesa. Il posizionamento altimetrico del rilevato dell'Autostrada del Sole, in destra idrografica, rappresenta un ragionevole indizio dell'effettivo grado di pericolosità idraulica delle aree limitrofe al fiume Paglia nel tratto compreso tra il ponte di Alleronia e la foce in Tevere.

*Reticolo secondario e minore* - Il quadro idrologico della piena di riferimento, a causa dell'incertezza idrologica tanto maggiore quanto più ci si riferisce a bacini sprovvisti di misure e/o di modesta estensione, deve necessariamente provenire dal raffronto di risultati provenienti da differenti metodologie di calcolo, adottando infine quel valore sul quale convergono i metodi ritenuti più affidabili. Nell'ambito del reticolo secondario e minore è determinante la conoscenza locale dei fenomeni, non solo di quella fisicamente basata (anche di supporto all'uso di modelli fisici a parametri distribuiti), proveniente da autonome attività di osservazione e misura delle grandezze idrologiche e geomorfologiche ma anche ricostruita attraverso un'attenta analisi critica delle testimonianze passate (cronachistiche, giornalistiche ed orali).

Il quadro conoscitivo fornito dall'Autorità di bacino nell'ambito del PAI è lo strumento di riferimento laddove *si sono accertate l'insussistenza e l'inconsistenza di altra informazione di base e conseguentemente dichiarate*. In questo caso, per il principio di cautela e conservazione, i valori del quadro idrologico della piena di riferimento saranno incrementati in ragione del grado di incertezza assegnato alle elaborazioni ed in relazione allo scopo per il quale il quadro idrologico è definito. Il quadro idrologico può allora essere derivato da:

il "Piano Generale per la difesa del Suolo e la Utilizzazione delle Risorse Idriche del Bacino del Fiume Tevere - 1° e 2° stralcio" (Ministero dei LL.PP., Provv.to Reg.le OO.PP. per il Lazio, 1985 e 1991);

il Quaderno Idrologico del Bacino del Fiume Tevere (Autorità di bacino, 1995);

gli Studi propedeutici alla redazione del Piano di Bacino (Autorità di bacino, aprile 1998), una cui sintesi operativa è riportata nell'Allegato al PAI, "*Procedura per la definizione delle fasce fluviali e delle zone di rischio*".

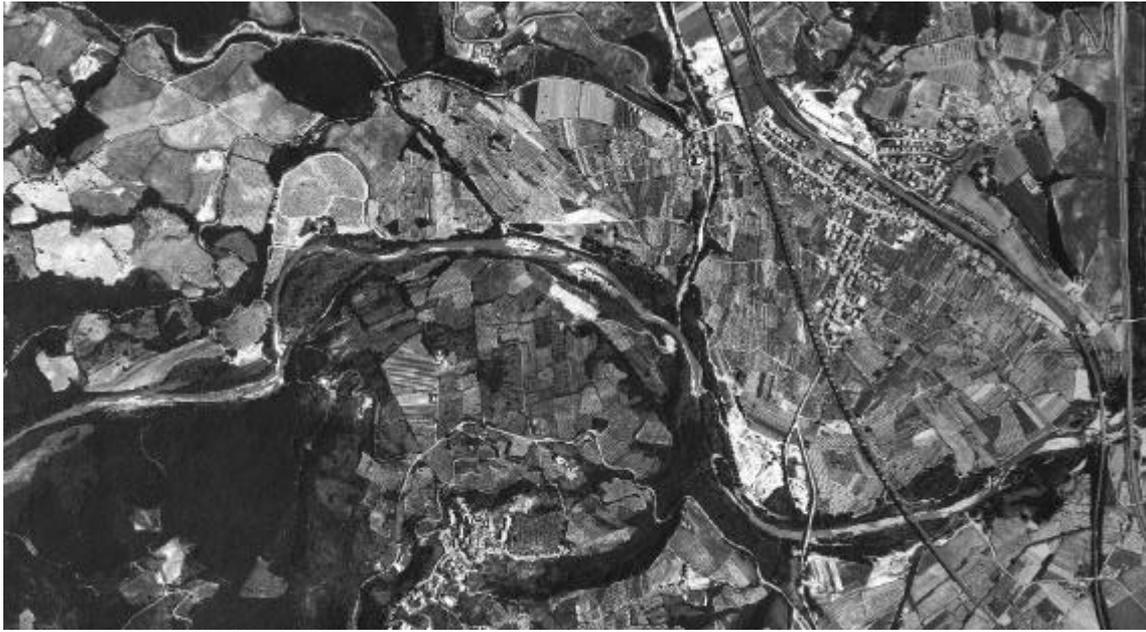
#### **6.4.2.3**      *Lo scenario B3*

Il reticolo marginale rappresenta quella parte del reticolo drenante la cui partecipazione alle dinamiche di deflusso del bacino, allo stato attuale delle conoscenze, non viene ritenuta significativa ai fini della ricerca del miglior assetto idraulico.

Il reticolo marginale è costituito da bacini di piccole dimensioni (comunque inferiori ai 100 km<sup>2</sup>) o nei quali le condizioni di drenaggio e/o di deflusso non sono più assimilabili a quelle della restante parte del bacino a causa di un'intensa urbanizzazione. Tali condizioni rendono la valutazione del quadro idrologico della piena di riferimento atipica e pertanto in misura più che proporzionale deve crescere l'importanza di procedure valutative fisicamente basate (anche di supporto all'uso di modelli fisici a parametri distribuiti), provenienti da autonome attività di osservazione e misura delle grandezze idrologiche e geomorfologiche ma anche

ricostruite attraverso un'attenta analisi critica delle testimonianze passate (cronachistiche, giornalistiche ed orali).

Il ricorso alle procedure definite nel quadro conoscitivo fornito dall'Autorità di bacino è in questo caso assolutamente secondario e non probante.



Paglia a Ponte di Alleron: piena dell'ottobre del 1937



## 7 METODOLOGIE E CRITERI: ASSETTO IDRAULICO

### 7.1 Pericolosità e tempi di ritorno

*Ai fini delle determinazioni del presente Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), con il termine "pericolosità" s'intende la probabilità di verificarsi, in un qualsiasi anno, di un certo evento meteorico causa di calamità naturale in un determinato luogo.*

Nel caso specifico dei fenomeni alluvionali, a differenza di quanto accade per altri eventi calamitosi quali frane, sismi, eruzioni vulcaniche, tsunami etc., la misura della previsione, che rappresenta l'espressione in termini quantitativi del grado di fiducia che attribuiamo alla possibilità di verificarsi di un determinato evento, può essere formulata su base statistica, facendo riferimento agli eventi verificatisi in passato ed assumendo questi come successive ripetizioni del medesimo fenomeno, ovvero sia come un campione estratto dalla stessa popolazione a cui appartengono anche gli eventi calamitosi futuri.

Queste ipotesi, effettuati i necessari controlli di indipendenza stocastica degli eventi registrati, della loro omogeneità, di assenza di trend evolutivo e di consistenza della serie temporale di cui si dispone, consente il calcolo della probabilità di superamento di un determinato valore di soglia rappresentativo dell'intensità dell'evento calamitoso. Ciò è consentito tanto nel caso in cui si abbia interpretato la serie storica con una distribuzione matematica di probabilità che ne regolarizzi in modo continuo l'andamento, quanto nel caso in cui ci si sia limitati ad un semplice ordinamento dei dati.

L'elemento numerico che oramai viene comunemente utilizzato per valutare quantitativamente la previsione sul verificarsi di un certo evento è il suo tempo di ritorno "  $Tr$  ", che si definisce come l'intervallo di tempo, generalmente misurato in anni, che mediamente intercorre tra due ripetizioni successive dell'evento stesso.

Da una serie storica ordinata di dati annuali, il  $Tr$  si calcola dividendo il numero totale di dati "  $N$  " per il numero di dati "  $n$  " che superano o al più uguagliano il valore - soglia della grandezza fisica che misura l'intensità dell'evento stesso (altezza idrometrica, portata, altezza pluviometrica, etc.), quindi :

$$Tr = N/n$$

Analogamente, da una distribuzione matematica di probabilità, assumendo la probabilità sostanzialmente equivalente alla frequenza statistica, il  $Tr$  di un certo dato annuale si calcola con :

$$Tr = 1/P$$

essendo "  $P$  " la probabilità di superamento del valore - soglia rappresentativo dell'intensità dell'evento. Viceversa, noto il tempo di ritorno di un dato evento è sempre valutabile, in presenza o no di una distribuzione di probabilità, la probabilità  $P = 1/Tr$  di superamento dell'evento dato.

Com'è noto tuttavia, il termine  $Tr$  dà una valutazione solamente media della rarità di un certo evento e conseguentemente della sua intensità: infatti, allo stesso valore di  $Tr = N/n$  si può giungere sia nel caso in cui gli  $n$  eventi di superamento si siano verificati in anni tra loro intervallati da un tempo di  $Tr$  anni, sia che si siano realizzati di seguito ogni anno, per  $n$  anni, in un qualsiasi periodo della serie storica lunga  $N$  anni. Per

tale motivo, nella pratica ingegneristica, viene utilizzato accanto al  $Tr$ , che comunque da un'idea della rarità dell'evento, un altro elemento di valutazione " $P^*$ ", che esprime la probabilità, in un ben definito orizzonte temporale " $V$ " generalmente assunto come la vita naturale dell'opera da realizzare, che si verifichi almeno una volta un superamento dell'evento scelto come evento di progetto; tale valore è dato dall'espressione:

$$P^* = 1 - (1 - 1/Tr)^V$$

In cui  $Tr$  è il tempo di ritorno dell'evento di progetto e  $V$  è il numero di anni di vita dell'opera.

E' importante rammentare che per:  $V = Tr$ ;  $P^* \cong 0,63$ ; in altri termini, la probabilità che si verifichi almeno una volta il superamento dell'evento di progetto avente tempo di ritorno  $Tr$ , in un arco di tempo proprio pari a  $Tr$  anni, è = 63%, che manifesta un'elevata possibilità di realizzarsi di tale superamento.

Per maggiore chiarezza sono riportati di seguito una tabella (Tab. 1) dei valori consigliati del  $Tr$  degli eventi di progetto da scegliere per il dimensionamento di alcune opere ed in fig.1 una serie di curve che rappresentano il legame  $P^* \div Tr$  per diversi valori di  $V$ .

TIPO DI OPERA	TEMPO DI RITORNO (Anni)
Ponti e difese fluviali	100 - 150
Difese dei torrenti	20 - 100
Dighe	500 - 1000
Bonifiche	15 - 25
Fognature urbane	5 - 10
Tombini e ponticelli per piccoli corsi d'acqua	30 - 50
Sottopassi stradali	50 - 100
Cunette o fossi di guardia per strade importanti	10 - 20

[tratto da: *Sistemazione dei corsi d'acqua; Da Deppo, Datei, Salandin*]

Tab. 1

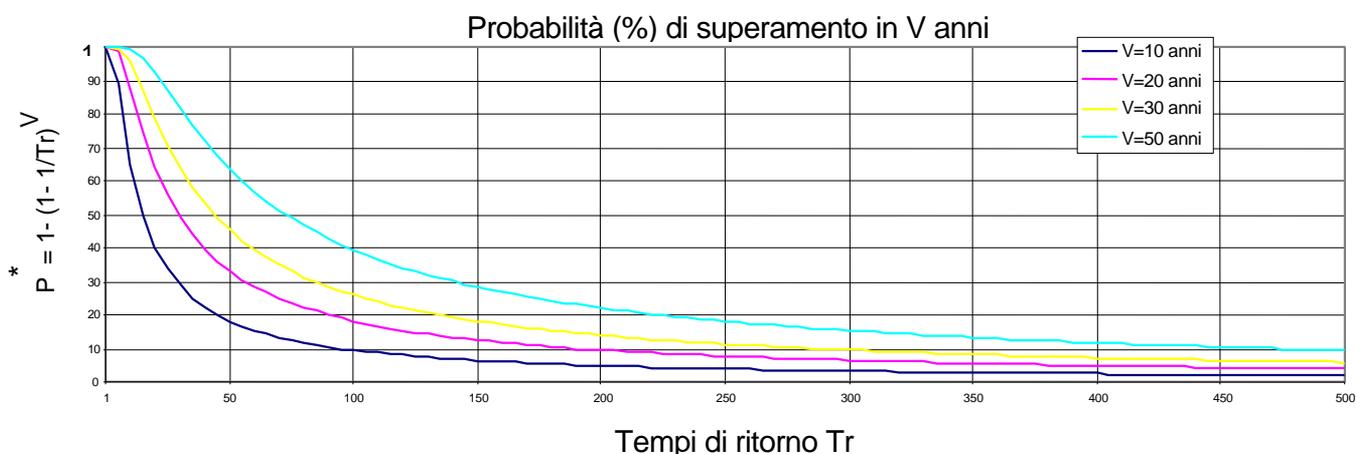


Fig. 1

## 7.2 La simulazione degli eventi di piena

### 7.2.1 Finalità

L'attività svolta dall'Autorità di bacino del Tevere, di definizione del rischio idraulico nel reticolo idrografico principale, ha abbracciato un arco temporale di poco meno di tre anni, dal Giugno 1998, allorchè a seguito dei tragici eventi di Sarno è stato emanato il D.L. 180 – 11.06.1998, sino al Gennaio 2001, data di ultimazione delle elaborazioni modellistiche. Tuttavia, se si considerasse più in dettaglio il complesso degli elementi conoscitivi che sono stati utilizzati direttamente nella stesura dell'attività di simulazione idraulica, vale a dire: conoscenza del territorio in esame sia dal punto di vista fisico che di uso antropico, definizione dei parametri idraulici sia in termini di portate estreme che di loro caratterizzazione statistica, quell'arco temporale di tre anni si dilaterrebbe notevolmente, fino a raggiungere come limite iniziale della fase di acquisizione dei dati il 1996, anno in cui sono stati affidati i lavori di rilievo topografico delle aste fluviali principali. Questa circostanza sarebbe di per sé poco significativa ai fini della descrizione delle finalità della simulazione degli eventi di piena: si potrebbe solamente osservare che l'Autorità di bacino si è casualmente trovata a disporre già all'indomani del D.L.180/98 di una base conoscitiva territoriale, realizzata sì per altri fini (Piano Stralcio Fasce Fluviali), ma quasi direttamente utilizzabile per ottemperare ai sopraggiunti obblighi di legge. La necessità di queste considerazioni è tuttavia giustificata dal fatto che a partire dal D.L. 180/98 è iniziata una proliferazione legislativa che attraverso successivi provvedimenti, sia di livello normativo che di tipo regolamentare sotto forma di direttive tecniche, hanno reso più articolato ed a volte più complesso il quadro di riferimento all'interno del quale elaborare il Piano stralcio d'Assetto Idrogeologico. E' pertanto sotto il duplice aspetto di progressiva correzione ed adeguamento agli aggiornamenti normativi e di contemporanea verifica della corretta interpretazione dello spirito della norma, che vanno viste le finalità informative richieste alle attività delle simulazioni idrauliche. A tal proposito è opportuno rilevare un elemento essenziale, di stretta competenza delle Autorità di bacino, che si è mantenuto inalterato nell'impianto strutturale della norma, vale a dire l'urgenza e la necessità di fornire la *individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico da sottoporre a misura di salvaguardia*. L'art.1, comma 1 del D.L. 180/98 ha sempre confermato in tutti i successivi provvedimenti integrativi l'obbligo di *“adottare, ove non si sia già provveduto, piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico redatti ai sensi del comma 6 ter dell'art. 17 della legge 18 Maggio 1989 n. 183, che contengano in particolare l'individuazione delle aree a rischio idrogeologico e la perimetrazione delle aree da sottoporre a misura di salvaguardia, nonché le misure medesime”*. Ancora più chiaro su quali debbano essere le finalità dell'azione delle Autorità di bacino appare il D.P.C.M. 28.09.98, laddove nelle premesse precisa: *“Nel quadro della accelerazione che il decreto legge n. 180/98 intende imprimere alla legge n.183/89, infatti, il comma 1 dell'art.1 indica il termine del 30 giugno 1999 per l'adozione, ove non si sia provveduto, (termine da ultimo ridefinito dalla legge n.365 dell'11.12.2000 di conversione del D.L. 279/2000 - 12.10.2000, cosiddetto decreto “Soverato”), dei piani stralcio per l'assetto idrogeologico, dando successivamente carattere perentorio per quella data alla individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico ed alla adozione delle misure di salvaguardia. E' dunque da intendersi che le Autorità di bacino di rilievo nazionale ed interregionale e le regioni per i restanti bacini compiranno ogni sforzo, secondo l'intendimento del legislatore, per onorare la scadenza del 30 giugno 1999 per l'adozione del piano stralcio di bacino; tuttavia il presente atto deve fornire criteri e indirizzi utili alla definizione delle perimetrazioni e delle misure di salvaguardia anche per il caso in*

*cui l'iter relativo all'adozione del piano stralcio non sia compiuto entro la data che è prevista in modo perentorio per gli adempimenti di cui al successivo punto 2.*

Si comprende quindi come l'attività di simulazione degli eventi di piena abbia avuto un duplice scopo: da un lato fornire la individuazione delle zone soggette a rischio di inondazione, graduando secondo quanto indicato dall'atto di indirizzo l'intensità dell'evento, dall'altro fornire la base conoscitiva essenziale per redigere un piano d'assetto del territorio, consistente in uno strumento tecnico-amministrativo in grado di, una volta superata la fase di tipo "emergenziale" di localizzazione del pericolo e perimetrazione delle aree da sottoporre "momentaneamente" a misure di salvaguardia (si veda a tal proposito quanto disposto dalla legge 365/2000 circa la durata di tali misure), consentire una stabilizzazione del rapporto tra l'uso antropico del territorio e la presenza di una pertinenza fluviale, assicurando la minimizzazione del rischio insito nella necessaria coesistenza di questi due fattori tra loro antitetici.

### **7.2.2 Scelta del modello**

Al fine di ottemperare in modo tempestivo ed efficace a quanto richiesto nella sua prima versione dal D.L. 180/98, il Comitato Tecnico dell'Autorità di bacino, nella seduta del 16.06.1998 ha disposto l'affidamento di un incarico di supporto specialistico alla Segreteria Tecnica Operativa per la determinazione delle aree del reticolo idrografico principale del fiume Tevere soggette a rischio idraulico. Successivamente il soggetto incaricato di tale attività è stato individuato in un gruppo di professionisti coordinati dal Prof. Piergiorgio Manciola del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dell'Università di Perugia. In tali circostanze, ed in conformità alle scadenze temporali, 31 Dicembre 1998, allora imposte dalle norme (con la legge di conversione n. 267 -03.08.1998 il termine era stato poi rinviato al 30.06.1999), sono state definite le caratteristiche idrauliche del modello matematico da utilizzare per le necessarie simulazioni e la scelta del codice di calcolo disponibile. Nonostante la scelta del modello matematico sia stata basata sulla sola traccia fornita dalle disposizioni del D.L. 180/98 allora vigenti, in quanto le direttive tecniche preannunciate nello stesso decreto per il 30 Settembre 1998 sono state pubblicate il 5 Gennaio 1999, le determinazioni assunte si sono rivelate in linea con le successive richieste imposte dalle norme.

Come è noto, sono diversi per complessità e per ipotesi semplificatrici della realtà i modelli matematici usualmente utilizzati per la simulazione degli eventi di piena. In termini molto sintetici i cosiddetti modelli di propagazione dell'onda di piena, distinti da quelli che ricostruiscono il processo di formazione delle piene a partire dalle piogge (Modelli afflussi/deflussi), si distinguono in modelli in moto stazionario o permanente, e modelli in moto vario. In termini matematici, i primi sono caratterizzati dalla costanza, ovvero stazionarietà nel tempo, di tutte le grandezze in gioco, in particolare quindi velocità della corrente, portate, livelli idrici etc.: in questi modelli non esiste quindi la dipendenza dal tempo e non è possibile conoscere la durata di nessun carattere specifico della simulazione. I modelli in moto vario, di contro, ammettono la dipendenza dal tempo delle grandezze fisiche in gioco e quindi tutti gli aspetti rappresentativi del fenomeno della propagazione dell'onda di piena hanno una durata ben precisa. Ovviamente i modelli del secondo tipo appaiono più vicini alla realtà; tuttavia, le semplificazioni introdotte negli uni e negli altri per consentire la traduzione in termini matematici risolubili dei complessi legami esistenti tra tutti i parametri che influenzano il fenomeno fisico reale, risultano superiori, in termini di riduzione della capacità rappresentativa della realtà, alle differenze interpretative conseguenti all'utilizzo dei due tipi di schematizzazioni, per cui la scelta tra

modelli in moto permanente o moto vario deve seguire criteri diversi dalla ricerca della maggiore rispondenza alla reale fenomenologia della propagazione di una piena.

A conferma di quanto sopra detto, basti pensare che vengono completamente trascurati, o presi in considerazione in termini molto semplicistici, aspetti come: la intrinseca tridimensionalità del fenomeno fisico, l'interazione con discontinuità geometriche presenti in alveo, la rappresentazione della natura del fluido e la presenza di materiali galleggianti, l'influenza del vento sulla ripidità delle onde, la valutazione corretta delle perdite di carico in corrispondenza dei ponti, la variabilità nello spazio e nel tempo dei coefficienti di scabrezza per valutare le perdite di carico ripartite e, non ultimi, le trasformazioni anche rilevanti che può subire planimetricamente e trasversalmente l'alveo di propagazione della piena per effetto, ad esempio, di tagli di meandri, abbassamenti del fondo, scalzamenti al piede e crolli spondali nonché le gravose ostruzioni degli attraversamenti fluviali o le tracimazioni laterali con rottura o meno delle difese arginali.

Per le finalità precisate al paragrafo precedente, che in ultima analisi richiedono uno strumento tecnico per la identificazione di un ambito territoriale, preferibilmente perimetrabile, su cui devono esplicitarsi gli effetti di un provvedimento amministrativo, il Comitato Tecnico dell'Autorità di bacino ha scelto un modello di tipo stazionario che, per gli specifici scopi, presenta alcuni vantaggi. Il modello di propagazione di una piena in moto stazionario richiede come parametro idraulico per la sua completa definizione la sola conoscenza della portata al colmo di piena, in corrispondenza di ogni tratto fluviale di studio; il colmo poi, in generale, sarà diverso da un tratto fluviale all'altro per tener conto (in modo istantaneo, in accordo con l'ipotesi di indipendenza dal tempo) delle confluenze e degli apporti distribuiti lungo il corso d'acqua, ed ovviamente crescente all'aumentare del tempo di ritorno prescelto. Poiché non risulta di grande interesse per gli scopi fissati conoscere l'evoluzione nel tempo del fenomeno, si può evitare la necessità di definire tutto l'idrogramma di piena, così come richiesto dall'utilizzo di un modello in moto vario: questa informazione implicherebbe, per garantire un grado di approssimazione paragonabile a quello che l'analisi statistica assicura alla stima delle portate al colmo di piena, uno studio del processo di trasformazione afflussi/deflussi che consenta la definizione per tutti i rami d'ingresso del reticolo: della forma dell'idrogramma, del suo colmo e del volume della piena rappresentato dall'area in esso racchiusa. Da un punto di vista idrologico, la scelta di un modello di tipo stazionario impone un'analisi statistica su scala regionale per la valutazione dei colmi di piena in aree idrologicamente omogenee, ma consente di non analizzare la complessa struttura dell'evoluzione spazio-temporale delle piogge intense. Da un punto di vista idraulico, l'aver scelto il modello di moto permanente rispetto a quello di moto vario, equivale ad aver trascurato nel processo di propagazione verso valle dell'onda di piena il fenomeno dell'appiattimento del colmo che, con le limitazioni prima illustrate circa la rappresentatività della realtà di un modello rispetto ad un altro, costituisce comunque un'approssimazione a favore della sicurezza.

L'unica effettiva limitazione che la scelta operata comporta, peraltro non significativa ai fini della individuazione delle aree a rischio, è l'impossibilità di fare considerazioni di tipo quantitativo sui volumi messi in gioco dalla piena: quindi la valutazione in termini numerici delle capacità di laminazione di un'area rispetto ad un'altra, le ipotesi di localizzazione di casse d'espansione, e via dicendo, richiedono l'adozione di un modello di moto vario, in cui questi aspetti sono descritti nella loro evoluzione temporale e spaziale, ed i volumi di piena hanno un valore finito. Ovviamente, considerazioni di tipo qualitativo su questi ultimi aspetti

possono sempre essere fatte per le situazioni più semplici, basandosi sui principi fondamentali dell'idraulica ed interpretando correttamente i risultati ottenuti con modelli in moto permanente.

Un'ulteriore distinzione tra i modelli matematici che simulano i fenomeni di piena, riguarda l'ipotesi di sviluppo spaziale della propagazione: il fenomeno infatti, come già detto, intrinsecamente tridimensionale, viene usualmente schematizzato come monodimensionale o al più bidimensionale, risultando gli scambi di massa e di quantità di moto lungo le verticali della corrente idrica, generalmente trascurabili, di assoluta insignificanza rappresentativa nel caso delle piene.

La scelta di un modello mono rispetto a quello bidimensionale dipende sostanzialmente dalle caratteristiche geometriche del movimento dell'onda nell'alveo di piena e dall'ordine di approssimazione che si vuole ottenere, tenendo presente la notevole complessità computazionale ed instabilità numerica dei modelli bidimensionali e la loro necessità di disporre di una topografia di estremo dettaglio dell'area di studio (Le peculiarità dei 2D trovano un appropriato impiego nell'approfondimento di particolari zone precedentemente delimitate in modo 1D). Con specifico riferimento agli scopi richiesti alle simulazioni idrauliche, è stato scelto un modello di tipo monodimensionale, poiché nella quasi totalità dei casi esaminati le caratteristiche del movimento sono tali da considerare la componente longitudinale della quantità di moto preponderante rispetto a quella trasversale. Fanno eccezione alcuni particolari situazioni territoriali come la piana reatina e la piana di S. Vittorino sul fiume Velino, ed alcuni tratti del fiume Nera a Terni: tuttavia, ai fini della individuazione degli ambiti territoriali come sopra specificato, la migliore approssimazione ottenibile con modellazioni di tipo bidimensionale è stata ritenuta di ridotta importanza. Va infatti tenuto conto che, se la simulazione di tipo bidimensionale ben si presta alla caratterizzazione del moto all'interno dell'alveo occupato dalla piena, aspetto non altrimenti rappresentabile che con un valore uniforme della grandezza in esame nel caso monodimensionale, ai fini della determinazione dei confini raggiunti dalla piena, ovvero della fascia di territorio da essa occupata, la maggior precisione ottenibile con l'ipotesi di movimento bidimensionale è spesso illusoria: infatti, la differenza rispetto alla descrizione di un modello 1D può risultare inesistente a causa della particolare topografia della zona in esame che rende di per sé confinato in una definita porzione di territorio l'alveo di piena, si pensi ad esempio a tratti fluviali protetti da argini non sormontati; oppure a rilevati stradali o ferroviari che delimitano l'alveo d'esondazione; oppure, e questo vale in generale, la differenza dei risultati non giustifica il notevole aumento della complessità computazionale e l'insorgenza di problemi di convergenza per l'instabilità numerica dei termini convettivi.

### **7.2.3 Codici di calcolo utilizzati**

Sono stati utilizzati due codici di calcolo per la simulazione della propagazione delle piene secondo lo schema di moto stazionario monodimensionale: il codice HEC-RAS (River Analysis System), versione 2.1 - 1997 sviluppato negli U.S.A. dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers, progettato da Mr. Gary W. Brunner, e FRESCURE (Free Surface Current Evaluation) vers. 5.3 - 1999, sviluppato presso il Centro Studi di Ingegneria di Pavia dai Proff. L. Natale e F. Savi.

Il codice FRESCURE, personalizzato per il bacino del fiume Tevere, è stato utilizzato in parallelo al codice HEC-RAS per verificare l'adattabilità del codice statunitense ad alcune singolarità idrauliche del reticolo principale del Tevere.

I due codici differiscono per le diverse modalità di integrazione dell'equazione del moto: HEC-RAS integra imponendo un bilancio energetico tra due sezioni consecutive dando espressione alle relative perdite

di carico; FRESCURE esprimendo le equazioni del moto in forma globale, impone un bilancio delle quantità di moto. Le due formulazioni, identiche nel continuo, conducono ai medesimi risultati, differenziandosi tuttavia nella fase numerica di discretizzazione. FRESCURE, operando sulle quantità di moto anziché sui carichi totali, consente di trattare più agevolmente alcune singolarità idrauliche.

## 7.2.4 Topografia del territorio delle aree inondabili

### 7.2.4.1 Generalità

Uno degli elementi informativi necessari alla esecuzione di simulazioni idrauliche è costituito dalla topografia del territorio da esaminare. Questo elemento ha una duplice funzione: in primo luogo deve fornire attraverso le sezioni trasversali del corso d'acqua, comprendenti la linea di thalweg, l'alveo di magra e soprattutto l'alveo di piena, la base dati di ingresso per il modello matematico. Quest'ultimo, attraverso il processo numerico di integrazione delle equazioni del moto monodimensionale, produce in uscita i valori del livello raggiunto dalla superficie idrica sezione per sezione. Successivamente, per poter individuare sul territorio le curve di intersezione tra la superficie idrica ed il suolo, ovvero il perimetro delle aree inondate, è necessaria un'informazione quanto più diffusa possibile sull'altimetria del territorio circostante il corso d'acqua, comprensiva degli eventuali manufatti, opere e infrastrutture presenti. Nei casi più semplici, ove non è richiesta una individuazione dettagliata delle aree inondate, questo secondo tipo d'informazione topografica si può desumere dalla cartografia disponibile e da un accorto uso della tecnica d'interpolazione lineare tra le curve di livello. Tuttavia, per gli scopi prefissati, l'utilizzo della cartografia disponibile non è apparso opportuno; infatti, se è pur vero, come precisato nei paragrafi precedenti, che l'utilizzo di modelli matematici per l'individuazione delle aree a rischio idraulico costituisce un metodo di analisi a cui non si può richiedere di fornire dati sulla descrizione dei fenomeni di piena con assoluta certezza, stante le semplificazioni introdotte e gli elementi fisici trascurati, non sembra accettabile accrescere quella dose di convenzionalità che si deve necessariamente accettare, quando si può ridurre il margine di errore di certe informazioni accessorie. A titolo d'esempio, sono riportati nella tabella seguente (Tab. 2) i limiti delle tolleranze altimetriche per carte topografiche di diversa scala che devono essere rispettati negli usuali disciplinari di collaudo:

SCALA	1:500	1:1000	1:2000	1:5000	1:10.000
Tolleranza Altimetrica (m.)	0.10	0.40	0.60	1.20	1.80

**Tab. 2**

Le operazioni di collaudo delle carte topografiche, in aggiunta, sono generalmente eseguite su un campione, non inferiore al 10%, della porzione di territorio cartografato: la verifica dei limiti sopra tabellati consente la validazione della carta, eventualmente la sua pubblicizzazione ed in alcuni casi può attribuire ad esse anche valore legale. Appare quindi evidente che la scala che dovrebbe essere utilizzata per evitare di aggiungere incertezza alle determinazioni modellistiche è maggiore o al più uguale a 1:1000, essendo 0.40 m l'errore

atteso comunemente accettato nelle operazioni di simulazione idraulica. Come è noto, le scale 1:500 o 1:1000 sono utilizzate nella redazione di progetti di massima oppure esecutivi per la realizzazione di opere edili e non costituiscono un elemento acquisibile in commercio o reperibile presso pubbliche amministrazioni.

Nei paragrafi seguenti sono descritte le soluzioni adottate per migliorare l'informazione topografica convenzionale disponibile, sia dal punto di vista altimetrico che planimetrico.

#### *7.2.4.2 Rilievi topografici tradizionali*

Tra il 1996 ed il 1997 l'Autorità di bacino del Tevere ha avviato una campagna di rilievi topografici e batimetrici lungo le aste principali del territorio di competenza nell'ambito degli studi e degli elementi conoscitivi propedeutici alla redazione del piano stralcio, al tempo previsto, delle fasce fluviali.

Il disciplinare tecnico utilizzato nelle gare di affidamento dei lavori, mediante il quale si regolamentavano le modalità esecutive dei rilievi topografici, era stato redatto con lo specifico scopo di un successivo utilizzo delle informazioni territoriali raccolte per l'implementazione di modelli idraulici.

Venivano infatti imposte delle estensioni in destra e sinistra delle sezioni trasversali dei corsi d'acqua di diverse centinaia di metri, allo scopo di rilevare e quotare l'intero alveo di piena. Erano altresì previsti rilievi batimetrici tramite misura diretta con asta graduata ovvero ecoscandaglio, a secondo della minore o maggiore profondità dell'alveo, per avere una descrizione di dettaglio della sezione bagnata. Era inoltre previsto, in corrispondenza dei ponti e delle opere d'arte in alveo, discontinuità geometriche che richiedono sempre una certa cautela quando se ne vuole simulare il comportamento idraulico con l'uso di modelli matematici, un maggior dettaglio descrittivo attraverso il rilievo architettonico dell'opera d'arte stessa, accompagnato dal rilievo di una sezione fluviale immediatamente a monte e di una immediatamente a valle. Infine, un'attività di campagna prevedeva la specifica livellazione di tutti gli idrometri presso le sezioni strumentate per aggiornare la quota assoluta rispetto al l.m.m degli zeri idrometrici, informazione fondamentale per un corretto utilizzo delle scale di deflusso durante le simulazioni idrauliche.

Oltre a queste disposizioni specifiche per le operazioni in campagna, il disciplinare imponeva una precisa codifica, secondo uno schema preelaborato, dei dati topografici da restituire su supporto informatico, con lo scopo di un rapido utilizzo come dati di input geometrico per i modelli idraulici.

La direzione dei lavori è stata svolta dal SIMN – Compartimento di Roma, soggetto preposto alla validazione e conservazione della informazione topografica fluviale del bacino di competenza, all'interno del quale si estende il bacino del Tevere.

In cifre, i rilievi topo-batimetrici condotti dall'Autorità di bacino del Tevere possono sintetizzarsi come di seguito: la lunghezza complessiva dei tratti fluviali rilevata si è sviluppata per circa 1000 km; sono state rilevate oltre 1200 sezioni trasversali, la maggior parte delle quali di estensione superiore ai 600 m; è stato eseguito il rilievo architettonico di circa 190 opere d'arte nella parte del reticolo principale esterno al tratto metropolitano ed extra urbano del Tevere, tratto per il quale sono state verificate le quote di tutti i ponti, gli attraversamenti e delle opere in alveo, il cui rilievo architettonico era già reso disponibile da precedenti attività topografiche.

L'insieme di questi dati topografici, tutti georeferenziati rispetto al sistema di riferimento adottato dall'Autorità (Ellissoide ED 50; proiezione UTM con traslazione del fuso 33 per assorbire una piccola porzione di bacino ricadente nel fuso 32) sono appoggiati ad una serie di linee di livellazione di alta

precisione rilevate sempre nell'ambito delle attività topografiche sopra descritte. Queste linee corrono lungo le aste fluviali del reticolo principale e sono materializzate sul territorio da 157 caposaldi con doppia individuazione, orizzontale e verticale. I caposaldi, denominati *ABT*, sono stati compensati e collaudati dall'IGMI e costituiscono attualmente il sistema più aggiornato di rilevamento geodetico in prossimità del reticolo idrografico.

#### 7.2.4.3 *Cartografia digitale*

Al fine di completare l'informazione topografica acquisita con i rilievi del tipo tradizionale, ed ottenere una descrizione plano-altimetrica che coprisse le aree interessate da possibili inondazioni, è stata avviata una campagna di rilievi con l'utilizzo della tecnologia CASI-ALTM. Questa tecnica, che si basa sull'acquisizione da volo aereo di una serie di punti quotati a terra tramite l'uso di un laser-altimetro, ha permesso di ottenere un modello digitale del terreno (DEM) esteso per una fascia territoriale comprendente l'asta fluviale oggetto di studio e la valle di esondazione in destra e sinistra, fino ad una quota rispetto alle linee di sponde di 10 metri. Il modello digitale del terreno è costituito da una maglia quadrata di lato 4m x 4m ed è stato ottenuto elaborando con uno specifico software della Società AQUATER S.p.A., cui è stato affidato l'intero incarico, l'insieme dei punti direttamente acquisiti durante il volo con una densità superiore ad un punto ogni 2m. La georeferenziazione del DEM è stata assicurata da una speciale apparecchiatura inerziale di cui è stato dotato l'aeromobile, che attraverso il contemporaneo funzionamento di un sistema di posizionamento di tipo GPS ha permesso di controllare in ogni istante posizione, quota ed assetto ellissoidico del laser-altimetro. Assieme alla fornitura del DEM, alla Soc. AQUATER S.p.A. è stato richiesto, attraverso un'elaborazione spettrale dei segnali acquisiti durante il volo, un ortofotocarta digitale della medesima porzione di territorio che, mediante una successiva specifica attività d'indagine e di reperimento d'informazione a base comunale ha consentito la fornitura di una copertura informativa completa, comprendente: topografia di dettaglio, ortofoto digitale, carta dell'uso del suolo e delle previsioni urbanistiche in scala 1:5000.

L'insieme di queste attività di rilievo informativo territoriale ha richiesto un notevole impegno in termini di risorse economiche, umane e temporali. Tuttavia, il dettaglio che è stato possibile ottenere ha consentito tra l'altro una verifica delle sezioni fluviali ottenute dai precedenti rilievi topografici, attraverso confronti incrociati, riducendo a valori inferiori rispetto a quelli tipici delle modellazioni matematiche, l'incertezza sulla topografia delle aree da indagare, usuale punto debole dei processi di simulazione idraulica. In particolare poi, la disponibilità di un DEM così dettagliato, ha permesso l'estrazione di qualsivoglia sezione di calcolo integrativo, praticamente eliminando la necessità di ricorrere all'interpolazione automatica di sezioni intermedie tra quelle fornite in input dal rilievo topografico, artificio di dubbia validità ma consentito da tutti i codici di calcolo idraulico per mitigare eventuali variazioni brusche dell'alveo che possono inficiare le prestazioni del codice di calcolo.

## 7.3 **Eventi simulati**

### 7.3.1 **Criteri di scelta**

In conformità con quanto indicato dal D.P.C.M. 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 D.L. 11.06.1998, n. 180*),

sono stati assunti per le attività di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio d'inondazione, gli eventi caratterizzati da tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

L'evento con  $Tr = 50$  anni, definito dal D.P.C.M. ad alta probabilità d'inondazione, per quanto detto nel paragrafo 6.1 ha una probabilità di superamento pari a:  $P = 1/Tr = 2\%$ . Pertanto, pur essendo questo evento caratterizzato dalla più alta probabilità di verificarsi rispetto agli altri eventi scelti tra quelli indicati dalle disposizioni di legge ( per  $Tr = 100 : P = 1\%$ ; per  $Tr = 200 : P = 0,5\%$ ; per  $Tr = 500 : P = 0,2\%$ ) rientra comunque in una classe di eventi di piena significativi, quindi di intensità non trascurabile.

Le aree interessate da eventi di piena con  $Tr = 50$  anni, rappresentano, in maniera più estesa e quindi più cautelativa rispetto a quanto riportato nella letteratura scientifica, la cosiddetta " *fascia di pertinenza fluviale*", ovvero quella zona del tratto di pianura di un corso d'acqua in cui le varie forme planimetriche, relitte o temporaneamente abbandonate, possono essere attivate o riattivate nel corso di eventi di piena, consentendo la libera divagazione dell'alveo all'interno di una definita porzione di territorio. Com'è noto, queste definizioni discendono da un'impostazione geomorfologica dell'interpretazione dei complessi fenomeni di dinamica fluviale, in cui assumono valore aspetti e punti di vista più ampi di quelli strettamente considerati dall'ingegneria idraulica. Tale impostazione cerca di mettere in evidenza gli elementi che caratterizzano la *vita propria del fiume*, prendendo in esame, pariteticamente, le variabili idrauliche geologiche e biologiche, contribuendo in tal modo a fornire strumenti utili per una progettazione del territorio, non soltanto dal punto di vista del rischio d'inondazione, ma anche nel rispetto di una generale salvaguardia e valorizzazione delle risorse naturali e paesaggistiche.

Questa visuale sembra correttamente rispondere alle esigenze di redazione di uno strumento tecnico-amministrativo di generale assetto del territorio qual'è il P.A.I., che rappresenta l'ambito più appropriato per delineare e garantire le aspettative di sviluppo economico-sociale della comunità compatibili con l'evoluzione dei processi naturali di trasformazione del territorio.

Gli eventi di piena che vengono indicati come significativi ai fini della individuazione della naturale dinamica evolutiva della morfologia fluviale, e quindi elementi determinanti di valutazione per il riconoscimento della fascia di territorio di pertinenza fluviale, sono quelli caratterizzati da tempi di ritorno  $Tr = 10 \div 30$  anni. Tuttavia, l'incertezza insita nelle discipline di analisi ed interpretazione dei processi naturali, unitamente al carattere indicativo dei tempi di ritorno suggeriti dalle norme e, non ultime, le limitazioni alla capacità previsionale del concetto di tempo di ritorno, hanno determinato una scelta più cautelativa all'interno dell'intervallo dei valori di  $Tr$  consigliato dal D.P.C.M. caratterizzante le aree più pericolose nei riguardi del rischio d'inondazione (  $20 \div 50$  anni). Questa scelta è stata inoltre operata in considerazione della particolarità dell'ambito di applicazione, costituito da una rete idrografica sprovvista per la maggior parte del suo sviluppo longitudinale di arginature che ne definiscano tecnicamente, ed amministrativamente, l'area di pertinenza.

Nell'ambito della classe di pericolosità definita dal D.P.C.M. del 29.09.1998 di " *moderata probabilità d'inondazione*", rientrano gli eventi di rarità cosiddetta *secolare*, cioè aventi tempi di ritorno compresi tra i 100 e 200 anni. Una particolare circostanza differenzia questi tipi di eventi di piena da tutti gli altri, oltre ovviamente all'essere caratterizzati da probabilità di superamento comprese tra 1% e 0.5%. Infatti, nella pratica comune della progettazione di opere di ingegneria civile destinate alla difesa idraulica di centri abitati,

residenziali o produttivi, o di infrastrutture di una certa importanza come ponti, autostrade, strade etc., sono assunti di norma come eventi di progetto proprio quelli secolari.

Questa regola trova conferma, oltre che dalla pratica esperienza nel campo dell'ingegneria idraulica, anche da alcune considerazioni teoriche desumibili dal grafico di Fig.1.: l'analisi delle proprietà differenziali delle curve ivi riportate mostra che il massimo *guadagno* percentuale in termini di riduzione del rischio  $P^*$ , si ottiene per variazioni del tempo di ritorno  $Tr$  nell'intorno dei valori  $Tr = V$ , essendo  $V$  la durata dell'opera; tuttavia il valore di  $P^*$  per  $Tr = V$  è pressoché indipendente dai valori di  $V$  comunemente usati e pari a c.a. 63%, ovviamente inaccettabile come probabilità di superamento dell'evento di progetto. Questa circostanza obbliga a scegliere necessariamente valori di  $Tr > V$ , tenendo però presente che ad incrementi successivi di  $Tr$  corrispondono riduzioni del rischio via via meno significative a fronte invece di impegni tecnico-economici dell'intervento da realizzare sempre maggiori. L'esperienza indica poi il raggiungimento di un giusto equilibrio tra grado di sicurezza e costo dell'opera per i tempi di ritorno per l'appunto secolari con  $Tr = 100, 200$  anni.

