



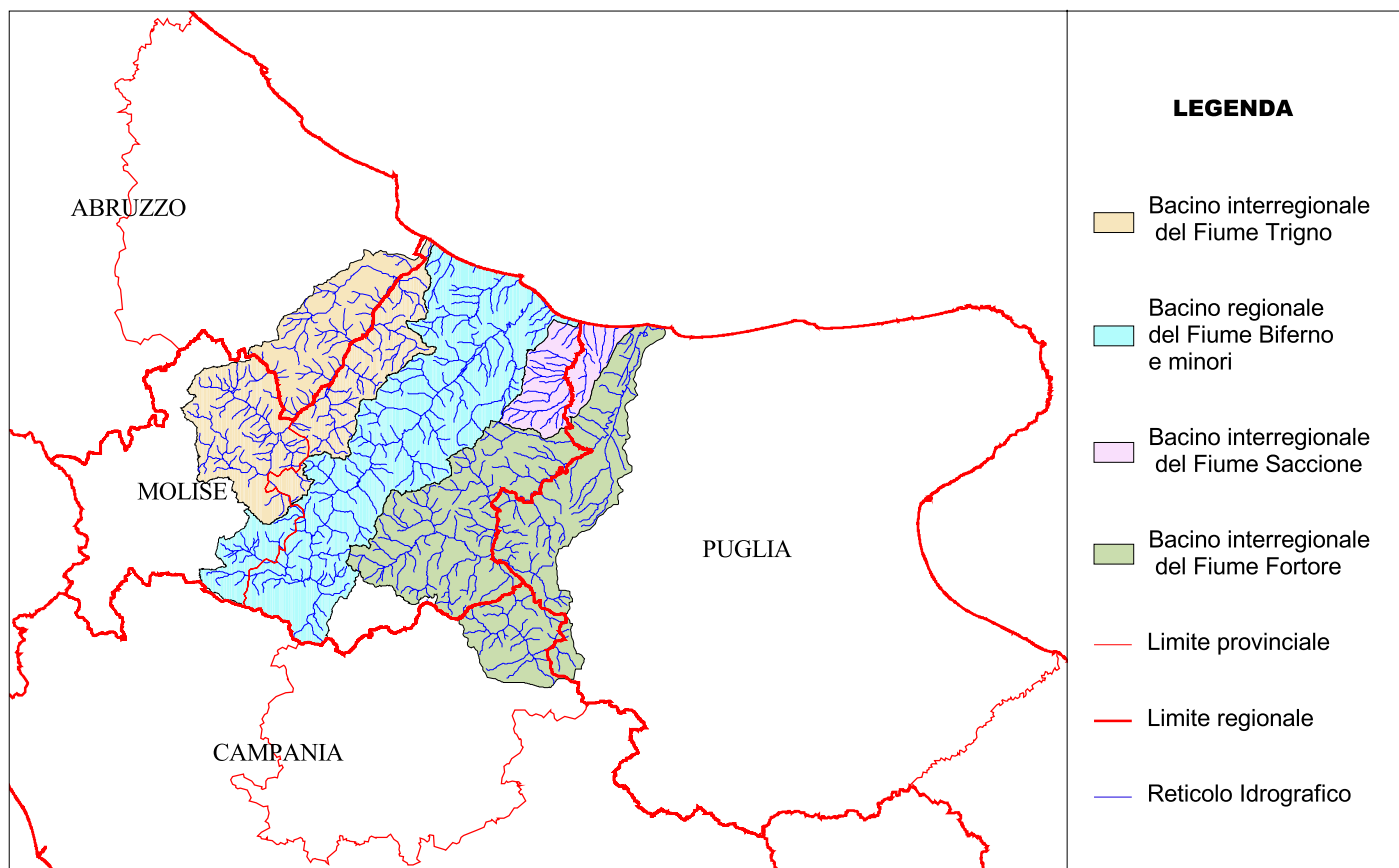
AUTORITA' DI BACINO DEI FIUMI



Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore

PROGETTO DI PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO INTERREGIONALE DEL FIUME SACCIONE

*Legge 18 maggio 1989 n. 183 - art. 17, comma 6 ter
Legge 3 agosto 1998 n. 267 modificata con Legge 13 luglio 1999 n. 226
Legge 11 dicembre 2000 n. 365*



RELAZIONE	RELAZIONE GENERALE	R
	<i>assetto di versante - assetto idraulico</i>	01

*Il Presidente del Comitato Istituzionale
On.le Dott. Angelo Michele Iorio*

*Il Segretario Generale
Dott. Ing. Raffaele Moffa*

Approvato dal Comitato Tecnico nella seduta

N. 25 del 16 DIC 2004

Il Segretario Generale
Dott. Ing. Raffaele Moffa

Adottato con Deliberazione del Comitato Istituzionale

N. 99 del 29 SET 2006

Il Segretario Generale
Dott. Ing. Raffaele Moffa

INDICE

1	PREMESSA	5
2	ACQUISIZIONE E ARCHIVIAZIONE DEI DATI DI BASE	6
2.1	<i>MATERIALE CARTOGRAFICO DI BASE.....</i>	6
2.2	<i>MODELLI DIGITALI DEL TERRITORIO</i>	7
2.3	<i>LIMITI AMMINISTRATIVI E DI COMPETENZA DEGLI ENTI</i>	7
2.3.1	Regioni, Province e Comuni.....	7
2.3.2	Altri enti operanti sul territorio	7
2.4	<i>DOCUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE.....</i>	8
2.4.1	Piani straordinari ex D.L. 180/98	8
2.4.2	Carta delle aree soggette al vincolo idrogeologico	8
2.4.3	Strumenti urbanistici generali.....	8
2.4.4	Piani paesistici.....	8
2.5	<i>STUDI ESISTENTI.....</i>	8
2.5.1	Studio del Rischio Idrogeologico della Regione Molise	8
2.5.2	Altri studi disponibili	9
2.6	<i>PROGRAMMI DI INTERVENTO.....</i>	9
2.7	<i>RILIEVI ESISTENTI DI CORSI D'ACQUA.....</i>	10
2.7.1	Rilievi storici	10
2.8	<i>DATI IDROLOGICI</i>	10
2.8.1	Dati di portata.....	10
2.8.2	Dati di pioggia	10
2.9	<i>DATI SULLE OPERE IDRAULICHE</i>	10
2.10	<i>DATI SULLE CONCESSIONI DEMANIALI</i>	11
2.11	<i>DATI SU EVENTI STORICI.....</i>	11
2.11.1	Segnalazioni dei vari enti e Comuni.....	11
2.11.2	Catalogo AVI delle inondazioni storiche e degli eventi franosi	11
2.11.3	Altre fonti di informazione	11
2.12	<i>AREA DI STUDIO DEL RISCHIO IDRAULICO.....</i>	12
2.12.1	Aree per le quali è previsto lo studio su base idraulica	12
2.12.2	Aree per le quali è previsto lo studio su base geomorfologica.....	12