La determinazione dell'Autorità di Bacino del Tevere di simulare ambedue gli eventi di piena dell'intervallo di probabilità *moderata* è stata suggerita da due considerazioni: innanzitutto, si è ritenuto importante acquisire un maggior dettaglio conoscitivo nella descrizione del rischio idraulico di quelle aree che, a ridosso della fascia di pertinenza fluviale, possono verosimilmente essere interessate da insediamenti già esistenti o da espansioni urbanistiche ovvero, in generale, da aspettative di sviluppo economico-sociale. Oltre a ciò, si è voluto tener conto di un orientamento in campo normativo e regolamentare che, nel corso degli ultimi anni, ha sempre più di frequente preferito l'utilizzo dell'evento di piena con  $Tr = 200$  anni rispetto a quello con  $Tr = 100$  anni nell'ambito degli eventi secolari, ovvero a probabilità *moderata*. Questa tendenza, probabilmente giustificata dall'accresciuta frequenza degli eventi calamitosi alluvionali registratasi nel corso dell'ultimo decennio, aggravata dalla più diffusa distribuzione sull'intero territorio nazionale, si è mostrata in maniera evidente la prima volta nell'emanazione da parte del Ministero dei LL.PP. delle "Direttive tecniche per l'individuazione e perimetrazione, da parte delle regioni, delle aree a rischio idrogeologico" attraverso il D.M. del 14/02/1997, ai sensi dell'Art. 4 comma 2 della L. 677 del 31.12.1996. Al punto 2.1 del D.M. si precisa infatti, che "dovranno essere eseguiti studi di carattere idrogeologico o analisi statistiche volte ad individuare i prevedibili valori della portata al colmo di piena con almeno tre tempi di ritorno:  $T1 = 30$  anni,  $T2 = 200$  anni,  $T3 = 500$  anni che si assumono come corrispondenti ad un'alta, una moderata ed una bassa probabilità di inondazione". Al medesimo punto si indica inoltre: "Per le zone a moderato rischio di esondazione ( $T2 = 200$  anni), andrà regolamentato il loro uso che dovrà tenere conto, compatibilmente con la presenza di centri abitati, di salvaguardare ed eventualmente ampliare le aree di naturale espansione al fine: da un lato di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica del corso d'acqua in relazione alla capacità d'invaso e laminazione delle piene delle aree predette anche in rapporto agli effetti sulla condizione di deflusso della rete idrografica di valle; dall'altro di mantenere e migliorare le caratteristiche ambientali e naturali dei siti. In questo senso eventuali interventi potranno essere autorizzati a condizione che gli stessi non comportino una riduzione o una parzializzazione apprezzabile della capacità di invaso e di laminazione delle aree stesse. In relazione ai livelli idrici attesi tale scopo potrà essere raggiunto anche attraverso l'adozione di accorgimenti tecnico costruttivi ". E più avanti: "Il tempo di ritorno di 200 anni è il medesimo posto a base per la determinazione delle aree di espansione adiacenti all'alveo nell' <Atto di

*indirizzo e coordinamento concernente i metodi ed i criteri per lo svolgimento funzionale dei servizi di Polizia idraulica, di piena, e di pronto intervento idraulico> all'esame del Comitato nazionale della difesa del suolo".*

Un'ulteriore conferma della maggiore attenzione attribuita dal legislatore alla piena con  $Tr = 200$  anni si trova all'Art. 1, comma 1, della legge n. 365, 11/12/2000, di conversione del D.L. n. 279 - 12/10/2000, laddove l'applicazione delle misure di salvaguardia viene estesa sino al limite d'esondazione duecentennale.

Infine, gli eventi di piena con tempi di ritorno  $Tr$  compresi nell'intervallo:  $300 \div 500$  anni, caratterizzati da probabilità di superamento di  $0.2\% \div 0.3\%$ , corrispondono ad eventi eccezionali, di notevole rarità e quindi di intensità assai elevata. La individuazione e perimetrazione delle aree che possono risultare soggette a tale tipo di rischio, assume importanza ai fini della predisposizione di piani di allertamento e protezione civile. Compatibilmente con la disponibilità di strumenti e mezzi atti ad assicurare con sufficiente anticipo la previsione meteorologica dell'evento, la conoscenza delle aree a rischio consentirà una adeguata valutazione dell'entità e della tipologia dei beni coinvolti, del numero di persone di cui prevedere l'allertamento ovvero l'evacuazione, del numero e delle caratteristiche dei mezzi di protezione da predisporre.

A tale fine, l'Autorità di bacino del Tevere ha scelto la simulazione dell'evento di piena con  $Tr = 500$  anni, attesa una presumibile ridotta differenza sia in termini di portata che di livelli idrici tra gli eventi con  $Tr = 300$  anni e  $Tr = 500$  anni, in modo da conseguire una delimitazione più ampia dell'area d'interesse per le azioni di protezione civile.

### **7.3.2 Portate di piena utilizzate**

Con riferimento alle metodologie illustrate al paragrafo 4.5.3, sono state ricavate per ogni singolo tratto fluviale del reticolo principale le portate al colmo di piena corrispondenti ai tempi di ritorno di: 50, 100, 200 e 500 anni. Ai fini della simulazione sono stati quindi presi in considerazione ed opportunamente differenziati, i casi in cui gli apporti idrici ai tratti oggetto di studio possono essere trattati come confluenze concentrate in determinati nodi, o debbono essere ricostruiti come incrementi pressochè continui di portata diffusi lungo tutto il tratto, funzionando in questo caso il fiume come ricettore di un bacino direttamente scolante. Quando gli incrementi di portata debbono essere simulati come diffusi e non concentrati, l'ipotesi di moto stazionario è valida per il singolo elemento fluviale attraversato da una portata costante, e l'idraulica dell'intero tratto è costituita da una serie di elementi stazionari ciascuno a differente portata. Va tuttavia considerato che in questi casi gli incrementi sono sempre una piccola percentuale, non superiori al 10%, della portata transitante e quindi, elemento per elemento, rimane valida l'ipotesi di moto stazionario. Per le finalità illustrate nei paragrafi precedenti, la delimitazione delle aree interessate dalle inondazioni, devono innanzitutto rispondere al criterio, per ciascun tempo di ritorno, di individuare zone di uguale pericolosità, ovvero di uguale probabilità: pertanto, le portate al colmo di piena simulate in tutti i tratti fluviali rispettano, per ciascun tempo di ritorno, la condizione di equiprobabilità. Questa circostanza comporta, in generale, il non rispetto dell'equazione di continuità alle confluenze: infatti i tratti fluviali di monte, ad es. A e B, che confluiscono in un tratto fluviale di valle C, apportano al nodo le portate equiprobabili al colmo di piena  $Q_a$  e  $Q_b$ , ciascuna correlata alle superfici dei rispettivi bacini  $S_a$  e  $S_b$ , che, rispetto alla portata al colmo di piena  $Q_c$  del tratto di valle, correlata alla superficie del rispettivo bacino che può ritenersi essere  $S_c = S_a + S_b$ , saranno tali da far risultare:  $Q_c \neq Q_a + Q_b$ , anzi, essendo la formula razionale crescente meno che

linearmente (la sua concavità è rivolta verso il basso), in generale sarà  $Q_c < Q_a + Q_b$ . Aver richiesto la continuità ai nodi avrebbe comportato l'assunzione per il tratto di valle di una portata al colmo di piena superiore ( $Q_c' = Q_a + Q_b > Q_c$ ) e, conseguentemente, la individuazione di aree soggette a rischio idraulico per eventi di intensità superiore.

Nelle tabelle che seguono sono riportate tutte le portate simulate, per ciascun tratto fluviale e per ciascun tempo di ritorno.

## FIUME TEVERE

SEZIONE HEC - RAS	978-934	933-888	887-865	864	863-842	841-786	785-696	695-685	685-651	650-641	639-575	574-549
PORTATA (mc/s) Tr = 50	208-305 *	423-513 *	630-641 *	714	770-814 *	906-1014 *	1015-1073 *	1645-1650 *	1651-1666 *	1704-1707 *	1854-1930 *	1965-1990 *
PORTATA (mc/s) Tr = 100	233-342 *	475-613 *	744-757 *	838	900-949 *	1054-1178 *	1179-1245 *	1899-1906 *	1906-1924 *	1967-1971 *	2139-2225 *	2266-2294 *
PORTATA (mc/s) Tr = 200	275-404 *	561-721 *	873-888 *	982	1054-1106 *	1232-1379 *	1381-1459 *	2240-2248 *	2249-2270 *	2321-2326 *	2526-2629 *	2677-2711 *
PORTATA (mc/s) Tr = 500	381-561*	778-985 *	1196-1216 *	1347	1446-1501 *	1646-1827 *	1829-1924 *	2881-2890 *	2891-2917 *	2979-2985 *	3230-3357 *	3417-3457 *

\* portata variabile in modo continuo con legge quasi lineare

SEZIONE HEC - RAS	LOCALITA' (TOPONOMASTICA CARTOGRAFIA I.G.M. 1: 25.000)
978	IN PROSSIMITA' DELLA LOCALITA' PALAZZONE (INIZIO TRATTO TEVERE A)
934	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE CERFONE
933	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE CERFONE
888	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE NESTORE
887	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE NESTORE
865	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE NICCONE
864	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE NICCONE E A MONTE DEL TORRENTE CARPINA
863	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE CARPINA
842	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE ASSINO
841	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE ASSINO LOC. CASACCIO
786	A MONTE DEL PONTE FALCINO (FINE TRATTO TEVERE A)
785	INIZIO TRATTO TEVERE B
696	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL FIUME CHIASCIO
695	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL FIUME CHIASCIO
685	A VALLE DEL PONTE NUOVO IN PROSSIMITA' DI CASA BARGELLA ( FINE TRATTO TEVERE B)
651	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE PUGLIA
650	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE PUGLIA
641	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE NESTORE
639	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE NESTORE
575	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE NAIA
574	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE NAIA
549	A MONTE DEL FOSSO CARNEVALE (FINE TRATTO TEVERE C)

## **FIUME CHIASCIO**

<b>SEZIONE HEC – RAS</b>	<b>77 - 71</b>	<b>70 - 29</b>	<b>28 - 1</b>
PORTATA (mc/s) Tr = 50 ANNI	468 - 478*	533 - 557*	950*
PORTATA (mc/s) Tr = 100 ANNI	540 - 551*	615 - 642*	1100*
PORTATA (mc/s) Tr = 200 ANNI	615 - 627*	699 - 731*	1300*
PORTATA (mc/s) Tr = 500 ANNI	715 - 729*	813 - 850*	1500*

\* portata variabile in modo continuo con legge quasi lineare

<b>SEZIONE HEC - RAS</b>	<b>LOCALITA' (TOPONOMASTICA CARTOGRAFIA I.G.M. 1: 25.000)</b>
77	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL FOSSO BIAGIANO E RIO DI RUFOLE
71	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE TESCIO
70	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE TESCIO
29	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL FIUME TOPINO
28	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL FIUME TOPINO
1	CONFLUENZA CON IL FIUME TEVERE

## FIUME NESTORE

<b>SEZIONE HEC – RAS</b>	<b>81 - 79</b>	<b>78 - 59</b>	<b>56 - 18</b>	<b>17.1 - 17</b>	<b>16 - 0</b>
PORTATA (mc/s) Tr = 50 ANNI	150 - 152 *	245 - 279 *	320 - 373 *	417	432 - 437 *
PORTATA (mc/s) Tr = 100 ANNI	168 - 170 *	275 - 313 *	359 - 418 *	468	485 - 490 *
PORTATA (mc/s) Tr = 200 ANNI	198 - 201 *	325 - 370 *	425 - 494 *	552	573 - 579 *
PORTATA (mc/s) Tr = 500 ANNI	275 - 279 *	450 - 513 *	589 - 685 *	766	794 - 803 *

\* portata variabile in modo continuo con legge quasi lineare

<b>SEZIONE HEC - RAS</b>	<b>LOCALITA' (TOPONOMASTICA CARTOGRAFIA 1: 25.000)</b>
81	IN PROSSIMITA' DELLA LOC. IL VICINATO
79	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE CAINA
78	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE CAINA
59	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE GENNA
56	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE GENNA
18	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE FERSINONE
17.1	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE FERSINONE
17	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE FAENA DI NESTORE OTTONE
16	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE FAENA DI NESTORE OTTONE
0	CONFLUENZA CON IL TEVERE

## TORRENTE NAIA

<b>SEZIONE HEC – RAS</b>	<b>58 - 56</b>	<b>55 - 13</b>	<b>12 - 1</b>
PORTATA (mc/s) Tr = 50 ANNI	94	127-147 *	179 - 183 *
PORTATA (mc/s) Tr = 100 ANNI	105	143 - 166 *	201- 205 *
PORTATA (mc/s) Tr = 200 ANNI	124	169 - 196 *	237 - 243 *
PORTATA (mc/s) Tr = 500 ANNI	172	234 - 271 *	329 - 336 *

\* portata variabile in modo continuo con legge quasi lineare

<b>SEZIONE HEC - RAS</b>	<b>LOCALITA' (TOPONOMASTICA CARTOGRAFIA 1: 25.000)</b>
58	IN PROSSIMITA' DELLA LOC. "IL SACRATOIO"
56	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL FOSSO DI MASSA
55	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL FOSSO DI MASSA
13	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE ARNATA
12	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL TORRENTE ARNATA
1	IN PROSSIMITA' DELLA CONFLUENZA CON IL FIUME TEVERE

## **FIUME PAGLIA**

<b>SEZIONE HEC – RAS</b>	<b>3700 - 1200</b>	<b>1170 - 100</b>
PORTATA (mc/s) Tr = 50 ANNI	559	734
PORTATA (mc/s) Tr = 100 ANNI	641	841
PORTATA (mc/s) Tr = 200 ANNI	700	919
PORTATA (mc/s) Tr = 500 ANNI	1041	1366

<b>SEZIONE HEC - RAS</b>	<b>LOCALITA' (TOPONOMASTICA CARTOGRAFIA I.G.M. 1: 25.000)</b>
3700	IN PROSSIMITA' DEL PONTE DI ALLERONA
1200	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL FIUME CHIANI
1170	A VALLE DELA CONFLUENZA CON IL FIUME CHIANI
100	CONFLUENZA CON IL TEVERE

## **FIUME NERA**

<b>SEZIONE HEC – RAS</b>	<b>77 - 1</b>
PORTATA (mc/s) Tr = 50 ANNI	480
PORTATA (mc/s) Tr = 100 ANNI	530
PORTATA (mc/s) Tr = 200 ANNI	620
PORTATA (mc/s) Tr = 500 ANNI	860

<b>SEZIONE HEC - RAS</b>	<b>LOCALITA' (TOPONOMASTICA CARTOGRAFIA I.G.M. 1: 25.000)</b>
77	A MONTE DEL FOSSO BIAGGIANO E RIO DI RUFOLE
1	CONFLUENZA CON IL TEVERE

## FIUME VELINO

<b>SEZIONE HEC – RAS</b>	<b>379 - 321</b>	<b>320 - 282</b>	<b>281 -218</b>	<b>217 -203.5</b>	<b>203 - 178*</b>	<b>9 - 1*</b>	<b>177.5-156</b>	<b>155-153</b>	<b>152-149.97</b>
PORTATA (mc/s) Tr = 50 ANNI	150	180	265	380	247	133	380	230	130
PORTATA (mc/s) Tr = 100 ANNI	170	205	305	415	257	158	415	265	165
PORTATA (mc/s) Tr = 200 ANNI	200	235	350	450	269	181	450	300	200
PORTATA (mc/s) Tr = 500 ANNI	280	335	415	500	282	218	500	350	250

\* RAMO PRINCIPALE

\*\* RAMO SECONDARIO

<b>SEZIONE HEC - RAS</b>	<b>LOCALITA' (TOPONOMASTICA CARTOGRAFIA 1: 25.000)</b>
379	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL FOSSO DI CERDOLIMOLI
321	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL FIUME PESCHIERA
320	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL FIUME PESCHIERA
282	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL FIUME SALTO
281	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL FIUME SALTO
218	A MONTE DELLA CONFLUENZA CON IL FIUME TURANO
217	A VALLE DELLA CONFLUENZA CON IL FIUME TURANO
203.5 - 203 - 9	SEZIONI IN PROSSIMITA' DELLA BIFORCAZIONE IN DUE RAMI
178 - 1 – 177.5	SEZIONI IN PROSSIMITA' DEL RICONGIUNGIMENTO DEI DUE RAMI
156	A MONTE DEL CANALE IMMISSARIO DEL LAGO DI PIEDILUCO
155	A VALLE DEL CANALE IMMISSARIO DEL LAGO DI PIEDILUCO
153	A MONTE DEL FOSSO FEROLE
152	A VALLE DEL FOSSO FEROLE
149.97	SEZIONE SUL PONTE IN LOCALITA' PAPIGNO

### 7.3.3 Risultati

Al termine delle operazioni di modellazione idraulica, si è ottenuta per ciascuna sezione di calcolo il livello idrico raggiunto dalla propagazione dei diversi valori del colmo di piena. Successivamente, utilizzando un software specificatamente predisposto dal gruppo di professionisti incaricati, è stata effettuata una intersezione della superficie idrica individuata, opportunamente infittita ed interpolata tra una sezione e l'altra, con il modello digitale del terreno circostante. Il prodotto così ottenuto ha richiesto un'ultima fase di rifinitura, sia di tipo software, che d'interpretazione e correzione manuale. In particolare, uno degli inconvenienti che ha richiesto il maggior impegno è stata la riduzione al suolo delle quote misurate dal laser-altimetro sui campi coltivati e lungo le sponde coperte di vegetazione. L'urgenza imposta dalle necessità operative, richiesta dalle originarie scadenze del D.L. 180/98, ha comportato infatti l'effettuazione dei voli con il sistema d'acquisizione ALTM nei mesi di maggio e giugno 1998, periodo in cui le colture di tipo seminativo, come mais, grano e tabacco particolarmente utilizzate nel territorio umbro in prossimità dei corsi d'acqua, raggiungono il loro maggiore sviluppo, in alcuni tipi anche superiori al metro. Poiché nella fase di generazione del DEM, gli usuali metodi di riduzione al suolo delle misure acquisite dal laser-altimetro, avevano dato risultati poco soddisfacenti, almeno in raffronto all'ordine di approssimazione che si voleva ottenere, è stato necessario processare nuovamente le zone del DEM limitrofe ai corsi d'acqua ed in alcuni casi provvedere anche a dei sopralluoghi di campagna.

Al termine di quest'ultima fase, si è quindi ricostruito, per ciascun tempo di ritorno, il limite delle aree soggette ad inondazione, attraverso delle curve continue a cavallo dei tratti fluviali costituenti il reticolo idrografico principale.

L'identificazione dei diversi livelli di pericolosità lungo i rami del reticolo idrografico principale, ha permesso di associare una valutazione quantitativa della probabilità di verificarsi, misurata dai rispettivi  $Tr$  ed esprimibili in termini di valore alto, moderato e basso, a quell'insieme di segnalazioni di eventi alluvionali avvenuti in passato che, localizzati attraverso le attività di censimento diretto da parte dell'Autorità di Bacino o tramite l'organizzazione dell'informazione territoriale acquisita nel corso degli anni, costituisce la base dati del rischio idraulico diffuso nel bacino del Tevere. Una rappresentazione cartografica di questa informazione, correlata all'estensione delle formazioni geologiche di tipo alluvionale, è riportata nella "*Carta delle criticità idrauliche*".

Le approfondite conoscenze del territorio, sia di tipo topografico che di tipo antropico, ha poi consentito un particolare dettaglio informativo: sono state infatti differenziate le aree a rischio idraulico per inondazione "diretta", laddove cioè l'invasione delle acque partecipa "direttamente" al movimento da monte verso valle, da quelle cosiddette per inondazione "indiretta", che sono occupate dalle acque di piena a seguito di connessioni idrauliche come sottopassi stradali o ferroviari, o canali di comunicazione, ovvero a seguito di rigurgito attraverso fossi, scoline o addirittura affluenti secondari. Nelle zone soggette ad inondazione "indiretta", il movimento delle acque nella direzione di propagazione da monte verso valle risulta praticamente nullo e, ad eccezione delle immediate vicinanze delle interconnessioni che hanno causato l'allagamento, le acque possono considerarsi stagnanti. Bisogna tener presente che, ai fini di un'attività di individuazione e perimetrazione di aree soggette a rischio di inondazione, questa distinzione tra aree "dirette" ed "indirette" può risultare utile per differenziare, con considerazioni di tipo qualitativo e sempre nel rispetto del criterio di equiprobabilità di accadimento dell'evento, possibili effetti sul territorio, presumibilmente più gravosi in quelli di tipo "diretto" rispetto a quello di tipo "indiretto"; tuttavia vi possono

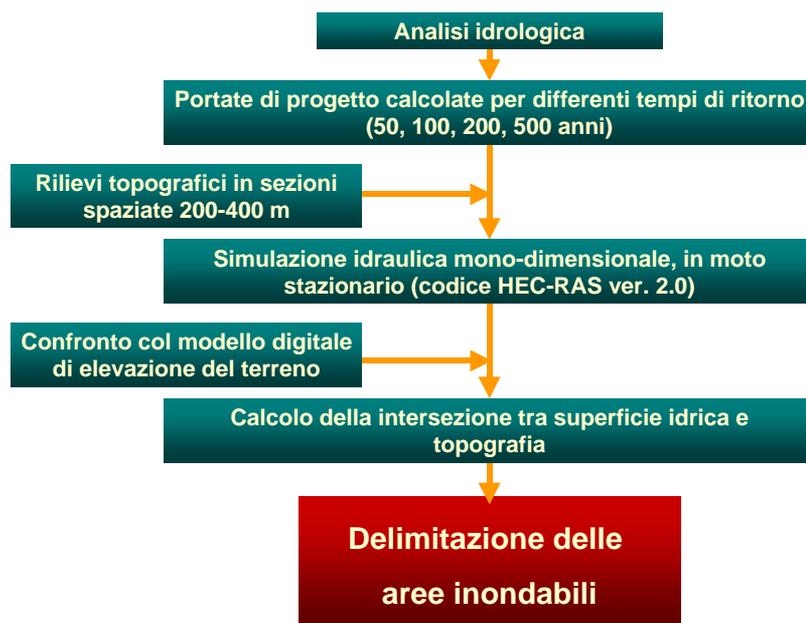
essere dei casi in cui le interneccassioni o i rigurgiti innestano dei processi idraulici che vanno considerati come delle propagazioni di onde di piena di tipo trasversale, ortogonali cioè alla direzione assunta dal modello mono-dimensionale utilizzato. E' evidente che in questi casi risulta non significativa la distinzione sopra menzionata e qualsiasi considerazione o conclusione da trarre richiede necessariamente uno specifico studio di tipo bidimensionale.

Le aree di tipo "indiretto" riportate nei risultati dello studio sono tutte e solamente quelle in cui la caratterizzazione della pericolosità idraulica è esaurientemente descritta da modelli di tipo mono-dimensionale.

A completamento, sono state poi segnalate le cosiddette aree per "crollo arginale", individuate, senza ovviamente alcuna ipotesi sulla dinamica del fenomeno di rottura, dalla estensione laterale del livello idrico che, a giudizio dei professionisti incaricati, può provocare il sormonto e/o il crollo dell'argine.

Quest'ultimo tipo di aree, che riguardano tipicamente tratti fluviali protetti da argini giudicati obsoleti o insufficienti o comunque in cattive condizioni di manutenzione, costituiscono un elemento informativo aggiuntivo, come segnalazione ai fini delle possibili estensioni di interesse per azioni di protezione civile; la loro perimetrazione ha carattere puramente indicativo e, probabilmente, per come sono state ricavate, mediante intersezione idrostatica del territorio circostante, errata per eccesso: d'altra parte il fenomeno del sormonto e/o del crollo arginale è tipicamente dinamico ed ovviamente trasversale alla direzione longitudinale di propagazione della piena, per cui una sua descrizione quantitativa necessita di una trattazione in moto vario bidimensionale.

## **PROCEDURE DI INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA**



## 7.4 Gli usi del suolo nelle aree inondabili

L'indagine relativa all'uso del suolo, condotta sulle fasce fluviali del Tevere e dei suoi principali affluenti (Chiascio, Nestore, Naia, Nera, Velino, Paglia e Aniene), ha come obiettivo l'individuazione delle relazioni tra gli usi del territorio antropizzato ed i naturali fenomeni di esondazione. A tal fine, l'analisi dello stato attuale del territorio, delle sue tendenze e potenzialità prende necessariamente in considerazione le tendenze di sviluppo socio economico del territorio, i piani ed i programmi di settore.

L'immagine che sembra emergere chiaramente dall'analisi - effettuata mediante fotointerpretazione relativa agli usi attuali del suolo del fondovalle del Tevere e dei suoi affluenti è quella di un territorio in forte trasformazione, nel quale convivono aspetti di forte dispersione insediativa e produttiva accanto alla presenza di consistenti nuclei industriali e ad una diffusa pratica agricola, spesso connessa alle attività di lavorazione dei prodotti stessi.

Se, infatti, la lettura delle foto aeree restituisce in modo oggettivo l'immagine attuale del territorio, è necessario interpretarne le tendenze attraverso altri strumenti - quali i dati statistici e le strategie di sviluppo territoriale - al fine di delineare un quadro esaustivo delle utilizzazioni del suolo del territorio interessato.

Il dato più eloquente sembra comunque essere quello relativo ai processi insediativi, in stretto rapporto con la presenza delle principali direttrici di attraversamento, localizzate nel fondovalle: il sistema infrastrutturale costituito dalla Ferrovia Centrale Umbra e dalla superstrada E45, sul quale vanno ad attestarsi alcuni centri di considerevoli dimensioni, sia per quanto riguarda la popolazione che per superficie urbanizzata, quali Assisi, Città di Castello, Perugia, Bastia, Deruta, Marsciano, S.Giustino e Umbertide. Si consideri, in particolare, alla popolazione di Perugia, Città di Castello e Umbertide i cui centri abitati ricadono nella fascia e che risultano avere, secondo i dati ISTAT come popolazione residente: Perugia, 144732 abitanti con una superficie comunale di 44992 ha; Città di Castello, 37455 abitanti con una superficie di 38753; Umbertide, 14314 abitanti con una superficie di 20016 ha.

Il rapporto tra struttura fortemente policentrica degli insediamenti e sistema infrastrutturale, soprattutto nel territorio umbro ha origini antichissime, legate alla struttura geomorfologica della valle, che si configura come vero e proprio "corridoio" di attraversamento tra nord e sud e verso il nord-est. Su di essa insistono, oltre alla già citata Ferrovia Centrale Umbra, all'autostrada Roma-Firenze e alla superstrada E45, ecc... una serie di reti minori di collegamento tra i vari centri.

I processi di trasformazione risultano evidenti non soltanto dal punto di vista morfologico, per la presenza di consistenti fenomeni di espansione in continuità con la città consolidata (classificata in legenda come "edificato continuo") o di saldatura lineare lungo le linee di accessibilità, ma anche dal confronto delle dinamiche insediative - secondo le quali, comunque, il patrimonio abitativo risulta pressoché raddoppiato - con quelle demografiche, che indicano una popolazione in costante aumento.

Tale situazione è riscontrabile - oltre che a Perugia, dove si assiste ad un rafforzamento degli sviluppi lineari legati alla struttura radiale della città - anche nel nucleo costituito da Terni, Narni e

Narni Scalo, dove alla città consolidata, costituita da tessuti compatti, si connette un sistema di urbanizzazioni lineari e di piccoli centri conurbati "a corona di rosario" lungo le direttrici verso Narni e Sangemini. Se, tuttavia, Terni sembra essere il polo focale intorno al quale si organizza l'intera conca ternana, Narni svolge un ruolo di cerniera tra la conca stessa ed il sistema insediativo lineare ovest-est costituito da Orte, S.Liberato, Narni e Terni.

A tali processi di addensamento fa riscontro il permanere di una consistente diffusione dell'insediamento sparso che, a riconferma delle radici rurali del territorio, anche laddove questo assume i caratteri di sistema lineare, si associa ad una agricoltura abbastanza solida e ricca (Deruta, Todi, Fratta Todina, Marsciano) o a fenomeni di recupero di natura prevalentemente esogena (case per vacanza e/o per fine settimana). Riferendosi a quanto è rilevato dall'ISTAT sulle utilizzazioni del suolo e relativa superficie agricola dei comuni di Marsciano, Gubbio, Perugia, Todi e Umbertide si rileva che, proprio a Perugia dove l'edificato sparso sembra essere di notevole consistenza e diffusione, si ha una superficie agricola utilizzata totale di 15685 ha, con attività industriali di tipo diffuso e soprattutto legate ad attività dismesse presenti un po' in tutto il fondovalle umbro. Infatti sempre dai dati ISTAT la popolazione residente in case sparse a Perugia è di 13984 abitanti con ben 4900 abitazioni di cui buona parte destinata a seconda casa. Dall'immagine appare evidente tale fenomeno, anche se predomina quello della diffusione dell'industria nel fondovalle.

E proprio nei fondovali che, sempre secondo i dati ISTAT, si concentrano i seminativi estensivi irrigui con una maggioranza evidente nei comuni di Città di Castello, Marsciano, Perugia e Umbertide.

Sono invece di minore entità i processi di trasformazione caratterizzati da diffusione del sistema insediativo che riguardano la Provincia di Terni, anche se si può rilevare un andamento positivo nei comuni di Narni, Orvieto, San Venanzo e Terni; anche in questo caso il comune di Orvieto si presenta con una forte diffusione di case sparse e concentrazione di attività industriali – Orvieto scalo - con attività agricole molto forti (SAU di 12390 ha).

Le zone dell'alto Tevere umbro - toscano (San Giustino, San Sepolcro, Città di Castello) dove l'ambito fluviale è più ristretto, conservano i caratteri più naturali, con presenza di vegetazione ripariale e aree boscate strettamente legate alle morfologie delle valli strette. Dove invece le valli si allargano, in prossimità di Città di Castello, i grandi appezzamenti a seminativi irrigui occupano tutta la pianura (4333ha); fossi e canali segnano le partizioni dei campi e gli argini risultano densamente alberati (querce e pioppi); la valle attraversata dal sistema storico della via Tiberina in questo tratto conserva il suo carattere di consolare perfettamente integrata al paesaggio, disegnato a trame larghe, con campi estesi e coltivati prevalentemente a tabacco. Tali aree agricole sono spesso il limite tra territorio agricolo e zone industriali che occupano i territori vallivi a ridosso della città.

Le zone della media valle del Tevere umbro, come precedentemente detto, hanno subito una diffusione degli insediamenti. Gli usi agricoli riscontrati sono prevalentemente i seminativi irrigui e asciutti, con presenza di vigneti e aree boscate: secondo i dati ISTAT le aree boscate –dato riferito

alle superfici comunali compresi nelle fasce- sono complessivamente di circa 76906 ha; mentre le superfici destinate a vigneto, oliveto e frutteto sono rispettivamente di 6005, 6430, 583 ha.

Gli stessi usi agricoli hanno subito profonde trasformazioni: se nel primo dopoguerra, infatti, anche le aree pianeggianti erano caratterizzate da piccoli appezzamenti delimitati da filari, l'odierna meccanizzazione dell'agricoltura ha comportato la quasi scomparsa di questi ultimi. Si hanno quindi appezzamenti di grandi dimensioni, racchiusi entro una maglia regolare costituita da poche vie d'accesso, dove non è sempre riscontrabile la rete di sgrondo delle acque superficiali, eliminata per recuperare superficie coltivabile e per facilitare la lavorazione meccanica.

I caratteri geomorfologici dell'ambito fluviale del Tevere laziale, caratterizzano fortemente gli utilizzi del suolo: nella zona destra i banchi tufacei con forre, speroni, terrazzamenti boscati o altopiani sono interessati dai comuni di Riano, Capena, Fiano Romano, Sant'Oreste; tra questi comuni emerge il dato di S. Oreste, che ha una SAU totale di 3.468 ha ed una superficie boscata di 571 ha. Nella zona a sinistra - dove si riscontrano pendici più dolci, utilizzate per il pascolo o monoculture di tipo specializzato, dovute al dilavamento delle acque sulle argille, le sabbie e il calcare - si collocano i comuni di Monterotondo, Mentana, Fara Sabina. Secondo quanto rilevato dall' ISTAT il comune di Monterotondo presenta una SAU a seminativi di 1.398 ha contro i soli 353 ha di superficie boscata, la superficie irrigata risulta di 268 ha

Complessivamente gli usi agricoli del suolo sono ancora legati a monoculture specializzate con caratteri tipici di valle aperta (per un totale di superficie con coltivazioni permanenti di 10463 ha), fino ad incontrare i primii insediamenti antropici che hanno profondamente modificato la vocazione tradizionale dell' ambito fluviale.

L'area del fondovalle vera e propria, alle porte di Roma, appare fortemente connotata dal sistema delle grandi direttrici di comunicazione, quali l'autostrada A1, la bretella Fiano-Valmontone, il raccordo della strada statale - che connette l'autostrada con la Salaria, garantendo l'accesso alla sabina e al reatino - la via Flaminia, la via Salaria, la via Tiberina - che, per la sua posizione, assume un ruolo centrale di servizio sia per i centri vicini che per la localizzazione di insediamenti terziari ed artigianali, la ferrovia Roma-Firenze e quella Roma-Civita Castellana-Viterbo, poste ai margini dell'area, e la direttissima per Firenze, che l'attraversa per tutta la sua estensione. A tali direttrici longitudinali si aggiungono una serie di arterie trasversali alla valle, di connessione locale.

Al sistema insediativo storico, di tipo policentrico, con nuclei isolati sulle emergenze geomorfologiche, si contrappongono gli insediamenti periferici più recenti, nucleari o lineari, situati nelle zone di fondovalle in prossimità della grande viabilità di attraversamento. Si tratta dei comuni di Torrita Tiberina, Castelnuovo di Porto, Fiano Romano, Filacciano, Nazzano, Riano, S.Oreste.

Indubbiamente la presenza delle arterie viarie, che nel corso dei secoli hanno rappresentato la naturale ossatura per l'insediamento e la crescita dei centri, ha determinato la tendenza attuale alla concentrazione di attività commerciali e produttive come nel caso di Fiano e Capena lungo la via Tiberina; questi insediamenti costituiscono le recenti strutture lineari interessate da un evidente processo di saldatura tra centri minori fino a definire una sorta di unità sovracomunali caratterizzate da una estrema commistione di aree residenziali, cave e insediamenti industriali.

### 7.4.1 Gli usi del suolo attraverso la lettura dei dati statistici

I dati utilizzati per le indagini di seguito illustrate sono riferiti ai censimenti ISTAT 1991 relativi ai 98 Comuni ricadenti nelle fasce fluviali. Come è evidente non tutta la superficie comunale ricade nelle aree fluviali: si tratta infatti di indagini che investono un territorio di circa 1.200 Km<sup>2</sup> non riconducibile ad una effettiva delimitazione di ambito morfologico o amministrativo

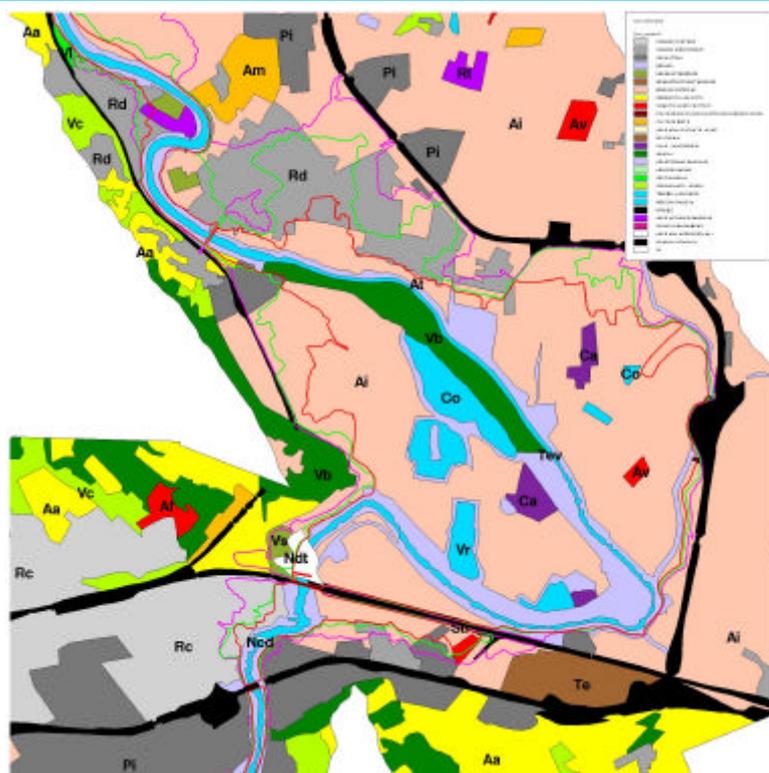
In ogni caso si è posta particolare attenzione ai dati riferiti a quei comuni che appartengono totalmente alle fasce fluviali o il cui territorio vi ricada per più del 50% della superficie totale. Di seguito vengono illustrati i dati aggregati per Province.

#### *La provincia di Roma*

Nelle fasce fluviali della Provincia di Roma ricadono 27 comuni di cui 15 appartenenti al bacino dell'Aniene e 12 a quello del Tevere. Per i comuni ricadenti nel tratto alto dell'Aniene non si rileva particolare pressione antropica: si tratta prevalentemente di comuni con poca popolazione insediata e, proprio in prossimità delle fasce fluviali sono quasi assenti le aree con insediamento residenziale e produttivo così come le case sparse. Questo vale per i comuni di Agosta, Anticoli Corrado, Arsoli, Canterano, Castel Madama, Cineto Romano, Mandela, Marano Equo, Rocca Canterano, Roviano, Subiaco e Saracinesco dove

#### Autorità di Bacino del Fiume Tevere

### Uso del suolo



la popolazione residente, come dato comunale, oscilla tra i 186 abitanti di Saracinesco e i 9.004 di Subiaco con case sparse pressoché assenti. E' da notare come proprio a Subiaco, le circa 5.200 abitazioni censite risultino per quasi la metà non occupate e come le 2.940 famiglie residenti coincidano numericamente con le abitazioni occupate: il patrimonio edilizio esistente è quindi per circa la metà riferibile ad abitazioni di non residenti o seconde case. Gli unici comuni che invece producono una forte pressione insediativa sono Guidonia Montecelio e Tivoli: infatti i soli centri di Albuccione, Setteville, Villanova e Villalba, (per il comune di Guidonia) direttamente legati alla fascia dell'Aniene, presentano una popolazione

residente complessivamente di 28.123 abitanti ed il loro tessuto insediativo, strutturato principalmente sulla via Tiburtina, si spinge in modo disordinato fino alla valle più prossima all'Aniene anche con forte presenza di attività produttive legate all'estrazione e trasformazione dei travertini. Tuttavia, dal dato ISTAT sulla popolazione attiva risultano solo 46 attivi nelle estrazioni di minerali e ben 4.327 impiegati nel manifatturiero, 2.170 nelle costruzioni e 3.375 nel commercio. Il dato testimonia evidentemente di un'area in forte crescita edilizia e che rappresenta un polo di forte migrazione di forza lavoro proveniente da altri comuni. Lo stesso fenomeno è riscontrabile anche nell'area del comune di Tivoli dove nel ramo estrattivo sono rilevati solo 233 attivi, con 3.404, 1.435 e 2.788 rispettivamente nel manifatturiero, costruzioni e commercio.

I centri di Bagni di Tivoli, Martellona e Villa Adriana (per il comune di Tivoli) presentano anch'essi una popolazione molto elevata per un totale di 20.138 abitanti. Anche in questo caso sono molte le attività industriali legate ai travertini, alle attività di stoccaggio e deposito che ricadono nella fascia fluviale.

Tra i 12 comuni della fascia del Tevere quelli che più emergono per abitanti gravitanti sulla fascia fluviale sono: Fiano Romano, con 5.649 abitanti; Monterotondo con 30.124 abitanti, in cui il dato più indicativo è rappresentato dalla presenza della attività industriali soprattutto in prossimità della Salaria e del Tevere; Riano con 6.017 abitanti di cui solo un terzo ricadenti nella fascia; proprio a Monterotondo sono rilevate 9.885 abitazioni occupate con 9.537 famiglie residenti, le non occupate sono solo 891 e si tratta evidentemente di seconde case.

#### *La Provincia di Rieti*

I comuni della Provincia di Rieti che ricadono nelle fasce fluviali sono in totale 18 di cui 6 nell'ambito del Tevere: Collevicchio, Forano, Magliano Sabina, Montopoli in Sabina, Poggio Mirteto e Stimigliano; 12 ricadono nell'ambito Nera-Velino e sono: Antrudoc, Borgo Velino, Cantalice, Castel S. Angelo, Cittaducale, Contigliano, Greccio, Labro, Morro Reatino, Poggio Bustone, Rieti e Rivodutri. I comuni ricadenti nell'ambito del Tevere hanno scarsa incidenza rispetto ai pesi insediativi: la popolazione residente risulta oscillare tra i 3.011 abitanti di Antrudoc ed i 1.462 di Colle Vecchio con scarsissima incidenza sulla fascia fluviale. Emerge il solo dato di Magliano Sabina che presenta un peso insediativo del proprio centro principale di 3.702 abitanti ricadente interamente all'interno della fascia fluviale, 1.728 abitazioni occupate e ben 1.128 case sparse. Il numero delle abitazioni occupate, cresciuto nel periodo compreso tra il 1950 e il 1980 di circa 250 nuove abitazioni, si è via via stabilizzato intorno agli anni novanta.

Nella fascia del Nera-Velino assume particolare rilievo il peso insediativo di Rieti: popolazione residente nel capoluogo di 33.984 abitanti, 11.367 famiglie e 12.887 abitazioni occupate di cui 2.177 realizzate prima del 1919 e con un picco massimo raggiunto nel '61-'71 con 3.496 nuove abitazioni. E' da sottolineare che nell'ambito fluviale del sistema Nera-Velino il nucleo antico di Rieti insiste a ridosso del Velino mentre tutta la nuova espansione si è sviluppata verso nord lungo la via Tiberina: si tratta prevalentemente di insediamenti di tipo produttivo a carattere industriale e artigianale legati alla produzione e lavorazione del legno (il ciclo produttivo legato al legno rappresenta un elemento determinante nella Provincia di Rieti, dove insistono notevoli distese boscate). Dal censimento ISTAT emerge il dato relativo alle superfici totali delle coltivazioni legnose di 190 ha e delle superfici agricole di 8.381 ha con queste ultime che rappresentano più del 30% rispetto alla superficie totale comunale 20.652 ha. Questo dato conferma che gran parte del territorio comunale è occupato dal tessuto insediativo a carattere residenziale e

produttivo e la restante parte da un insediamento diffuso e frammentato con orti che si attesta intorno ai centri abitati.

#### *La provincia di Viterbo*

I comuni della Provincia di Viterbo che ricadono almeno parzialmente nella fascia fluviale del Tevere sono complessivamente 7: Bassano in Teverina, Bomarzo, Castiglione in Teverina, Civita Castellana, Civitella d'Agliano, Gallese e Graffignano mentre Proceno e Acquapendente insistono sul Paglia ed Orte si attesta sulla confluenza del Nera con il Tevere .

Proprio il territorio del comune di Orte è quello che più incide come peso insediativo nella fascia fluviale, infatti la popolazione totale comunale è di 7.668 abitanti di cui circa 3.000 localizzati a Orte scalo e circa 2.500 ad Orte centro con 1.700; emerge il dato delle 1.700 case sparse che si concentrano proprio nell'ambito vallivo del Tevere. Inoltre proprio ad Orte scalo sono presenti numerose attività legate al settore produttivo industriale e commerciale.

#### *Le provincie di Arezzo e Siena*

I comuni della Provincia di Arezzo e della Provincia di Siena che ricadono nella fascia fluviale sono in tutto sei: due della Provincia di Arezzo (Anghiari e Sansepolcro); quattro nella Provincia di Siena (Abbadia S. Salvatore, Radicofani e San Casciano dei Bagni). La porzione di territorio comunale che ricade nella fascia è abbastanza ridotta, i nuclei insediativi sono in genere di tipo industriale e/o artigianale. Il comune di Anghiari ha una popolazione totale di 5.877 abitanti con una superficie comunale di 13.048 ha, di cui solo circa il 30% ricade nella fascia. Proprio in questa area ricade il parco fluviale di Sansepolcro, in cui la fascia è ancora prevalentemente libera da insediamenti (il dato comunale sulla popolazione residente a Sansepolcro riferisce 15.695 abitanti, concentrati principalmente nel capoluogo) come generalmente tutta la zona del Tevere nord in cui sono presenti prevalentemente aree destinate ad agricoltura, coltivazioni legnose, aree boscate ed insediamenti produttivi di modesta entità.

#### *La provincia di Terni*

I comuni della Provincia di Terni che appartengono alla fascia fluviale sono complessivamente 18 di cui 9 ricadono nella fascia fluviale del Tevere: Alviano, Attigliano, Baschi, Giove, Guardea, Lugnano in Teverina, Montecchio, Otricoli e Penna in Teverina; 4 nell'ambito del Paglia, Castelviscardo, Allerona, Ficulle e Orvieto; 1 nel Naia, Acquasparta; 2 nel Nera, Sangemini e Narni (confluenza con il Velino); 1 nel Nestore, San Venanzo; 1 alla confluenza Nera-Velino, Terni.