3 ELABORAZIONE DELLE CARTE TEMATICHE DI STUDIO E DI PIANIFICAZIONE

13

3.1 ATTIVITÀ DI STUDIO E PIANIFICAZIONE COMUNI ALL'ASSETTO IDRAULICO E DI VERSANTE..... 13

3.1.1 Analisi dei dati acquisiti..... 13

3.1.2 Redazione della carta degli elementi a rischio 13

3.2 ATTIVITÀ STUDIO E PIANIFICAZIONE RELATIVE ALL'ASSETTO DI VERSANTE16

3.2.1 Considerazioni sulle metodologie di analisi..... 17

3.2.2 Le fonti..... 19

3.2.3 Fase di studio..... 19

3.2.3.1 Carta geolitologica..... 20

3.2.3.2 Carta geomorfologica 25

3.2.3.3 Carta delle coperture relative ai terreni sciolti coesivi ed incoerenti 26

3.2.3.4 La carta delle infrastrutture e dei beni storico culturali..... 27

3.2.3.5 La carta dei danni segnalati 29

3.2.3.6 Inventario dei fenomeni franosi..... 30

3.2.4 Fase programmatica..... 34

3.2.4.1 Classificazione e zonazione della pericolosità da frana..... 34

3.2.4.2 Analisi del rischio da frana 36

3.2.4.3 La carta della pericolosità da frana..... 36

3.2.4.4 La carta del rischio dal frana 41

3.3 ATTIVITÀ DI STUDIO E PIANIFICAZIONE RELATIVE ALL'ASSETTO IDRAULICO

47

3.3.1 Rilievi topografici e catasto delle opere idrauliche 47

3.3.1.1 Rilievi topografici..... 48

3.3.1.1.1 Caratteristiche del rilievo 48

3.3.1.1.2 Realizzazione inquadramento geografico 49

3.3.1.1.3 Esecuzione del rilievo delle sezioni trasversali 49

3.3.1.1.4 Archiviazione dei rilievi..... 50

3.3.1.2 Attività di rilievo speditivo..... 51

3.3.1.3 Formazione del catasto delle opere idrauliche..... 52

3.3.1.3.1 Acquisizione dati 53

3.3.1.3.2 Codifica delle opere 54

3.3.1.3.3 Informazioni contenute nel catasto 55

3.3.2 Analisi idrologica 56

3.3.2.1 Definizione del quadro conoscitivo 57

3.3.2.1.1 Studi esistenti..... 57

3.3.2.1.2 Dati territoriali 57

3.3.2.1.3 Dati idrologici 58

3.3.2.2 Analisi dei dati pluviometrici a scala regionale 58

3.3.2.2.1 Cenni sul modello TCEV 59

3.3.2.2.2 L'inferenza statistica regionale 61

3.3.2.2.3 Calcolo delle curve di possibilità pluviometrica 62

3.3.2.3 Analisi dei dati idrometrici a scala regionale..... 63

3.3.2.3.1 L'inferenza statistica regionale 64

3.3.2.4 La modellistica idrologica..... 65

3.3.2.4.1 Il modello idrologico distribuito 65

3.3.2.4.2 Le caratteristiche geografiche e idrologiche..... 66

3.3.2.4.3 Le fasi computazionali 70

3.3.2.4.4 Algoritmo di calcolo 71

3.3.2.4.5	Taratura del modello	75
3.3.2.5	Calcolo delle portate di piena	76
3.3.2.5.1	Definizione dell'input pluviometrico	76
3.3.2.5.2	Le portate di piena nelle sezioni di interesse a scala regionale	78
3.3.2.5.3	Curve di inviluppo	79
3.3.2.5.4	Le portate di piena per le verifiche idrauliche.....	82
3.3.2.5.5	Considerazioni finali circa l'affidabilità delle stime	82
3.3.3	Analisi idraulica e geomorfologica	83
3.3.3.1	Definizione del quadro conoscitivo	84
3.3.3.1.1	Rilievi e dati territoriali.....	84
3.3.3.1.2	Studi esistenti e dati storici	84
3.3.3.2	Analisi idraulica.....	85
3.3.3.2.1	Il modello di moto vario.....	86
3.3.3.2.2	Il modello di inondazione	89
3.3.3.2.3	Input idrologico del modello idraulico.....	91
3.3.3.2.4	Applicazione del modello idraulico	92
3.3.3.2.5	Mappatura delle aree inondabili.....	92
3.3.3.2.6	Principali risultati.....	93
3.3.3.3	Analisi geomorfologica e storico-inventariale	94
3.3.3.3.1	Analisi geomorfologica.....	96
3.3.3.3.2	Verifiche idrauliche speditive	96
3.3.3.3.3	Analisi storico-inventariale	97
3.3.4	Definizione della pericolosità e del rischio idraulico.....	98
3.3.4.1	Concetti e definizioni	98
3.3.4.2	Attività connesse all'analisi del rischio	100
3.3.4.3	Definizione delle classi di pericolosità.....	100
3.3.4.4	Individuazione degli elementi a rischio.....	101
3.3.4.5	Mappatura del rischio idraulico.....	101
3.3.4.5.1	Analisi delle aree a rischio idraulico elevato e molto elevato	103
4	DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI	106
4.1	ATTIVITÀ COMUNI ALLE DUE TEMATICHE.....	106
4.1.1	Norme di Piano	106
4.1.2	Sistemi di allarme e di allerta	106
4.1.3	Quadro del fabbisogno economico degli interventi.....	107
4.2	ATTIVITÀ RELATIVE ALL'ASSETTO DI VERSANTE.....	107
4.2.1	Definizione e criteri degli interventi di mitigazione del rischio	107
4.3	ATTIVITÀ RELATIVE ALL'ASSETTO IDRAULICO.....	108
4.3.1	Definizione degli interventi strutturali di messa in sicurezza	108
4.3.2	Criteri e obiettivi per la definizione degli interventi.....	109
4.3.3	Verifica idraulica degli interventi strutturali di messa in sicurezza	110
5	ATTIVITÀ DI DIFFUSIONE DELL'INFORMAZIONE.....	112
5.1	"SERVIZIO STAMPA E RELAZIONI ESTERNE" DEL PIANO	112
5.2	INTERLOCUZIONE CON I PORTATORI DI INTERESSE E SOGGETTI DECISORI COINVOLTI	112
5.3	SEMINARI, CONVEGNI E WORKSHOP.....	112

5.4	PUBBLICAZIONI	112
5.5	PAGINA WEB SUL SITO DELL'AUTORITÀ DI BACINO.....	113
6	IL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE	114
6.1	ASSETTO DI VERSANTE.....	114
6.2	ASSETTO IDRAULICO	115

1 PREMESSA

La presente relazione generale riassume tutte le attività condotte per la redazione del Piano di Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Saccione.

La relazione descrive le attività previste nel Disciplinare Tecnico-Economico e nel Piano Dettagliato delle Attività (PDA) e si articola in tre fasi che possono essere così sintetizzate:

- Acquisizione e archiviazione dei dati di base;
- Elaborazione delle carte tematiche di studio e di pianificazione;
- Definizione degli interventi strutturali e non strutturali.

Le diverse attività sono state relative sia all'assetto di versante che all'assetto idraulico.

La fase di acquisizione dei dati di base è stata curata assieme alla Segreteria Tecnico - Operativa dell'Autorità di Bacino. Si è quindi proceduto alla informatizzazione e omogeneizzazione di quanto raccolto.

Nella fase di elaborazione delle carte tematiche di studio e di pianificazione sono state condotte le attività per la predisposizione del quadro conoscitivo e sono state avviate le elaborazioni necessarie alla fase di definizione degli interventi.

Nella fase di definizione degli interventi strutturali e non strutturali si è proceduto sulla base delle elaborazioni condotte nella fase precedente a definire gli interventi strutturali per la messa in sicurezza valutandone il costo relativo e gli interventi non strutturali che si concretizzano nelle Norme di Piano per l'uso del territorio e nelle attività di monitoraggio.

2 ACQUISIZIONE E ARCHIVIAZIONE DEI DATI DI BASE

L'acquisizione, come previsto al capitolo 2 del PDA, ha riguardato:

1. materiale cartografico di base;
2. modelli digitali del territorio;
3. limiti amministrativi e di competenza di Enti territoriali;
4. documenti di pianificazione territoriale;
5. studi esistenti attinenti a problematiche di rischio idrogeologico-idraulico;
6. programmi di intervento degli Enti territoriali;
7. rilievi esistenti di corsi d'acqua;
8. dati idrologici;
9. dati sulle opere idrauliche presenti;
10. dati sulle concessioni del demanio fluviale;
11. dati su eventi storici.

2.1 MATERIALE CARTOGRAFICO DI BASE

Sono state acquisite le seguenti basi cartografiche e cartografie tematiche:

Denominazione	Produttore	Scala nominale	Formato	Coordinate
Carta Tecnica Regionale (CTR)	Regione Molise	1:5.000	Digitale (raster TIFF) georeferenziata	Gauss Boaga Fuso Est
Carta d'Italia	IGMI	1:25.000	Digitale (raster TIFF) georeferenziata	UTM ED50 Fuso 33
Carta d'Italia	IGMI	1:100.000	Digitale (raster TIFF) georeferenziata	UTM ED50 Fuso 33
Ortofoto aeree	AIMA	1:10000	Digitale (raster TIFF) georeferenziata	Gauss Boaga Fuso Est
Foto aeree in stereoscopia	Regione Molise (1992 / 1954)	1:13000	Digitale (tif)	-
Carta geologica	SINA	1:100000	Digitale (vettoriale SHP) georeferenziata	UTM ED50 Fuso 32
Carta dei Limiti amministrativi	SINA	1:100000	Digitale (vettoriale SHP) georeferenziata	UTM ED50 Fuso 32
Carta dell' Uso del suolo	CNR - Progetto CORINE LAND COVER	1:100000	Digitale (vettoriale SHP) georeferenziata	-
Carta Geomorfologia	Regione Molise	1:25000	Digitale (vettoriale SHP) georeferenziata	Gauss Boaga Fuso Est
Carta Litologica	Regione Molise (Ass. Agricoltura e	1:100000	Digitale (vettoriale SHP)	Gauss Boaga Fuso Est

	foreste)		georeferenziata	
Carta dell'Uso del Suolo	Regione Molise (Studio Rischio Idrogeologico)	1:25000	Digitale (vettoriale SHP) georeferenziata	Gauss Boaga Fuso Est

Si è provveduto ad omogeneizzare ed archiviare ciascuno degli elementi di detto patrimonio cartografico secondo le seguenti specifiche in modo da poterlo inserire all'interno di un unico Sistema Informativo Geografico:

- Formato digitale georeferenziato TIFF o SHP
- Coordinate UTM ED50 Fuso 33

2.2 MODELLI DIGITALI DEL TERRITORIO

Sono stati acquisiti i seguenti modelli digitali del terreno (DTM):

Produttore	Passo	Formato	Coordinate
Servizio Geologico Nazionale – AGIP	250 m	Digitale georeferenziato	Geografiche
Regione Molise (Studio Rischio Idrogeologico)	40 m	Digitale georeferenziato	Gauss Boaga Fuso Est
Ministero dell'Ambiente	20 m	Digitale Georeferenziato	UTM ED50 Fuso 33

Anche i DTM sono stati omogeneizzati e archiviati con le seguenti specifiche:

- Formato ascii georeferenziato
- Coordinate UTM ED50 Fuso 33

2.3 LIMITI AMMINISTRATIVI E DI COMPETENZA DEGLI ENTI

2.3.1 Regioni, Province e Comuni

Si è provveduto all'acquisizione dei limiti amministrativi nella Regione Molise e della Regione Puglia per quanto riguarda Province e Comuni.

Sono stati comunque acquisiti anche gli strati informativi del SINA predisposti a copertura nazionale in coordinate UTM fuso 32 per regioni, province e comuni.

2.3.2 Altri enti operanti sul territorio

L'elenco dei comuni classificati in base alle Comunità Montane di appartenenza è stato reperito dall'Autorità. Sono stati inoltre acquisiti i limiti dei Consorzi di Bonifica.

Peraltro l'elenco dei Comuni ricadenti delle varie Comunità Montane è presente sul sito internet <http://www.uncem.it>.

2.4 DOCUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

2.4.1 Piani straordinari ex D.L. 180/98

È stato acquisito il Piano Straordinario delle aree “a rischio idrogeologico molto elevato” redatto dall’Università degli Studi del Molise per conto dell’Autorità di Bacino in attuazione dell’art. 1 comma 1bis D.L. 180/89 .

Tale documento è comunque già stato inserito (per quanto riguarda gli elementi più salienti) all’interno del SIT allestito nel corso dello *Studio del Rischio Idrogeologico nella Regione della Regione Molise*, studio anch’esso acquisito come detto più oltre.

Per quanto riguarda la regione Puglia è stato acquisito il Piano straordinario.

2.4.2 Carta delle aree soggette al vincolo idrogeologico

Sono state acquisite le perimetrazioni delle zone vincolate ai sensi del R.D. 30/12/1923 n. 3267, presso: gli uffici della Regione Molise, gli uffici del Corpo Forestale dello Stato di Isernia e di Foggia e presso le comunità montane.

2.4.3 Strumenti urbanistici generali

E’ stata acquisita presso la regione Molise e presso la Regione Puglia la mosaicatura dei Piani Regolatori Generali e dei Piani di Fabbricazione.

2.4.4 Piani paesistici

Sono stati acquisiti presso l’Ufficio Cartografico della Regione Molise i Piani Paesistici riguardanti la Regione Molise. Da questi sono stati estratti i layer ritenuti più significativi per le finalità dello studio: perimetrazioni degli strumenti urbanistici vigenti, aree soggette a vincolo idrogeologico e vincolo sismico.

2.5 STUDI ESISTENTI

2.5.1 Studio del Rischio Idrogeologico della Regione Molise

Questo studio, redatto da Europrogetti & Finanza S.p.A, Consorzio Suggest e Physis S.r.l. nel 2001, rappresenta un primo importante punto sulla situazione del rischio da frana e da alluvione su tutto il territorio della Regione Molise.

In esso sono contenute e omogeneizzate numerose informazioni provenienti da studi precedenti e fonti varie (quali ad esempio i Piani Straordinari ex D.L. 180/98 delle due Autorità di Bacino operanti nella Regione Molise, gli Eventi AVI, alcune carte di sintesi

redatte dalla Regione Molise), ed è stato eseguito uno specifico studio idrologico-idraulico ai fini della definizione degli idrogrammi di piena e della pericolosità e del rischio da inondazione sulle aste fluviali attraversanti le aree più urbanizzate.

Si riportano qui di seguito i principali dati territoriali contenuti nello Studio:

- aree interessate da eventi di inondazione (fonte Regione Molise);
- aree inondabili e situazione di rischio (Autorità di Bacino);
- aree di potenziale esondazione;
- pericolosità idraulica;
- rischio idraulico;
- carta degli interventi;
- rischio da dinamica d'alveo;
- sedimentologia;
- carta inventario dei fenomeni franosi;
- carta d'uso del suolo;
- carta della pericolosità da frana;
- carta del rischio da frana.

2.5.2 Altri studi disponibili

Sono inoltre stati acquisiti altri studi disponibili presso la regione Molise, la regione Puglia, le Comunità Montane, i Consorzi di Bonifica, le Province di Campobasso e Foggia, il Provveditorato OO.PP. di Molise e Puglia, la Protezione Civile.