Facendo riferimento a livello regionale ad una serie di caratteri persistenti che connotano tutto il territorio, si può riconoscere in questa Provincia, un generale il processo di urbanizzazione che presenta le seguenti caratteristiche: tendenza alla concentrazione insediativa della popolazione residente nei centri e conseguente abbandono delle case sparse; crescita dei centri limitrofi alle grandi aree urbane( tendenza più diffusa nella Provincia di Perugia rispetto a quella di Terni); diffusione degli insediamenti posti in pianura soprattutto lungo le direttrici principali di collegamento regionale. A ciò si accompagna il declino delle aree industriali tradizionalmente "forti" in questo territorio e la crescita della attività produttive concentrate nei "distretti industriali". I comuni della fascia fluviale del Tevere non emergono per peso insediativo: la popolazione si aggira mediamente intorno ai 2.000 – 3.000 abitanti ma con scarsa incidenza sull'ambito

fluviale. Il carattere prevalentemente agricolo di questo territorio è interrotto solo all'altezza di Orvieto dove il nucleo antico si affaccia direttamente sul fondovalle fluviale: nel capoluogo risiedono 6.155 abitanti e sono censite 2.899 abitazioni su un totale, rispettivamente, di 21.419 abitanti e 9.135 abitazioni. La vocazione agricola di questo territorio è confermata anche dal dato sugli addetti nel settore dell'agricoltura, che proprio nel comune di Orvieto raggiungono il valore più alto: 823 addetti nell'agricoltura, ma con delle punte nei settori del commercio (1.299 addetti) e nel settore manifatturiero (1.153 addetti).

Diversa è invece l'immagine che appare alla confluenza Nera-Velino dove proprio Terni occupa tutta la parte di fondovalle: la popolazione residente nel centro è di 93.970 abitanti su 108.248 ed emerge il dato dei residenti in case sparse che sono ben 7.830. Per quanto riguarda l'epoca di costruzione dei fabbricati si rileva che la maggiore crescita della città è avvenuta tra gli anni 1946 e 1981 con 9681, 8710 e 7275 nuove costruzioni. Questo dato conferma generalmente tutta la tendenza di accentramento verso le grandi città dove maggiore è l'offerta occupazionale. Lo stesso fenomeno si riscontra a Narni (Velino): la popolazione residente nel capoluogo è di 4.743 abitanti su 20.439 (intero comune) con 4.106 abitanti in case sparse e 1.378 edifici costruiti nel 1972-81.

## 7.5 Il concetto di rischio assunto dal PAI

La definizione del rischio fa riferimento alla nota relazione di Varnes:

$$R = P \times V \times K$$

in cui

**R:** rischio espresso in termini di danno atteso riferito al costo sociale, di recupero e ristrutturazione dei beni materiali danneggiati dall'agente calamitoso;

**P:** pericolosità ovvero probabilità di accadimento dell'evento di una certa intensità;

**V:** valore esposto, quale identificazione del valore sociale, economico, di persone, beni ed infrastrutture che ricadono nell'area soggetta al fenomeno

**K:** vulnerabilità, quale percentuale del valore esposto che andrà perduto nel corso dell'evento.

Tuttavia, lo stesso DPCM 29 settembre 1998 (Atto di indirizzo e coordinamento in attuazione del D.L. 180/98) al punto 2.1 "Criteri generali", si riferisce alla formula di Varnes specificando che si dovrà far riferimento ad essa solo per la individuazione dei fattori che determinano il rischio senza porsi come obiettivo quello di giungere ad una valutazione di tipo strettamente quantitativo. Il DPCM definisce le seguenti quattro classi di rischio:

### **R4 rischio molto elevato**

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, la distruzione di attività socio-economiche

### **R3 rischio elevato**

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

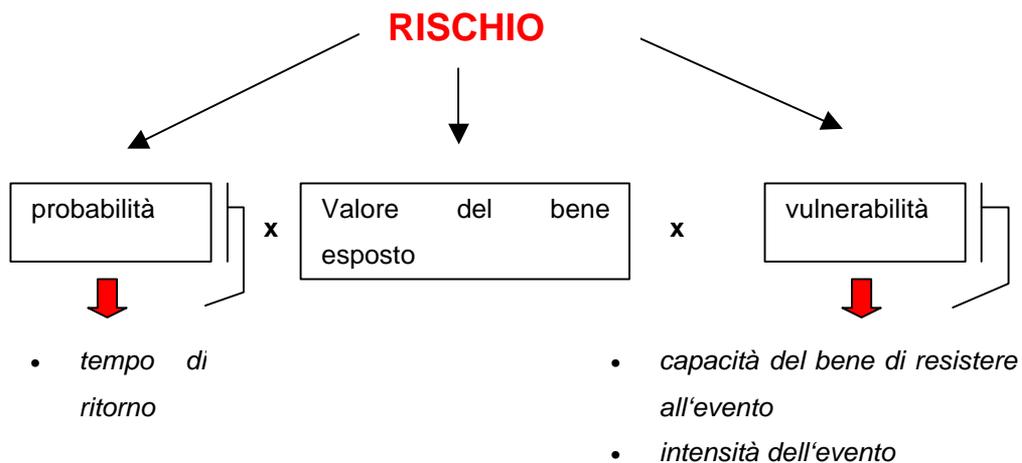
### **R2 rischio medio**

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

### **R1 rischio moderato**

per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali.

L'analisi del rischio su tutto il territorio non può che avvenire partendo dall'utilizzo della relazione di Varnes ( $R = P \times V \times K$ ) che, attraverso la metodologia di seguito esposta potrà essere interpretata sulla base del quadro conoscitivo complesso ed articolato oggi disponibile presso l'Autorità di bacino



I fattori contenuti nella relazione sono parametrizzabili e possono assumere proporzioni differenti producendo contemporaneamente il medesimo risultato di livello di rischio elevato.

#### a) LA PROBABILITÀ

IL CONCETTO DI PROBABILITÀ, È DEFINIBILE COME UNA FUNZIONE DAL TEMPO DI RITORNO  $P=1/Tr$ . LE SIMULAZIONI DI PROPAGAZIONE DELLA PIENA SONO STATE CONDOTTE SECONDO TRE DIVERSI TEMPI DI RITORNO ASSEGNATI A CUI CORRISPONDONO DIVERSE PORTATE:

- Tr = 50
- Tr = 200
- Tr = 500

I tempi di ritorno e le portate stimate si assumono come valori convenzionali ed oggettivi tramite i quali si simulano gli eventi ed i risultati della modellazione idraulica definiscono la pericolosità su un'area indipendentemente dalle sue destinazioni d'uso

#### b) Valore del bene esposto e Vulnerabilità

Il valore del bene esposto dipende da numerosi parametri che, considerati nella loro globalità, lo esprimono quantitativamente. La vulnerabilità di un bene dipende dalla sua capacità di resistere all'evento calamitoso in relazione all'intensità di quello specifico evento. Per valutare quantitativamente la vulnerabilità è necessario dunque conoscere le caratteristiche strutturali, costruttive ed il livello di efficienza del bene nonché le caratteristiche dell'evento calamitoso ad esempio attraverso la velocità di propagazione dell'onda di piena oppure mediante l'altezza che raggiunge il tirante idrico in relazione ai diversi tempi di ritorno ed alla modellazione dei suoli.

Il concetto di vulnerabilità di un bene come sopra definito, è estremamente puntuale e dipende da valori che, per la grande articolazione dei beni esposti individuata non sono determinabili se non in modo ipotetico; esso non è pertanto applicabile compiutamente alla scala dell'intero bacino idrografico

Ma nella impossibilità di valutare significativamente in termini economici tutte le diverse tipologie di beni esposti distribuiti all'interno delle fasce di esondazione nonché la loro vulnerabilità, il PAI ha assunto come elemento di valutazione del valore del bene e della sua vulnerabilità, la possibilità di perdita di vite umane in relazione alle specifiche destinazioni d'uso dei beni distribuiti sul territorio; la valutazione si articola in quattro gradi di sensibilità:

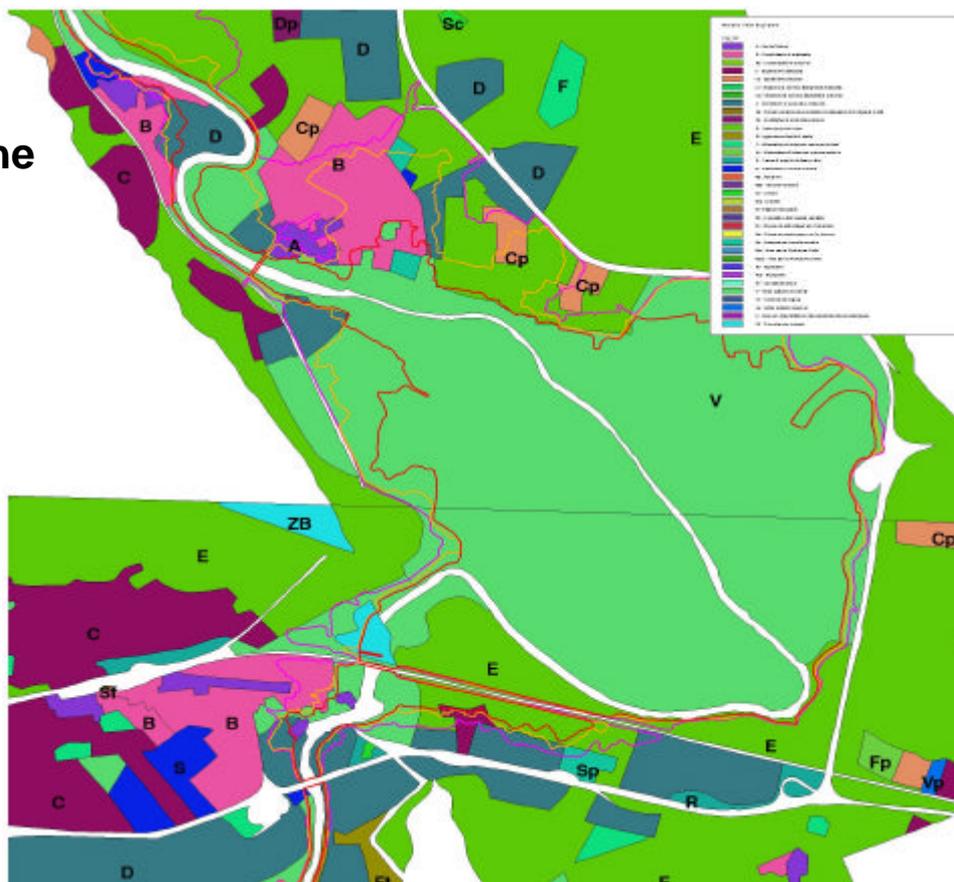
Sensibilità\*

- |                  |           |
|------------------|-----------|
| 1. molto elevata | <b>ME</b> |
| 2. elevata       | <b>E</b>  |
| 3. media         | <b>M</b>  |
| 4. bassa         | <b>B</b>  |

La lettura degli usi del suolo effettuata attraverso l'interpretazione delle ortofoto digitali prodotte dall'Aquater in scala 1/10.000 e la composizione del quadro della pianificazione comunale hanno consentito l'individuazione delle diverse tipologie di beni esposti. Tra dette tipologie sono state incluse, come si vede dalla tabella seguente, anche le aree gravate da previsione urbanistica in modo da poter avere una visione globale delle utilizzazioni dei suoli, anche quindi di quelle previste.

### Autorità di Bacino del Fiume Tevere

## Previsioni urbanistiche



Tuttavia, dette aree, a differenza di quelle effettivamente edificate, non hanno dato luogo a perimetrazioni di aree a rischio così come sopra definite per due ordini di motivi: il primo riguarda la continua evoluzione della strumentazione urbanistica che rende il dato di partenza (la previsione urbanistica dello strumento comunale ad una certa data) troppo mutevole nel tempo e quindi inutilizzabile; il secondo motivo riguarda invece una scelta progettuale del Pai di regolamentare eventuali previsioni urbanistiche incompatibili con gli obiettivi del Pai, attraverso la disciplina adottata per le fasce A, B e C

#### TIPOLOGIA DEI BENI ESPOSTI (Tab. A)

BENE ESPOSTO	codice
aree prevalentemente residenziali	
Edificato continuo – Edificato discontinuo	Rc - Rd
aree prevalentemente produttive	
Edificato industriale commerciale artigianale	Pi
Aree per deposito e stoccaggio	Pd
aree per servizi	
Ospedali	Sh
Aeroporti	Sa
Scuole	Si
Stazioni ferroviarie	Sf
Caserme	Sm
Cimiteri	Sc
Protezione civile	Sp
Verde attrezzato ed impianti sportivi	
Verde attrezzato	Vp
Impianti sportivi	Vs
infrastrutture tecnologiche	
Depuratori	Td
Discariche	Ts
Centrali elettriche	Te
Inceneritori	Ti
Aree agricole o coperte da vegetazione con insediamento sparso	
Seminativi irrigui	Ai
Seminativi asciutti	Aa
Colture orticole	At
Vigneti	Av
Oliveti	Ao
Frutteti	Af
Colture florivaistiche e serricoltura	Ac
Colture specializzate	As
Colture miste	Am
Aree per impianti zootecnici.	Az
Impianti arborei lineari	Va
Masse boscate	Vb
Arbusteti e cespuglieti	Vc
Prati pascolo	Vi
Boschi ripariali	Vr
Aree in trasformazione/costruzione	Rt
Aree nude	An
Cave ed impianti di lavorazione	Ca
Aree di completamento ed espansione residenziale da PRG	
Completamento residenziale prevista	Bp
Espansione residenziale prevista	Cp
Espansione turistico alberghiera prevista	Ctp
Aree di espansione produttiva da PRG	
Insediamento produttivo previsto	Dp
Insediamento produttivo con presenza di industrie nocive	Dnp

BENE ESPOSTO	CODICE
Insediamiento produttivo previsto con presenza di allevamenti di rilevante entità	Dap
<b>3. AREE PER ATTREZZATURE DI INTERESSE COMUNE E SERVIZI DA PRG</b>	
Attrezzature di interesse comune previste (religiose, culturali, sociali, etc.)	Fp
Attrezzature e servizi previste (aree standards)	Sp
Aeroporti previsti	Sap
Scuole previste	Sip
Impianti per prot.civ.previsti	Spcp
Ospedali previsti	Shp
Caserme previste	Smp
Stazioni ferroviarie previste	Sfp
Cimiteri previsti	Scp
Centrali elettriche previste	Tep
Inceneritori previsti	Tip
Depuratori previsti	Tdp
Discariche previste	Tsp
<b>13. INFRASTRUTTURE DELLA VIABILITÀ</b>	
Autostrade, superstrade, statali, provinciali, comunali, ferrovie (in rilevato, a raso, in trincea)	

### 7.5.1 Le aree a rischio idraulico: classificazione delle aree R4,R3,R2,R1

Da quanto detto appare necessario reinterpretare la formula di Varnes modulandone i fattori secondo la base conoscitiva prodotta da questa Autorità.

A questo fine è stata condotta una analisi che, realizzata attraverso l'ausilio di procedure GIS, ha condotto ad una prima valutazione del rischio secondo pr

ocedure automatiche di associazione della pericolosità con il grado di sensibilità all'interno delle fasce esondabili alla scala dell'intero bacino.

Il rischio *R* è stato ridefinito sulla base dei due fattori sensibilità e probabilità che, pur non corrispondenti all'espressione della vulnerabilità secondo la formula di Varnes, ne interpretano il valore secondo la base conoscitiva disponibile.

Infatti, nel caso del reticolo idrografico principale la conoscenza delle destinazioni d'uso dei suoli, rilevata dalla ortofoto digitale Aquater così come la dettagliata lettura della strumentazione urbanistica comunale, consentono una definizione puntuale del rischio in relazione all'esondabilità definita attraverso i modelli di simulazione per i tre tempi ritorno significativi di 50, 200 e 500 anni.

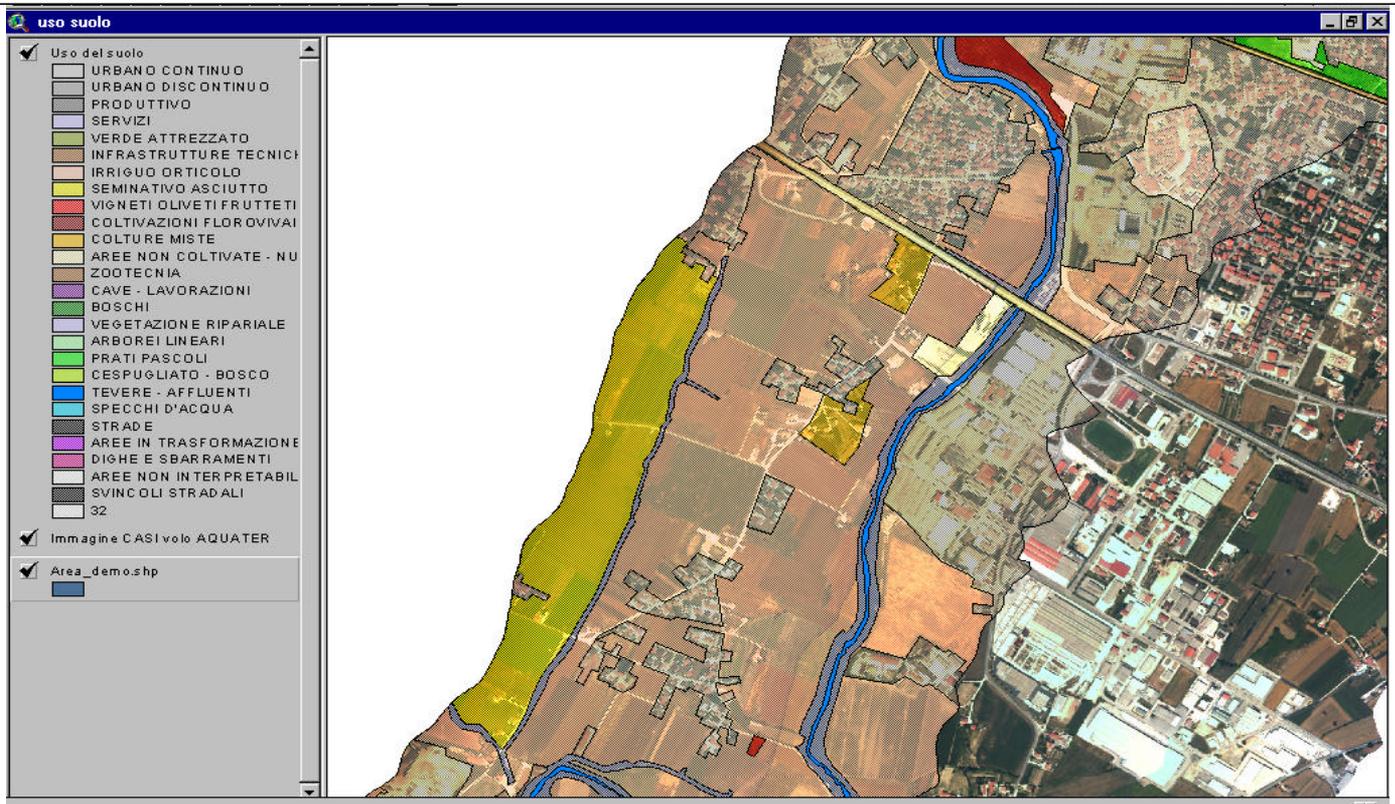
*In questo senso il metodo applicato è congruente con quanto riportato al punto 2.1 "Criteri generali" dell'Atto di indirizzo e coordinamento in merito alla tipologia dei beni che prioritariamente devono essere considerati ai fini del rischio:*

- gli agglomerati urbani comprese le zone di espansione urbanistica;

- le aree s cui insistono insediamenti produttivi, impianti tecnologici di rilievo, in particolare quelli definiti a rischio ai sensi di legge;
- le infrastrutture a rete e le vie di comunicazione di rilevanza strategica anche a livello locale;
- il patrimonio ambientale e i beni culturali di interesse rilevante;
- le aree sede di servizi pubblici e privati, di impianti sportivi e ricreativi, strutture ricettive ed infrastrutture primarie

## Carta della vulnerabilità

### Dati di input: uso del suolo



Nel caso di un complesso di dati quale quello riferibile alla tipologia di beni esposti individuati la classificazione proposta dal PAI è la seguente:

## TIPOLOGIA DEI BENI ESPOSTI E SENSIBILITA'

BENE ESPOSTO	Codice	SENSIBILITÀ
--------------	--------	-------------

Edificato continuo	Rc	<b>ME (100)</b>
Edificato discontinuo	Rd	<b>ME (100)</b>
Ospedali	Sh	<b>ME (100)</b>
Scuole	Si	<b>ME (100)</b>
Caserme	Sm	<b>ME (100)</b>
Edificato industriale commerciale artigianale	Pi	<b>E (80)</b>
Aeroporti	Sa	<b>E (80)</b>
Stazioni ferroviarie	Sf	<b>E (80)</b>
Aree per deposito e stoccaggio	Pd	<b>E (80)</b>
Protezione civile	Sp	<b>E (80)</b>
Impianti sportivi	Vs	<b>E (80)</b>
Depuratori	Td	<b>M (50)</b>
Discariche	Ts	<b>M (50)</b>
Centrali elettriche	Te	<b>ME (100)</b>
Cimiteri	Sc	<b>B (20)</b>
Verde attrezzato	Vp	<b>B (20)</b>
Seminativi irrigui	Ai	<b>B (20)</b>
Seminativi asciutti	Aa	<b>B (20)</b>
Colture orticole	At	<b>B (20)</b>
Vigneti	Av	<b>B (20)</b>
Oliveti	Ao	<b>B (20)</b>
Frutteti	Af	<b>B (20)</b>
Colture florivaistiche e serricoltura	Ac	<b>B (20)</b>
Colture specializzate	As	<b>B (20)</b>
Colture miste	Am	<b>B (20)</b>
Aree per impianti zootecnici.	Az	<b>B (20)</b>
Impianti arborei lineari	Va	<b>B (20)</b>
Masse boscate	Vb	<b>B (20)</b>
Arbusteti e cespuglieti	Vc	<b>B (20)</b>
Prati pascolo	Vi	<b>B (20)</b>
Boschi ripariali	Vr	<b>B (20)</b>
Specchi d'acqua	Co	<b>B (20)</b>
Aree in trasformazione/costruzione	Rt	<b>B (20)</b>
Aree nude	An	<b>B (20)</b>
Cave ed impianti di lavorazione	Ca	<b>B (20)</b>

L'attribuzione delle classi di rischio come sopra definite è stata ulteriormente affinata dallo studio delle caratteristiche specifiche dell'evento calamitoso simulato dal modello idraulico. In particolare sono stati studiati, relativamente ad ogni sezione, la velocità e l'altezza del tirante idrico che hanno contribuito alla definizione di aree cosiddette marginali rispetto ai fenomeni di esondazione.

## 7.5.2 Le aree marginali

La delimitazione delle aree soggette a rischio d'inondazione ottenuta con l'attività di simulazione idraulica, così come descritto ai paragrafi precedenti, ha classificato il territorio adiacente le aste del reticolo principale in funzione della maggiore o minore probabilità di risultare inondate a seguito di eventi di piena.

In base alle considerazioni fatte, ed in particolare alla necessità di rispettare per ogni classe di eventi, così come definito dal D.P.C.M. 29.09.1998, il criterio dell'equiprobabilità nelle zone perimetrate da uno stesso tempo di ritorno, il territorio esaminato è stato sostanzialmente suddiviso in tre zone: una prima area, a ridosso del corso d'acqua, contenuta all'interno del limite della piena con  $Tr = 50$  anni; una seconda, compresa tra la linea precedente ed estesa fino al limite della piena con  $Tr = 200$  anni; una terza, compresa tra quest'ultimo limite e quello individuato dalla piena con  $Tr = 500$  anni. Per quanto detto, all'interno di ciascuna di queste strisce di territorio, ogni punto materiale è sottoposto ad un rischio idraulico con un ben definito livello di probabilità.

Ciò premesso, bisogna tuttavia notare che, rispetto alle condizioni di effettiva servitù idraulica a cui porzioni di territorio all'interno di una stessa area di pericolo si possono trovare, si verificano in generale delle notevoli differenze: prendendo ad esempio la zona intermedia definita dai limiti della  $Tr = 50$  anni e  $Tr = 200$  anni, vi sono delle zone limitrofe alla linea  $Tr = 200$  anni in cui, al verificarsi dell'evento duecentennale, il livello dell'acqua sarà di pochi centimetri e, presumibilmente, anche le velocità della corrente assai ridotte; di contro; le zone vicine alla linea  $Tr = 50$  anni, possono essere sottoposte a tiranti di qualche metro e velocità della corrente rilevanti.

Queste considerazioni hanno suggerito la ricerca di un criterio che consentisse di evidenziare, in modo razionale queste differenti situazioni, affinché, attraverso un'opportuna metodologia che rispondesse a requisiti di oggettività ed affidabilità operativa, all'interno di zone sottoposte ad uno stesso grado di pericolo idraulico si potessero perimetrare quelle "marginali" dal punto di vista della vulnerabilità e quindi del rischio.

A tale proposito, è utile riportare uno stralcio del parere espresso dall'assemblea generale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nella seduta del 28.04.1995 in relazione alle aree soggette a rischio idraulico nel tratto del Tevere compreso tra Orte e la traversa di Castel Giubileo: *„...inoltre, l'attività dell'Autorità stessa dovrebbe mirare ad avviare subito un programma di affinamento degli studi già effettuati svolgendo accurati rilievi topografici: sezioni, piani quotati, etc. ma rilevando anche gli elementi di carattere edilizio; tale affinamento potrebbe portare a definire zone marginali delle aree interessate da modastissime altezze dei livelli idrici ...*

La definizione di una metodologia per la individuazione delle aree marginali è stata realizzata attraverso un processo di successivi tentativi ed approfondimenti, verificando anche quanto disponibile nella letteratura scientifica e quanto realizzato nell'ambito di altre esperienze tecniche da parte di altre amministrazioni.

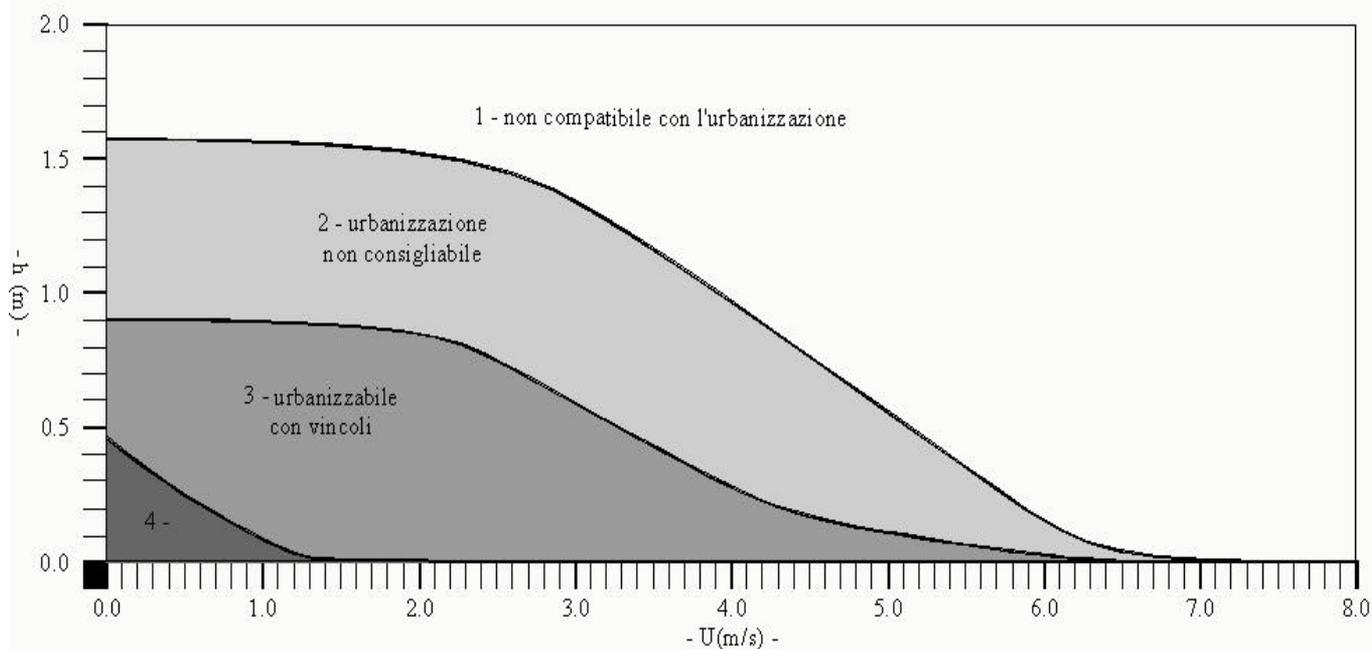
Il criterio che si è seguito è stato innanzitutto quello di considerare contemporaneamente il tirante idrico, cui una determinata area può essere soggetta, ed il relativo valore della velocità della corrente, poiché non è sembrata sufficientemente valida la "marginalizzazione" realizzata in funzione del solo elemento statico dato dal battente idrico, come generalmente adottato nelle altre esperienze .

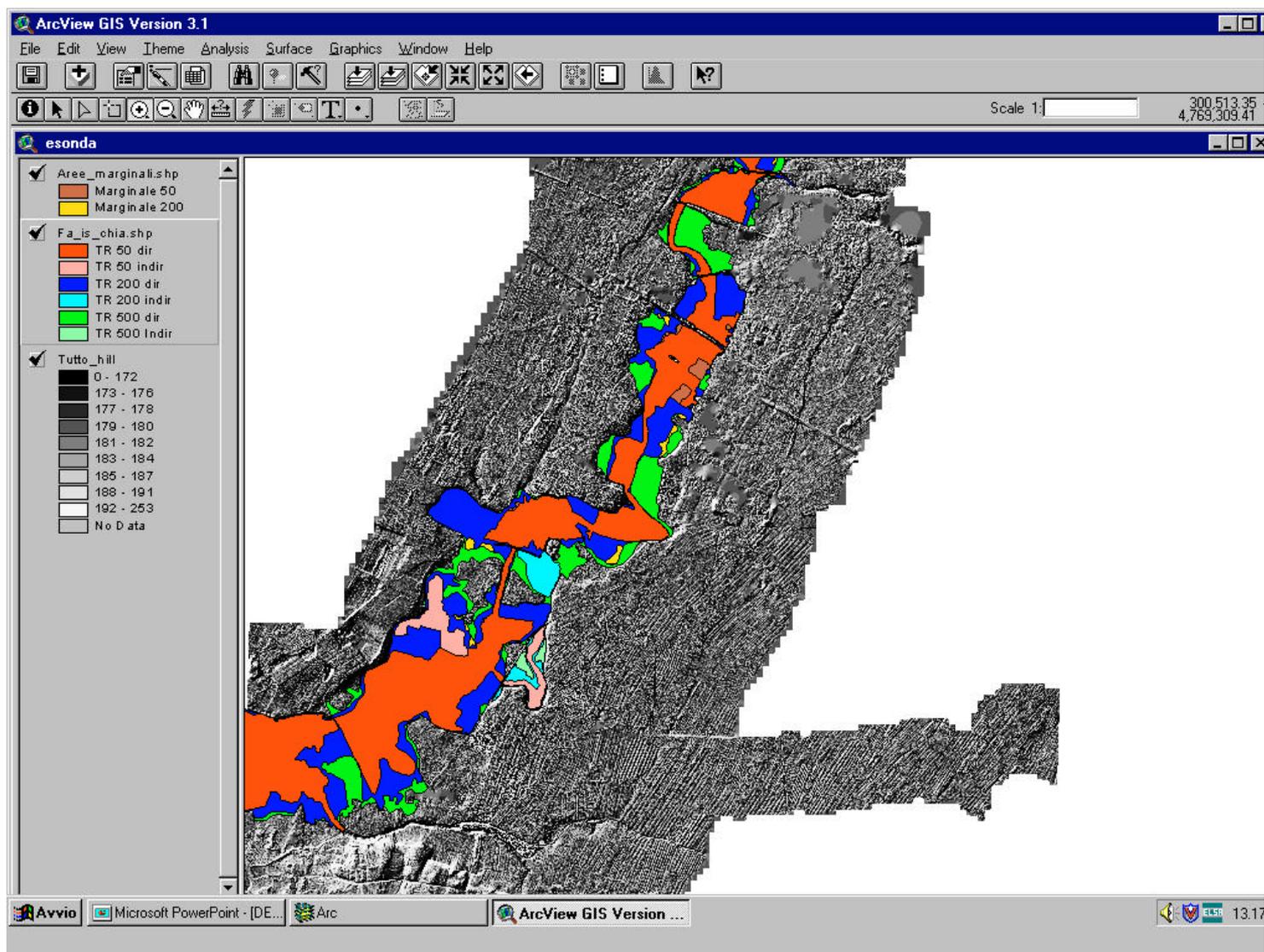
Si è quindi tentato, in prima analisi, l'utilizzo del numero caratteristico di Froude:  $Fr = V/\sqrt{g h}$  , definito come il rapporto tra le forze d'inerzia, rappresentative delle trasformazioni cinematiche della corrente, e le forza peso, legate ai livelli idrici. La pratica utilizzazione di questo criterio basto sull'ipotesi un

pò semplificativa di una sostanziale similitudine tra il valore di  $Fr$  assunto in alveo, noto perchè fornito direttamente dal codice di calcolo, e quello assunto nelle aree d'esonazione, è di fatto risultata di scarsa affidabilità, in quanto la sensibilità del numero  $Fr$ , e quindi la capacità di differenziare valori di velocità e tiranti, è molto bassa nel range dei valori d'interesse ( $Fr < 1$ , ed anche  $Fr \ll 1$ ).

Il metodo che alla fine è stato messo a punto ed ha consentito di "ritagliare" ai bordi delle aree definite dalla  $Tr = 50$  anni e  $Tr = 200$  anni delle zone marginali ai fini del rischio, è basato sulle risultanze di uno studio recentemente (Settembre 2000) condotto dal Prof. L. Natale della facoltà d'ingegneria dell'università di Pavia per conto della regione Lombardia, nell'ambito della redazione dei "Criteri di compatibilità idraulica delle proposte di uso delle aree a rischio idraulico". Sulla base di dati sperimentali sono state elaborate una serie di curve, nel piano  $U - h$  cioè velocità – tirante, che rappresentano condizioni di ugual valore della spinta totale (idrostatica, funzione di  $h$  e dinamica, funzione di  $U$ ) su elementi sottoposti all'azione di una corrente. Nella figura che segue sono riportate tutte le curve elaborate nello studio citato. La curva più bassa del diagramma definisce, in particolare, la regione n. 4 in cui le condizioni di rischio in termini di incolumità delle persone risultano accettabili anche per minori e disabili con accompagnamento. Questa metodologia, oltre ad assicurare un validità scientifica ed una affidabilità operativa alle operazioni di individuazione delle aree marginali, risulta in piena coerenza con il criterio informatore del P.A.I., descritto al paragrafo 6.5 b), che assume quale elemento per la valutazione del rischio, l'incolumità della vita umana. La pratica perimetrazione delle aree marginali è stata effettuata valutando, sezione per sezione, i valori di  $U$  e di  $h$  che il codice di calcolo di HEC-RAS fornisce per l'alveo principale e per le aree golenali, e confrontandoli con quelli della curva – limite del diagramma sotto riportato: si è assunta la presenza di una condizione di marginalità del rischio laddove il punto rappresentativo  $P (U,h)$  ricadeva all'interno della zona di sicurezza per l'incolumità della vita umana.

Livello di pericolo in aree inondabili





### 7.5.3 Attribuzione della classe di rischio

Le banche dati territoriali e idrologici disponibili per il reticolo principale hanno consentito una lettura del territorio per livelli informativi sovrapposti. Sulla base dell'ortofoto digitale sono state riportate le aree di esondazione secondo i tre tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni. A queste porzioni del territorio è stato sovrapposto l'uso del suolo e le previsioni della pianificazione urbanistica comunale articolati secondo la tipologia dei beni esposti sopra definita (Tab a). anche se per i motivi riportati al § 6.3 b) le aree gravate da previsione urbanistica non hanno dato luogo a specifiche perimetrazioni di aree a rischio.

L'utilizzo del sistema GIS ha restituito, secondo procedure automatizzate, i valori di R, compresi tra R1 ed R4 come indicato nella seguente tabella riepilogativa

TABELLA RIEPILOGATIVA DELLE ATTRIBUZIONI DELLE CLASSI DI RISCHIO

BENE ESPOSTO	codice	sensibilita'	Tr 50 Dir.	Tr 50 Indir.	Tr 50 Marg.	Tr 200 Dir.	Tr 200 Indir.	Tr 200 Marg.	Tr 500 Dir.
			←			→			→
			A			B			C
Edificato continuo	Rc	100	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Edificato discontinuo	Rd	100	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Ospedali	Sh	100	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Scuole	Si	100	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Caserme	Sm	100	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Edificato industriale commerciale artigianale	Pi – Pi*	80	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Aeroporti	Sa	80	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Stazioni ferroviarie	Sf	80	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Aree per deposito e stoccaggio	Pd	80	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Protezione civile	Sp	80	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Impianti sportivi	Vs – Vs*	80	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Depuratori	Td	50	R3	R2	R2	R2	R2	R1=P	R1=P
Discariche	Ts – Ts*	50	R3	R2	R2	R2	R2	R1=P	R1=P
Centrali elettriche	Te	100	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Cimiteri	Sc	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Verde attrezzato	Vp	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Seminativi irrigui	Ai - Ai*	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Seminativi asciutti	Aa - Aa*	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Colture orticole	At – At* - Am/At	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Vigneti	Av	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Oliveti	Ao	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Frutteti	Af	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Colture florivaistiche e serricoltura	Ac	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Colture specializzate	As	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Colture miste	Am	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Aree per impianti zootecnici.	Az	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Impianti arborei lineari	Va	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Masse boscate	Vb – Vb*	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Arbusteti e cespuglieti	Vc – Vc* - Vc/Rt	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Prati pascolo	Vi – Vi* - Vi/Ca	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Boschi ripariali	Vr	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Specchi d'acqua	Co - co	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Aree in trasformazione/costruzione	Rt – Rt* - Rt/Vs	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Aree nude	An – An*	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Cave ed impianti di lavorazione	Ca – Ca*	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P

E' stata generata attraverso il GIS una prima maglia di copertura (grid) contenente i limiti delle aree esondabili con Tr 50 e Tr200 dirette ed indirette e con Tr500 soltanto diretta (considerando la Tr500 ininfluyente ai fini del rischio perché caratterizzata da basse pericolosità ). Questa prima copertura contiene inoltre le aree individuate secondo il criterio della spinta isostatica e definite „marginali“.

L'intersezione della copertura dell'uso del suolo con il livello informativi precedentemente generato, ha consentito di attribuire ad ogni bene esposto una classe di rischio in relazione al suo specifico uso ed al valore della pericolosità che lo caratterizza.

- **I beni esposti a rischio R4** ricadono nella fascia di esondazione contraddistinta dalla maggiore pericolosità, Tr 50, e sono caratterizzati da una sensibilità molto elevata.
- **I beni esposti a rischio R3** sono caratterizzati, come quelli esposti a rischio R4, da sensibilità molto elevate in relazione alla loro specifica destinazione d'uso, ma sono inclusi all'interno della fascia di esondazione compresa tra la Tr 50 e la Tr 200 o ricadono in aree marginali o di esondazione indiretta
- **I beni esposti a rischio R2** possono essere contraddistinti anche da molto elevate o elevate sensibilità in relazione alla loro destinazione d'uso ma sono incluse all'interno della fascia di esondazione tra la Tr 200 e la Tr 500 oppure in aree esondabili indirette per la piena con Tr 200 o marginali
- **I beni esposti a rischio R1** sono contraddistinti da bassa sensibilità poiché si tratta di beni che per la loro specifica destinazione d'uso possono comportare basse possibilità di perdita di vite umane oppure sono contraddistinti da bassa pericolosità perché ricadenti all'interno di aree di esondazione con elevato tempo di ritorno: in questi casi il rischio è considerato coincidente con la pericolosità



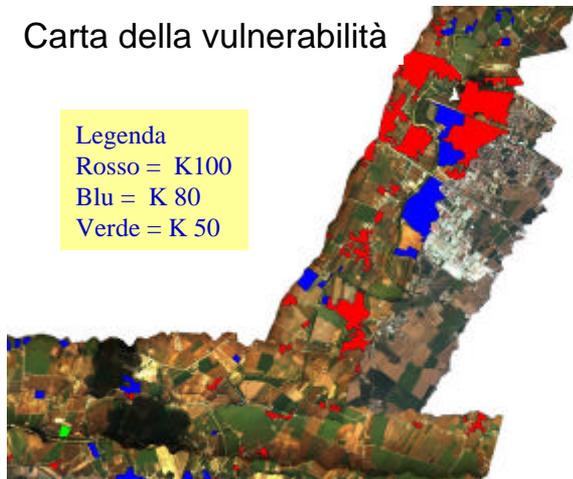
Autorità di Bacino del Fiume Tevere

# Carta del rischio

## Dati di input e risultato

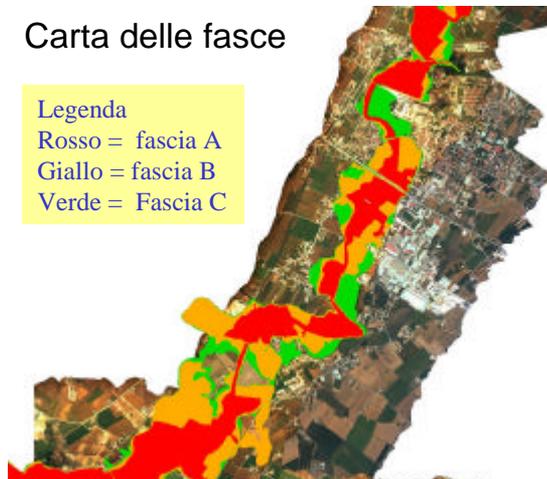
Carta della vulnerabilità

Legenda  
Rosso = K100  
Blu = K 80  
Verde = K 50



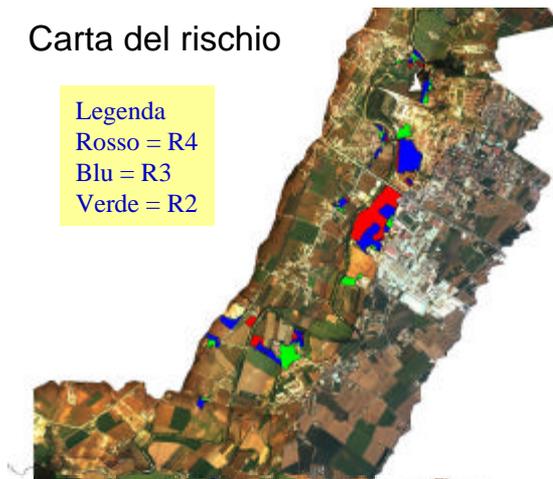
Carta delle fasce

Legenda  
Rosso = fascia A  
Giallo = fascia B  
Verde = Fascia C



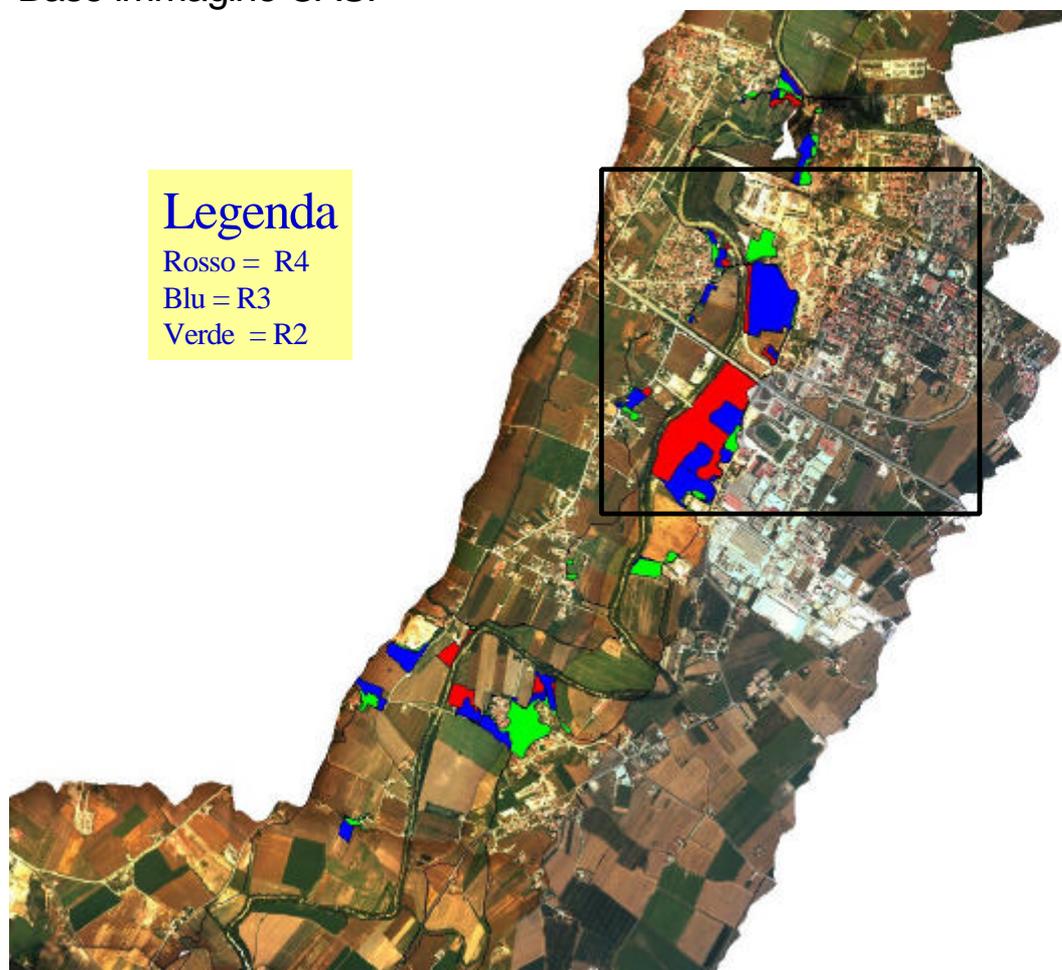
Carta del rischio

Legenda  
Rosso = R4  
Blu = R3  
Verde = R2



# Carta del rischio

Base immagine CASI



## 7.6 L'assetto delle regioni fluviali: la delimitazione delle fasce

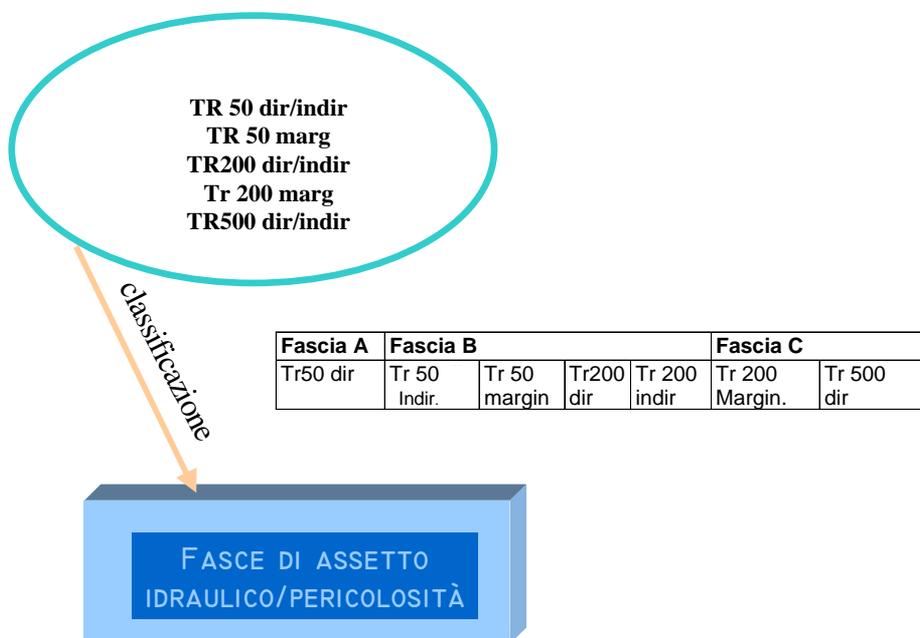
L'attività fino ad ora descritta di individuazione e perimetrazione delle aree soggette al rischio di inondazione ha fornito l'individuazione diversificata delle soglie di rischio presenti sul territorio esaminato.