2.6 PROGRAMMI DI INTERVENTO

E' stata acquisita per la regione Molise e la regione Puglia le documentazioni raccolte presso l'Autorità di Bacino riguardo a:

- interventi ammessi al finanziamento con i fondi ex D.L. 180/98 - L.267/98;
- interventi ammessi al finanziamento con i fondi ex L. 183/89
- interventi ammessi al finanziamento con i fondi ex L. 445/08;
- interventi ammessi al finanziamento con i fondi ex D.P.R. 331/01.

Sono state inoltre acquisite alcune informazioni, circa i danni segnalati e gli interventi di riduzione del rischio eventualmente eseguiti sui loro rispettivi territori, raccolte presso l'Autorità di Bacino relative alle Amministrazioni Comunali, alle Comunità Montane, ai Consorzi di Bonifica, alle Regioni Molise e Puglia, alle Province, al Provveditorato OO.PP. e alla Protezione Civile.

Le Amministrazioni Comunali ricadenti nei bacini d'interesse hanno fornito diverse informazioni anche nel corso di incontri avuti presso l'Autorità di Bacino.

2.7 RILIEVI ESISTENTI DI CORSI D'ACQUA

2.7.1 Rilievi storici

Per i corsi d'acqua in esame nel bacino del Saccione non sono stati acquisiti rilievi recenti di sezioni fluviali.

Il solo materiale raccolto presso l'Autorità di Bacino è costituito da:

- n°31 fogli formato 70x93 cm circa formanti una serie disomogenea ma facenti parte dello stesso taglio, con il rilievo del comprensorio del Consorzio di Bonifica Destra Trigno e Basso Biferno in coordinate catastali scala 1:5000. I rilievi sono stati eseguiti in parte nel 1954-55 dalla ditta IRTEF, in parte nel 1959-60 dalla ditta STR, in parte nel 1963 dalla ditta FERT e in parte nel 1978 dalla ditta RTA.

Sulla base dell'analisi di questo materiale si è proceduto alla informatizzazione di 16 dei 31 fogli disponibili: tali fogli interessano anche le aste fluviali del bacino del fiume Saccione oltre alla fascia costiera

2.8 DATI IDROLOGICI

2.8.1 Dati di portata

Sono già contenuti in maniera completa sotto forma di tabelle delle portate al colmo massime annuali registrate alle stazioni del S.I.M.N. all'interno dello *Studio del Rischio Idrogeologico*.

2.8.2 Dati di pioggia

I dati di pioggia sono contenuti nello *Studio del Rischio Idrogeologico*.

Le serie storiche sono state estese e integrate per il periodo precedente il 1960 per quanto riguarda le piogge di massima intensità annuali per durate di 1, 3, 6, 12, 24 ore.

Le serie estese sono riportate nell'elaborato di studio ALLEGATO I.B.2.1.

E' stato inoltre acquisito il rapporto VAPI della regione Puglia.

2.9 DATI SULLE OPERE IDRAULICHE

Alcuni dati sono stati reperiti dai Comuni ricadenti nel territorio oggetto di studio. Sono stati inoltre acquisiti altri dati disponibili presso le Comunità Montane, i Consorzi di Bonifica, la Regione Molise.

2.10 DATI SULLE CONCESSIONI DEMANIALI

Dati sulle concessioni demaniali sono stati raccolti presso gli Uffici del Demanio di Campobasso. Essi sono costituiti da elenchi che contengono il comune, la ditta, il numero di foglio e di particella e gli estremi del contratto.

2.11 DATI SU EVENTI STORICI

2.11.1 Segnalazioni dei vari enti e Comuni

Sono state acquisite informazioni dai comuni nel corso degli incontri avuti presso la Autorità di Bacino.

Le notizie fornite risultano comunque scarse e con un orizzonte temporale limitato. Inoltre in nessun caso è stato possibile ottenere una cartografia delle aree inondate.

2.11.2 Catalogo AVI delle inondazioni storiche e degli eventi franosi

È stato acquisito il Catalogo degli Eventi sotto forma di tabelle Access, e la Relazione Finale, redatti nell'ambito del *Progetto AVI* del CNR – Gruppo Nazionale di Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche. Tale catalogo, nella maggior parte dei casi, riporta tuttavia solo indicazioni sommarie riguardo alla localizzazione ed estensione delle aree inondate e puntuali relativamente alla ubicazione dei fenomeni di dissesto per frana.

È stata peraltro acquisita, in quanto già informatizzata sotto forma di shape Arc-view all'interno del SIT dello *Studio del Rischio Idrogeologico nella Regione Molise*, la carta degli Eventi AVI redatta nell'ambito del *Piano straordinario* predisposto dall'Autorità di Bacino ai sensi del D.L. 180/98; la georeferenziazione è tuttavia da intendersi come puramente indicativa.

Sono stati inoltre acquisiti le relazioni finali dei progetti AVI (Aree vulnerate da calamità idrogeologiche) per la regione Molise e per la regione Puglia. Il primo redatto dalla Unità Operativa n. 7 Gheos servizi geologici e il secondo redatto dalla Unità Operativa n. 4 Geo s.r.l..

2.11.3 Altre fonti di informazione

È stata acquisita, in quanto già informatizzata all'interno dello *Studio del Rischio Idrogeologico nella Regione Molise*, la “*Carta Regionale del Rischio Idrografico*” allestita dalla Regione Molise – Assessorato ai LL.PP., in cui sono riportati i tratti fluviali soggetti a dissesto e le aree storicamente inondate: anche in questo caso, come per gli Eventi AVI, le estensioni delle aree sono da riguardarsi come assolutamente approssimative.

2.12 AREA DI STUDIO DEL RISCHIO IDRAULICO

Parallelamente all'attività di acquisizione e informatizzazione dati, è stata anche effettuata, in accordo con la Direzione dei Lavori, la delimitazione dell' Area di Studio del rischio idraulico.