Conformemente alle disposizioni dell'Atto di indirizzo e coordinamento, vengono proposte azioni volte alla mitigazione del rischio presente che si concretizzano in interventi strutturali di difesa idraulica, disposizioni tecnico – normative che disciplinano l'uso delle aree a rischio, delocalizzazioni.

Per quanto riguarda invece quelle aree, attualmente libere da insediamenti antropici, ma suscettibili di trasformazioni che comportano l'esposizione al rischio idraulico o che possono modificare sensibilmente l'estensione delle aree esondabili, si rende necessaria la definizione di una proposta di assetto generale del territorio che garantisca la compatibilità dello sviluppo socio-economico con le caratteristiche naturali delle dinamiche fluviali.

A tal fine sono individuate sul territorio tre fasce in cui la disciplina delle attività di trasformazione del suolo volta al raggiungimento degli obiettivi di assetto

### Creazione carta delle fasce di assetto idraulico



#### *Fascia A – obiettivi di assetto*

- Garantire il libero deflusso della piena di riferimento Tr 50 anni
- Consentire la libera divagazione dell'alveo inciso assecondando la naturalità delle dinamiche fluviali
- Garantire la tutela ed il recupero delle componenti naturali dell'alveo funzionali al contenimento di fenomeni di dissesto (vegetazione ripariale, morfologia)

Così come individuata la fascia A è caratterizzata dalla massima pericolosità ed è definita dal limite delle aree di esondazione diretta della piena di riferimento con Tr 50. Per la sua vicinanza al corso d'acqua, per le evidenti interconnessioni di tipo idraulico e per la presenza di habitat faunistici e vegetazionali tipici dell'ecosistema fluviale, la fascia A è considerata di pertinenza fluviale. Il PAI prevede per la fascia A la possibilità di libere divagazioni del corso d'acqua e del libero deflusso delle acque della piena di riferimento; in questo senso ulteriori insediamenti, rispetto a quelli già esistenti e perimetrati come aree a rischio, non sono considerati compatibili con gli obiettivi di assetto della fascia.

#### *Fascia B – obiettivi di assetto*

- Garantire il mantenimento delle aree di espansione naturale della piena
- Controllare la pressione antropica
- Garantire il recupero e la tutela del patrimonio storico – ambientale

La fascia B è in primo luogo compresa tra il limite delle aree di esondazione diretta ed indiretta delle piene con Tr 50 e Tr 200. Detta delimitazione però non è comprensiva di tutte le casistiche analizzate dal Piano. In essa sono infatti incluse le aree di esondazione indiretta e le aree marginali, come definite al § 6. 3.2, della piena con Tr 50. Poiché uno degli obiettivi di assetto della fascia B è quello della conservazione delle capacità di invaso, le aree di esondazione indiretta della piena con tr 200 vi sono incluse.

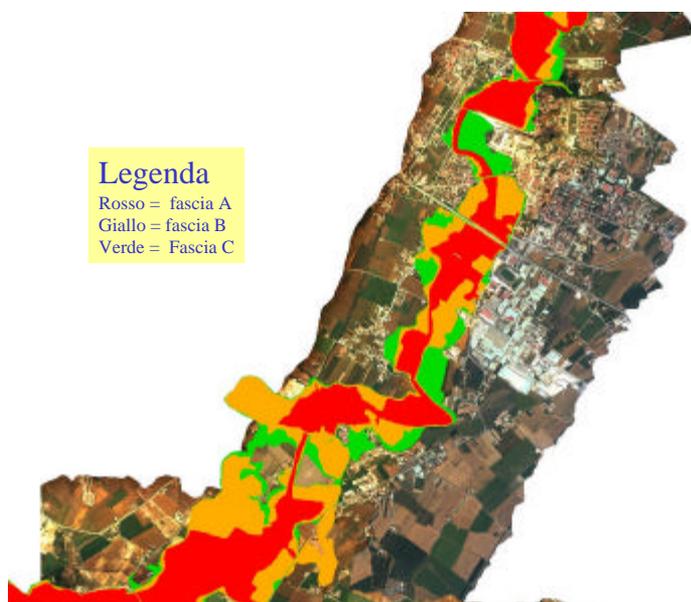
Il Pai riconosce a queste aree la necessità di conservazione della capacità di laminazione della piena e individua criteri ed indirizzi per la compatibilità delle attività antropiche

#### *Fascia C – obiettivi di assetto*

- Assicurare un sufficiente livello di sicurezza alle popolazioni insediate, ai beni ed ai luoghi attraverso la predisposizione di Piani di cui alla L. 225/92.

La fascia C comprende le porzioni di territorio inondabili comprese tra le piene con Tr 200 e Tr 500 e le aree marginali per la piena con Tr 200. Per la fascia C il Pai persegue il raggiungimento degli obiettivi di assetto attraverso indirizzi e linee guida, nell'ambito delle proprie competenze, per le Amministrazioni provinciali a cui, ai sensi della legge 225/1992 compete la predisposizione dei Piani di protezione civile.

### Carta delle fasce di assetto idraulico



## 7.7 Alcune considerazioni particolari

### 7.7.1 Il tratto urbano del Tevere (dalla traversa Enel di Castel Giubileo alla foce)

Gli studi idrologici per la definizione delle aree esondabili del Tevere nel tratto urbano, hanno dimostrato che le portate possibili a Roma, in concomitanza di particolari piogge e particolari condizioni di saturazione del terreno potrebbero essere di livello superiore a quelle del 1900 (3.300 mc/sec che determinarono la portata di progetto per la costruzione dei muraglioni): comunque, anche con portate dello stesso ordine di grandezza (3450 mc/sec) i modelli implementati dimostrano che si potrebbe mettere in crisi il sistema idraulico romano in alcuni punti ben determinati.

Infatti anche la costruzione del sistema idraulico dei "Muraglioni", non ha risolto il problema del nodo di Ponte Milvio che ha costituito, da sempre, una strozzatura tale da non consentire il passaggio entro l'alveo di una certa portata ma, di contro, determina una condizione di innalzamento del livello che provoca la tracimazione dell'acqua sia a monte che a valle del ponte con conseguente allagamento di una parte del centro storico della città, attraverso vie preferenziali determinate in destra idraulica dalla Via Flaminia fino a Piazza del Popolo ed in sinistra idraulica di parte del Foro Italico.

Tale situazione è in parte riscontrabile anche dalle carte di allagamento della piena del 1870, quando il livello idrometrico a Ripetta, fu stabilito in 17.22 metri e la piena a Roma determinò vittime e danni tali da indurre il re Vittorio Emanuele a difendere definitivamente la capitale.

Gli studi idraulici e le campagne di rilevamento topografico condotti sia per il problema specifico della salvaguardia di Roma, sia nell'ambito del Piano stralcio per l'area romana, hanno determinato tutti i tratti soggetti a tracimazione delle strutture arginali, da Castel Giubileo al mare.

Proseguendo lungo il corso del Fiume, a valle di Ponte Milvio, il tratto urbano difeso dai Muraglioni non risulta essere soggetto ad alcun fenomeno di innalzamento idrico pericoloso, confermando quindi in pieno le ipotesi progettuali che hanno portato alla loro realizzazione.

A valle di Ponte Marconi si ritrovano delle limitate situazioni soggette a rischio di esondazione in corrispondenza di via Pian Due Torri e delle zone di Acilia e Vitinia.

Alla foce del Tevere, gli studi condotti hanno determinato la esistenza di una ampia zona a rischio che comprende parti del comune di Fiumicino e dell'Aeroporto intercontinentale „Leonardo da Vinci“ nonché, in sinistra idraulica di Fiumara Grande, di una limitata porzione dell'abitato di Ostia.

Riepilogando la problematica delle aree allagabili per esondazione dal Tevere in concomitanza di piene a carattere secolare, fermo restando la attuale situazione di non compromissione dei territori a nord della città, tra Orte e la traversa di Castel Giubileo, si può distinguere da monte a valle:

- in destra idraulica zone tra Castel Giubileo e la via Salaria;
- in destra e sinistra idraulica in corrispondenza di ponte Milvio;
- in sinistra idraulica in zone in corrispondenza di Acilia;
- in corrispondenza della foce in ampie zone corrispondenti ai territori di Ostia e del comune di Fiumicino.

Per quanto attiene invece i corsi d'acqua minori, sempre in ambito metropolitano, gli studi hanno evidenziato zone esondabili in corrispondenza del:

- fosso Cremera località Labaro;
- fosso Crescenza località Due Ponti;
- fosso di Malafede – località Vitinia;
- fosso Vallerano – località Mostacciano;
- fosso Galeria in corrispondenza del ponte ferroviario Roma – Genova.

La situazione descritta , che conferma la persistenza di un pericolo idraulico per la città di Roma , ha quindi dettato, in primo luogo, l'esigenza di mantenere, come già detto, l'attuale livello di rischio evitando che l'occupazione delle aree di espansione a Nord potesse determinare condizioni di aggravio (obiettivo raggiunto con l'approvazione del Piano stralcio per le aree esondabili del Tevere da Orte a Castel Giubileo).

Per quanto riguarda il nodo critico di ponte Milvio non è attualmente proponibile, anche per evidenti problemi archeologici e paesaggistici, una sistemazione che preveda un recupero delle quote arginali longitudinali a monte e a valle del ponte. Ciò impone, per il momento, di ricercare in una soluzione non strutturale il contenimento del livello di rischio; tale soluzione è determinata da un pronto e puntuale piano di protezione civile che possa, tramite un adeguato sistema di preallarme, garantire almeno l'incolumità delle persone ed il contenimento dei danni dei beni esposti.

A tale scopo l'Autorità di bacino del Tevere sta predisponendo mappe di allagabilità del centro storico in concomitanza di piene eccezionali che determinano il superamento dei livelli in corrispondenza di Ponte Milvio; tali mappe, fondate su complesse modellazioni idrauliche forniranno con precisione gli scenari conseguenti ai possibili livelli idrici del Tevere determinando le zone interessate in funzione del tempo trascorso dall'inizio dell'onda di piena.

Nell'immediato, le perimetrazioni riportate nella Tavola n. 42 del Pai, (centro storico di Roma) consente agli organi di protezione civile la predisposizione di un primo piano di emergenza in attesa degli scenari definitivi.

Le caratteristiche insediative della città di Roma, in generale e nelle aree interessate dai fenomeni di esondazione di cui alla Tavola n. 42, presentano le peculiarità delle grandi aree urbane: le parti edificate hanno raggiunto un assetto territoriale consolidato che presenta, nei casi di degrado, esigenze di riqualificazione urbanistica ed ambientale; le aree libere richiedono interventi di assetto che vanno considerati nella loro globalità. L'intreccio delle diverse componenti ambientali (idrogeologia, biologia, archeologia, paesistica ed altro ancora) ed antropiche, nonché la specifica rilevanza strategica della città di Roma hanno determinato la definizione di uno specifico Piano stralcio già delineato all'interno della Prima elaborazione del Progetto di Piano di Bacino, ed attualmente in corso di redazione (Piano stralcio per l'area romana PS5).

Per questo tratto del corso del Tevere quindi gli obiettivi del Pai sono essenzialmente volti:

- alla conservazione di un basso coefficiente di scabrezza nelle fasce golenali (definite AA) al fine di consentire un rapido deflusso delle acque;
- alla individuazione di interventi strutturali per la mitigazione del livello di rischio sul tratto del Tevere a monte di Ponte Milvio e a valle di Ponte Marconi, nonché sui corsi d'acqua minori;

- alla definizione di un quadro di accorgimenti tecnico – costruttivi per i nuovi interventi possibili nell'area del centro storico di Roma rappresentata nella Tavola n.42, in quanto, allo stato attuale non esiste alcun intervento strutturale risolutivo in grado di recuperare il livello di piena alle attuali esistenti quote arginali in corrispondenza di Ponte Milvio.

Quest'ultima opzione discende dall'impostazione del D.M. LL.PP. del 14 febbraio 1997, il quale ammette all'interno delle aree inondate dalla piena con  $Tr = 200$  anni, la possibilità di interventi urbanistico – edilizi purchè siano adottati accorgimenti tecnico - costruttivi in relazione ai livelli idrici attesi e purchè non costituiscano riduzione o parzializzaione apprezzabili della capacità di invaso e laminazione

Le aree a rischio di allagamento per sormonto arginale dei corsi d'acqua minori, sono state perimetrare sulla base dell'interpretazione combinata del modello idraulico e dell'ortofoto prodotta dall'AIMA; nel caso di aree interessate da esondazione diretta ad esse è stata attribuita la classe di rischio R4, mentre per le aree di rigurgito dei fossi o inondate per interconnessione idraulica con il Tevere, la classe R3. In ogni caso le aree libere costituiscono un corridoio fluviale che il Pai, in attesa della definizione di un assetto idraulico-ambientale compiuto definibile dal Piano stralcio per l'area metropolitana si assegnano a tale zona le possibilità d'uso previste dalla normativa di Fascia A.

### **7.7.2 La foce del Tevere**

L'area fociale del Tevere in corrispondenza dei comuni di Fiumicino e della località di Ostia (comune di Roma), caratterizzata dal Canale di Fiumicino e dal ramo di fiumara Grande, è stata individuata come area a rischio molto elevato fin dalla elaborazione del Piano straordinario (ottobre 1999); infatti, gli studi idraulici svolti dai consulenti dell'Autorità di bacino indicavano una vasta area inondabile in corrispondenza della foce, per portate del Tevere con  $Tr$  di circa 200 anni, a causa dei sormonti delle arginature in corrispondenza del Canale di Fiumicino.

La pericolosità idraulica nella zona era particolarmente aggravata dalla possibilità che i sormonti delle strutture arginali potessero provocare cedimenti strutturali, con conseguenze ancora più gravi di quelle ipotizzabili attraverso i modelli idraulici implementati. La definizione di area a rischio molto elevato era stata determinata, ai tempi della redazione del PST, dalla concomitanza della possibilità di esondazione e della presenza di elevatissimi valori esposti, visto che nell'area insistevano vaste zone edificate ed importantissime infrastrutture (vie di comunicazione, aeroporti, ferrovie etc.).

Successivamente a questa prima perimetrazione dell'area a rischio in corrispondenza della foce, vista la grandissima ricaduta in termini socio – economici sulla zona interessata, l'Autorità di bacino svolse indagini di approfondimento per determinare con maggiore precisione i limiti cartografici delle aree investite dal possibile fenomeno. Tale attività portò a svolgere una serie di considerazioni sul fenomeno e sulle sue conseguenze, che d'altronde potevano essere trattate in modo esaustivo solo implementando modellazioni idrauliche di costo elevato e che avrebbero comportato tempi lunghi, fermo restando l'ipotesi di disporre di altimetria di estremo dettaglio. Tali notevoli esigenze di calcolo, viste le possibilità di intervento che si offrivano (sistemazioni arginali per un limitato tratto del Canale di Fiumicino per un importo pari a circa 6 miliardi di Lire) convinsero l'Autorità di bacino a trattare la questione sempre nelle more della realizzazione delle opere di messa in sicurezza, che erano state individuate come risolutive della situazione di rischio. Quindi tutte le considerazioni idrauliche circa il rischio svolte nell'intervallo di tempo compreso tra

l'approvazione del PST (ottobre 1999) e la predisposizione del PAI (aprile 2001), furono condizionate dall'imminente avvio delle opere di messa in sicurezza, compresa anche l'ipotesi di perimetrazioni parziali basate su nuovi intervalli dei livelli idrici. Il PAI, considerata ancora la questione alla luce dell'imminente avvio delle opere di messa in sicurezza dell'area, determina su una base altimetrica più precisa di quella utilizzata dal PST (CTR 1:10.000), un' area diversa da quella originaria, considerando anche la possibilità dei cedimenti strutturali conseguenti ai localizzati sormonti arginali, confermando la presenza di un'area a rischio idraulico almeno di livello R3. Infatti l'applicazione letterale della griglia metodologica messa a punto dal PAI per la determinazione delle aree di rischio, indicherebbe in loco un livello di rischio R3. Di contro, le informazioni disponibili sulle condizioni geotecniche della struttura arginale hanno indotto il Comitato Tecnico a considerare un livello di rischio aggiuntivo conseguente al comportamento degli argini in corrispondenza anche di piene con Tr inferiori a 200 anni; ciò corrisponde ad una situazione a rischio Rx compresa tra R3 ed R4, per cui, vista anche la cautela suggerita dalle eventuali rotture arginali, dovute al sormonto degli argini in terra, e visto altresì l'imminente avvio delle più volte ricordate opere risolutive di messa in sicurezza, il Comitato Tecnico è giunto alla determinazione di mantenere un livello di rischio corrispondente a quello originario.

## 8 STATO DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE NEL BACINO

### 8.1 Introduzione

E' stata condotta un'analisi della pianificazione regionale e provinciale volta ad individuare in primo luogo quali regioni o provincie hanno considerato la componente idrogeologica nei propri strumenti di pianificazione; in secondo luogo, laddove tale componente esiste, sono stati analizzati i criteri adottati per la perimetrazione e le relative norme applicate, al fine di ricostruire un quadro dei vincoli già in vigore a livello locale. La finalità di quest'analisi è di prevedere se e dove la normativa associata al PAI può interferire o entrare in contrasto con altre forme di pianificazione analoghe già esistenti. Ne risulta un quadro diversificato, in cui alcune Province, sulla base di un quadro di riferimento regionale, hanno inserito nei piani provinciali dei propri strumenti cartografici di analisi (inventario dei movimenti franosi, fasce fluviali, spazializzazione della pericolosità geomorfologica) ed hanno normato (con vincoli, direttive o indicazioni) l'uso del suolo in queste aree (le Province umbre, toscane e marchigiane); nel Lazio non tutte le Province si sono dotate ancora di uno strumento di coordinamento e la componente idrogeologica è poco definita.

Generalmente la pianificazione provinciale lascia agli strumenti urbanistici comunali, che devono essere aggiornati considerando gli elaborati e le direttive dei Piani provinciali, il compito di verificare e cartografare alla scala parcellare o comunque di dettaglio i limiti delle aree critiche, nell'ambito degli studi geologici ed idraulici a corredo dei piani comunali (Umbria, Toscana).

La regione Lazio, attualmente priva di strumenti di pianificazione che contemplino la valutazione della pericolosità idrogeologica nella redazione dei piani comunali, ha recentemente emanato una delibera di Giunta in cui vengono individuate delle aree considerate sfavorevoli e quindi non edificabili, fra cui le zone fortemente acclivi, le zone con dissesti in atto o in preparazione o comunque potenzialmente franose, le zone sottoposte ad intensa azione erosiva.

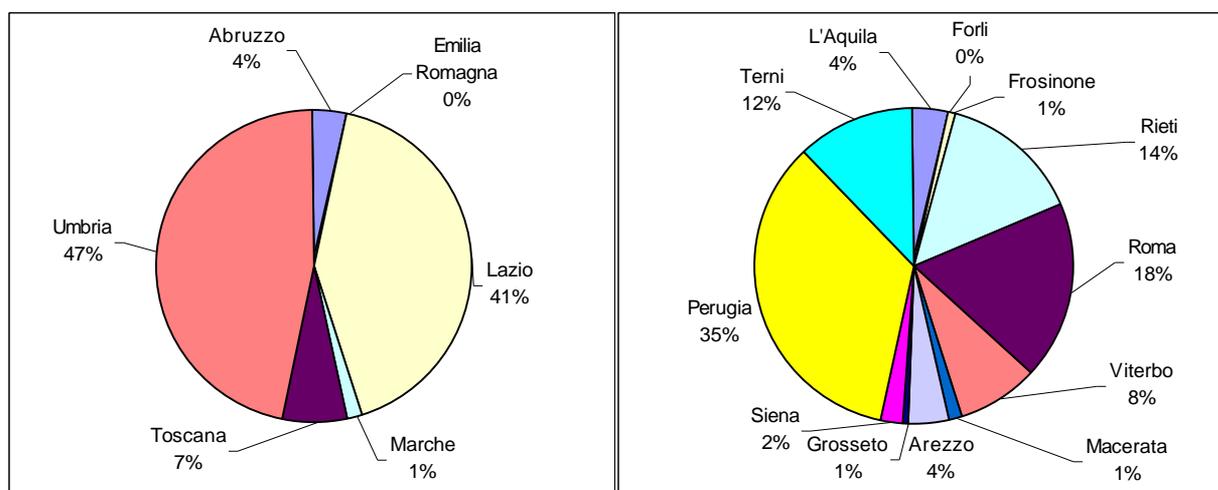


Figura 1 – Area percentuale di ciascuna Regione e Provincia nel bacino del Tevere

**Tabella 1 - Stato della pianificazione regionale**

Regione	% area	Strumento	Data adozione o approvazione	Valenza di piano paesistico	Componente idrogeologica
Emilia Romagna	< 1%	PTPR		SI	SI
Marche	1	PIT	Adottato DGR 3096 del 14/12/98 Approvato DCR n.295 8/2/00		
Abruzzo	4	QRR	Approvato con DCR n. 147/4 del 26.01.2000		NO
Toscana	7	PIT	DRG n.868 07/08/00	SI	Fa riferimento solo al rischio idraulico; definisce fasce fluviali e norme
Lazio	41	PTGR	PTGR adottato con DGR 19/12/00 n.2581, pubblicato il 20/02/01 su B.U.R.L.		Definisce la difesa del suolo fra gli obiettivi.
Umbria	47	PUT	LR 24/03/00 n.27		Rimanda ai PTCP per le norme e ai PRG per la perimetrazione parcellare

**Tabella 2 - Stato della pianificazione provinciale**

Provincia	Data adozione e/o approvazione	Valenza di piano paesistico	Componente idrogeologica
Forli-Cesena	DGR n.1338 28/01/93 BUR parte II, n.75, 08/09/93		SI
Macerata	Definitivamente adottato con delibera C.P. n.40 del 07/06/2000		SI, definisce linee di intervento per sistemazione idrica, idrogeologica, idraulico-forestale, per il consolidamento del suolo e la regimazione delle acque.
L'Aquila	Adottato con DCP n.38 del 29/4/99		
Arezzo	Approvato con DCP n.72 16/5/00.Adottato.	SI	SI, norme di indirizzo per la stabilità dei versanti.
Siena	Approvato DCP 109 20/10/00	SI	SI, rischio idraulico (si rifà al PIT per aree e norme e al DL 180/98) e stabilità versanti (rimanda ai Comuni).
Grosseto	Adott.D.C.P.n.200 6/11/98 Approv.conD.C.P. n.30 7/4/99 Efficace dal 19/7/99	SI	SI Demanda ai Piani Strutturali Comunali
Roma	In aggiornamento	NO	SI, carta del rischio da frana a piccola scala (1:200.000?)
Frosinone	In itinere		
Viterbo	In itinere		
Rieti	Adottato DCP n.95 26/11/99	NO	NO
Terni	Approvato DCP n.150 14/9/00	SI	SI, identifica zone di criticità e attribuisce norme; rimanda ai PRG per perimetrazione
Perugia	Approvato DCP n.76 18/6/00	SI	SI, rimanda ai PRG

## **8.2 Analisi della pianificazione per Regione**

Vengono di seguito sintetizzati, per ciascuna Regione, le principali indicazioni e norme riguardanti l'assetto idrogeologico.

### **8.2.1 Regione LAZIO**

Il Quadro di Riferimento Territoriale (QRT) è stato adottato nel 1988 e nuovamente adottato senza sostanziali modifiche nel novembre 1999; non vi sono contenute informazioni sull'assetto idrogeologico. Il riordino delle competenze è oggetto delle L.R. 4 e 5 /1997 che dà alle Province la facoltà di predisporre uno schema di piano territoriale di coordinamento provinciale, in attesa dell'entrata in vigore delle norme regionali in materia di pianificazione territoriale. Recentemente è stato adottato il nuovo schema di piano territoriale regionale (PTGR), pubblicato sul BURL il 20/02/01. Fra i campi d'azione del PTGR vi è il riequilibrio dei geosistemi elementari instabili, che prevede l'individuazione dei geosistemi minacciati da dissesto idrogeologico e la predisposizione di progetti integrati di difesa idrogeologica e di riqualificazione ambientale per le zone a rischio. Le azioni sono raggruppate in tre progetti distinti: Fiumi, Litorali e Versanti. Le azioni considerate da questa linea riguardano direttive ed indirizzi per la formazione di studi, strumenti di pianificazione e di programmazione, progetti di massima.

La Regione Lazio non si è ancora dotata di strumenti di pianificazione che contemplino in modo specifico la valutazione della pericolosità idrogeologica nella redazione dei piani comunali. Peraltro è stata recentemente emanata una delibera di Giunta (DGR n.2649 del 18/05/99) in cui si approvano le linee guida per la redazione delle indagini geologiche a corredo degli strumenti urbanistici. Il parere sulla compatibilità delle previsioni urbanistiche con le condizioni geologiche del territorio viene emesso dall'organo competente della Regione stessa. Nelle linee guida vengono considerate sfavorevoli e quindi non edificabili le zone fortemente acclivi, le zone con dissesti in atto o in preparazione o comunque potenzialmente franose, le zone sottoposte ad intensa azione erosiva. Inoltre, per le scarpate naturali o artificiali deve essere rispettata una distanza dal ciglio pari alla metà dell'altezza e si dovrà evitare di costruire al piede di pendici in corrispondenza di masse detritiche.

La Regione Lazio, tramite convenzione con l'Università di Roma "La Sapienza" e le Autorità di bacino, ha realizzato un inventario dei movimenti franosi in scala 1:10.000, tramite fotointerpretazione di tutto il territorio e sopralluoghi nei centri abitati, che viene recepito tramite i Piani di Assetto Idrogeologico.

### **8.2.2 Regione UMBRIA**

Il Piano Urbanistico Territoriale individua le parti del territorio esposte a pericolo geologico ed idrogeologico e produce la relativa cartografia. La "Carta inventario dei movimenti franosi e dei siti storicamente colpiti da dissesto e inondazioni" costituisce obbligo di riferimento vincolante per i PTCP e i PRG. E' attualmente in preparazione, tramite convenzione fra Regione dell'Umbria, CNR-IRPI e Autorità di bacino del fiume Tevere, un nuovo inventario dei movimenti franosi in scala 1:10.000 realizzato tramite fotointerpretazione di tutto il territorio e sopralluoghi in circa 200 siti, che verrà recepito nel PUT e a cascata nei PTCP e nei PRG. Lo stesso inventario costituisce parte integrante del Piano di Assetto Idrogeologico del bacino del Tevere.

Il PUT rimanda ai PTCP la definizione e disciplina dei siti individuati e ai PRG il loro recepimento in termini fondiari, previa elaborazione di specifici studi geologici ed idraulici.

In sintesi, per quanto concerne la stabilità dei versanti, le incongruenze fra la pianificazione di bacino e quella regionale e provinciale in Umbria potranno verificarsi non a livello della perimetrazione del singolo movimento franoso, poiché la banca dati definitiva sarà la stessa, ma a livello delle norme cogenti e di indirizzo che vengono associate ai diversi livelli di pericolosità individuati.

### **8.2.3 Regione ABRUZZO**

Il Quadro di Riferimento Regionale è stato approvato con Delibera del Consiglio Regionale del 26.01.2000. Non contiene alcuna normativa specifica riguardante il dissesto idrogeologico. Tuttavia all'Articolo 7, che tratta dei rapporti del Q.R.R. con i piani di bacino, i piani di settore, i progetti speciali e i piani territoriali, viene chiarito che, nei casi in cui le previsioni contenute nei piani di bacino contrastino con quelle del Q.R.R., il presidente della Giunta convoca apposita conferenza dei servizi ai fini della stipula di un accordo di programma, ai sensi degli articoli 8 bis e 8 ter della L.R.70/95.

### **8.2.4 Regione MARCHE**

Il PIT (Piano di Inquadramento Regionale) è stato adottato DGR 3096 del 14/12/98 e approvato DCR n.295 8/2/00. Il Piano di coordinamento provinciale di Macerata, l'unica che rientri anche se in minima parte nel bacino del Tevere, definisce le linee di intervento per la sistemazione idrica, idrogeologica, idraulico-forestale ed in genere per il consolidamento del suolo e la regimazione delle acque. Individua inoltre i dissesti presenti sul territorio provinciale e definisce alcuni vincoli per le fasce fluviali, le piane alluvionali, i versanti in frana o potenzialmente in dissesto. Detta inoltre criteri generali di intervento per il recupero ed il ripristino delle condizioni di stabilità, criteri relativi agli interventi sui dissesti attivi nei corsi d'acqua, su aree in frana attiva, sulle aree interessate da fenomeni di erosione calanchiva, per la prevenzione e la salvaguardia dall'erosione costiera ed agli interventi idraulico-forestali. In vista dei singoli interventi, gli specifici dissesti e le relative cause vanno accertati in modo specifico con indagine estesa ad un congruo intorno; per i dissesti che interessano i corsi d'acqua l'indagine va estesa almeno per un tratto significativo a monte e a valle del dissesto rilevato.

### **8.2.5 Regione TOSCANA**

Il Piano di Indirizzo Territoriale (PIT) toscano contiene, per quanto riguarda la difesa del suolo, le prescrizioni e salvaguardie relative alla prevenzione dei fenomeni alluvionali e in materia di difesa del suolo. Fornisce una documentazione regionale di riferimento, inerente le aree inondabili, le aree di erosione del suolo in atto (scala 1:25.000), sulla base della quale le Province elaborano le proprie proposte per il raggiungimento degli obiettivi regionali (messa in sicurezza, ambiti di salvaguardia, etc). Il PIT costituisce atto di indirizzo nei confronti delle Province e rimanda ai PTC il compito di precisare le norme del Piano stesso. L'efficacia nei confronti di terzi è demandata ai piani comunali.

Il PIT indica le misure di salvaguardia da adottare per la difesa dai fenomeni alluvionali, distinguendo nelle fasce fluviali tre ambiti di protezione differenziata, secondo criteri idraulici e geometrici. Il PIT non definisce alcuna misura di salvaguardia per il rischio da frana. Le misure di salvaguardia sono in vigore fino all'adeguamento dei piani urbanistici comunali al PIT. Il PIT rimanda ai Piani Strutturali Comunali la conferma di tali salvaguardie o il superamento delle stesse con altre maggiormente efficaci.

### **8.2.6 Regione EMILIA ROMAGNA**

La pianificazione in Emilia Romagna si basa sul Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR), adottato con Delibera CR n.1338 del 28/01/93, pubblicato sul BUR parte II dell'8/09/93 n.75.

Per quello che concerne i dissesti geomorfologici, il PTPR richiede che nei centri abitati instabili o da consolidare (Legge 445/1908 e L.64/74) vengano individuate zone con diverso grado del dissesto (classi A, B, C, corrispondenti a zone in dissesto, di probabile evoluzione, con particolare sensibilità). La zonizzazione può essere effettuata dal Servizio Provinciale della Difesa del Suolo su richiesta del Comune. La perimetrazione viene effettuata dal Comune, alla scala particellare. Alle aree perimetrate vengono associate delle norme tecniche, comprendenti limitazioni d'uso ed indirizzi, sia per gli interventi urbanistico-edilizi compatibili, sia per l'utilizza agro-forestale.

### 8.3 Il vincolo idrogeologico nel bacino

Il vincolo idrogeologico risulta uno degli obiettivi della legge 183/89 (art.3 comma I lettera p). Infatti, da tempo è riconosciuta l'importanza che i territori coperti da boschi, ubicati in ambiti geomorfologici particolari, rivestono in relazione alle finalità della prevenzione del dissesto e della difesa del suolo. A tale proposito sin dalla produzione legislativa dell'epoca preunitaria furono predisposti diversi provvedimenti attraverso cui disciplinare il taglio dei boschi, il dissodamento dei terreni e qualsiasi altra forma di utilizzazione impropria che rechi danno pubblico e faccia perdere la stabilità del terreno o turbare il regime delle acque. In tale produzione legislativa si annovera il R.D.L. 3267 del 30 Dicembre 1923 (*Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani*) e del successivo Regolamento di applicazione (R.D.L.1126/26) che contengono le indicazioni per l'applicazione del vincolo idrogeologico, e dal successivo R.D. 1126/26 che ne contiene il regolamento attuativo.

Tale strumento legislativo sino all'entrata in vigore della 183/89 ha costituito il riferimento normativo ed amministrativo più ampio in materia di difesa idrogeologica.

Di seguito, viene riportata una tabella riassuntiva relativa all'attuale gestione del vincolo idrogeologico per regione nel bacino del Tevere.

#### GESTIONE DEL VINCOLO IDROGEOLOGICO PER REGIONE

Regione	Deleghe rilascio autorizzazione su aree a vincolo idrogeolog.	Riferimento legislativo
Umbria	<b>CM, o in assenza Comuni, Regione per imposizione, esclusione, esenzione</b>	<b>LR 19/80 (deleghe), LR 29/84 (norme urbanistiche e ambientali)</b>
Toscana	<b>CM e Province, Parchi provinciali se organismo di gestione è azienda speciale o istituzione diversa dalla Provincia</b>	<b>LR 10/89 (funz. amm) LR 22/94 (funz. amm vincolo idrog. cave e torbiere) LR 49/95 (aree protette)</b>
Lazio	<b>CM e Province ex Coord.Prov.CFS (es. delibera Giunta 6215 del 30-07-96)</b>	<b>LR 53/98 (organizz. difesa suolo) LR 14/99 (organizzazione funzioni..)</b>
Abruzzo	<b>Province (non ancora recepito e quindi opera il Coord. Provinciale del CFS)</b>	<b>LR 81/98 art.23 (organizz. difesa suolo)</b>
Marche	<b>Province</b>	<b>LR 13/99 (organizz. difesa suolo) art. 16 (CM, LR 24/98 - Disciplina funzioni amm.)</b>
Emila R.	<b>CM, o in assenza Comuni, se piccoli, forme associative, in assenza, Province</b>	<b>LR 3/99 (riforma sistema regionale e locale) LR 20/00 (tutela e uso del territorio)</b>

Sulla base dell'art.3 della L.N.183/89, e prima ancora in seguito al D.P.R. 616/1977, sono le Regioni che dovranno provvedere al "riordino del vincolo idrogeologico".

L'iniziale applicazione di tale vincolo riguardava la disciplina delle attività inerenti la forestazione, la protezione degli abitati dagli eventi calamitosi dettando una serie di norme amministrative e limitazioni relativamente alla proprietà di tipo agricolo-forestale (nei territori al di sopra della fascia fito-climatica del castagno).

In pratica si vincolavano le trasformazioni dei boschi in altre qualità di colture, la trasformazione di terreni saldi in terreni soggetti a periodiche lavorazioni e l'esercizio del pascolo (secondo anche quanto previsto dall'Art. 866, 867 e 868 del C. Civile), e si disciplinavano le attività inerenti la riforestazione.

Qualsiasi attività antropica comportante l'uso del suolo nelle zone vincolate risulta pertanto soggetta ad autorizzazione specifica secondo l'art.7 del R.D. 3267/1923.

Tuttavia il vincolo non è preclusivo della edificabilità o di nuove forme di utilizzazione dei terreni, (come d'altronde delineato per i boschi) a condizione che sia dimostrata la mancata pericolosità dell'opera o dell'intervento che si intende attuare, o che siano definiti contemporaneamente provvedimenti atti alla salvaguardia del territorio per un intorno conveniente. L'esecuzione a intervenire con trasformazioni in deroga al vincolo si configura quindi come un nulla-osta ove il richiedente può appellarsi alla mancanza od attenuazione dei requisiti che avevano decretato l'imposizione per motivi di prevenzione al dissesto. Attualmente in relazione alle nuove esigenze di tutela ambientale, alle mutate condizioni di uso del territorio, e alla ristretta funzione esercitata dal vincolo stesso (anche a causa della forte discrezionalità nella sua applicazione) appare indispensabile la revisione dello stesso.

Il conseguimento degli obiettivi sopra elencati comporta l'assunzione di alcune scelte strategiche. Esse riguardano:

a) a livello organizzativo generale:

- la riorganizzazione delle competenze amministrative;
- il rafforzamento del coordinamento fra i diversi soggetti coinvolti;
- il miglioramento e la semplificazione delle procedure;
- il potenziamento e l'adeguamento dei servizi di monitoraggio meteo-idrologico;

b) a livello legislativo-normativo

- la ridefinizione delle aree rispetto al vincolo,
- la definizione degli oggetti interessanti il vincolo,
- la precisazione di norme attuative specifiche
- il collegamento fra la pianificazione della difesa del suolo, quella agricolo-forestale e quella urbanistico-territoriale.

c) a livello di gestione del rischio idrogeologico:

- l'assunzione del livello di rischio compatibile, al quale commisurare le valutazioni di compatibilità delle attività di uso del suolo;
- i ruoli da assegnare, ai fini della minimizzazione del rischio, agli interventi a carattere preventivo e a quelli di gestione degli eventi critici e di protezione civile

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

d) a livello specifico di versanti montani e collinari:

- la manutenzione sistematica dei versanti, del territorio montano e delle aree in dissesto, con particolare riferimento alla forestazione e alla regimazione della rete minuta di deflusso superficiale, per la difesa dai fenomeni di erosione e di frana e legati ai processi torrentizi;
- la minimizzazione delle interferenze antropiche con la dinamica evolutiva dei versanti in condizioni di dissesto in atto e potenziale;
- considerare prioritari interventi diffusi di sistemazione dei versanti con fini di aumento della permeabilità del suolo e di trattenuta degli afflussi meteorici e di assicurare una più efficace protezione del suolo nelle pendici scoscese e instabili.

Il criterio generale è quello di evitare l'insorgenza di fenomeni di instabilità associabili a trasformazioni improprie e quello di privilegiare, per quanto possibile, in caso di esigenza di intervento strutturale, le soluzioni a più basso impatto ambientale secondo la logica delle migliori tecnologie disponibili, con riferimento anche alle tecniche dell'ingegneria naturalistica; limitando al massimo interventi che possano incidere negativamente sugli aspetti naturali, aggravando o trasferendo altrove le problematiche di dissesto.

## 9 IL QUADRO DELLE COMPETENZE

Il quadro informativo, finalizzato all'organizzazione del servizio di piena della polizia idraulica e alla realizzazione e manutenzione delle opere di difesa del suolo, emanato dal D.L. 112/98 in esecuzione del progressivo trasferimento delle competenze e delle funzioni alle Regioni, è caratterizzato da una evidente e complessa struttura, solo apparentemente non coerente con la più semplice articolazione proveniente dalla precedente legislazione statale.

La normativa regionale, è innovativa sotto due aspetti:

- ha inserito aspetti di compatibilità ambientale nella materia disciplinata;
- ha articolato a livello territoriale l'organizzazione della difesa del suolo coinvolgendo i soggetti individuati dalla legge 183/89.

L'inserimento degli aspetti di compatibilità ambientale e la più marcata articolazione territoriale dell'organizzazione della difesa del suolo rappresentano fattori inscindibili e complementari. Pur tuttavia essi richiedono che in materia di difesa del suolo si avvii un generale processo di ristrutturazione che coinvolge i contenuti delle azioni e l'organizzazione dei rapporti funzionali.

### 9.1 Contenuti delle azioni

Il testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie del 1904 sintetizzava il criterio cui doveva ispirarsi l'attività della Pubblica Amministrazione (".....opere, usi, atti o fatti .....") nel concetto di "buon regime delle acque pubbliche". Nella sua accezione più generale tale termine mantiene ancora oggi una sua attualità in quanto l'azione di difesa del suolo non può essere legata unicamente all'evento critico da cui si ha necessità di difendersi. In tale ottica quindi gli aspetti di compatibilità ambientale (aspetti naturalistici, geomorfologici, idrologici) rappresentano la specializzazione del concetto generale del "buon regime delle acque".

L'indicazione strategica che deriva dalla recente normativa Regionale, soprattutto quella riguardante prescrizioni direttive di natura tecnica porta a privilegiare le azioni di controllo del fenomeno critico rispetto agli interventi strutturali di difesa passiva.

L'azione di controllo rispetto all'intervento strutturale richiede una conoscenza olistica del fenomeno idraulico che apre alla interdisciplinarietà delle valutazioni propedeutiche alle decisioni finali.

Il PAI opera nel rispetto di questa logica fornendo il necessario riferimento normativo sia in termini di prescrizioni dirette sia in termini di direttive e indirizzi gestionali.

### 9.2 Organizzazione dei rapporti funzionali

La complessità degli aspetti nelle diverse parti del territorio di bacino ha ispirato la normativa regionale in tema di organizzazione funzionale. Trascurando la struttura delle Regioni Toscana, Abruzzo e Marche che hanno incidenza territoriale modesta, appaiono immediatamente di non poco conto le differenze tra la struttura adottata dalla Regione Lazio e quella della Regione Umbria.