Tale ambito è anche quello su cui è stato condotto il censimento per la redazione del Catasto delle Opere Idrauliche.

Come previsto, le aree oggetto di studio del rischio idraulico vengono divise tra:

- aree per le quali si procederà alla definizione della pericolosità su base idraulica, e cioè tramite modellazione idrologico - idraulica;
- aree per le quali si procederà alla definizione della pericolosità su base geomorfologico - storico - inventariale e cioè sulla base dei risultati della fotointerpretazione, dei sopralluoghi e delle eventuali informazioni in merito a passate inondazioni.

2.12.1 Aree per le quali è previsto lo studio su base idraulica

Come stabilito nel PDA, vengono ricomprese in quest'ambito tutte quelle aree di fondovalle attraversate dalle aste fluviali per le quali sono disponibili rilievi recenti o saranno effettuati a breve e cioè, alla luce dei risultati dell'indagine di cui al paragrafo 2.5, quelle per cui verrà condotta la campagna di rilievi integrativa nell'ambito del presente progetto di PAI.

I tratti oggetto dei rilievi integrativi per il bacino del F. Saccione (vedi elaborato di studio TAVOLA I.B.3.1) sono i seguenti:

- Fiume Saccione da Ponte Saccione alla foce per una lunghezza di circa 9 km e n° 25 sezioni

2.12.2 Aree per le quali è previsto lo studio su base geomorfologica

Verranno studiate su semplice base geomorfologico-storico-inventariale quelle aree di fondovalle, non già oggetto di studio idraulico (vedi paragrafo 2.12.1), identificate dal punto di vista litologico come:

- "alluvioni recenti";
- "depositi alluvionali dei terrazzi fluviali di 3° e 4° ordine";
- "depositi lacustri".

Nel dettaglio, per il bacino del F. Saccione (vedi elaborato di studio TAVOLA I.B.3.1), si tratta delle aree attraversate dai seguenti corsi d'acqua:

- Vallone Tre Valloni
- Vallone Sassi
- Torrente Sapestro
- Torrente Mannara
- Canale di Madonna Grande

3 ELABORAZIONE DELLE CARTE TEMATICHE DI STUDIO E DI PIANIFICAZIONE

3.1 ATTIVITÀ DI STUDIO E PIANIFICAZIONE COMUNI ALL'ASSETTO IDRAULICO E DI VERSANTE

3.1.1 Analisi dei dati acquisiti

In questa fase sono stati in primo luogo analizzati i dati reperiti presso i vari Enti. Sono stati analizzati i numerosi dati pervenuti all'Autorità di Bacino a seguito delle richieste formali inoltrate ai vari Enti Locali anche attraverso schede di censimento appositamente preparate (in particolare quelle relative ai dissesti idrogeologici subiti nel passato e alle opere idrauliche presenti sul territorio), sia delle informazioni e del materiale (cartografie, elaborati progettuali, ecc.) che i rappresentanti degli stessi Enti hanno fornito personalmente nell'occasione di incontri di gruppo organizzati presso la sede della Autorità di Bacino.

La DD.LL. ha provveduto periodicamente ad aggiornare il quadro complessivo dei dati che via via si rendevano disponibili per l'esame. Nelle relazioni specifiche inerenti le singole attività di seguito descritte relative alla fase conoscitiva e di pianificazione sono stati descritti quali degli elementi acquisiti sono stati reputati utili ai fini della redazione del Progetto di Piano Stralcio.

3.1.2 Redazione della carta degli elementi a rischio

L'interazione delle fenomenologie morfoevolutive e alluvionali con le attività ed i beni (territorio antropizzato e beni storico-culturali, architettonici, etc.) costituisce l'elemento di debolezza nella pianificazione territoriale in relazione alle calamità naturali.

La riduzione del rischio, di fatto, dipende dalla mitigazione del danno atteso sugli elementi esposti al fenomeno naturale oppure dalla riduzione della probabilità di accadimento del fenomeno stesso.

In tale ottica gli elementi a rischio rappresentano il livello sul quale vanno a sovrapporsi gli elementi probabilistici di analisi del dissesto. Laddove essi contengono un alto valore sociale (essenzialmente vite umane) o economico (strutture e infrastrutture di servizio o produttive) l'impatto dell'evento naturale produce un'inevitabile turbazione nell'equilibrio creato tra ambiente antropico e ambiente naturale. Le conseguenze dell'impatto sono variabili e dipendenti da numerosi fattori tra cui l'intensità minima che può produrre il danno, la compatibilità delle opere con il probabile evento e la capacità di reazione del sistema antropico rispetto all'evento naturale (tra cui la capacità delle comunità di reagire agli stati di emergenza).

Come appare chiaro la problematica è estremamente complessa e nelle valutazioni degli scenari di rischio (classificazione del territorio in funzione della probabilità di evento e della presenza di elementi a rischio) un ruolo essenziale viene giocato proprio da questi ultimi. Più

dettagliata è la mappa degli elementi a rischio, più concreto sarà lo scenario di rischio che viene a configurarsi in relazione alla tipologia di eventi naturali attesi.

La cartografia degli elementi a rischio realizzata è stata impiegata sia per la mappatura del Rischio da Frana, sia per quella del Rischio Idraulico, a parte alcune piccole modifiche, che scaturiscono da una diversa dinamica dei fenomeni e che pertanto vengono adottate ai fini di una più corretta valutazione dei due tipi di rischio.