Esse rispondono ad una logica di bacino che vede sostanzialmente la Regione Lazio mutare la vecchia struttura statale, e la Regione Umbria aprire ad un più articolato coinvolgimento operativo degli Enti Territoriali e Locali. Esse appaiono coerenti in quanto alla Regione Lazio fa capo la bassa valle del Tevere e il delta, nei quali si concentra quasi  $\frac{3}{4}$  della popolazione del bacino.

Per contro il territorio Umbro è formato per gran parte dalle aree di formazione di deflussi di piena convogliati nelle grandi strutture alluvionali di valle disconnessi idraulicamente dal territorio laziale dalla presenza di grandi invasi ed in particolare dall'invaso di Corbara.

In questo quadro la Regione Lazio ha istituito l'ARDIS, Ente strumentale della Regione, il quale ha sostanzialmente ereditato il reticolo idrografico di vecchia competenza statale; la Regione Umbria, promuovendo accordi operativi con i Consorzi di Bonifica e con le Comunità Montane ha inteso privilegiare gli aspetti locali di prevenzione e di intervento.

Il PAI opera nel rispetto di questa logica.

### **9.3 Indirizzi operativi**

Gli aspetti sopra trattati pongono due questioni di prospettiva. L'inserimento della compatibilità ambientale nella fenomenologia critica dell'idraulica fluviale comporta l'avvio di un processo di formazione professionale nuovo rispetto al passato. Tale processo di formazione non deve riguardare gli aspetti teorici (per i quali esistono sedi opportune) ma la creazione di soggetti con funzione spiccatamente operative.

Nei decenni passati il personale dei Geni Civili tramandava alla generazione successiva il proprio sapere operativo fidando sulla continuità dell'attività delle strutture. L'attuale processo di riorganizzazione richiede che il sapere operativo venga gestito e controllato attraverso processi non più spontanei ma inseriti in programmi annuali di formazione professionale.

In tal senso soggetti attivi di tale processo formativo sono:

- le Università
- i Consorzi di Bonifica
- il Corpo Forestale dello Stato.

La seconda questione coinvolge i rapporti tra i vari soggetti coinvolti. Tali soggetti hanno dimensioni territoriali e competenze specifiche molto diverse ma soprattutto godono di reciproca autonomia.

Questi soggetti sono:

- le Autorità di Bacino, cui la L.183/89 affida compiti di pianificazione nel campo della difesa del suolo;
- le Regioni, cui è affidato la funzione di governo e la competenza estesa in materia idraulica;
- le Province, le Comunità Montane, i Comuni, i Consorzi di Bonifica ai quali l'ordinamento amministrativo regionale può delegare funzioni e o compiti operativi.

Pertanto in assenza di un'unica gerarchia istituzionale quale era quella del Ministero dei Lavori Pubblici è necessario che i vari soggetti sopra menzionati, abbiano la massima chiarezza del proprio ruolo e massima consapevolezza del ruolo degli altri, dipendendo da esse la sicurezza del territorio.

Questo albero funzionale impone “percorsi convergenti e cooperativi” (“premesse” dell’atto di indirizzo e coordinamento, emanato con D.P.C.M. del 29.9.2998) tra i soggetti citati e che in nessuna connessione funzionale si verifichi un’interruzione del processo di scambio informativo.

## 9.4 Leggi e disposizioni delle Regioni

Si riportano, di seguito, le principali leggi e disposizioni regionali in materia di difesa del suolo.

### **REGIONE LAZIO**

Recentemente la Regione Lazio ha deliberato l'approvazione di importanti provvedimenti riguardanti i corsi d'acqua naturali:

Deliberazione 28.5.1996 n.4340 con la quale la Giunta Regionale ha indicato i criteri progettuali per l'attuazione degli interventi in materia di difesa del suolo, volti a mitigare l'impatto ambientale dei lavori di difesa idraulica (opere di ingegneria naturalistica, trattamento della vegetazione per renderla non pericolosa) ed a rinaturalizzare gli ambienti fluviali, invertendo la tendenza alla sottrazione delle fasce di pertinenza fluviale ai fini insediativi e produttivi.

Deliberazione 29.7.1998 n.3888 con la quale la Giunta regionale delega funzioni agli enti locali ed emana direttive per l'esercizio delle funzioni in materia di difesa del suolo: in particolare individua le attività che debbono essere esercitate dalle province e dai comuni negli ambiti sottoposti a vincolo idrogeologico.

Legge 11.12.1998 n.53 che disciplina il riordino delle funzioni amministrative in materia di difesa del suolo (realizzazione, gestione e manutenzione delle opere idrauliche, di bonifica, di forestazione, di consolidamento degli abitati e di difesa delle coste). In particolare, alla Regione sono riservate le funzioni relative alle opere idrauliche lungo le aste principali dei bacini idrografici, individuate con apposita deliberazione della Giunta regionale, mentre le rimanenti opere sono delegate alle province, che debbono provvedere alla loro realizzazione e **manutenzione** mediante i Consorti di bonifica.

La legge disciplina l'attività di pianificazione e programmazione regionale, l'organizzazione dei servizi regionali (Sistema informativo e registro delle opere), l'istituzione dell' Agenzia Regionale per la difesa del suolo, preposta alla realizzazione, gestione e **manutenzione** delle opere di competenza regionale.

Infine la legge indica i criteri da osservare nella **manutenzione** delle opere idrauliche e dei corsi d'acqua, la manutenzione di norma, spetta ai frontisti interessati, salvo che per i corsi d'acqua, individuati dalla Giunta regionale, per i quali, ai fini della salvaguardia della pubblica incolumità deve essere organizzato un servizio pubblico di manutenzione e un servizio di piena.

### **REGIONE UMBRIA**

Da parte della Regione Umbria sono stati affrontati i problemi della manutenzione delle opere idrauliche e della determinazione delle aree di inondazione.

Deliberazione 10.9.1996 n.6414, riguardante la **manutenzione delle opere idrauliche di 3<sup>a</sup> categoria.**

Essa prevede la stipula di accordi di programma con i quali la Regione affida ai vari Consorzi di Bonifica (e dove non costituiti alle Comunità Montane), per la durata di 5 anni, l'esecuzione degli interventi di **manutenzione ordinaria, straordinaria** e di pronto intervento relativi alle opere trasferite alla regione con decreto del Ministro dei Lavori Pubblici in data 5.7.1996.

Bozza di legge relativa alla disciplina in materia di aree di inondazione e di distanze dai corsi d'acqua.

Essa prescrive che, nelle more della puntuale individuazione di parte dell'Autorità di Bacino, i Comuni debbano delimitare le aree a rischio in occasione di eventi con diversi tempi di ritorno.

Per le due prime zone (ad alto e medio rischio di inondazione) viene imposto il vincolo di inedificabilità ed i Comuni debbono attuare interventi di delocalizzazione degli edifici esistenti o, in caso di accertata impossibilità, interventi di salvaguardia e protezione. I Comuni debbono delimitare fisicamente le zone con cartelli nei quali devono essere indicate le norme di comportamento durante gli eventi di piena.

Nella 3<sup>a</sup> zona l'edificazione è possibile a condizione che essa non determini un apprezzabile riduzione delle capacità d'invaso.

### **REGIONE TOSCANA**

Con deliberazione del 20.5.1997 n.155, la regione Toscana ha predisposto le direttive sui criteri progettuali degli interventi in materia di difesa idrogeologica; inoltre ha indicato le tipologie d'intervento, privilegiando quelle di ingegneria naturalistica, e le modalità dei tagli della vegetazione.

L.R. della Toscana n.91 del 11.12.1998 " Norme per la difesa del suolo ".

### **REGIONE ABRUZZO**

La L.R. dell'Abruzzo n.81 del 16 settembre 1998 " Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo ", ha fornito criteri generali sull'attività **manutentiva** finalizzata al controllo del livello di rischio idrogeologico.

### **REGIONE MARCHE**

Con la L.R. n.29 del 1985 la Regione Marche ha delegato alle Province le funzioni amministrative riguardanti i corsi d'acqua pubblici presenti nel territorio di una o più Province. La progettazione delle opere viene eseguita dai Consorzi di Bonifica che assumono le funzioni dei Consorzi per opere idrauliche. Le Province e i Comuni possono chiedere alla Regione di eseguire direttamente i lavori di competenza dei Consorzi, fermo restando i contributi dovuti.

## 9.5 Sviluppo del fabbisogno informativo

### 9.5.1 Monitoraggio meteo-idrologico di previsione di piena e pronto intervento

Gli ultimi eventi alluvionali hanno posto in evidenza l'insufficienza dell'insieme delle misure basate sulla previsione dell'evento di piena e sulla sorveglianza; i sistemi di monitoraggio sono risultati carenti e inadeguati a formulare previsione in tempo reale dell'evento.

L'attuale rete di monitoraggio dei parametri idro-meteorologici, salvo alcune zone a minor copertura, presenta sostanziali carenze e aspetti di criticità per la particolare frammentazione della rete stessa, nata sulla spinta della delega agli Enti Locali e la mancanza di coordinamento tra gli stessi.

Se da una parte questo ha creato una maggiore diffusione degli strumenti di misura, dall'altro è venuta meno un'impostazione unitaria delle attività di monitoraggio con alcune sovrapposizioni e costi aggiuntivi per la ripetizione di strutture operative.

Elementi di importanza determinante per una rete di monitoraggio sono la taratura delle strumentazioni, la loro affidabilità, la loro manutenzione e la sicurezza delle trasmissioni via radio

Il sistema di monitoraggio ora in funzione sul bacino presenta sostanziali situazioni di squilibrio e riguardano:

a) le funzioni di monitoraggio sistematico (*monitoraggio storico*) sono inadeguate per una serie di cause:

- la mancanza di coordinamento tra gli Enti Gestori e la frammentazione delle reti;
- la scarsa efficienza dei diversi Enti Gestori nella taratura delle scale di deflusso delle sezioni idrografiche;
- una distribuzione delle stazioni di misura inadeguata .

b) le funzioni di preannuncio di piena presentano situazioni di squilibrio e riguardano:

- le reti esistenti, soprattutto nella parte pluviometrica, non consentono di rappresentare in modo adeguato la distribuzione spaziale delle precipitazioni, soprattutto nel corso di eventi particolarmente intensi;

- le reti idrometriche esistenti hanno una capacità di previsione quantitativa limitata e non sempre i dati acquisiti vengono rapidamente validati e diffusi in forma di bollettino con le necessarie elaborazioni di base ed eventuali monografie interpretative degli eventi più singolari;

- le reti di monitoraggio ambientale dovranno essere omogeneizzate anche per quanto riguarda la raccolta di dati idrologici; l'intervento deve essere inteso non solo per numero e densità degli strumenti ma soprattutto in termini di protocollo operativo nella raccolta, archiviazione e gestione dei dati.

Quindi un ruolo di estrema importanza è svolto dalle funzioni di monitoraggio, previsione e gestione dell'emergenza. Si impone di conseguenza una politica di pianificazione che comprende non solo gli

interventi strutturali, ma anche quelli di sorveglianza, gestione dell'emergenza e protezione civile, come previsto dalle leggi 183/89 e 225/92.

#### **9.5.2 Sintesi Conclusiva**

Le funzioni di monitoraggio, previsione e gestione dell'emergenza, svolgono un ruolo estremamente importante per la protezione del territorio.

Con riferimento al fabbisogno informativo si evidenzia la necessità di poter gestire l'informazione in maniera rapida e finalizzata al contesto territoriale di interesse, infatti la possibilità di misura e la conseguente possibilità di previsione degli eventi di piena dei fiumi è da sempre uno dei problemi fondamentali per le città situate lungo il corso dei fiumi stessi.

La ristrutturazione funzionale e tecnologica dei sistemi di monitoraggio e previsione, basati su indicatori e precursori di eventi, è l'azione prioritaria da porre in essere nel contesto sopra delineato, di cui al R.D. 2669/1937 (che prevede il servizio di vigilanza, il servizio di guardia e il servizio idrometrico e di piena).

Per conseguire in tempi brevi sensibili miglioramenti della funzionalità del sistema di monitoraggio sulla base di una più efficace utilizzazione delle reti esistenti è opportuno costituire un centro in cui confluiscono tutti i dati delle misure e delle previsioni di piena nella fase iniziale, sulle aste del reticolo principale.

# REGIONE ABRUZZO

L.R. 16 SETTEMBRE 1998, N. 81

<p>R.D.25 LUGLIO 1904,N.523 R.D. 9 DICEMBRE 1937, N.2669</p>		
<p><b>COMPETENZA AMMINISTRATIVA</b> Art. 89 D.L.31 marzo 1998, n.112 (legge <b>Bassanini</b>)</p>	<p><b>FUNZIONI AMM.VE DELEGATE</b></p>	<p><b>COMPETENZA OPERATIVA</b></p>
<p><b>REGIONE</b></p>	<p>Non risultano atti normativi con i quali possono essere delegate funzioni amministrative.</p>	<p><b>SERVIZI DEL GENIO CIVILE</b></p> <p>- Tratti classificati 2<sup>^</sup> e 3<sup>^</sup>categ. alle opere di competenza regionale provvedono i <b>Servizi del Genio Civile</b> ovvero concessione del finanziamento alle Province o, in subordine, ad altro Ente Locale.</p> <p>E' riservata altresì ai medesimi servizi del Genio Civile: l'autorizzazione dei progetti redatti da Comuni o Province e l'alta sorveglianza sui lavori.</p>
		<p><b>PROVINCE</b></p> <p>manutenzione di opere classificabili quarta categoria</p>
		<p><b>COMUNI</b></p> <p>Le opere di quinta categoria, nonché quelle relative a fossi o aste non classificate</p>
<p><b>CORRELAZIONE CON A.B.T.</b></p>	<p>D.L. 12.10.2000, n.279(art.1,comma 6) "per l'attuazione del programma di potenziamento delle reti di monitoraggio meteo-idropluviometrico sono adottate le ordinanze di cui all'art.5 comma 2, della legge 24.2.1992, n.225" - (art.2, comma 1 e 3) "gli uffici preposti ad esercitare le competenze derivanti dal R.D. 25.07.1904, n.523, provvedono ad effettuare un'attività straordinaria di sorveglianza lungo i corsi d'acqua e le relative pertinenze, nonché nelle aree demaniali, attraverso sopralluoghi finalizzati a rilevare le situazioni che possono determinare maggiore pericolo, incombente e potenziale, per le persone e le cose ed a identificare gli interventi di manutenzione più urgenti". "i soggetti di cui al comma 4 provvedono ad una ricognizione sullo stato di conservazione delle opere eseguite per la sistemazione dei versanti". - art.2 comma 4 " alle attività di cui al comma 1 provvedono le regioni, d'intesa con le Province, con la collaborazione dei Comuni, degli uffici tecnici erariali, degli altri uffici regionali aventi competenza nel settore idrogeologico, delle Comunità Montane, dei Consorzi di Bonifica e di irrigazione, delle strutture dei commissari straordinari per gli interventi di sistemazione idrogeologica e per l'emergenza rifiuti".</p>	

**FIG.1 REGIONE ABRUZZO - Servizi territoriali di monitoraggio, previsione, controllo e programmazione**

<p><b>R.D.25 LUGLIO 1904, N.523</b> <b>R.D. 9 DICEMBRE 1937, N.2669</b></p>	<h1 style="color: blue; text-decoration: underline;">REGIONE LAZIO</h1> <p><b>L.R. 11 DICEMBRE 1998 N.53</b></p>	
<p><b>COMPETENZA AMMINISTRATIVA</b> Art. 89 D.L.vo 31 marzo 1998,n.112 (legge Bassanini)</p>	<p><b>FUNZIONI AMM.VE DELEGATE</b></p>	<p><b>COMPETENZA OPERATIVA</b></p>
<p><b>REGIONE</b></p>	<p><b>PROVINCE</b> Sono delegate alle <b>Province</b> le funzioni amm.ve concernenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opere idrauliche non riservate alla regione;</li> <li>• Polizia idraulica,</li> <li>• servizio di piena e pronto intervento, salvo che per le aste principali dei bacini idrografici di competenza regionale.</li> </ul>	<p><b>ARDIS</b></p> <p>Ente strumentale della Regione. Svolge attività tecnico-operative connesse all'esercizio delle funzioni pubbliche relative alla realizzazione, gestione e manutenzione delle opere di difesa del suolo di competenza regionale</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sono riservate alla <b>Regione</b> le funzioni Amm.ve non conferite agli enti locali in particolare:</li> <li>• le opere idrauliche relative alle aste principali dei bacini idrografici;</li> <li>• servizio pubblico di manutenzione dei corsi d'acqua;</li> <li>• polizia idraulica;</li> <li>• servizi di piena;</li> <li>• polizia delle acque.</li> <li>• E' costituita nell'ambito della struttura organizzativa regionale l'<b>Osservatorio Regionale</b> che controlla e realizza il monitoraggio delle azioni e degli interventi autorizzati</li> </ul>	<p><b>COMUNITA' MONTANE</b> Sono delegate alle Comunità Montane in riferimento al proprio ambito territoriale le funzioni amministrative concernenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• intervento di forestazione protettiva; intervento di inerbimento e rimboschimento;</li> <li>• sono altresì sub-delegate alle <b>Comunità Montane</b>, da parte delle <b>Province</b> le funzioni amm.ve relative a sistemazione idraulico-forestale idrologica del territorio montano.</li> </ul>	<p><b>CONSORZI DI BONIFICA</b></p> <p>Le Province provvedono mediante affidamento ai <b>Consorzi di Bonifica</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• alla realizzazione e gestione delle opere;</li> <li>• manutenzione dei corsi d'acqua naturali o artificiali, o loro tratti per i quali è organizzato un servizio pubblico di manutenzione.</li> </ul> <p>In caso di soppressione di consorzi di bonifica le province possono provvedere alla gestione delle opere e degli impianti mediante affidamento ai <b>consorzi di bonifica limitrofi</b> o mediante affidamento all'<b>Agenzia regionale per la difesa del suolo</b></p>
	<p><b>COMUNI</b></p> <p>Sono attribuite ai <b>Comuni</b> le funzioni concernenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interventi di manutenzione di opere che non comportino modifiche alle opere stesse o al territorio circostante;</li> <li>• la manutenzione dei corsi d'acqua spetta ai frontisti interessati</li> </ul>	<p>D.L. 12.10.2000,n.279 (art.1,comma 6) “ per l'attuazione del programma di potenziamento delle reti di monitoraggio meteo-idropluviometrico sono adottate le ordinanze di cui all'art.5 comma 2, della legge 24.2.1992, n.225 “ - (art.2, comma 1 e 3) “ i soggetti di cui al comma 4 provvedono ad effettuare un'attività straordinaria di sorveglianza e ricognizione lungo i corsi d'acqua e le relative pertinenze, nonché nelle aree demaniali, attraverso sopralluoghi finalizzati a rilevare le situazioni che possono determinare maggiore pericolo, incombente e potenziale, per le persone e le cose ed a identificare gli interventi di manutenzione più urgenti” “ i soggetti di cui al comma 4 provvedono a una ricognizione sullo stato di conservazione delle opere eseguite per la sistemazione dei versanti.” - art.2 comma 4 “ alle attività di cui al comma 1 provvedono le Regioni, d'intesa con le Province, con la collaborazione dei Comuni, degli Uffici tecnici erariali, degli altri uffici regionali aventi competenza nel settore idrogeologico,delle Comunità Montane , dei Consorzi di Bonifica e di irrigazione, delle strutture dei commissari straordinari per gli interventi di sistemazione idrogeologica e per l'emergenza rifiuti ”.</p>
<p><b>CORRELAZIONE CON A.B.T.</b></p>		

**FIG. 2 – REGIONE LAZIO – Servizi territoriali di monitoraggio, previsione, controllo e programmazione.**

# REGIONE MARCHE

L.R. n. 29 DEL 1985

<b>R.D.25 LUGLIO 1904, N.523</b> <b>R.D. 9 DICEMBRE 1937, N.2669</b>		
<b>COMPETENZA AMMINISTRATIVA</b> Art. 89 D.L. 31 marzo 1998, n.112 (legge <b>Bassanini</b> )	<b>FUNZIONI AMM.VE DELEGATE</b>	<b>COMPETENZA OPERATIVA</b>
<b>REGIONE</b>	<b>PROVINCE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•corsi d'acqua pubblici presenti nel territorio di più Province.</li> <li>•la progettazione delle opere eseguite dal Consorzi di Bonifica, che assumono le funzioni dei Consorzi per opere idrauliche.</li> </ul>	La <b>Regione Marche</b> esegue collaudo opere eseguite da Consorzio di Bonifica e nell'atto di approvazione stabilisce che la manutenzione è a carico del Consorzio.
		<b>Province e Comuni</b> possono chiedere a Regione di eseguire direttamente lavori di competenza dei Consorzi, fermo restando i contributi dovuti.
		Ai <b>Comuni</b> sono infine riservati i compiti di pulizia e manutenzione dei fiumi, dei torrenti e dei corsi d'acqua interni ai centri abitati
<b>CORRELAZIONE CON A.B.T.</b>	D.L. 12.10.2000, n.279 "per l'attuazione del programma di potenziamento delle reti di monitoraggio meteo-idropluviometrico sono adottate le ordinanze di cui all'art.5 comma 2, della legge 24.2.1992, n.225" -(art.2, comma 1 e 3) " i soggetti di cui al comma 4 provvedono ad effettuare un'attività straordinaria di sorveglianza e ricognizione lungo i corsi d'acqua e le relative pertinenze, nonché nelle aree demaniali, attraverso sopralluoghi finalizzati a rilevare le situazioni che possono determinare maggiore pericolo, incombente e potenziale, per le persone e le cose ed a identificare gli interventi di manutenzione più urgenti ". " i soggetti di cui al comma 4 provvedono ad una ricognizione sullo stato di conservazione delle opere eseguite per la sistemazione dei versanti ". - art.2 comma 4 "alle attività di cui al comma 1 provvedono le Regioni, d'intesa con le Province, con la collaborazione dei Comuni, degli uffici tecnici erariali, degli altri uffici regionali aventi competenza nel settore idrogeologico, delle Comunità Montane, dei Consorzi di Bonifica e di irrigazione, delle strutture dei commissari straordinari per gli interventi di sistemazione idrogeologica e per l'emergenza rifiuti".	

**FIG.3 – REGIONE MARCHE – Servizi territoriali di monitoraggio, previsione, controllo e programmazione**

# REGIONE TOSCANA

L.R. N. 34 DEL 1994

<p><b>R.D.25 LUGLIO 1904, N.523</b>  <b>R.D. 9 DICEMBRE 1937, N.2669</b></p>		
<p><b>COMPETENZA AMM.VA</b>          Art. 89 D.L. 31 marzo 1998, n.112          (legge <b>Bassanini</b>)</p>	<p><b>FUNZIONI AMM.VE DELEGATE</b></p>	<p><b>COMPETENZA OPERATIVA</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>REGIONE</b></p>	<p>Non risultano atti normativi con i quali possono essere delegate funzioni amministrative</p>	<p>La delibera n.1151 del 18.10.1999 della Regione Toscana ha classificato in terza categoria vari tratti di corsi d'acqua nel territorio provinciale affidandone la manutenzione:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ai Consorzi di Bonifica dell'area Fiorentina (L.R.n.34/1994)</li> <li>• a quello delle colline del Chianti,</li> <li>• alla Provincia di Firenze,</li> <li>• alle Comunità Montane del Mugello,</li> <li>• e della Montagna Fiorentina.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>PROVINCE</b></p> <p>Alle Province sono attribuite la realizzazione delle opere idrauliche, di difesa delle coste, nonché lo svolgimento dei compiti di polizia idraulica, piena e pronto intervento idraulico e di polizia delle acque. Le Province possono delegare le <b>Comunità Montane</b> o anche avvalersi dei <b>Consorzi di Bonifica</b> il cui ruolo ne esce pertanto rafforzato per effetto delle opportunità loro concesse.</p> <p style="text-align: center;"><b>CONSORZI DI BONIFICA</b></p> <p>Con la Legge Regionale n.34 del 1994 "norme in materia di Bonifica" la regione Toscana ha assegnato nuove competenze ed operatività ai Consorzi di Bonifica già esistenti nel territorio della Provincia di Firenze aumentandone in modo considerevole il territorio di competenza, i compiti, gli impegni e le responsabilità di questi Enti.</p> <p style="text-align: center;"><b>COMUNI</b></p> <p>Ai Comuni sono riservati i compiti di pulizia e manutenzione dei fiumi, dei torrenti e dei corsi d'acqua interni ai centri abitati</p>
<p><b>CORRELAZIONE CON A.B.T.</b></p>	<p>D.L.12.10.2000, n.279 (art.1, comma6) " per l'attuazione del programma di potenziamento delle reti di monitoraggio meteo-idropluviometrico sono adottate le ordinanze di cui all'art.5 comma 2, della legge 24.2.1992, n.225" - (art.2, comma 1 e 3) " i soggetti di cui al comma 4 provvedono ad effettuare un'attività straordinaria di sorveglianza e ricognizione lungo i corsi d'acqua e le relative pertinenze, nonché nelle aree demaniali, attraverso sopralluoghi finalizzati a rilevare le situazioni che possono determinare maggiore pericolo, incombente e potenziale, per le persone e le cose ed a identificare gli interventi di manutenzione più urgenti". " i soggetti di cui al comma 4 provvedono ad una ricognizione sullo stato di conservazione delle opere eseguite per la sistemazione dei versanti": - art.2 comma 4 " alle attività di cui al comma 1 provvedono le Regioni, d'intesa con le Province, con la collaborazione dei Comuni, degli uffici tecnici erariali, degli altri uffici regionali aventi competenza nel settore idrogeologico, delle Comunità Montane, dei Consorzi di Bonifica e di irrigazione, delle strutture dei commissari straordinari per gli interventi di sistemazione idrogeologica e per l'emergenza rifiuti".</p>	

**FIG. 4 – REGIONE TOSCANA – Servizi territoriali di monitoraggio, previsione, controllo e programmazione.**

# REGIONE UMBRIA

L. R..... DEL.....

<p><b>R.D. 25 LUGLIO 1904, N.523</b>  <b>R.D. 9 DICEMBRE 1937, N.2669</b></p>		
<p><b>COMPETENZA AMMINISTRATIVA</b>                  Art.89 D.L. 31 marzo 1998, n.112                  (Legge <b>Bassanini</b>)</p>	<p><b>FUNZIONI AMM.VE DELEGATE</b></p>	<p><b>COMPETENZA OPERATIVA</b></p>
<p><b>REGIONE</b></p>	<p>Non risultano atti normativi con i quali possono essere delegate funzioni amministrative</p>	<p>Accordi di programma con <b>Consorzio di Bonifica e Comunità Montane</b>                  (deliberazione 10.09.1996 n.6414)</p>
<p><b>CORRELAZIONE CON A.B.T.</b></p>	<p>D.L. 12.10.2000, n..279 (art.1, comma 6) “ per l’attuazione del programma di potenziamento delle reti di monitoraggio meteo-idropluviometrico sono adottate le ordinanze di cui all’art.5 comma2, della legge 24.2.1992, n.225” - ( art.2,comma 1 e 3) “ i soggetti di cui al comma 4 provvedono ad effettuare un’attività straordinaria di sorveglianza e ricognizione lungo i corsi d’acqua e le relative pertinenze, nonché nelle aree demaniali, attraverso sopralluoghi finalizzati a rilevare le situazioni che possono determinare maggiore pericolo, incombente e potenziale , per le persone e le cose ed a identificare gli interventi di manutenzione più urgenti “ “ i soggetti di cui al comma 4 provvedono ad una ricognizione sullo stato di conservazione delle opere eseguite per la sistemazione dei versanti “. - art.2 comma 4 “ alle attività di cui al comma 1 provvedono le Regioni, d’intesa con le Province, con la collaborazione dei Comuni, degli uffici tecnici erariali, degli altri uffici regionali aventi competenza nel settore idrogeologico, delle Comunità Montane, dei Consorzi di Bonifica e di irrigazione, delle strutture dei commissari straordinari per gli interventi di sistemazione idrogeologica e per l’emergenza rifiuti “. .</p>	

**FIG. 5 – REGIONE UMBRIA - Servizi territoriali di monitoraggio, previsione, controllo e programmazione.**

# 10 IL QUADRO DEGLI INTERVENTI E DEL FABBISOGNO FINANZIARIO

## 10.1 Criteri di intervento

Il PAI privilegia azioni ed interventi a carattere preventivo che operano in modo estensivo e diffuso sul territorio. Appartengono a tali tipologie tutte le sistemazioni a carattere idraulico-forestale, le attività di manutenzione delle opere di difesa esistenti e le attività per il ripristino della officiosità idraulica.

Gli interventi a carattere puntuale e non preventivo si attuano prevalentemente con la finalità di riduzione del livello del rischio esistente in un quadro di valutazione costi benefici che rendano tali interventi preferibili ad altre soluzioni.

Appartengono a tale tipologia di interventi tutte le opere di bonifica dei dissesti e dei movimenti franosi nonché le opere idrauliche finalizzate alla messa in sicurezza degli insediamenti e delle infrastrutture.

Il PAI privilegia altresì tutte le opere di riduzione della vulnerabilità degli elementi esposti.

In relazione al livello di rischio ed al carattere di urgenza tali interventi assumono carattere prioritario.

Il PAI assume un arco temporale di 10 anni per le azioni di riassetto del bacino.

Il fabbisogno economico del PAI deriva dalla quantificazione del numero, della tipologia e della dimensione degli interventi.

L'individuazione dei siti deriva dalla ricognizione della pericolosità e del rischio e valuta la migliore localizzazione degli interventi in relazione alla efficacia delle azioni di assetto.

Le tipologie di intervento rivestono carattere orientativo e possono essere compiutamente risolte solo a seguito di indagini specifiche e progetti in avanzata fase di definizione. Il PAI assume le indicazioni progettuali degli studi o dei progetti esistenti o, in assenza di questi, delle tipologie di intervento probabili per le situazioni oggetto di assetto.

Per quel che concerne il dimensionamento economico, in assenza di indicazioni progettuali certe, si è assunta una indicazione parametrica sulla base delle casistiche note e degli usuali parametri di dimensionamento degli interventi.

Tale procedura di stima assume livelli di incertezza crescente in relazione alla complessità delle situazioni oggetto di assetto. Pertanto la stima delle necessità finanziarie globali definisce un ordine di grandezza probabile e accettabile solo in considerazione delle compensazioni statistiche degli errori di stima.

Il quadro degli interventi e del fabbisogno finanziario è aggiornato a seguito della ricognizione sul territorio di cui all'art.2 della legge n.365/2000, per quelle situazioni che sono state definite in termini di pericolosità e di rischio sulla base delle procedure di cui agli Allegati alle Norme di attuazione.

## 10.2 Quadro degli interventi: assetto geomorfologico.

L'assetto geomorfologico è perseguito attraverso :

Opere diffuse sui versanti collinari e montani volte al raggiungimento di una migliore efficienza degli stessi nella regolazione dei processi di ruscellamento e nel contrastare i fenomeni di erosione accelerata ed i movimenti gravitativi connessi con l'attività antropica. Tali opere assumono carattere strategico nell'assetto del bacino.

Opere a carattere puntuale o locale volte alla messa in sicurezza delle popolazioni, delle abitazioni e delle infrastrutture esposte al rischio da frana conclamato. Tali opere assumono carattere prioritario in relazione al livello di rischio.

### **Bacini collinari e montani**

Il fabbisogno economico di riassetto dei versanti è stato stimato sulla base dell'analisi di dettaglio di 181 sottobacini successivamente riaggregati in 13 sottobacini principali ed è espresso sulla base di indici e di parametri estimativi relativi a quattro tipologie di opere :

- Rimboschimento delle aree prive di vegetazione
- Rinfoltimento delle aree a copertura boschiva insufficiente
- Avviamento all'alto fusto e cure colturali dei boschi
- Sistemazioni montane complementari

L'insieme delle azioni è programmato su un arco temporale di 10 anni secondo uno schema di riparto che tiene conto della sequenzialità delle azioni e dei tempi tecnici necessari all'efficacia degli interventi.

Il programma degli interventi richiede inoltre, per la sua attuazione, specifici accordi con i diversi enti e operatori che programmano o attuano opere di sistemazione montana.

Il relativo fabbisogno economico assume pertanto carattere indicativo, sia per la natura della metodologia estimativa adottata, sia perché il fabbisogno netto da finanziarsi nell'ambito delle disponibilità economiche della legge 183/89, richiede un confronto programmatico con le disponibilità a valersi di altre fonti di spesa e con i programmi di intervento previsti dagli Enti che operano sull'assetto montano per finalità convergenti con quelle della difesa del suolo (gestione del patrimonio forestale, piani di sviluppo delle Comunità montane ecc..).

Tale confronto dovrà attuarsi in sede di conferenza programmatica prevista dalla legge n.365/00 prima della definitiva adozione del piano.

Le tabelle che seguono forniscono un quadro del fabbisogno finanziario globale ripartito per sottobacini e per regioni.

**Stima del costo degli interventi prioritari di sistemazione montana e forestale estensiva per l'assetto idrogeologico del Bacino del Tevere per sottobacino**

<b>Sottobacino</b>	<b>Costi totali per tipologia di intervento (migliaia di Euro)</b>				<b>TOTALE</b>
	<b>rimboschimento</b>	<b>rinfoltimento</b>	<b>avviamento</b>	<b>sistemazioni</b>	
SBAC_1	49.207	28.112	15.871	13.507	106.697
SBAC_2	17.961	5.455	3.186	2.428	29.030
SBAC_3	15.088	7.427	4.623	2.349	29.488
SBAC_4	28.998	10.777	6.432	4.270	50.477
SBAC_5	19.382	6.484	4.416	1.382	31.663
SBAC_6	35.892	12.966	6.965	7.430	63.254
SBAC_7	86.797	19.087	11.234	5.551	122.668
SBAC_8	9.888	4.399	2.842	1.216	18.344
SBAC_9	43.966	22.756	11.645	10.583	88.950
SBAC_10	19.331	11.200	6.255	4.208	40.994
SBAC_11	59.224	26.986	12.639	14.046	112.894
SBAC_12	39.612	16.559	7.620	10.581	74.372
SBAC_13	10.561	1.667	1.124	2.264	15.615
<b>TOTALE</b>	<b>435.906</b>	<b>173.875</b>	<b>94.852</b>	<b>79.814</b>	<b>784.447</b>

**Stima del costo degli interventi prioritari di sistemazione montana e forestale estensiva per l'assetto idrogeologico del Bacino del Tevere per regioni**

<b>REGIONI</b>	<b>Costi totali per tipologia di intervento (migliaia di Euro)</b>				<b>TOTALE</b>
	<b>rimboschimento</b>	<b>rinfoltimento</b>	<b>avviamento</b>	<b>sistemazioni</b>	
LAZIO	185.242	66.524	34.835	32.277	318.878
UMBRIA	179.688	77.744	46.319	29.362	333.114
TOSCANA	32.248	15.674	7.876	10.107	65.905
ABRUZZO	29.630	9.784	4.063	5.501	48.977
MARCHE	8.433	3.629	1.497	2.248	15.806
EMILIA ROMAGNA	665	521	262	319	1.767
<b>TOTALE</b>	<b>435.906</b>	<b>173.875</b>	<b>94.852</b>	<b>79.813</b>	<b>784.446</b>

## **Interventi in situazioni di rischio da frana**

Gli interventi necessari a rimuovere o ridurre il rischio da frana richiedono opere di consolidamento volte a raggiungere un adeguato livello di sicurezza in situazioni di rischio conclamato.

Le opere di consolidamento costituiscono l'atto finale di una sequenza di operazioni che vede in prima battuta la individuazione della condizione di rischio così come attuata nell'ambito del presente piano. A tale fase dovranno seguire studi specifici volti a ricostruire, nelle singole situazioni, il modello geologico di dettaglio. La successiva acquisizione di dati geotecnici, tramite prospezioni e monitoraggi strumentali, costituisce il presupposto per la progettazione ed il dimensionamento dell'intervento sulla base di una analisi costi benefici, che ritenga l'intervento strutturale preferibile a soluzioni alternative quali la delocalizzazione. ivi tenuto conto dell'inserimento ambientale e paesaggistico dello stesso.

Il PAI individua, nella stesura di prima adozione, 330 situazioni di maggior rischio (R3 e R4) e ulteriori 459 situazioni che sono candidate ad interventi strutturali sulla base della procedura sopra esposta.

Il fabbisogno economico totale è riassunto nella tabelle che seguono. Esso deriva da stime dei costi di intervento desunti da progetti già disponibili presso gli Enti proponenti o da calcoli su base parametrica per analogia con tipologie e dimensioni di dissesti già oggetto di consolidamento. I costi globali indicati assumono pertanto significatività solo in considerazione della compensazione statistica degli errori di valutazione.

Va considerato che nuove situazioni di rischio per frana, possono peraltro continuare a generarsi a seguito di eventi meteorologici particolarmente intensi o eventi sismici. Inoltre ulteriori situazioni sono state rilevate a seguito di sopralluoghi e indagini di campagna derivanti dalla ricognizione del rischio di cui all'art. 2 della L.365/2000. Nonostante che il piano preveda un insieme di azioni preventive, soprattutto a carattere normativo, tese a minimizzare l'esposizione alla pericolosità geologica anche attraverso l'adeguamento degli strumenti di pianificazione comunale, è prevedibile che nell'arco temporale di attuazione del PAI, nuove situazioni di rischio si aggiungano a quelle attualmente rilevate.

Le stime riportate nelle tabelle che seguono, potranno subire aumenti anche significativi sulla base di tali considerazioni.

Stima del costo degli interventi in situazioni di rischio da frana R3 e R4

REGIONE	PROVINCIA	n° COMUNI R4+R3	n° situazioni R4+R3	n° situazioni R4+R3 che necessitano di ulteriori interventi	Stima dell'importo residuo da finanziare R4+R3 (Euro)
<b>Abruzzo</b>					
	L'AQUILA	3	6	6	3.460.261
<b>Emilia-Romagna</b>					
	FORLI-CESENA	1	1	1	774.685
<b>Lazio</b>		83	169	107	46.671.932
	FROSINONE	1	4	4	1.063.901
	RIETI	28	71	46	18.385.996
	ROMA	29	39	25	15.163.122
	VITERBO	25	55	32	12.058.913
<b>Toscana</b>		10	19	17	6.972.168
	AREZZO	3	5	5	2.065.828
	GROSSETO	2	3	3	1.239.497
	SIENA	5	11	9	3.666.844
<b>Umbria</b>		45	133	95	43.490.000
	PERUGIA	23	73	49	14.985.000
	TERNI	22	60	46	28.505.000
		<b>142</b>	<b>328</b>	<b>226</b>	<b>101.369.047</b>

Stima del costo degli interventi in situazioni di rischio da frana R2 e n.d. (\*)

REGIONE	PROVINCIA	n° COMUNI R2+n.d.	n° situazioni R2+n.d.	n° situazioni R2+n.d. che necessitano di ulteriori interventi	Stima dell'importo residuo da finanziare R2+n.d. (Euro)
<b>Abruzzo</b>					
	L'AQUILA	9	34	31	9.812.681
<b>Emilia-Romagna</b>					
	FORLI-CESENA	0	0	0	0
<b>Lazio</b>		107	247	222	51.318.498
	FROSINONE	1	1	1	170.431
	RIETI	46	108	99	23.966.409
	ROMA	36	73	62	11.480.434
	VITERBO	24	65	60	15.701.225
<b>Toscana</b>		12	75	70	25.411.145
	AREZZO	6	41	37	12.638.734
	GROSSETO	1	10	10	4.722.410
	SIENA	5	24	23	8.050.000
<b>Umbria</b>		37	104	101	35.516.457
	PERUGIA	20	56	53	18.716.457
	TERNI	17	48	48	16.800.000
		<b>165</b>	<b>460</b>	<b>424</b>	<b>122.058.781</b>

\* n.d situazioni di rischio segnalate da verificare

### 10.3 Quadro degli interventi: assetto idraulico.

Il PAI individua gli interventi di assetto idraulico sulla base delle situazioni di rischio evidenziate negli elaborati “Fasce fluviali e zone di rischio” del reticolo principale” e “Atlante delle situazioni di rischio idraulico” relative al reticolo secondario e minore”.

La stima del costo delle opere per la messa in sicurezza è fondata su analisi di prefattibilità che necessitano di approfondimenti tecnici in relazione ad ogni specifica situazione, avvalendosi dell'attività ricognitiva del rischio da parte degli Enti Locali, dei Consorzi di Bonifica e delle Comunità Montane ( legge n.365/00).

Su tali basi è stata effettuata una prima analisi critica delle aree a rischio R4, R3 ed R2; nell'ambito di questa analisi sono state escluse zone di modestissima estensione, per le quali, allo stato attuale, non è proponibile alcun tipo di intervento, all'infuori di interventi strutturali puntuali sui singoli manufatti, per diminuirne la vulnerabilità.

Sono state inoltre recepite diverse segnalazioni di situazioni che, se pur non evidenziate dai modelli descritti nella parte metodologica, rivestono nondimeno importanza strategica ai fini della messa in sicurezza di talune zone.

il totale degli interventi per l'intero territorio del bacino ammonta a 149 interventi strutturali di valenza prioritaria. Per ciascuno di questi interventi è disponibile una scheda di fattibilità tecnico economica.

L'elenco evidenzia inoltre zone a rischio per le quali non è stato possibile prevedere alcun tipo di intervento strutturale per la messa in sicurezza, a causa delle particolarità morfologiche delle zone e/o degli insediamenti in esse situati.

Gli interventi strutturali prioritari sono accompagnati da interventi di manutenzione ordinaria sul reticolo principale, secondario e minore

Per quanto concerne il reticolo principale, il fabbisogno finanziario di manutenzione è dimensionato su porzioni omogenee del reticolo idrografico (tratti fluviali). In totale il reticolo principale è suddiviso in 14 tratti fluviali. Nel reticolo secondario e minore, il fabbisogno di manutenzione è espresso in relazione al reticolo idrografico che si sviluppa nel sottobacino sotteso. Vengono considerati tredici sottobacini principali a copertura dell'intero bacino. La sintesi del fabbisogno economico di manutenzione ordinaria è riassunta in 27 schede, relative a 13 sottobacini e 14 tratti fluviali.

Gli interventi di manutenzione sono dimensionati per 5 anni di attività da attuarsi nell'arco di dieci anni in relazione alla tipologia degli interventi.

L'insieme degli interventi prioritari di difesa idraulica e degli interventi di manutenzione costituisce un quadro di intervento bilanciato volto alla riduzione del rischio ed al contemporaneo ripristino dell'efficienza idraulica del reticolo idrografico.

In aggiunta agli interventi prioritari, il PAI individua ulteriori situazioni di dissesto a carattere locale e con basso livello di rischio che nondimeno costituiscono fattore di instabilità nelle utilizzazioni prevalentemente agricole dei territori in prossimità del reticolo idrografico secondario e minore. Per tali situazioni, relative a 595 tratti fluviali, Il PAI prevede interventi di sistemazione idraulica, nel principio generale della salvaguardia dei volumi di laminazione, da attuarsi nell'arco temporale di 10 anni e in via

subordinata all'attuazione degli interventi prioritari. L'insieme di tali interventi costituisce la seconda fascia di priorità.

Le tabelle che seguono riassumono il quadro degli interventi ed i costi dell'assetto idraulico.

**QUADRO DEGLI INTERVENTI PRIORITARI DI ASSETTO IDRAULICO (PROGRAMMAZIONE SU 10 ANNI)**

**Interventi strutturali connessi a situazioni di rischio idraulico (migliaia di euro)**

Localizzazione	Interventi	Importo totale	Importo finanziato	Importo finanziabile
Reticolo principale	81	188.817	3.770	185.047
Reticolo secondario e minore	68	86.617	10.300	76.316
			<b>TOTALE</b>	<b>261.362</b>

**Interventi di manutenzione ordinaria (migliaia di euro)**

Localizzazione	Interventi	Importo totale annuo	Numero di anni previsti	Importo totale
Tratti fluviali del reticolo principale	14 tratti	7.178	5	35.893
Sottobacini che includono il reticolo secondario e minore (sottobacini)	13 sottobacini	19.883	5	99.417
			<b>TOTALE</b>	<b>135.310</b>

**QUADRO DEGLI INTERVENTI DI SECONDA PRIORITA' CONNESSI CON TRATTI FLUVIALI IN DISSESTO**

Localizzazione	Interventi	Numero di anni previsti	Importo totale (migliaia di Euro)
Reticolo secondario e minore	595	10	294.966
		<b>TOTALE</b>	<b>294.966</b>

## 10.4 Quadro riepilogativo del fabbisogno finanziario.

Gli interventi di assetto, che si attuano attraverso interventi strutturali e/o di manutenzione ed agiscono in concomitanza con le altre azioni di carattere normativo (cfr quadro riepilogativo delle Norme), si differenziano in interventi a carattere locale e in interventi a carattere estensivo o diffuso.