La base dati da cui si è partiti per l'elaborazione della carta degli elementi a rischio è rappresentata dalla carta d'uso del suolo realizzata da interpretazione di immagini satellitari, fornita dal Centro Cartografico della Regione Molise per il territorio molisano, e dalla cartografia Corine Landcover per il territorio pugliese. Al fine di rendere la base dati acquisita rispondente alle finalità dello studio è stata integrata con informazioni estratte da: Piani Territoriali Paesistici Ambientali di Area Vasta della Regione Molise, Carta Tecnica Regionale della Regione Molise, Cartografia I.G.M.I., Strumenti Urbanistici forniti dall'Assessorato all'Urbanistica della Regione Molise, studi indiretti condotti sulle ortofoto AGEA del 1998 e rilievi diretti sul terreno. Ciò ha consentito di aggiornare ed incrementare la banca dati relativa sia alle infrastrutture a rete e vie di comunicazione sia alle aree urbanizzate (tessuto urbano continuo e discontinuo) e a quelle di previsione urbanistica.

Alcune difficoltà sono state riscontrate nella esatta definizione territoriale delle aree di espansione urbanistica che in alcuni casi è stato possibile individuare solo in via approssimata. Tali approssimazioni possono dare origine, nella fase di redazione della cartografia del rischio, a errori di valutazione che pertanto sono stati opportunamente considerati nella fase di definizione degli scenari.

Seguendo le indicazioni contenute nel D.P.C.M. 29 settembre 1998, successivamente integrate da valutazioni specifiche sulla realtà sociale ed economica dell'area, sono state individuate otto macroclassi di elementi a rischio cui afferiscono tutti gli elementi censiti secondo i criteri espressi nelle pagine seguenti.

Di seguito sono dettagliate le singole fasi del processo:

- codifica iniziale dei poligoni costituenti la base dati reperita
- verifica di congruità della base di dati esistente (controllo di aree non codificate, realizzazione di poligoni su aree non codificate mediante fotointerpretazione)
- modifica e/o correzione dei dati tipologici riferibili a ciascun poligono in relazione alle ortofoto digitali e rilievi diretti
- creazione di elementi a rischio di elevato valore sociale ed economico (essenzialmente infrastrutture a rete, vie di comunicazione e nuclei abitativi e produttivi)
- creazione di macroclassi.

Tutti gli elementi sono stati così ricondotti ad 8 macroclassi di elementi che possono essere schematizzate come risulta dalla TABELLA 1

Classe	Elementi a rischio
1	Infrastrutture primarie con presenza continua di vite umane (ospedali, carceri, caserme, stazioni ferroviarie); centri abitati (tessuto urbano continuo); insediamenti industriali, tecnologici e commerciali; aree portuali; vie di comunicazione di rilevanza strategica (ferrovie, autostrade e statali)
2	Case sparse (tessuto urbano discontinuo); aree sportive e ricreative; aree estrattive; edifici industriali e commerciali sparsi; cimiteri; strade provinciali
3	Zone di espansione urbanistica, dighe, depuratori, serbatoi di acquedotto, centrali; beni architettonici o storici di importanza rilevante; strade di secondaria importanza (comunali, interpoderali, etc.); aziende zootecniche e life lines
4	Oliveti, vigneti e frutteti
5	Corpi idrici
6	Seminativi, orti, arboricoltura da legno, prati stabili, aree a colture perenni e/o annuali
7	Boschi di latifoglie, boschi di conifere e boschi misti
8	Aree incolte (pascoli, brugherie, etc.), spiagge e dune

Tabella 1 – Classi della carta degli elementi a rischio

L'elaborazione successiva pone in relazione gli elementi vulnerabili con la probabilità di accadimento di un dato evento con caratteristiche note. Ciò significa che tutti gli elementi infrastrutturali, ambientali e gli areali di espansione urbanistica previsti dagli strumenti urbanistici, esistenti nell'area del bacino del fiume Saccione, sono stati accorpati per macroclassi omogenee sulla base del valore socio-economico o paesaggistico-ambientale stimato sulla scorta della seguente scala decrescente di valori:

- presenza di vite umane in maniera continua o altamente probabile
- presenza di attività produttive ad alto valore economico
- presenza di linee infrastrutturali strategiche
- presenza di elementi urbanistici discontinui
- presenza di attività produttive e commerciali di più basso valore economico
- presenza di elementi di alto valore etico/morale
- presenza di infrastrutture di servizio
- presenza di beni storico-architettonici
- presenza di colture ad elevato reddito
- presenza di una rete idrografica naturale
- presenza di colture a più basso reddito
- presenza di essenze vegetali sotto forma di bosco
- assenza di elementi e di colture agrarie

Circa la realizzazione delle macroclassi appare opportuno sottolineare che la scelta di otto macroclassi deriva essenzialmente dalle indicazioni che stanno emergendo dalla comunità

scientifico che si sta occupando intensamente di tale tipo di problematica. La logica con cui sono state realizzate le macroclassi è legata, *in primis*, alla presenza continua o meno delle vite umane (valore massimo) e, solo successivamente, una classifica in termini esclusivamente economici delle attività o dei beni esposti all'evento naturale.

Gli elaborati cartografici, realizzati su base topografica (Carta Tecnica Regionale), rappresentano la sintesi grafica delle informazioni contenute nel SIT. Al fine di rendere leggibile e sintetica la rappresentazione è stata elaborata la specifica legenda che viene di seguito riproposta.