Tali interventi assumono carattere prioritario e/o strategico in funzione dell'urgenza (rischio) ed in funzione della loro efficacia nella generale ricerca di compatibilità tra dinamiche idrogeologiche e dinamiche antropiche.

Gli interventi si differenziano in :

### **Interventi di assetto geomorfologico**

Interventi per l' assetto dei bacini collinari e montani

Interventi in situazioni di rischio per frana

### **Interventi di assetto idraulico**

Interventi in situazioni di rischio idraulico

Manutenzione degli alvei fluviali

Interventi sui dissesti a basso rischio del reticolo idrografico secondario e minore.

La copertura del fabbisogno finanziario indicato nella tabella riepilogativa che segue si attua attraverso la programmazione triennale della spesa in materia di difesa del suolo prevista dalla legge n.183/89 con il concorso di eventuali altre forme di finanziamento da definire in sede di conferenze programmatica (cfr legge n.365/00).

L' arco temporale di riferimento per le azioni di assetto idrogeologico previsto dal PAI è di 10 anni. Di seguito è riassunto il quadro del fabbisogno finanziario.

**Tabella riepilogativa del fabbisogno finanziario del PAI espresso in migliaia di euro**

	<b>Interventi di assetto dei bacini collinari e montani</b>	<b>Interventi in situazioni di rischio per frana</b>	<b>Interventi in situazioni di rischio idraulico</b>	<b>Manutenzione ordinaria degli alvei fluviali</b>	<b>Interventi sui dissesti a basso rischio nel reticolo secondario e minore</b>	<b>TOTALE</b>
<b>Importi Totali</b>	<b>784.446</b>	<b>223.428</b>	<b>261.362</b>	<b>135.310</b>	<b>294.966</b>	<b>1.699.512</b>

## **11 STATISTICHE DELLE FASCE E DELLE ZONE DI RISCHIO**

# **REGIONE LAZIO**

## **RISCHIO IDRAULICO RETICOLO PRINCIPALE**

### **PROVINCE INTERESSATE DALLE FASCE E DALLE ZONE A RISCHIO**

- 1. RIETI**
- 2. ROMA**
- 3. VITERBO**

## Provincia : RIETI

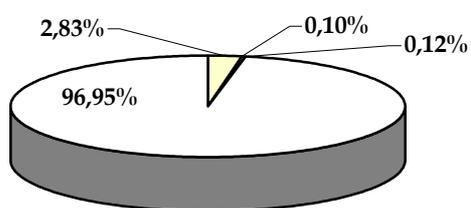
Superficie (Km<sup>2</sup>): 2749,16

Superficie ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 2482,519

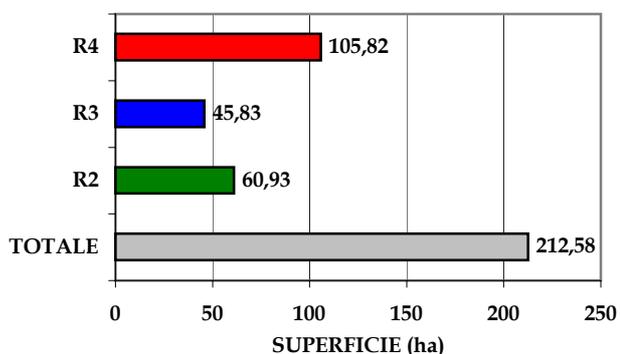
% Superficie ricadente nel bacino: 90,30%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. provincia nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. aree a rischio / sup. provincia nel bacino)
A	70,341	2,83	R4	105,82	0,04
B	2,513	0,10	R3	45,83	0,02
C	2,926	0,12	R2	60,93	0,02
TOTALE	75,780	3,05	TOTALE	212,58	0,09

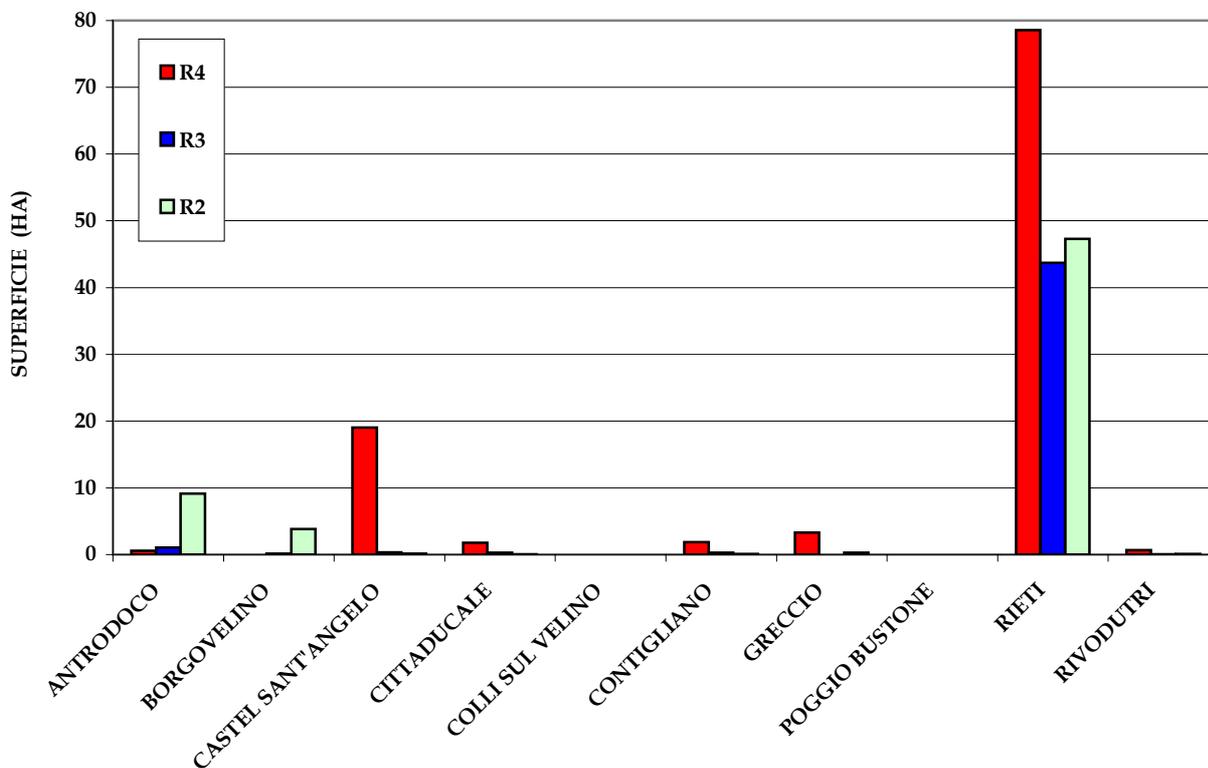
PROVINCIA : RIETI



SUPERFICIE DELLE AREE A RISCHIO



COMUNI E AREE A RISCHIO



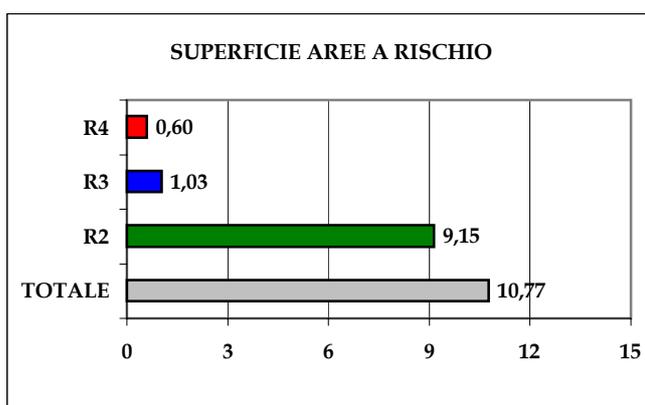
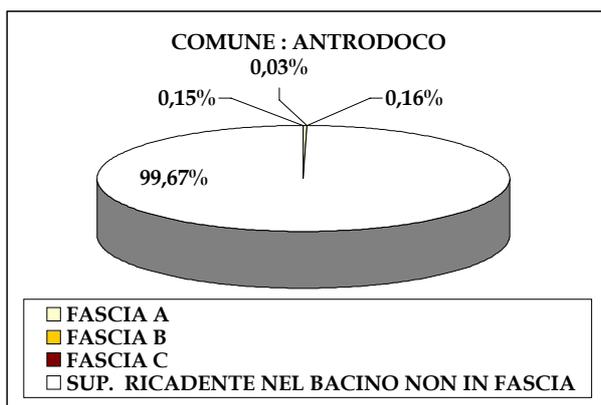
## ANTRODOCO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 63,761

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 63,761

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,093	0,15	R4	0,60	0,01
B	0,020	0,03	R3	1,03	0,02
C	0,101	0,16	R2	9,15	0,14
TOTALE	0,213	0,33	TOTALE	10,77	0,17



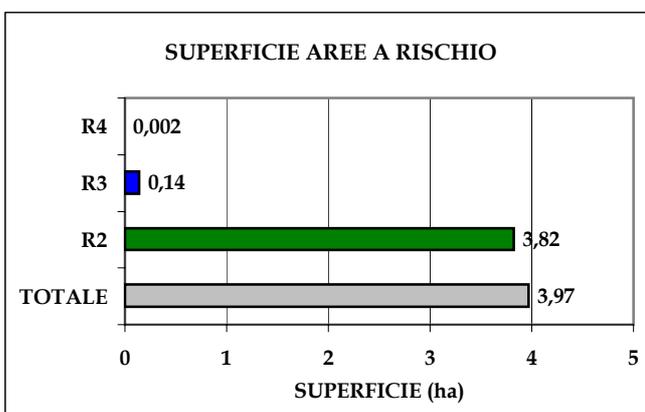
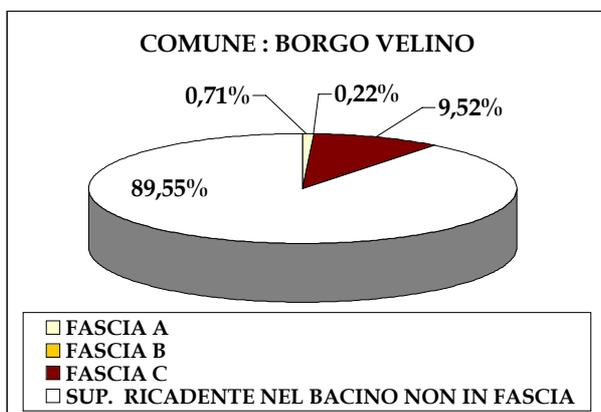
## BORGIO VELINO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 18,317

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 18,317

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,131	0,71	R4	0,002	0,0001
B	0,039	0,22	R3	0,142	0,0077
C	1,745	9,52	R2	3,824	0,2088
TOTALE	1,915	10,45	TOTALE	3,967	0,2166



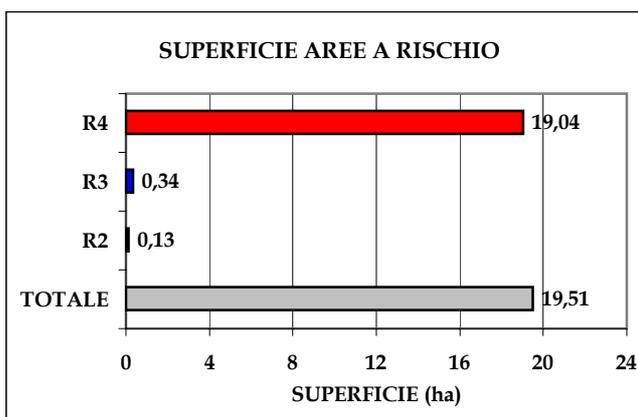
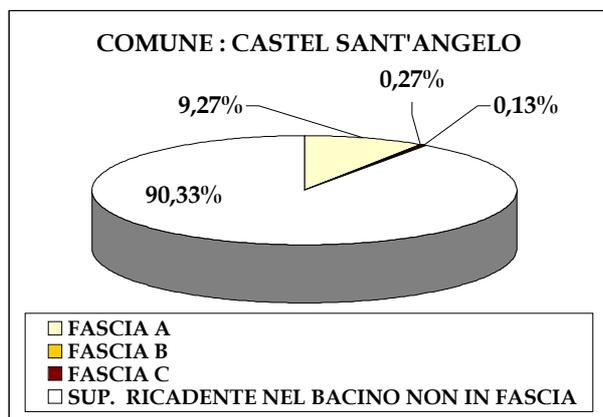
## CASTEL SANT'ANGELO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 31,206

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 31,206

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	2,893	9,27	R4	19,04	0,610
B	0,084	0,27	R3	0,34	0,011
C	0,041	0,13	R2	0,13	0,004
<b>TOTALE</b>	<b>3,017</b>	<b>9,67</b>	<b>TOTALE</b>	<b>19,51</b>	<b>0,625</b>



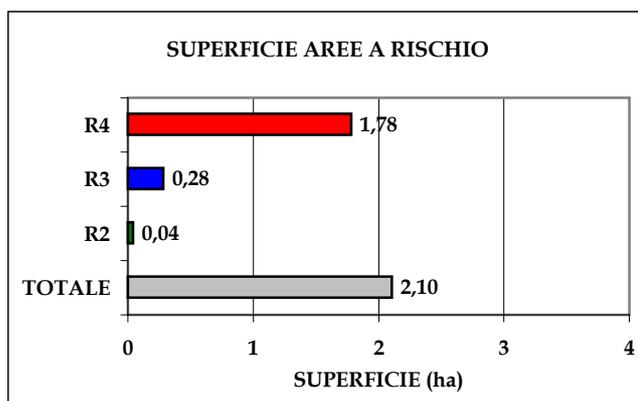
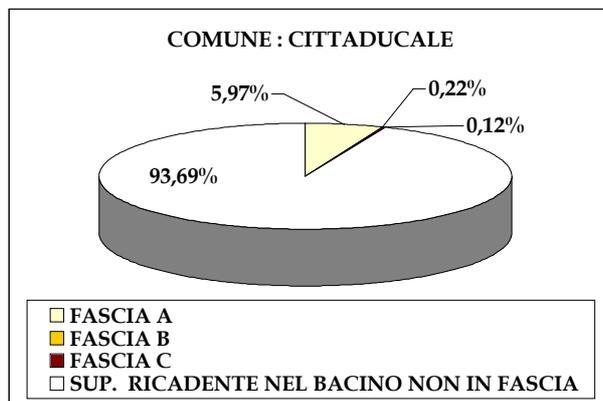
## CITTADUCALE

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 71,103

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 71,103

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	4,247	5,97	R4	1,78	0,025
B	0,156	0,22	R3	0,28	0,004
C	0,083	0,12	R2	0,04	0,001
<b>TOTALE</b>	<b>4,487</b>	<b>6,31</b>	<b>TOTALE</b>	<b>2,10</b>	<b>0,030</b>



## COLLI SUL VELINO

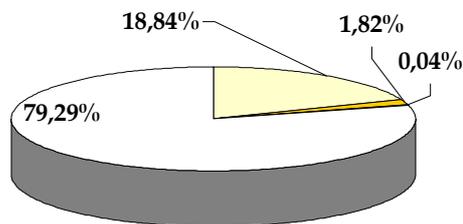
Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 12,736

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 12,736

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	2,400	18,84	R4		
B	0,232	1,82	R3		
C	0,005	0,04	R2		
TOTALE	2,637	20,71	TOTALE		

COMUNE : COLLI SUL VELINO



## CONTIGLIANO

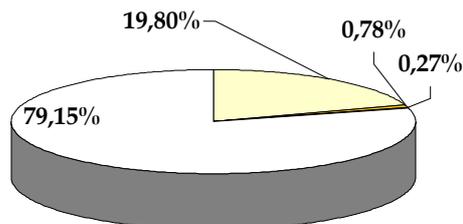
Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 53,382

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 53,382

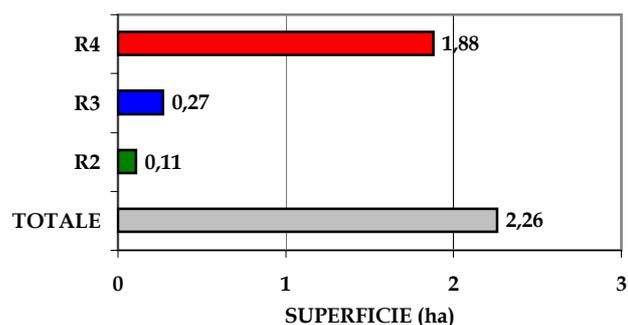
% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	10,571	19,80	R4	1,88	0,035
B	0,416	0,78	R3	0,27	0,005
C	0,142	0,27	R2	0,11	0,002
TOTALE	11,130	20,85	TOTALE	2,26	0,042

COMUNE : CONTIGLIANO



SUPERFICIE AREE A RISCHIO



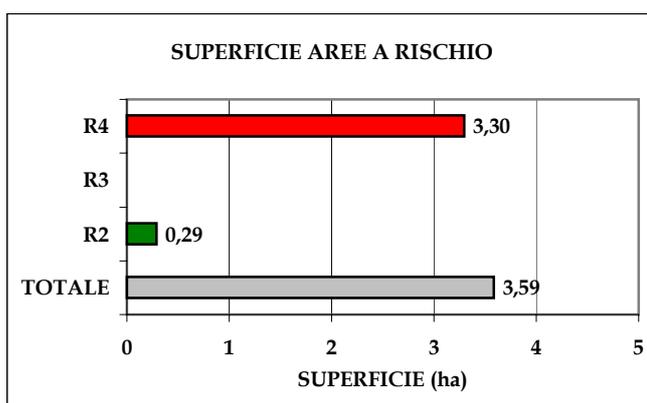
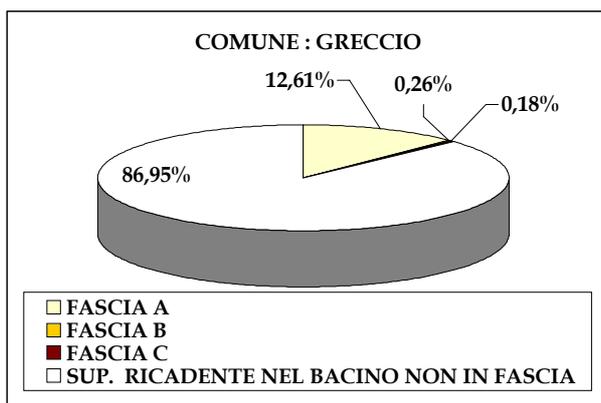
## GRECCIO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 17,828

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 17,828

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	2,249	12,61	R4	3,30	0,18
B	0,046	0,26	R3		
C	0,032	0,18	R2	0,29	0,02
TOTALE	2,326	13,05	TOTALE	3,59	0,20



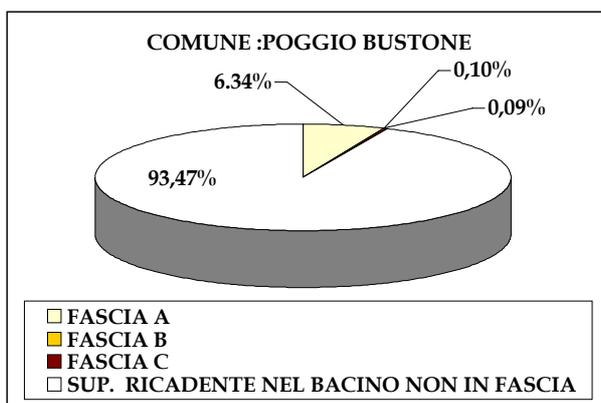
## POGGIO BUSTONE

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 22,342

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 22,342

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	1,417	6,34	R4		
B	0,022	0,10	R3		
C	0,019	0,09	R2		
TOTALE	1,458	6,53	TOTALE		



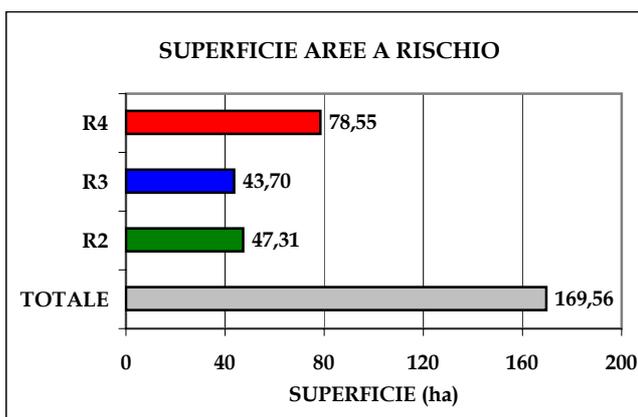
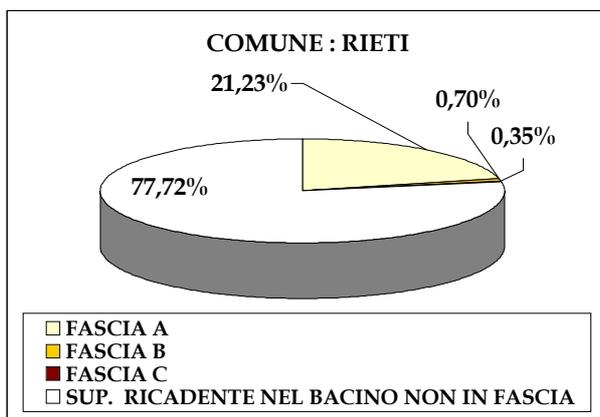
## RIETI

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 206,187

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 206,187

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	43,782	21,23	R4	78,55	0,38
B	1,449	0,70	R3	43,70	0,21
C	0,714	0,35	R2	47,31	0,23
<b>TOTALE</b>	<b>45,945</b>	<b>22,28</b>	<b>TOTALE</b>	<b>169,56</b>	<b>0,82</b>



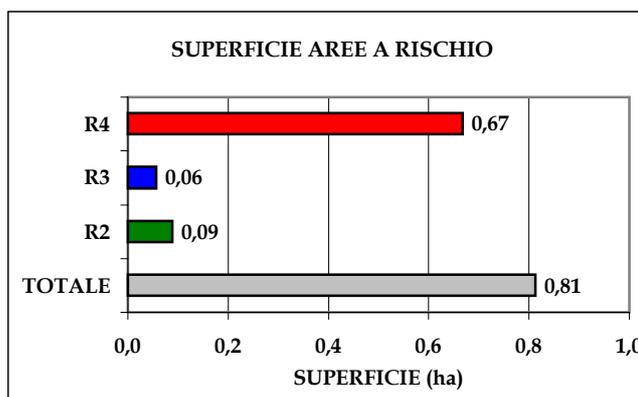
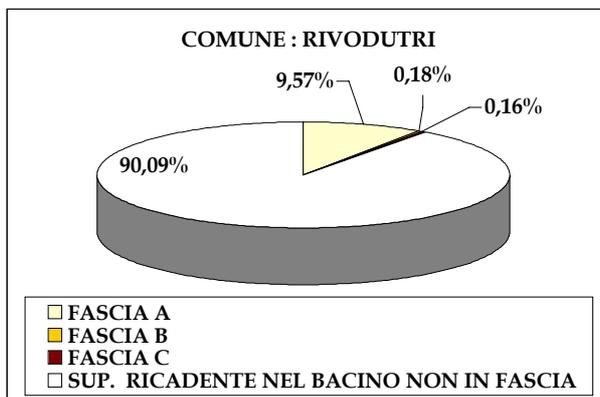
## RIVODUTRI

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 26,745

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 26,745

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	2,558	9,57	R4	0,67	0,025
B	0,049	0,18	R3	0,06	0,002
C	0,043	0,16	R2	0,09	0,003
<b>TOTALE</b>	<b>2,651</b>	<b>9,91</b>	<b>TOTALE</b>	<b>0,81</b>	<b>0,030</b>



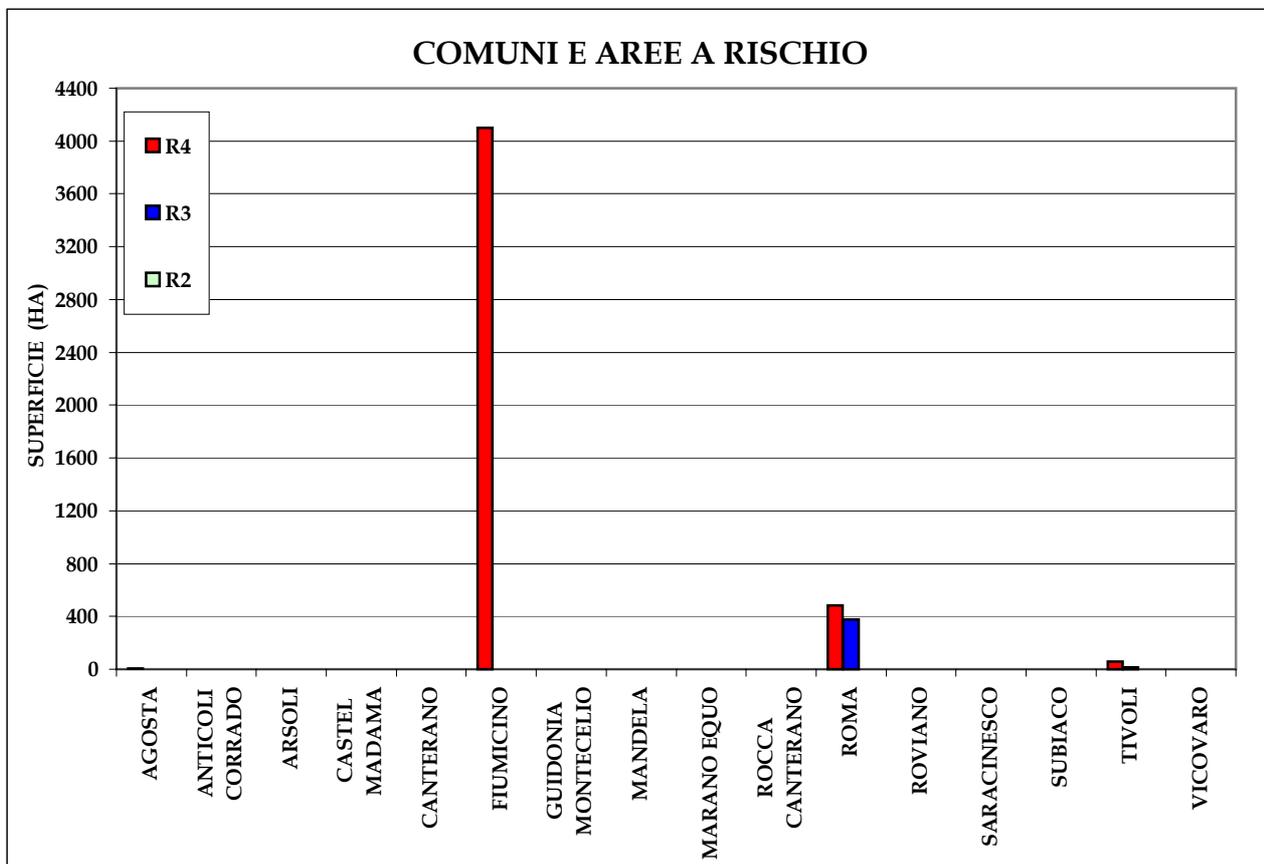
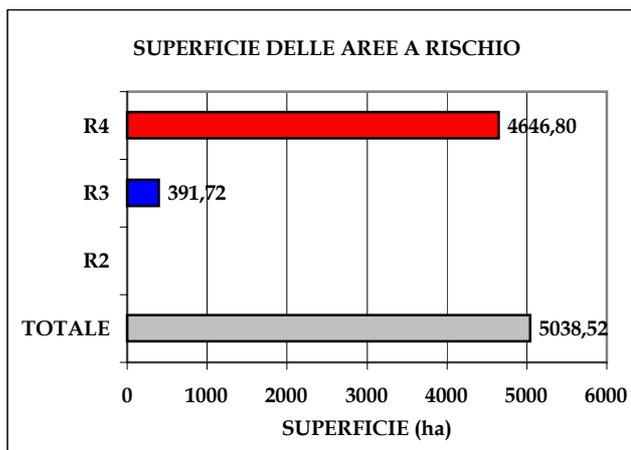
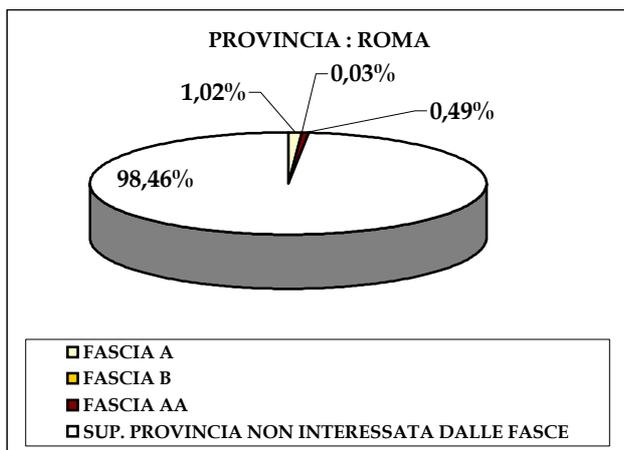
## Provincia : ROMA

Superficie (Km<sup>2</sup>): 3776,296

Superficie ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 3139,616

% Superficie ricadente nel bacino: 83,14%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. provincia nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. aree a rischio/ sup. provincia nel bacino)
A	32,173	1,02	R4	4646,80	1,48
B	0,842	0,03	R3	391,72	0,12
AA	15,296	0,49	R2		
<b>TOTALE</b>	<b>48,311</b>	<b>1,54</b>	<b>TOTALE</b>	<b>5038,52</b>	<b>1,60</b>



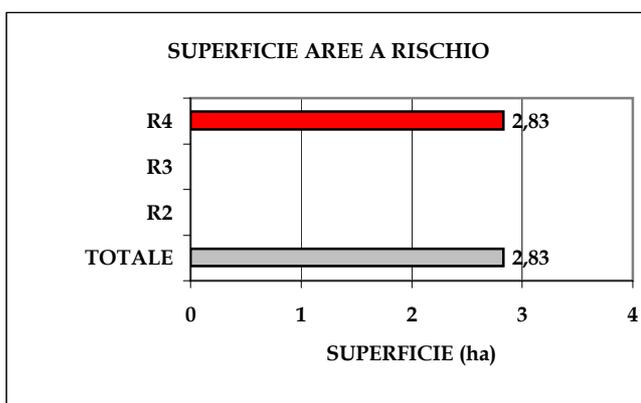
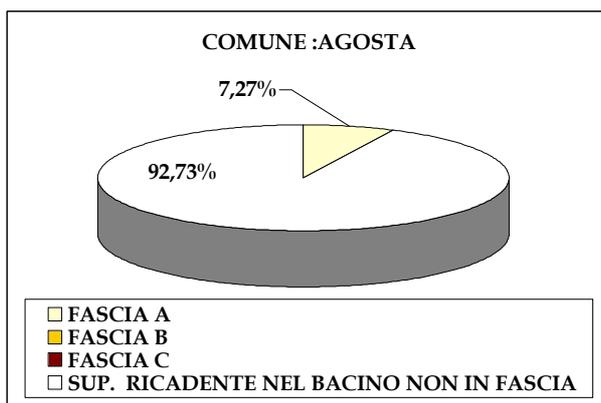
## AGOSTA

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 9,480

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 9,480

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	1,623	7,27	R4	2,83	0,13
B			R3		
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>1,623</b>	<b>7,27</b>	<b>TOTALE</b>	<b>2,83</b>	<b>0,13</b>



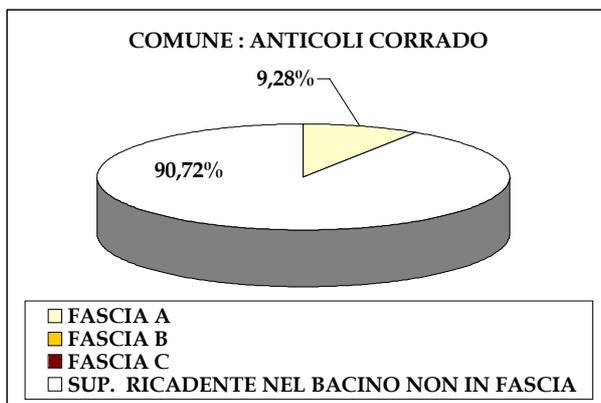
## ANTICOLI CORRADO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 16,179

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 16,179

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	1,502	9,28	R4		
B			R3		
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>1,502</b>	<b>9,28</b>	<b>TOTALE</b>		



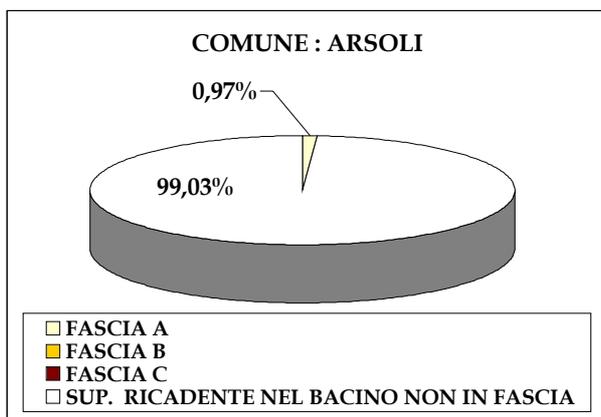
## ARSOLI

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 12,173

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 12,173

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,118	0,97	R4		
B			R3		
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>0,118</b>	<b>0,97</b>	<b>TOTALE</b>		



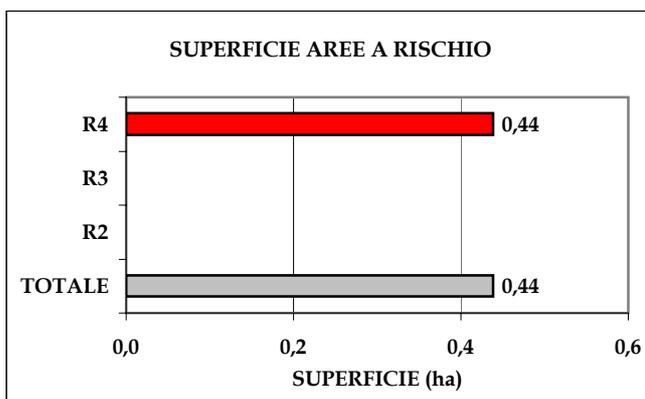
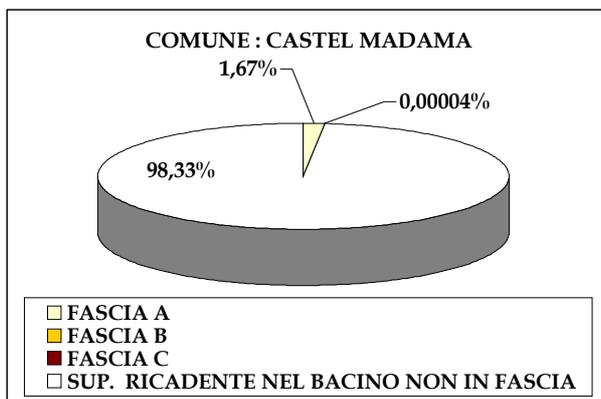
## CASTEL MADAMA

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 28,747

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 28,747

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,481	1,67	R4	0,44	0,02
B	0,00001	0,00004	R3		
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>0,481</b>	<b>1,67</b>	<b>TOTALE</b>	<b>0,44</b>	<b>0,02</b>



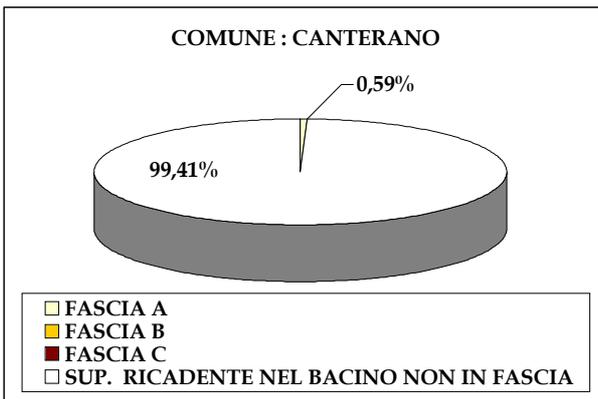
## CANTERANO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 7,358

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 7,358

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,043	0,59	R4		
B			R3		
C			R2		
TOTALE	0,043	0,59	TOTALE		



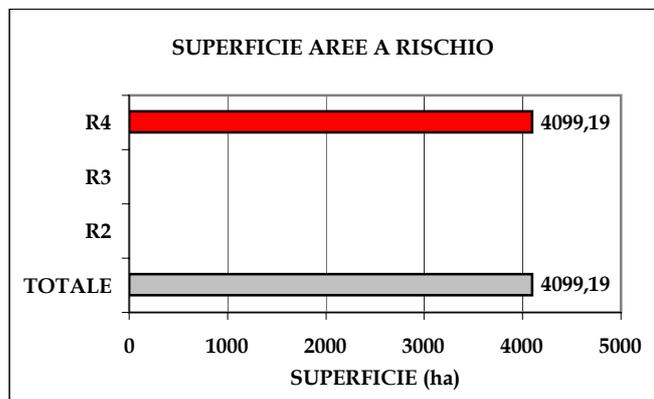
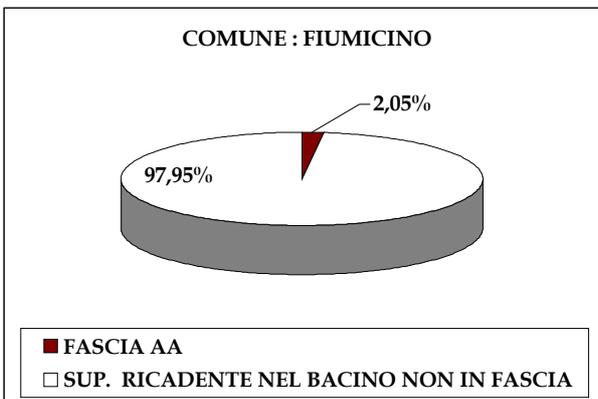
## FIUMICINO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 211,917

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 65,983

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 31,136%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
AA	1,354	2,05	R4	4099,19	62,12
TOTALE	1,354	2,05	TOTALE	4099,19	62,12



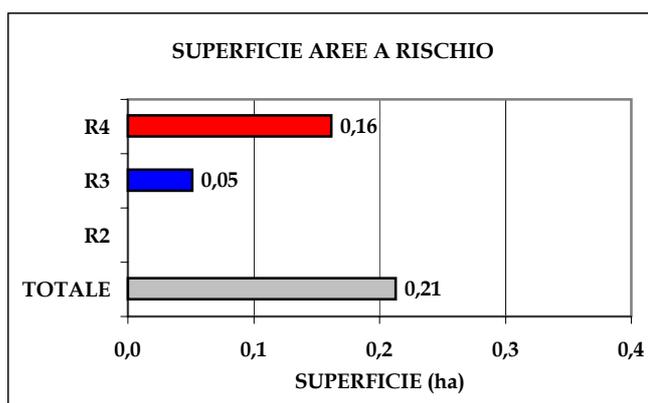
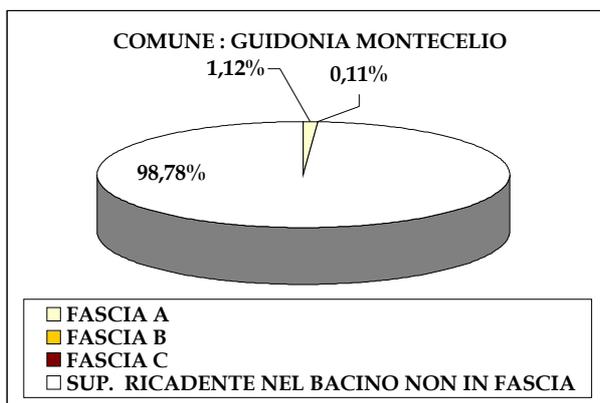
## GUIDONIA MONTECELIO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 28,747

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 28,747

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,907	1,12	R4	0,16	0,002
B	0,087	0,11	R3	0,05	0,001
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>0,994</b>	<b>1,22</b>	<b>TOTALE</b>	<b>0,44</b>	<b>0,005</b>



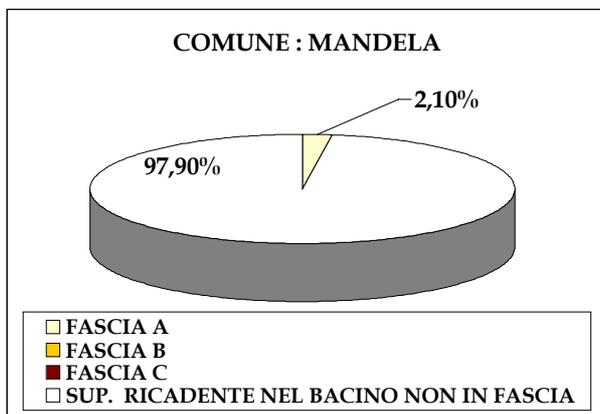
## MANDELA

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 13,691

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 13,691

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,287	2,10	R4		
B			R3		
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>0,287</b>	<b>2,10</b>	<b>TOTALE</b>		



## MARANO EQUO

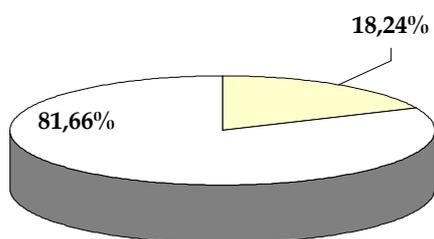
Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 7,636

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 7,636

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	1,393	18,24	R4		
B	0,008	0,10	R3		
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>1,401</b>	<b>18,34</b>	<b>TOTALE</b>		

COMUNE : MARANO EQUO



## ROCCA CANTERANO

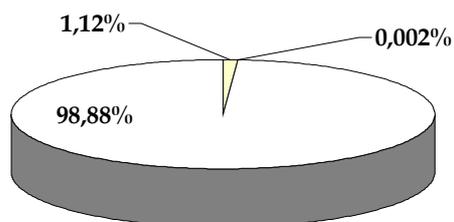
Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 15,803

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 15,803

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,1765	1,117	R4		
B	0,0003	0,002	R3		
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>0,1768</b>	<b>1,119</b>	<b>TOTALE</b>		

COMUNE : ROCCA CANTERANO



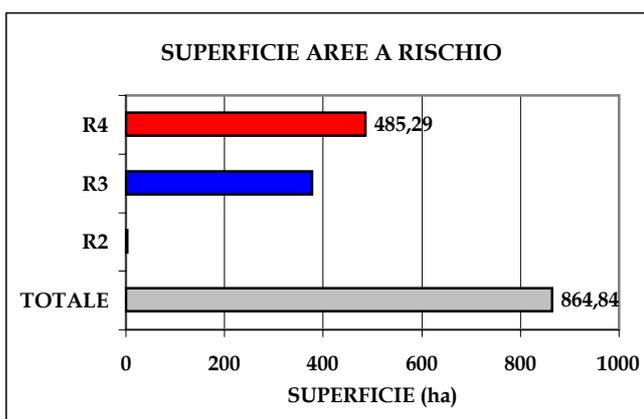
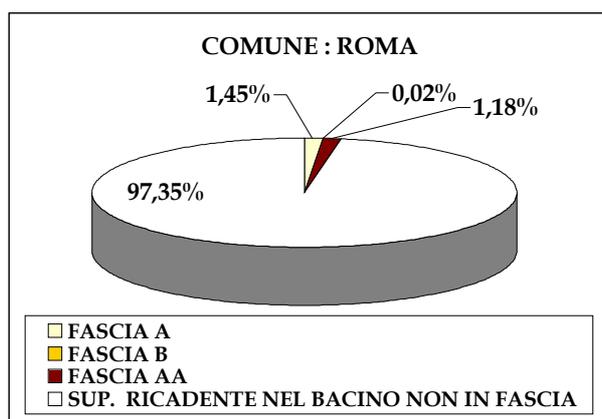
## ROMA

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 1286,431

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 1177,592

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 91,54%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	17,064	1,45	R4	485,29	0,412
B	0,232	0,02	R3	377,58	0,321
AA	13,942	1,18	R2	1,96	0,002
<b>TOTALE</b>	<b>31,238</b>	<b>2,65</b>	<b>TOTALE</b>	<b>864,84</b>	<b>0,734</b>



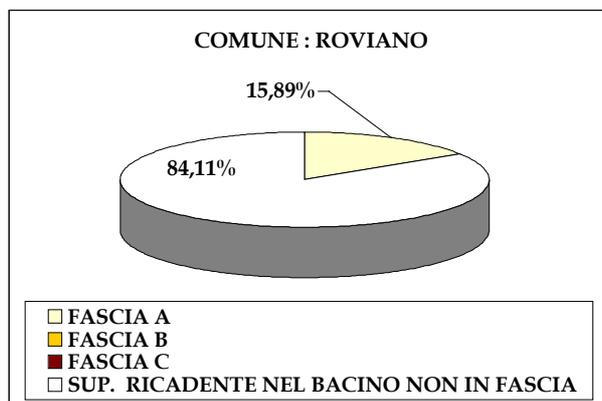
## ROVIANO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 8,485

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 8,485

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	1,349	15,89	R4		
B			R3		
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>1,349</b>	<b>15,89</b>	<b>TOTALE</b>		



## SARACINESCO

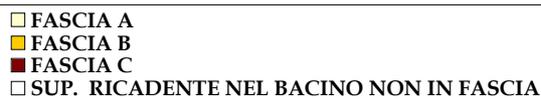
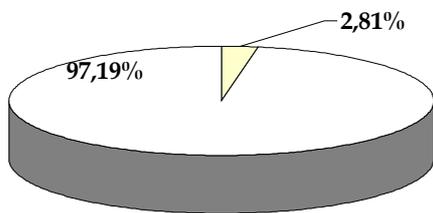
Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 11,136

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 11,136

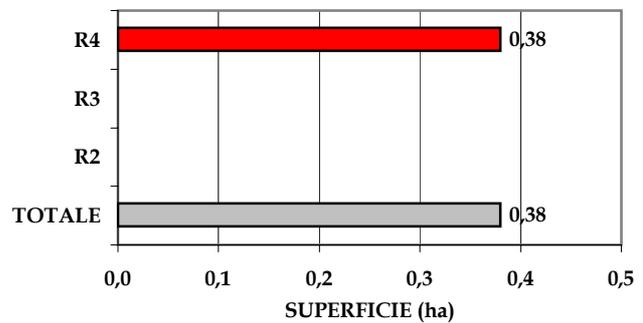
% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,313	2,81	R4	0,38	0,03
B			R3		
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>0,313</b>	<b>2,81</b>	<b>TOTALE</b>	<b>0,38</b>	<b>0,03</b>

COMUNE : SARACINESCO



SUPERFICIE AREE A RISCHIO



## SUBIACO

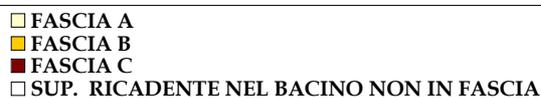
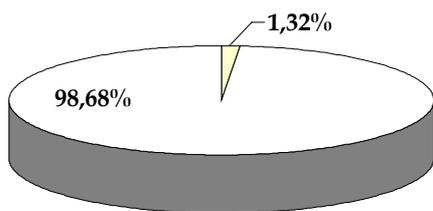
Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 63,089

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 63,089

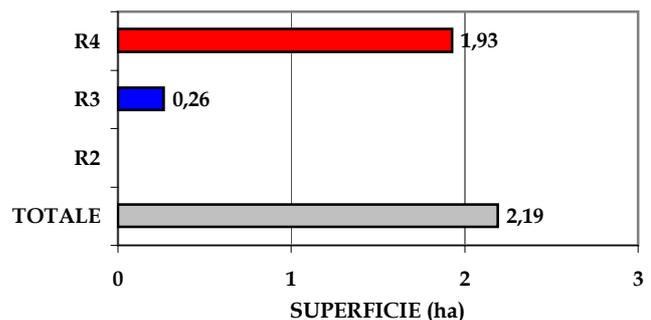
% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,835	1,32	R4	1,93	0,031
B			R3	0,26	0,004
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>0,835</b>	<b>1,32</b>	<b>TOTALE</b>	<b>2,19</b>	<b>0,035</b>

COMUNE : SUBIACO



SUPERFICIE AREE A RISCHIO



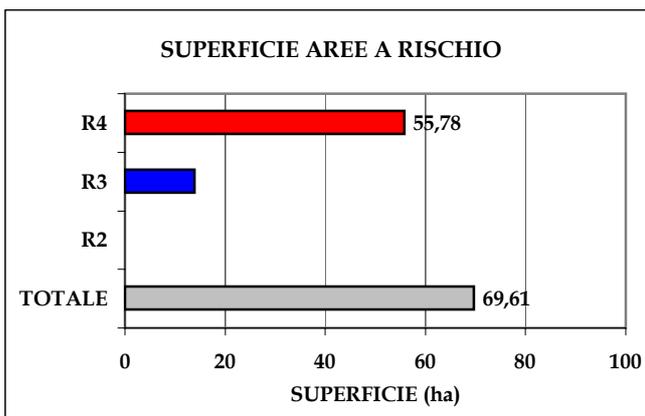
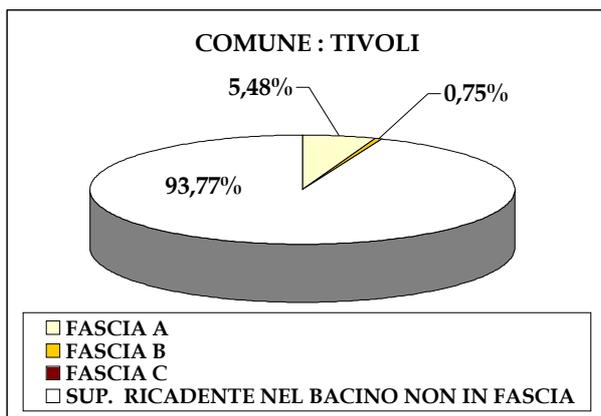
## TIVOLI

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 68,680

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 69,680

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	3,761	5,48	R4	55,78	0,81
B	0,515	0,75	R3	13,83	0,20
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>4,276</b>	<b>6,23</b>	<b>TOTALE</b>	<b>69,61</b>	<b>1,01</b>



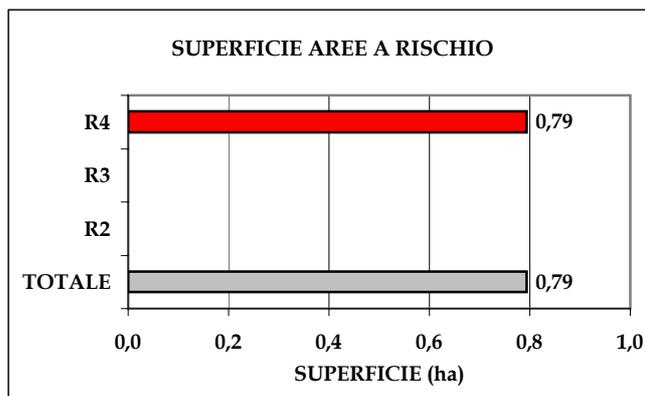
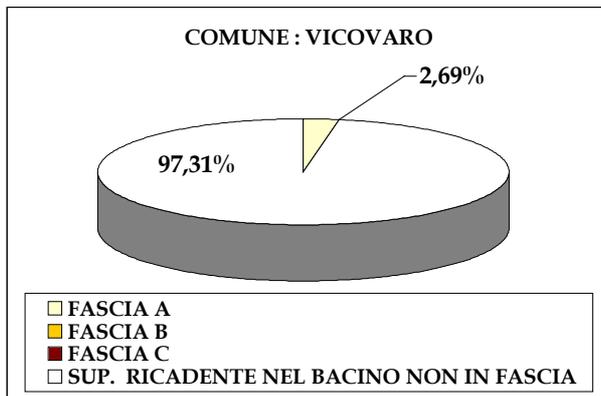
## VICOVARO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 35,880

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 35,880

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,967	2,69	R4	0,79	0,022
B			R3		
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>0,967</b>	<b>2,69</b>	<b>TOTALE</b>	<b>0,79</b>	<b>0,022</b>



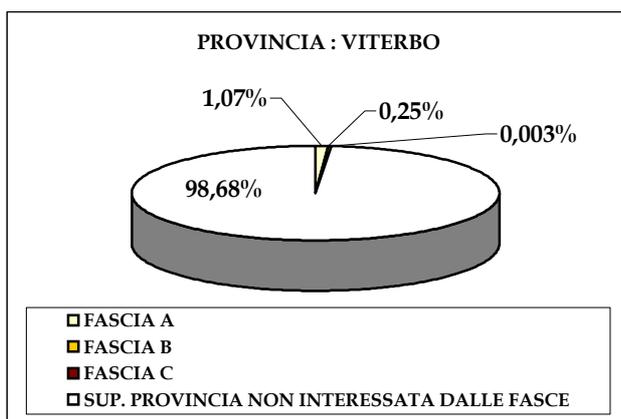
## Provincia : VITERBO

Superficie (Km<sup>2</sup>): 3512,12

Superficie ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 1437,547

% Superficie ricadente nel bacino: 40,93%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. provincia nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. aree a rischio / sup. provincia nel bacino)
A	15,329	1,07	R4		
B	3,632	0,25	R3		
C	0,042	0,003	R2		
TOTALE	19,003	1,32	TOTALE		



## ACQUAPENDENTE

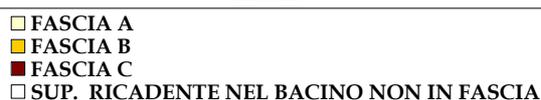
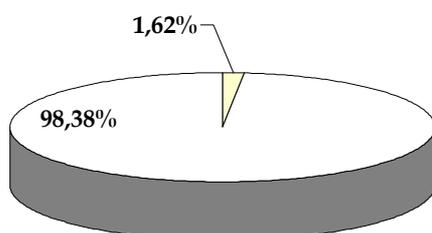
Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 131,641

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 131,641

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	2,135	1,62	R4		
B			R3		
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>2,135</b>	<b>1,62</b>	<b>TOTALE</b>		

COMUNE : ACQUAPENDENTE



## BASSANO IN TEVERINA

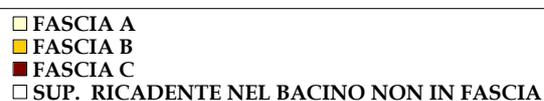
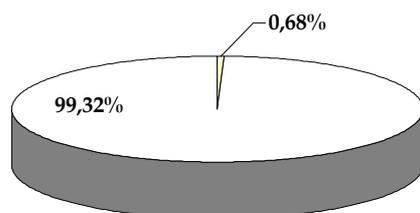
Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 12,160

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 12,160

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,083	0,68	R4		
B			R3		
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>0,083</b>	<b>0,68</b>	<b>TOTALE</b>		

COMUNE : BASSANO IN TEVERINA



## BOMARZO

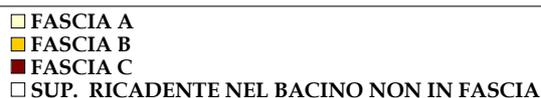
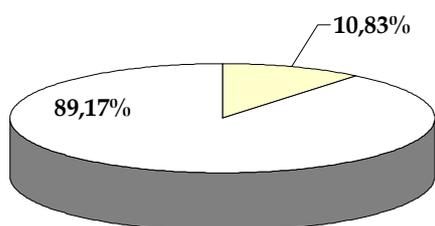
Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 39,631

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 39,631

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	4,293	10,83	R4		
B			R3		
C			R2		
TOTALE	4,293	10,83	TOTALE		

COMUNE : BOMARZO



## CIVITELLA D'AGLIANO

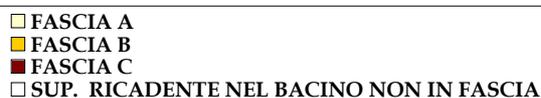
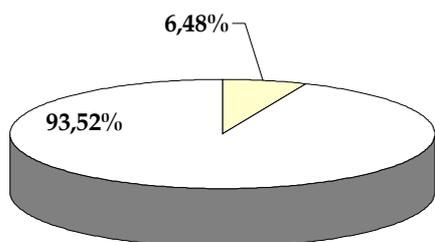
Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 32,942

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 32,942

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	2,135	6,48	R4		
B			R3		
C			R2		
TOTALE	2,135	6,48	TOTALE		

COMUNE : CIVITELLA D'AGLIANO



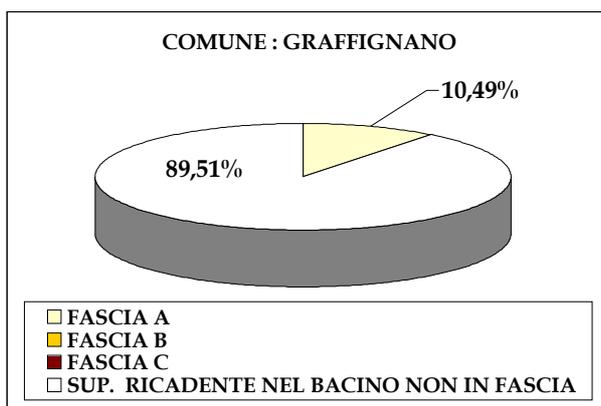
## GRAFFIGNANO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 29,087

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 29,087

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	3,051	10,49	R4		
B			R3		
C			R2		
TOTALE	3,051	10,49	TOTALE		



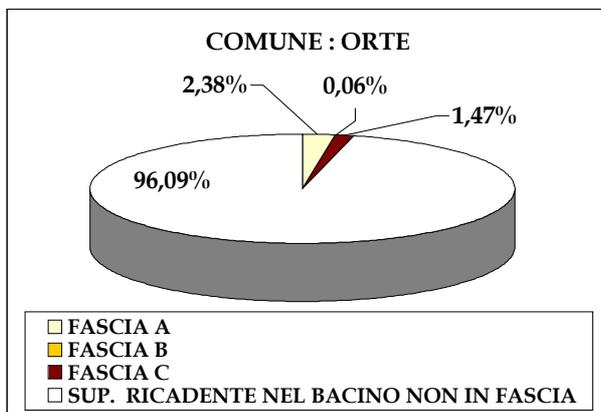
## ORTE

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 69,506

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 69,506

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	1,655	2,38	R4		
B	0,042	0,06	R3		
C	1,023	1,47	R2		
TOTALE	2,720	3,91	TOTALE		



## PROCENO

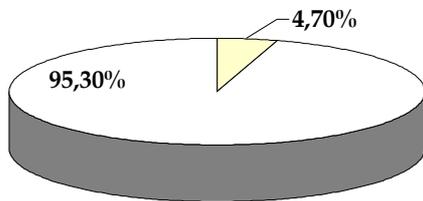
Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 42,029

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 42,029

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	1,977	4,70	R4		
B			R3		
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>1,977</b>	<b>4,70</b>	<b>TOTALE</b>		

COMUNE : PROCENO



<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: white; border: 1px solid black;"></span> FASCIA A
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span> FASCIA B
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black;"></span> FASCIA C
<span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: white; border: 1px solid black;"></span> SUP. RICADENTE NEL BACINO NON IN FASCIA

# **REGIONE TOSCANA**

## **RISCHIO IDRAULICO RETICOLO PRINCIPALE**

### **PROVINCE INTERESSATE DALLE FASCE E DALLE ZONE A RISCHIO**

**1. AREZZO**

**2. SIENA**

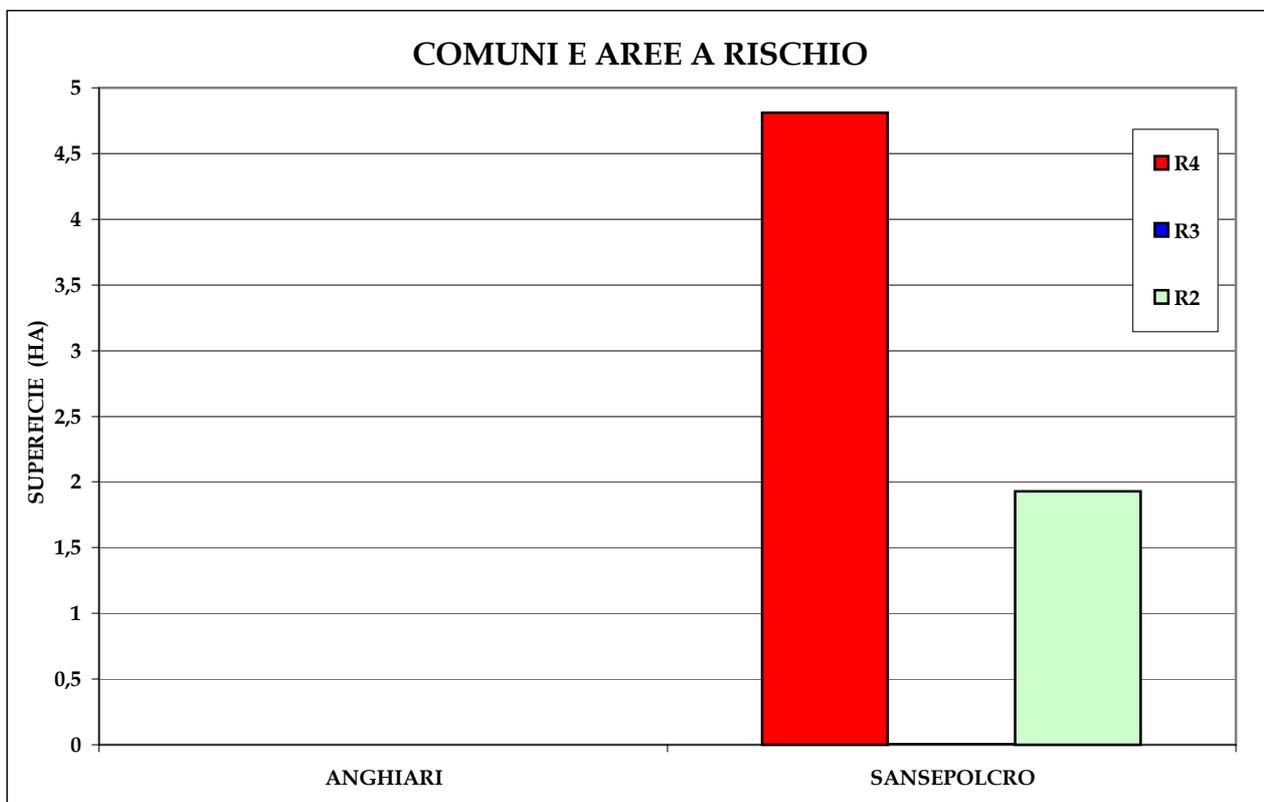
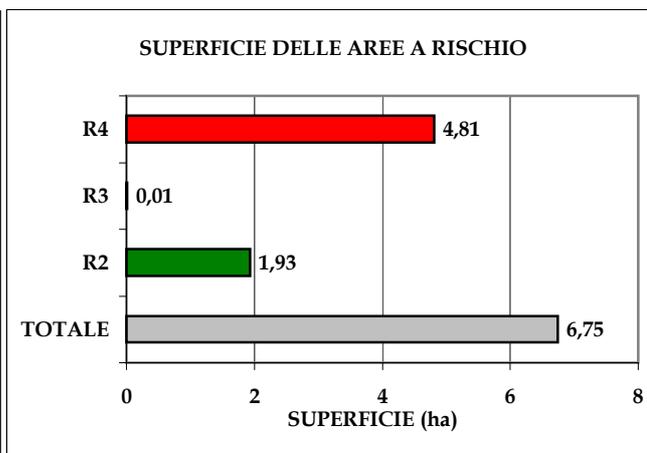
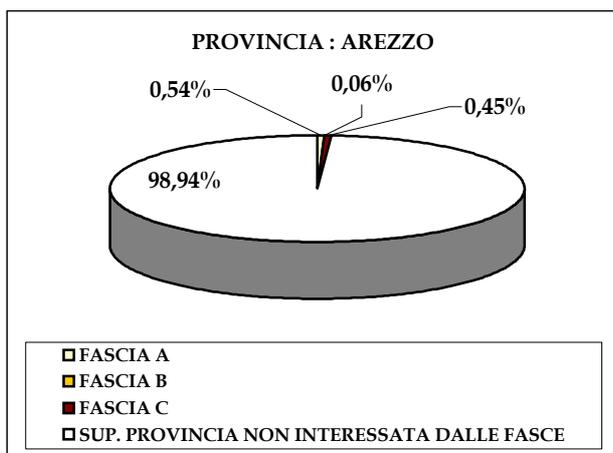
## Provincia : AREZZO

Superficie (Km<sup>2</sup>): 3231,95

Superficie ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 702,658

% Superficie ricadente nel bacino: 21,74%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. provincia nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. aree a rischio / sup. provincia nel bacino)
A	3,817	0,54	R4	4,81	0,007
B	0,443	0,06	R3	0,01	0,00001
C	3,161	0,45	R2	1,93	0,003
TOTALE	7,421	1,06	TOTALE	6,75	0,010



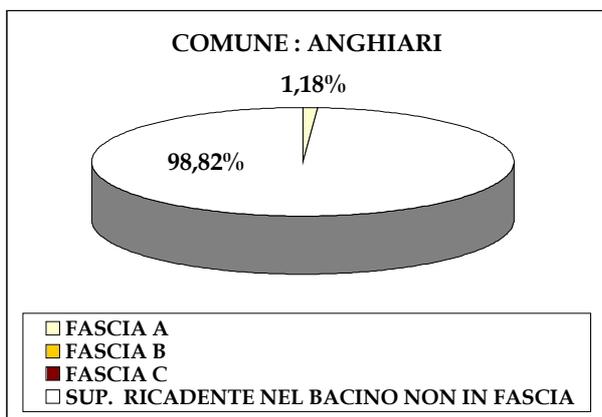
## ANGHIARI

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 130,933

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 117,934

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 90,072%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	1,394	1,18	R4		
B			R3		
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>1,394</b>	<b>1,18</b>	<b>TOTALE</b>		



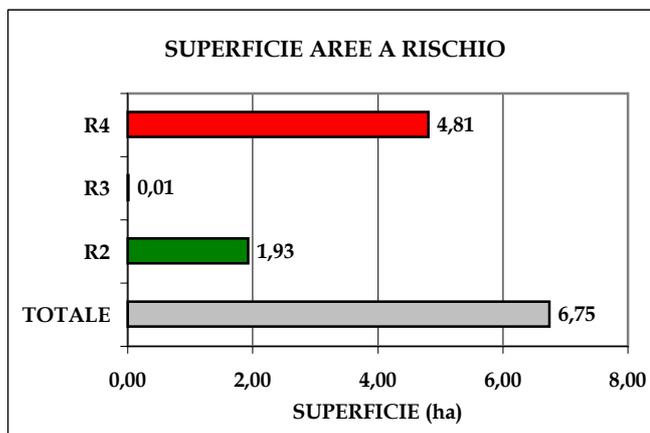
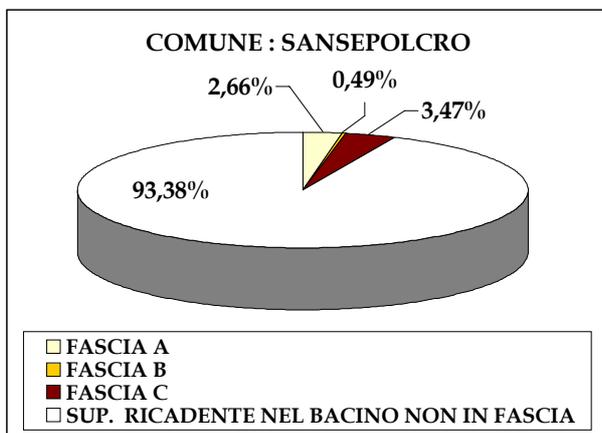
## SANSEPOLCRO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 90,978

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 90,978

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	2,423	2,66	R4	4,81	0,05
B	0,443	0,49	R3	0,01	0,0001
C	3,161	3,47	R2	1,93	0,02
<b>TOTALE</b>	<b>6,027</b>	<b>6,62</b>	<b>TOTALE</b>	<b>6,75</b>	<b>0,07</b>



## Provincia : SIENA

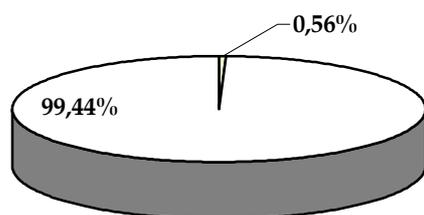
Superficie (Km<sup>2</sup>): 3821,22

Superficie ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 387,171

% Superficie ricadente nel bacino: 10,13%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. provincia nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. aree a rischio / sup. provincia nel bacino)
A	2,166	0,56	R4		
B			R3		
C			R2		
TOTALE	2,166	0,56	TOTALE		

### PROVINCIA : SIENA



- FASCIA A
- FASCIA B
- FASCIA C
- SUP. PROVINCIA NON INTERESSATA DALLE FASCE

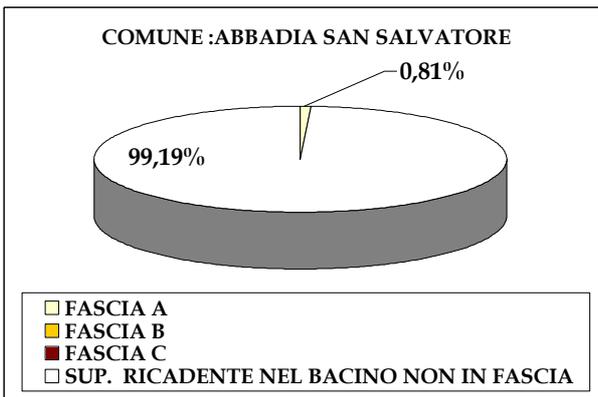
## ABBADIA SAN SALVATORE

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 118,251

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 53,513

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 45,23%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,480	0,81	R4		
B			R3		
C			R2		
TOTALE	0,480	0,81	TOTALE		



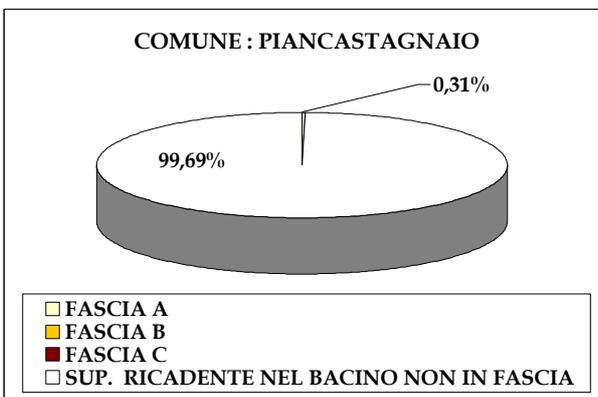
## PIANCASTAGNAIO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 69,676

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 65,770

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 94,40%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,204	0,31	R4		
B			R3		
C			R2		
TOTALE	0,204	0,31	TOTALE		



## RADICOFANI

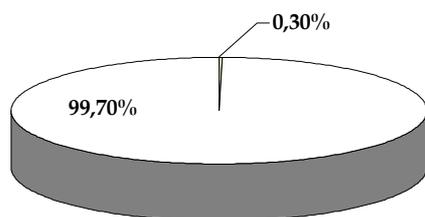
Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 118,251

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 53,513

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 45,23%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,159	0,30	R4		
B			R3		
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>0,159</b>	<b>0,30</b>	<b>TOTALE</b>		

COMUNE : RADICOFANI



- FASCIA A
- FASCIA B
- FASCIA C
- SUP. RICADENTE NEL BACINO NON IN FASCIA

## SAN CASCIANO DEI BAGNI

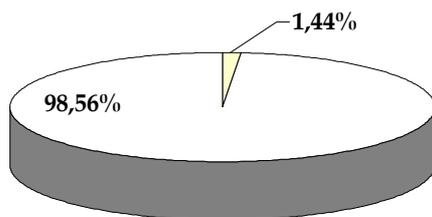
Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 92,167

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 92,167

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	1,323	1,44	R4		
B			R3		
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>1,323</b>	<b>1,44</b>	<b>TOTALE</b>		

COMUNE : SAN CASCIANO DEI BAGNI



- FASCIA A
- FASCIA B
- FASCIA C
- SUP. RICADENTE NEL BACINO NON IN FASCIA

# **REGIONE UMBRIA**

## **RISCHIO IDRAULICO RETICOLO PRINCIPALE**

### **PROVINCE INTERESSATE DALLE FASCE E DALLE ZONE A RISCHIO**

**1. PERUGIA**

**2. TERNI**

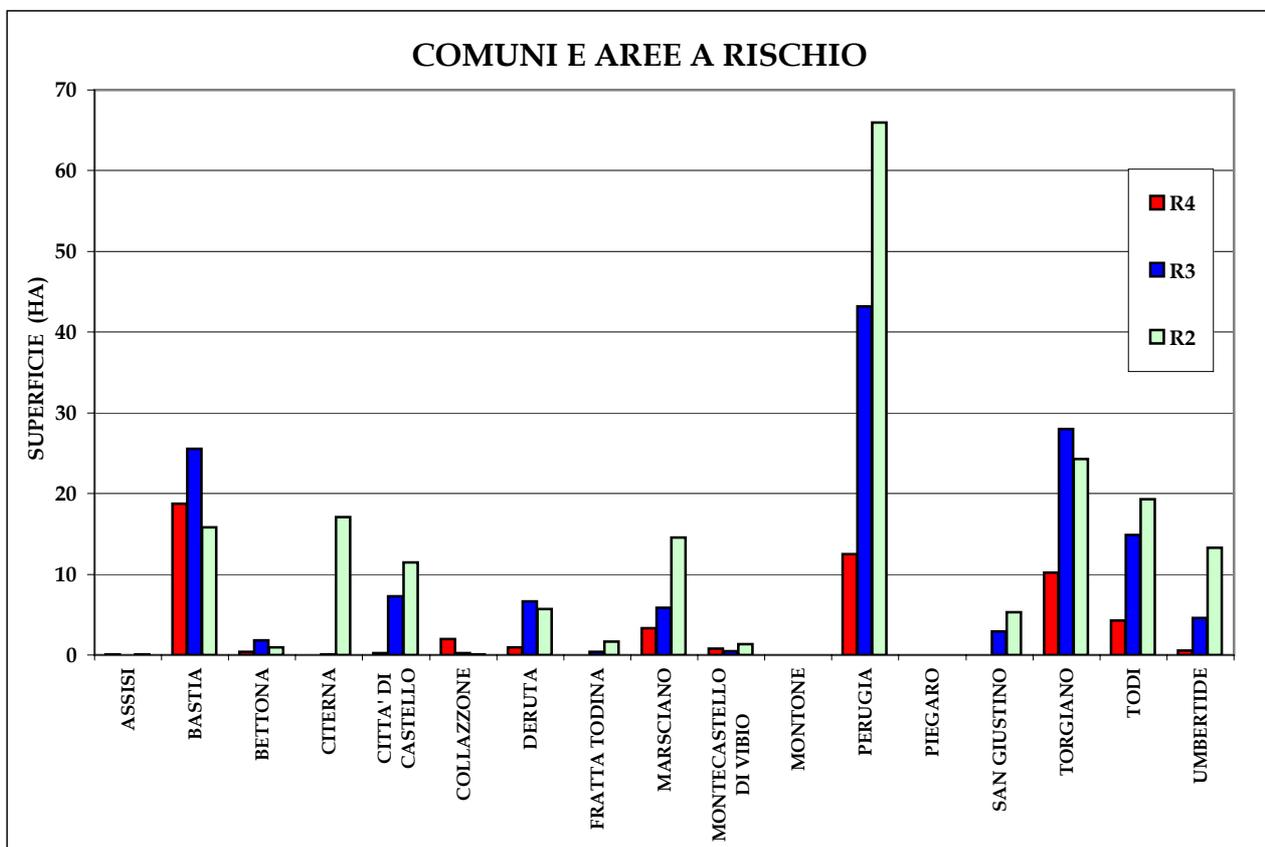
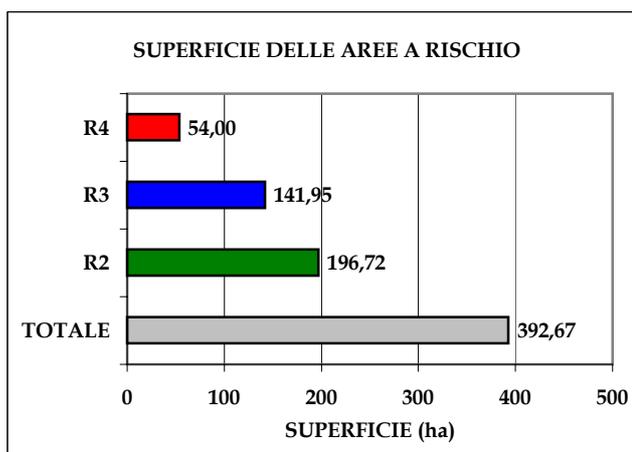
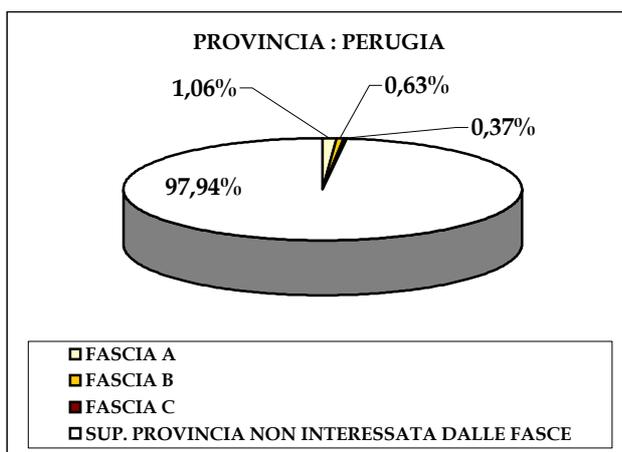
## Provincia : PERUGIA

Superficie (Km<sup>2</sup>): 6334,09

Superficie ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 6015,033

% Superficie ricadente nel bacino: 94,96%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. provincia nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. aree a rischio/ sup. provincia nel bacino)
A	64,050	1,06	R4	54,00	0,01
B	38,022	0,63	R3	141,95	0,02
C	22,081	0,37	R2	196,72	0,03
TOTALE	124,153	2,06	TOTALE	392,67	0,07



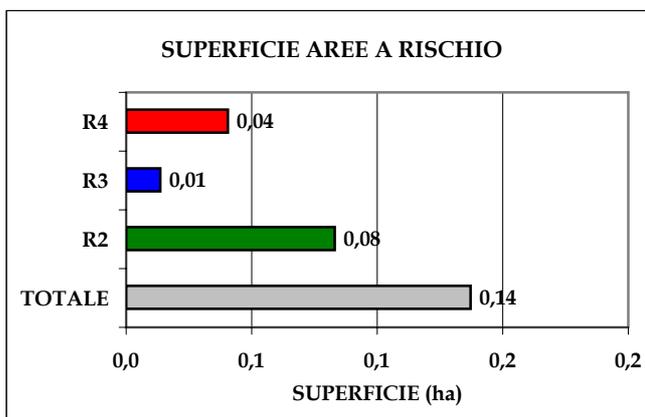
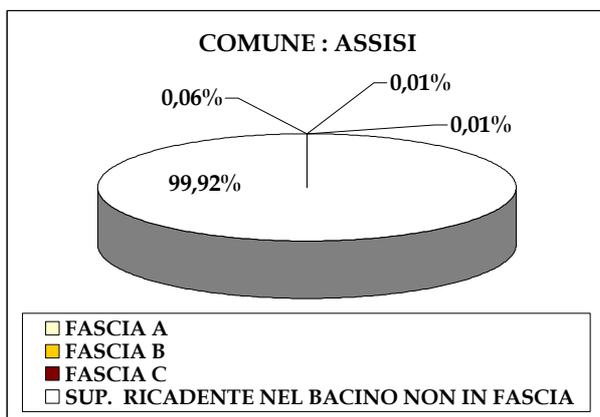
## ASSISI

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 186,789

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 186,789

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,108	0,06	R4	0,04	0,0002
B	0,021	0,01	R3	0,01	0,0001
C	0,023	0,01	R2	0,08	0,0004
TOTALE	0,152	0,08	TOTALE	0,14	0,0007



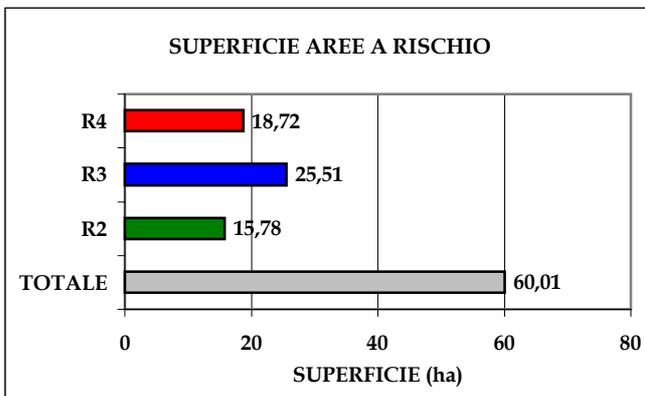
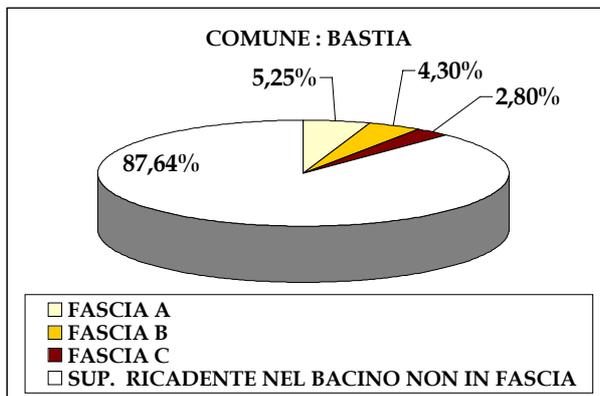
## BASTIA

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 27,643

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 27,643

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	1,453	5,25	R4	18,72	0,68
B	1,189	4,30	R3	25,51	0,92
C	0,774	2,80	R2	15,78	0,57
TOTALE	3,415	12,36	TOTALE	60,01	2,17



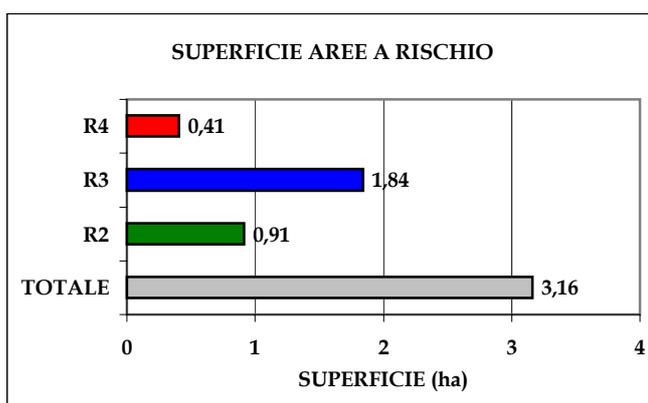
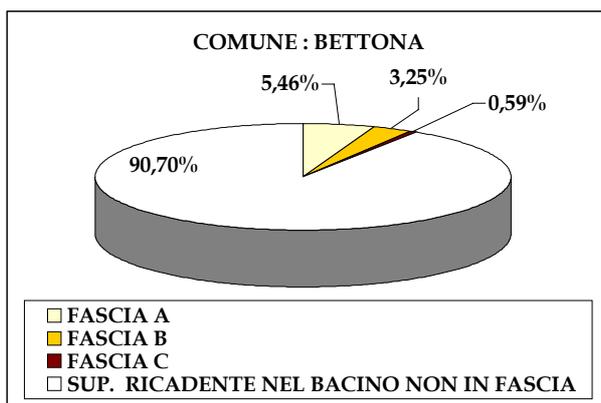
## BETTONA

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 45,195

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 45,195

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	2,470	5,46	R4	0,41	0,01
B	1,467	3,25	R3	1,84	0,04
C	0,265	0,59	R2	0,91	0,02
<b>TOTALE</b>	<b>4,201</b>	<b>90,70</b>	<b>TOTALE</b>	<b>3,16</b>	<b>0,07</b>



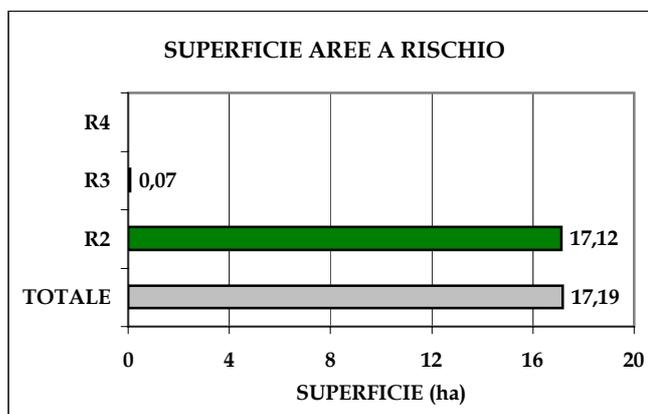
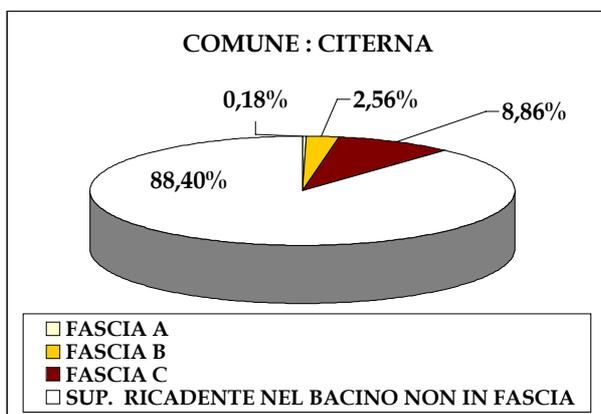
## CITERNA

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 23,564

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 23,564

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,043	0,18	R4		
B	0,605	2,57	R3	0,07	0,003
C	2,096	8,89	R2	17,12	0,726
<b>TOTALE</b>	<b>2,744</b>	<b>11,64</b>	<b>TOTALE</b>	<b>17,19</b>	<b>0,729</b>



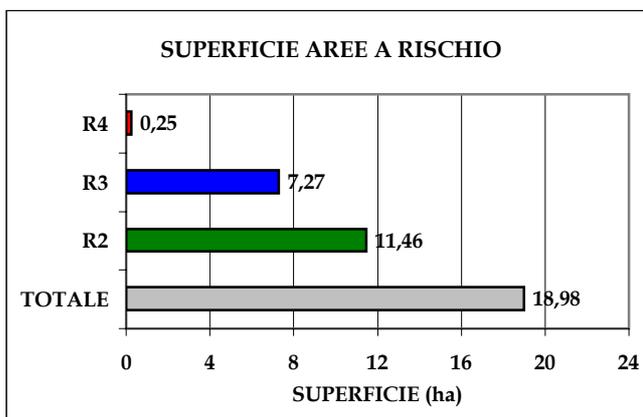
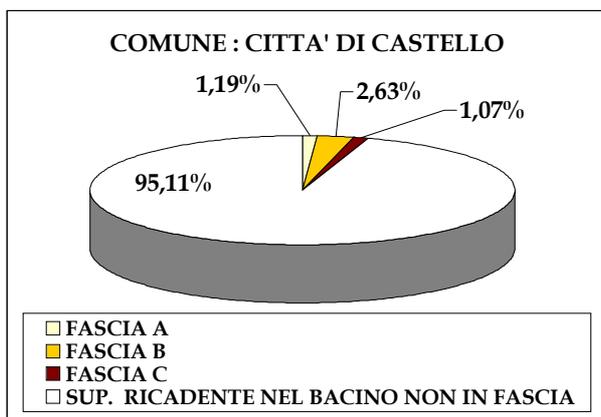
## CITTA' DI CASTELLO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 384,826

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 352,030

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 91,48%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	4,204	1,19	R4	0,25	0,001
B	9,244	2,63	R3	7,27	0,021
C	3,751	1,07	R2	11,46	0,033
TOTALE	17,199	4,89	TOTALE	18,98	0,054



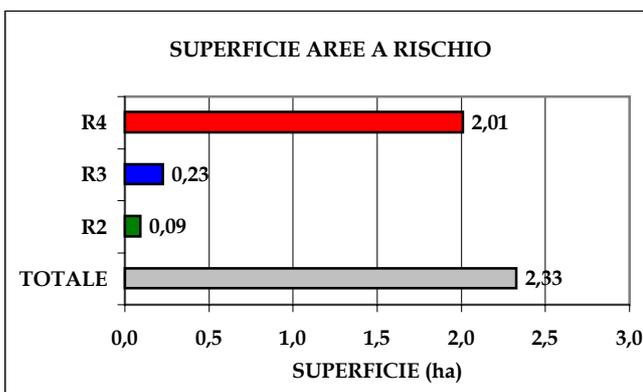
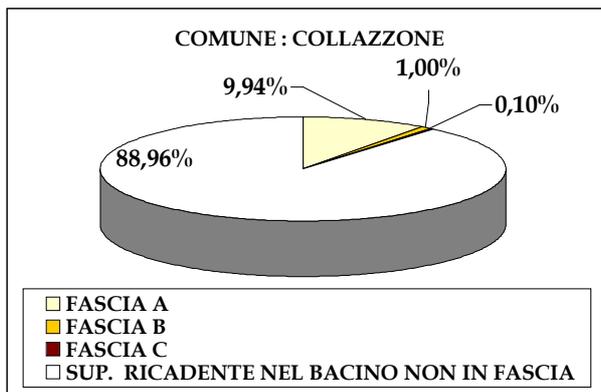
## COLLAZZONE

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 55,628

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 55,628

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	5,527	9,94	R4	2,01	0,036
B	0,557	1,00	R3	0,23	0,004
C	0,057	0,10	R2	0,09	0,002
TOTALE	6,141	88,96	TOTALE	2,33	0,042



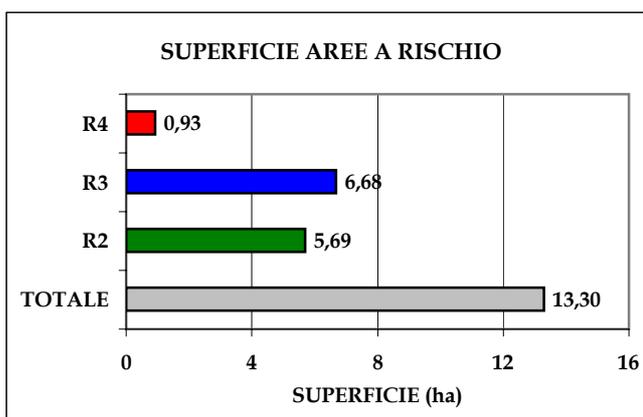
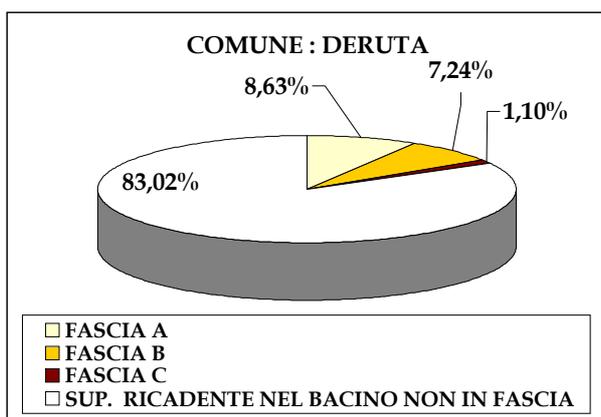
## DERUTA

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 44,468

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 44,468

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	3,840	8,63	R4	0,93	0,02
B	3,219	7,24	R3	6,68	0,15
C	0,491	1,10	R2	5,69	0,13
<b>TOTALE</b>	<b>7,550</b>	<b>16,98</b>	<b>TOTALE</b>	<b>13,30</b>	<b>0,30</b>



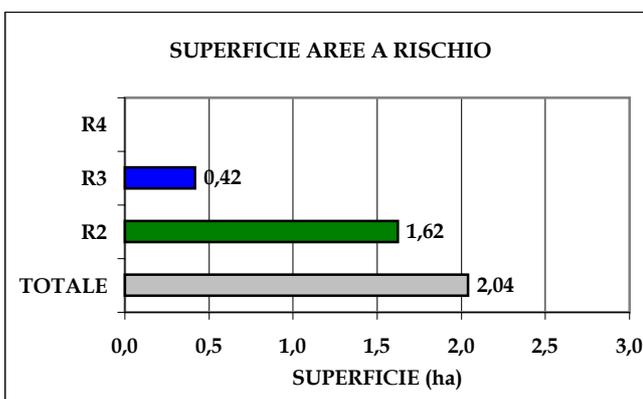
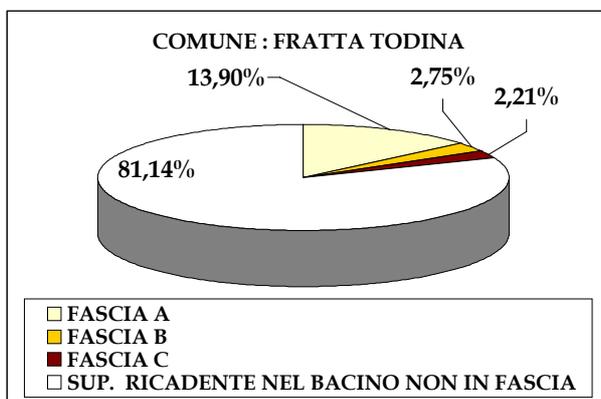
## FRATTA TODINA

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 17,672

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 17,672

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	2,456	13,90	R4		
B	0,486	2,75	R3	0,42	0,02
C	0,391	2,21	R2	1,62	0,09
<b>TOTALE</b>	<b>3,333</b>	<b>81,14</b>	<b>TOTALE</b>	<b>2,04</b>	<b>0,12</b>



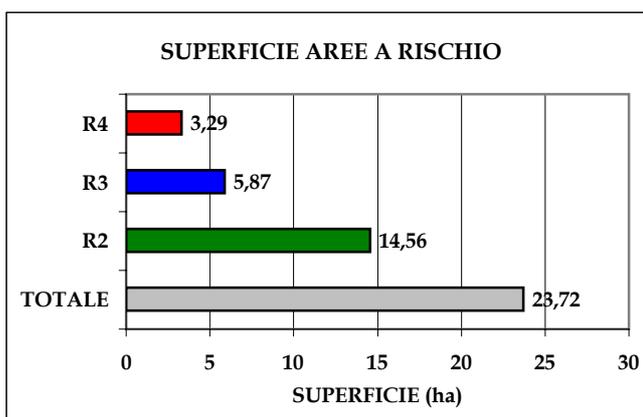
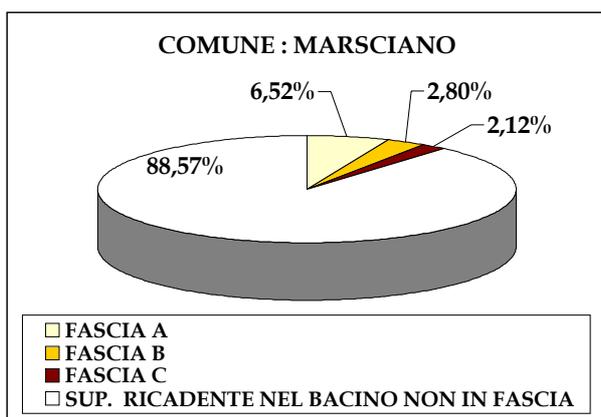
## MARSCIANO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 161,294

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 161,294

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	10,510	6,52	R4	3,29	0,02
B	4,510	2,80	R3	5,87	0,04
C	3,423	2,12	R2	14,56	0,09
<b>TOTALE</b>	<b>18,443</b>	<b>11,43</b>	<b>TOTALE</b>	<b>23,72</b>	<b>0,15</b>



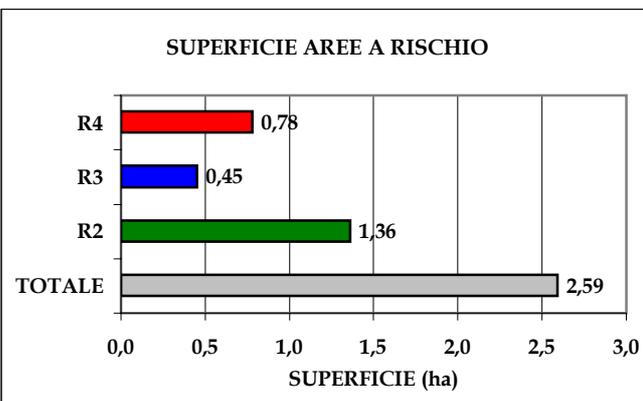
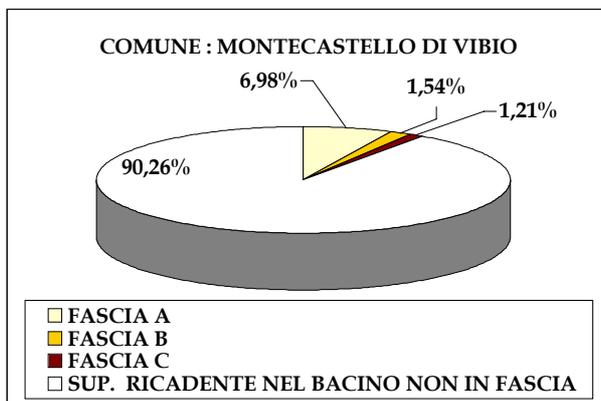
## MONTECASTELLO DI VIBIO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 31,947

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 31,947

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	2,230	6,98	R4	0,78	0,02
B	0,494	1,54	R3	0,45	0,01
C	0,388	1,21	R2	1,36	0,04
<b>TOTALE</b>	<b>3,112</b>	<b>90,26</b>	<b>TOTALE</b>	<b>2,59</b>	<b>0,08</b>



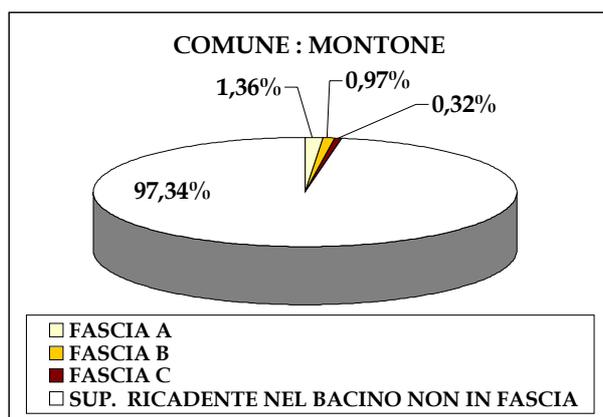
## MONTONE

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 51,060

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 51,060

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,695	1,36	R4		
B	0,498	0,97	R3		
C	0,165	0,32	R2		
TOTALE	1,358	2,66	TOTALE		



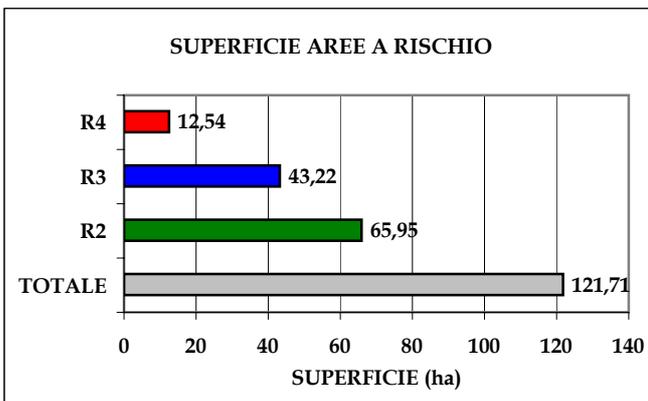
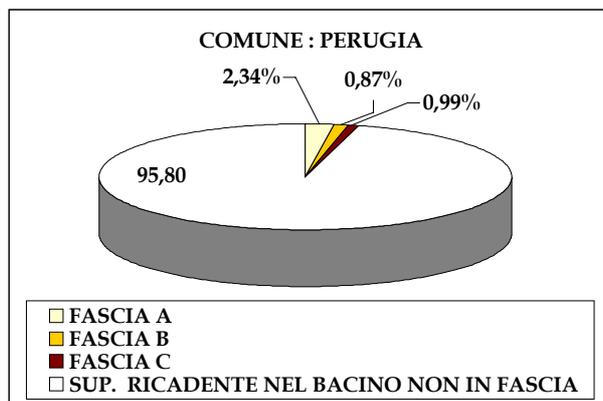
## PERUGIA

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 449,648

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 449,648

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	10,505	2,34	R4	12,54	0,06
B	3,934	0,87	R3	43,22	0,22
C	4,439	0,99	R2	65,95	0,33
TOTALE	18,878	4,20	TOTALE	121,71	0,61



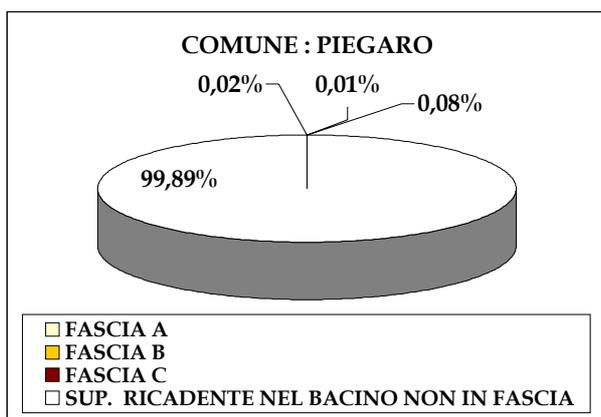
## PIEGARO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 99,449

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 99,449

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,077	0,08	R4		
B	0,023	0,02	R3		
C	0,012	0,01	R2		
<b>TOTALE</b>	<b>0,113</b>	<b>0,11</b>	<b>TOTALE</b>		



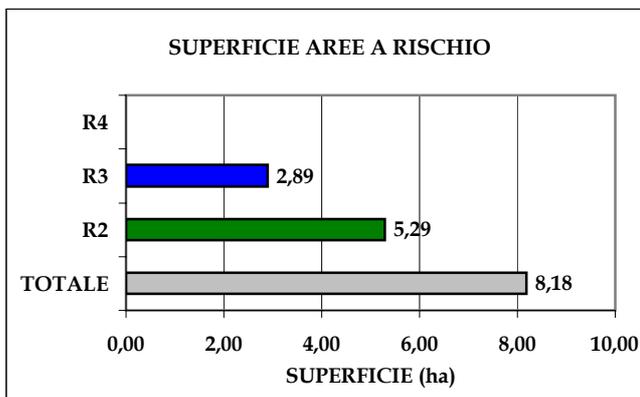
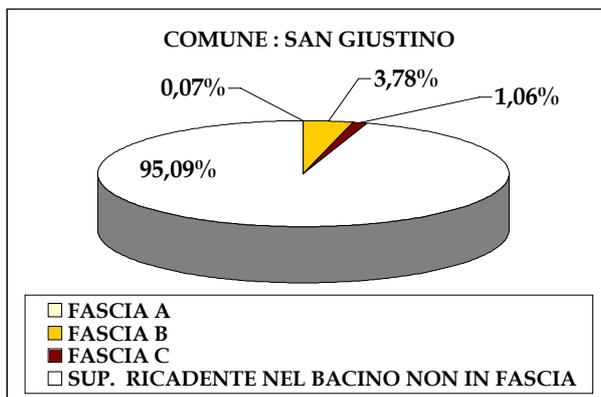
## SAN GIUSTINO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 80,307

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 74,135

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 92,22%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,049	0,07	R4		
B	2,803	3,78	R3	2,89	0,04
C	0,786	1,06	R2	5,29	0,06
<b>TOTALE</b>	<b>3,639</b>	<b>4,91</b>	<b>TOTALE</b>	<b>8,18</b>	<b>0,09</b>



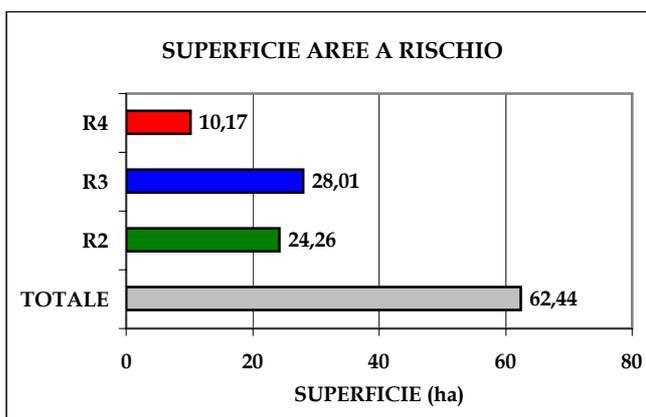
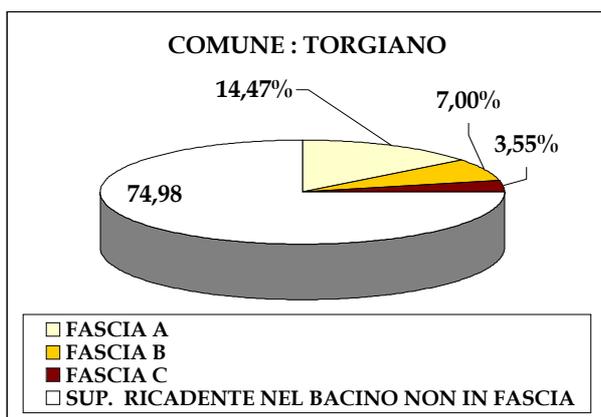
## TORGIANO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 37,626

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 37,626

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	5,446	14,47	R4	10,17	0,27
B	2,633	7,00	R3	28,01	0,74
C	1,337	3,55	R2	24,26	0,64
TOTALE	9,415	25,02	TOTALE	62,44	1,66



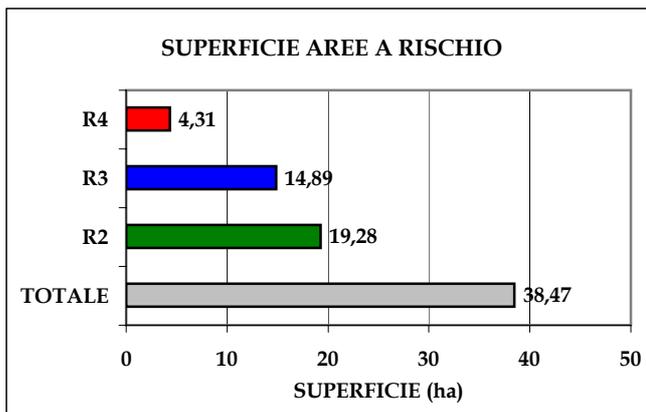
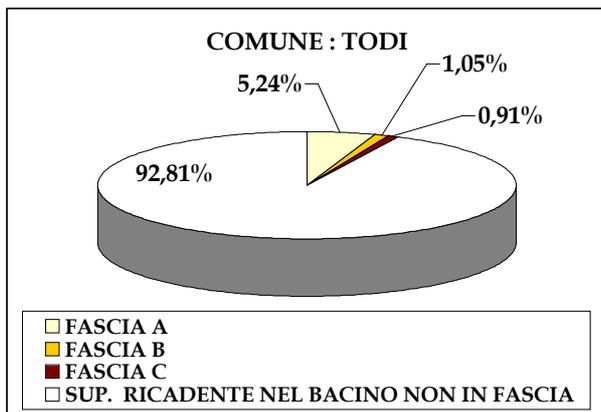
## TODI

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 222,531

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 222,531

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	11,652	5,24	R4	4,31	0,02
B	2,333	1,05	R3	14,89	0,07
C	2,023	0,91	R2	19,28	0,09
TOTALE	16,008	7,19	TOTALE	38,47	0,17



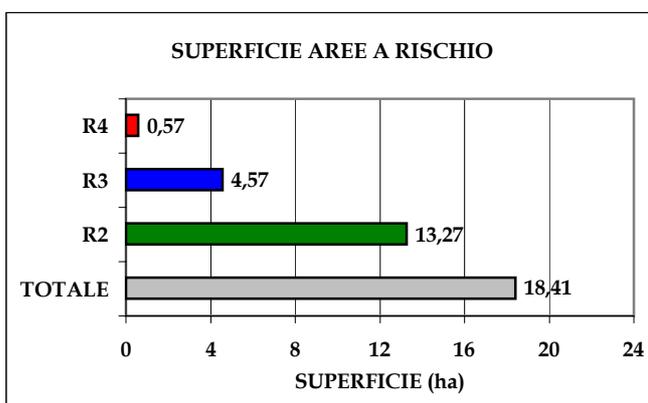
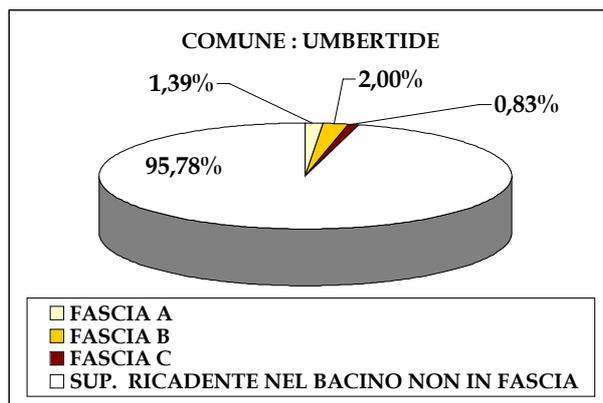
## UMBERTIDE

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 200,357

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 200,357

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	2,785	1,39	R4	0,57	0,003
B	4,008	2,00	R3	4,57	0,023
C	1,660	0,83	R2	13,27	0,066
TOTALE	8,452	4,22	TOTALE	18,41	0,092



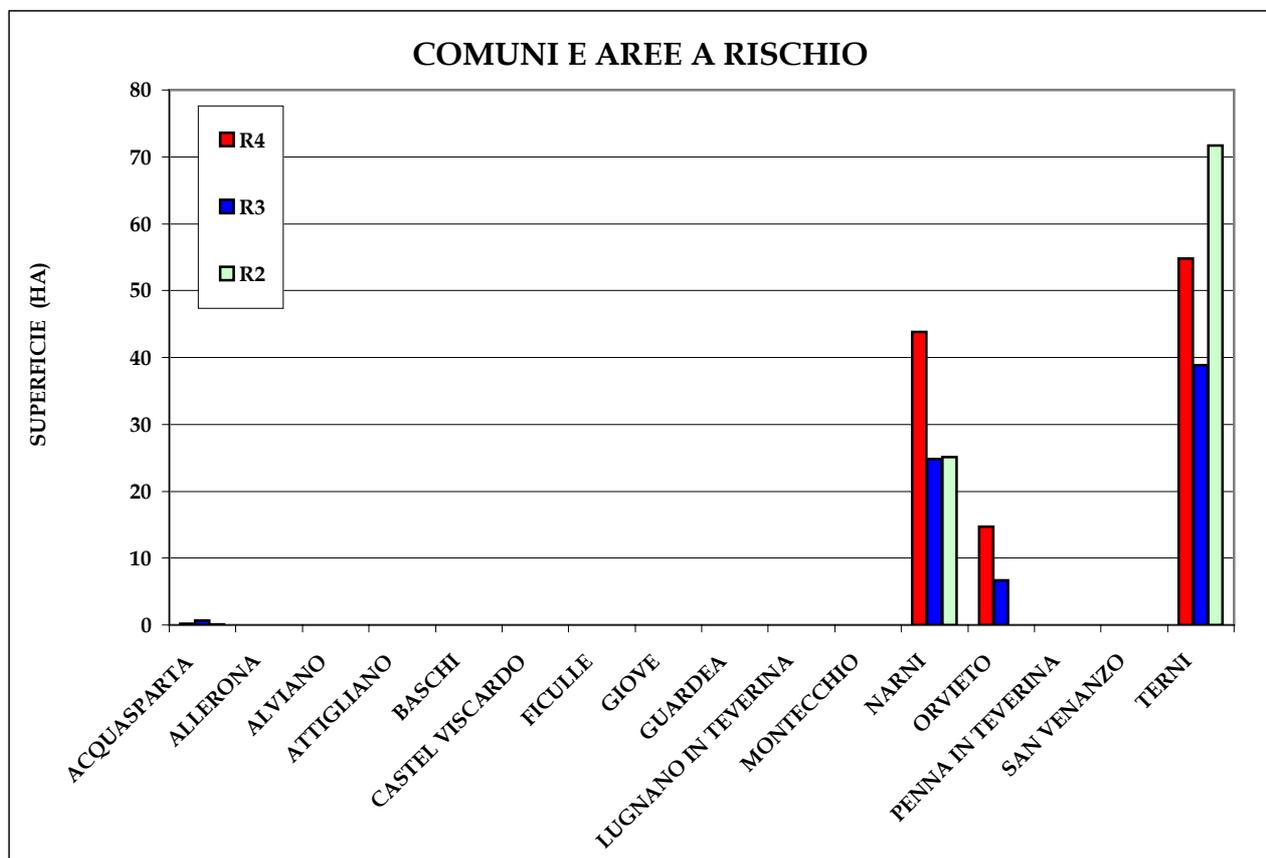
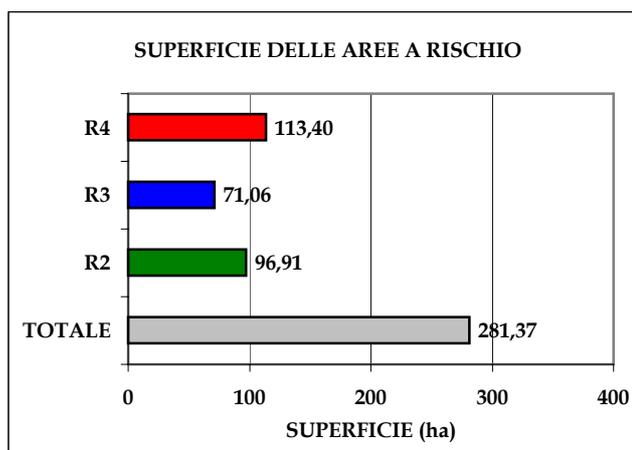
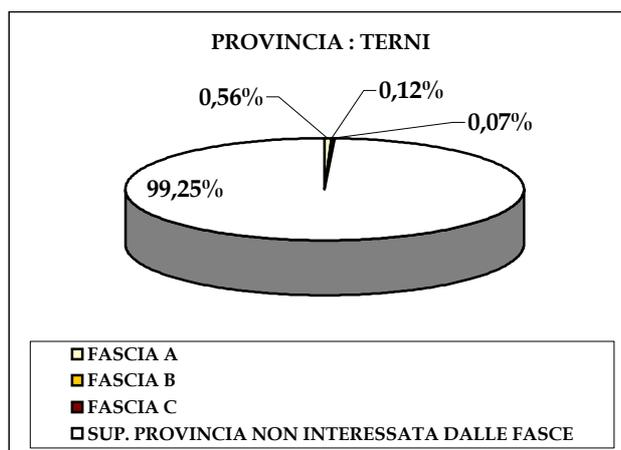
## Provincia : TERNI

Superficie (Km<sup>2</sup>): 2125,440

Superficie ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 2125,440

% Superficie ricadente nel bacino: 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. provincia nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. aree a rischio / sup. provincia nel bacino)
A	33,682	0,56	R4	113,40	0,02
B	7,078	0,12	R3	71,06	0,01
C	4,092	0,07	R2	96,91	0,02
TOTALE	44,852	0,75	TOTALE	281,37	0,05



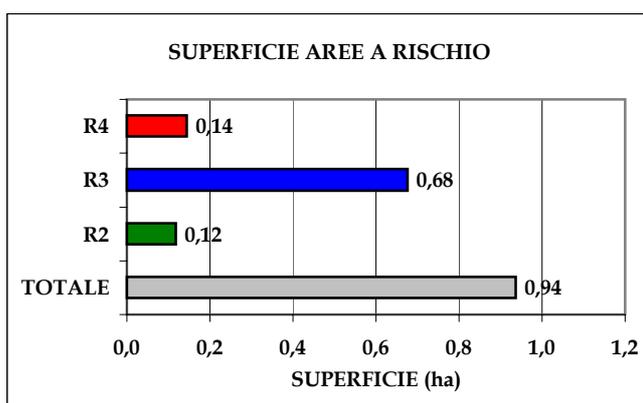
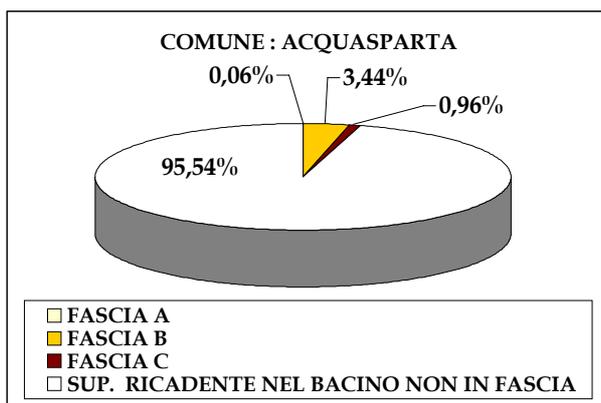
## ACQUASPARTA

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 81,517

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 81,517

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 92,22%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,049	0,06	R4	0,14	0,002
B	2,803	3,44	R3	0,68	0,008
C	0,786	0,96	R2	0,12	0,001
TOTALE	3,639	4,46	TOTALE	0,94	0,011



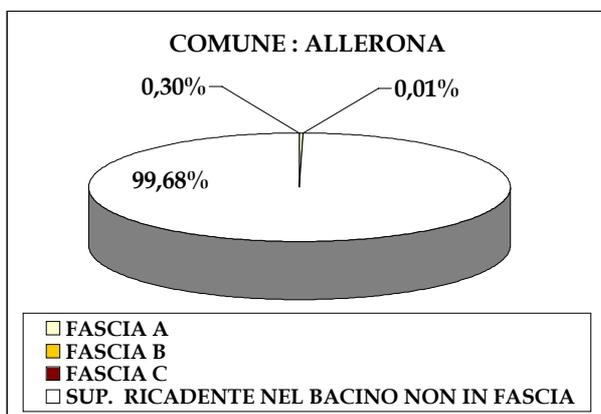
## ALLERONA

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 82,451

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 82,451

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,251	0,30	R4		
B	0,009	0,01	R3		
C			R2		
TOTALE	0,260	0,32	TOTALE		



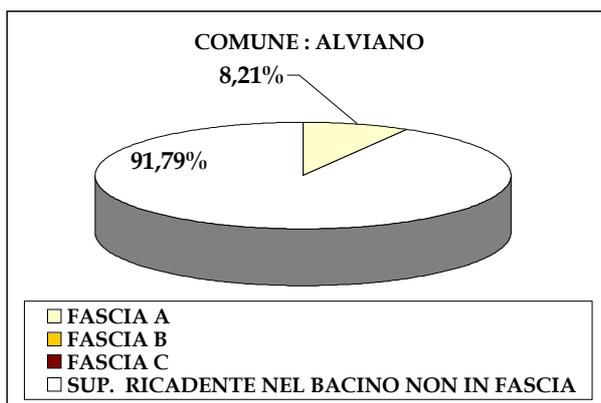
## ALVIANO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 23,881

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 23,881

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	1,960	8,21	R4		
B			R3		
C			R2		
TOTALE	1,960	8,21	TOTALE		



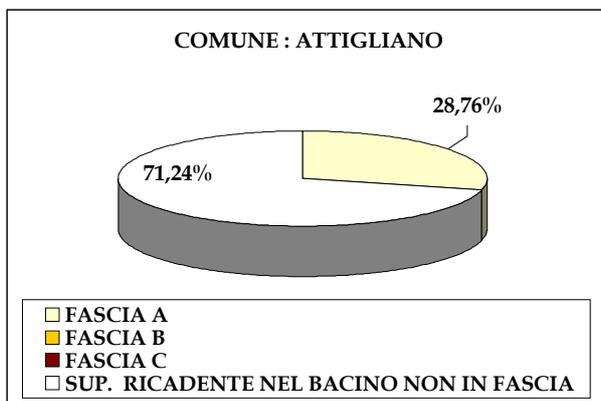
## ATTIGLIANO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 10,505

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 10,505

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	3,022	28,76	R4		
B			R3		
C			R2		
TOTALE	3,022	28,76	TOTALE		



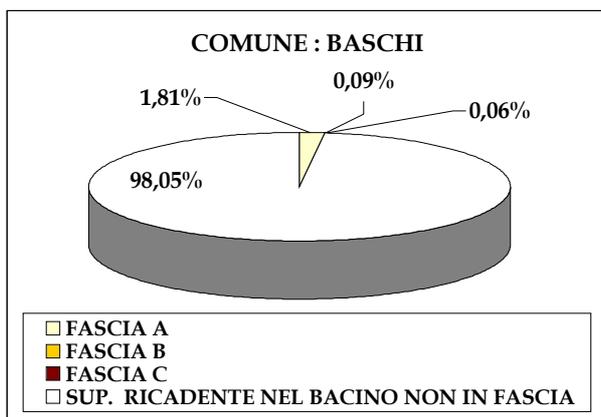
## BASCHI

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 68,530

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 68,530

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 91,48%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	1,240	1,81	R4		
B	0,062	0,09	R3		
C	0,038	0,06	R2		
TOTALE	1,340	1,95	TOTALE		



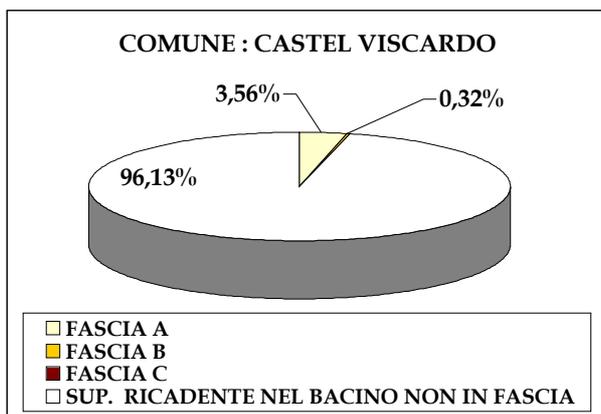
## CASTEL VISCARDO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 25,908

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 25,908

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,921	3,56	R4		
B	0,082	0,32	R3		
C			R2		
TOTALE	1,004	3,87	TOTALE		



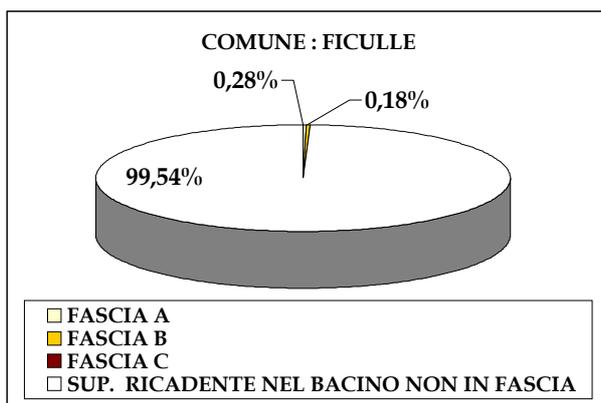
## FICULLE

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 64,611

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 64,611

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,181	0,28	R4		
B	0,114	0,18	R3		
C			R2		
TOTALE	0,295	0,46	TOTALE		



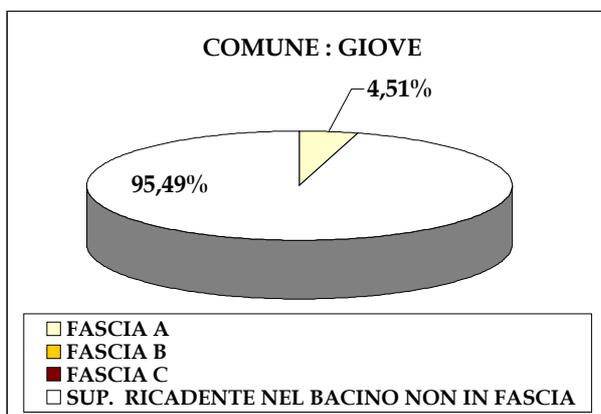
## GIOVE

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 15,076

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 15,076

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,679	4,51	R4		
B			R3		
C			R2		
TOTALE	0,679	4,51	TOTALE		



## GUARDEA

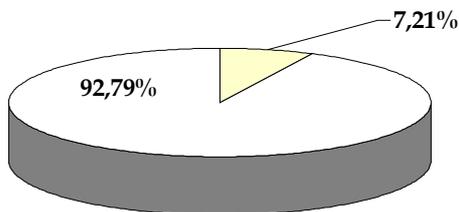
Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 39,357

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 39,357

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	2,837	7,21	R4		
B			R3		
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>2,837</b>	<b>7,21</b>	<b>TOTALE</b>		

COMUNE : GUARDEA



## LUGNANO IN TEVERINA

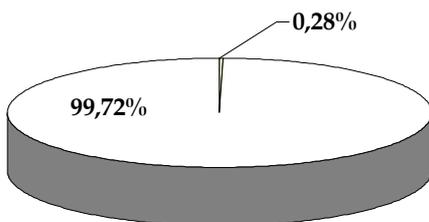
Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 29,814

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 29,814

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,084	0,28	R4		
B			R3		
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>0,084</b>	<b>0,28</b>	<b>TOTALE</b>		

COMUNE : LUGNANO IN TEVERINA



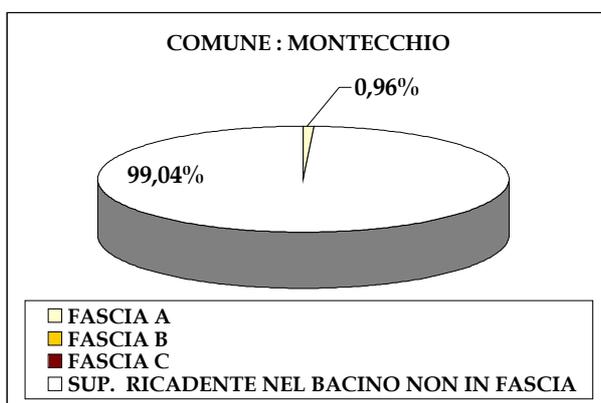
## MONTECCHIO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 49,178

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 49,178

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,471	0,96	R4		
B			R3		
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>0,471</b>	<b>0,96</b>	<b>TOTALE</b>		



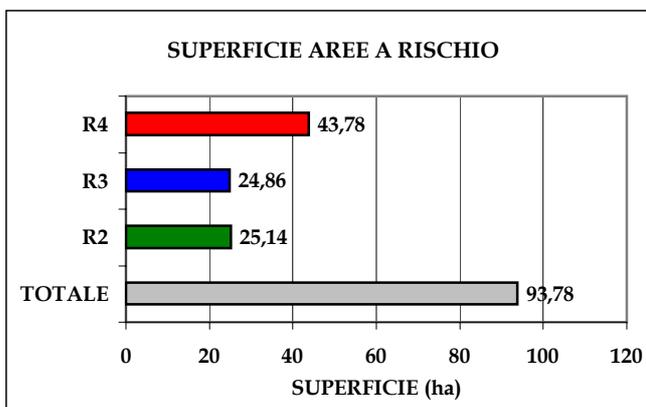
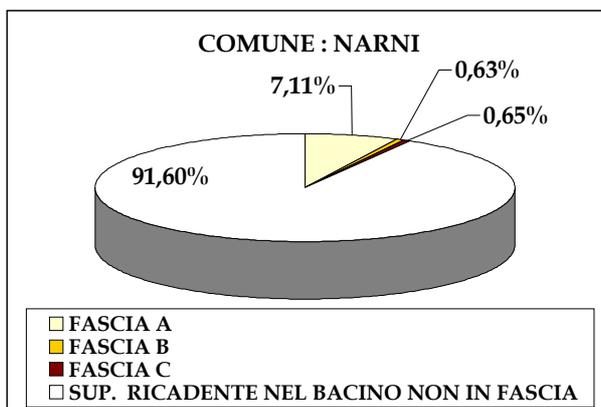
## NARNI

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 197,785

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 197,785

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	12,051	7,11	R4	43,78	0,26
B	1,070	0,63	R3	24,86	0,15
C	1,106	0,65	R2	25,14	0,15
<b>TOTALE</b>	<b>14,226</b>	<b>8,40</b>	<b>TOTALE</b>	<b>93,78</b>	<b>0,55</b>



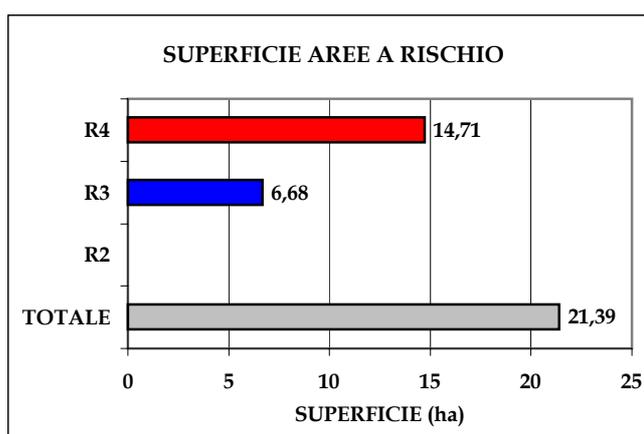
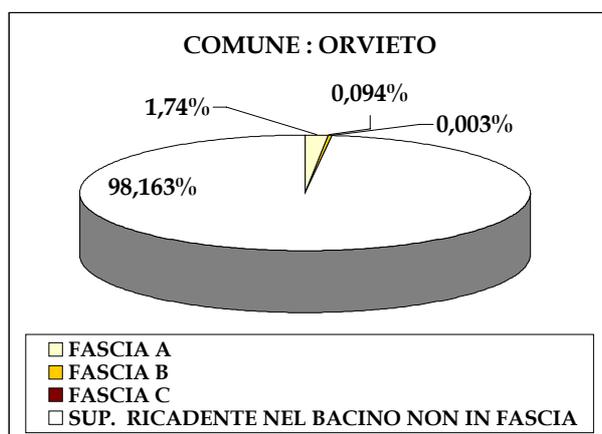
## ORVIETO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 281,425

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 281,425

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	4,896	1,740	R4	14,71	0,073
B	0,265	0,094	R3	6,68	0,033
C	0,009	0,003	R2		
<b>TOTALE</b>	<b>5,169</b>	<b>1,837</b>	<b>TOTALE</b>	<b>21,39</b>	<b>0,107</b>



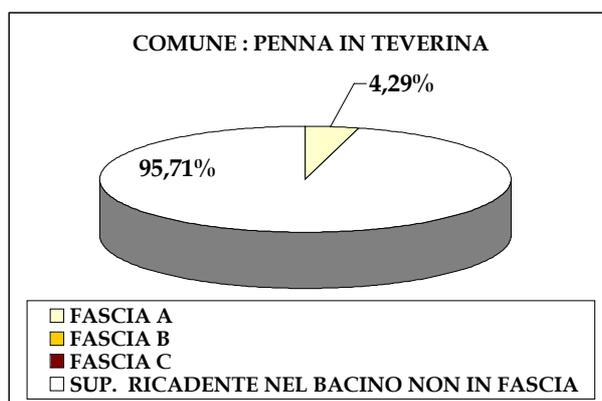
## PENNA IN TEVERINA

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 9,995

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 9,995

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,429	4,29	R4		
B			R3		
C			R2		
<b>TOTALE</b>	<b>0,429</b>	<b>4,29</b>	<b>TOTALE</b>		



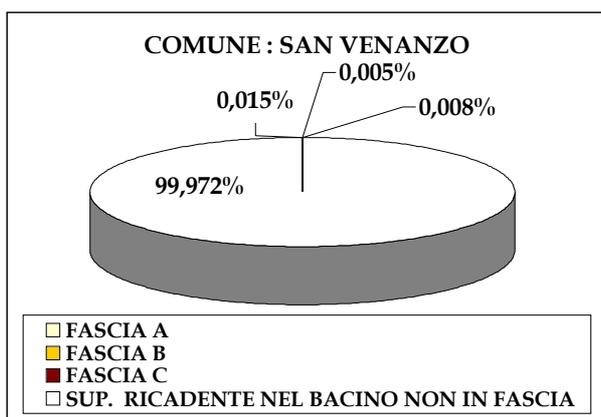
## SAN VENANZO

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 169,376

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 169,376

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	0,025	0,015	R4		
B	0,014	0,008	R3		
C	0,008	0,005	R2		
TOTALE	0,047161	0,028	TOTALE		



## TERNI

Superficie comunale (Km<sup>2</sup>): 212,154

Superficie comunale ricadente nel bacino (Km<sup>2</sup>): 212,154

% (Superficie comune / Superficie comune ricadente nel bacino): 100%

FASCE	Superficie fascia (Km <sup>2</sup> )	% (superficie fascia / sup. comune nel bacino)	AREE A RISCHIO	Superficie aree a rischio (ha)	% (sup. area a rischio / sup. comune nel bacino)
A	4,586	2,16	R4	54,76	0,26
B	2,659	1,25	R3	38,84	0,18
C	2,145	1,01	R2	71,66	0,34
TOTALE	9,391	4,43	TOTALE	165,26	0,78