	Infrastrutture primarie con presenza continua di vite umane; centri abitati; insediamenti industriali, tecnologici e commerciali; aree portuali; vie di comunicazione di rilevanza strategica
	Case sparse; aree sportive e ricreative; aree estrattive; edifici industriali e commerciali sparsi; cimiteri; strade provinciali
	Zone di espansione urbanistica, dighe, depuratori, serbatoi di acquedotto, centrali; beni architettonici o storici di importanza rilevante; strade di secondaria importanza, aziende zootecniche, metanodotti
	Oliveti, vigneti e frutteti
	Corpi idrici
	Seminativi, orti, arboricoltura da legno, prati stabili, aree a colture perenni e/o annuali
	Boschi di latifoglie, boschi di conifere e boschi misti
	Aree incolte (pascoli, brugherie, etc.), spiagge, dune

3.2 ATTIVITÀ STUDIO E PIANIFICAZIONE RELATIVE ALL'ASSETTO DI VERSANTE

Il lavoro svolto per la redazione del *Piano Stralcio* ha avuto come obiettivo primario quello di individuare e perimetrare le aree di pericolosità e rischio presenti nella porzione di bacino in studio, al fine di progettare le “norme e misure di salvaguardia”, indispensabili per la gestione e pianificazione del territorio, e determinare le “priorità d'intervento” volte alla mitigazione o rimozione dello stato di rischio.

In tale ottica l'acquisizione di conoscenze organiche e il più possibile complete, relativamente alla stabilità dei versanti, costituisce una base imprescindibile per la redazione del *Piano*

Stralcio. Particolare attenzione è stata rivolta a quelle situazioni di dissesto idrogeologico che, per stato di attività, ubicazione ed evoluzione spazio-temporale, interagiscono o potrebbero interagire negativamente con gli elementi infrastrutturali e paesaggistici vulnerabili.

Lo studio è stato strutturato secondo due fasi principali e sequenziali: la prima condotta con criteri analitici ha consentito di definire gli scenari di riferimento e le carte tematiche di base che costituiscono la banca dati ed il substrato del *Piano Stralcio*; la seconda condotta su basi programmatiche costituisce lo strumento attuativo del *Piano Stralcio*.

L'organizzazione e la progettazione del lavoro è stata indirizzata alla predisposizione di attività e procedure ripetibili nel tempo, in tal modo l'ente committente A.d.B. potrà disporre di uno strumento estremamente complesso ma flessibile e implementabile sulla base dell'aggiornamento di variabili note.

E' importante sottolineare che lo studio ha attinto le prime informazioni dal patrimonio di conoscenze esistente e reperibile presso gli enti Regionali, Provinciali, Comunali, A.d.B., Università e Istituti di ricerca operanti nel territorio di studio. Il bagaglio di conoscenze acquisito è stato approfondito focalizzando l'attenzione alle finalità dello studio. Pertanto, le conclusioni del *Piano Stralcio* non sempre concordano integralmente con quanto espresso dagli studi e strumenti di gestione del territorio precedentemente realizzati, ciò in relazione sia al diverso grado di approfondimento raggiunto sia alle finalità dello studio.

3.2.1 Considerazioni sulle metodologie di analisi

La struttura logica del lavoro, per quanto concerne il rischio da frana, può essere sintetizzata in nove attività essenziali, sequenziali ed interdipendenti, che possono essere così riassunte:

- reperimento di fonti cartografiche, dati e studi pregressi;
- realizzazione di carte tematiche di base: geolitologica, geomorfologica, coperture relative ai terreni sciolti;
- realizzazione della carta inventario dei dissesti idrogeologici;
- realizzazione della cartografia della pericolosità d'evento;
- realizzazione della cartografia degli elementi a rischio da frana;
- realizzazione della carta dei danni segnalati;
- realizzazione della cartografia del rischio da frana;
- proposta di norme e misure di salvaguardia;
- proposta di individuazione delle priorità d'intervento.

La ricerca di uno standard di lavoro unico, dettato da norme e da criteri tecnico-scientifici ben definiti, ha consentito, comunque, di ottenere un buon livello di informazioni alla scala dello studio, omogeneo per qualità e quantità di informazioni. Ciò dà garanzia di uniformità di criteri e consente ai tecnici della A.d.B. di predisporre opportune azioni volte al miglioramento ed all'aggiornamento della base di dati così realizzata.

Lo studio, che ha per oggetto l'individuazione degli elementi di criticità idrogeologica e la classificazione del livello di rischio connesso, è stato realizzato da un gruppo di lavoro tecnicamente e scientificamente qualificato, che ha posto particolare attenzione agli aspetti di

multidisciplinarietà. Ciò ha consentito di individuare in forma esplicita le molteplici interrelazioni esistenti fra le dinamiche che determinano l'instaurarsi delle condizioni di rischio.

Il gruppo di lavoro ha approfondito gli aspetti connessi con l'individuazione delle fenomenologie franose ed erosive, con la definizione dei diversi gradi di pericolosità geomorfologica e, infine, con il rischio specifico. Il grado di approfondimento dello studio ed il dettaglio ottenuto scaturiscono da valutazioni di equilibrio fra le esigenze operative del gruppo di lavoro e le aspettative della Committenza.

Il gruppo tecnico ha operato la sua scelta sulla base delle seguenti considerazioni:

- congruenza con le richieste della A.d.B.;
- congruenza con gli strumenti normativi nazionali e regionali;
- valenza tecnico-scientifica della metodologia utilizzata (SGN/DSTN/GNDCI);
- massimo grado di affidabilità per la zonazione del territorio;
- utilizzo di scale di rappresentazione (1:25.000);
- superamento della situazione di frammentarietà ed incompletezza delle informazioni esistenti;
- facilità di apprendimento e di utilizzo nella consultazione del GIS;
- capacità del GIS di interfacciarsi con altri GIS (SINA/SIU/AbR).

In relazione con le caratteristiche idrogeomorfologiche del territorio si è ritenuta indispensabile una metodologia di perimetrazione degli eventi franosi basata su rilievi diretti "in campo", per implementare la banca dati esistente, per rappresentare al meglio la variabilità e la complessa dinamica morfoevolutiva del territorio in esame.

Grazie all'impiego di tecnici specializzati, è stato possibile individuare, classificare, codificare e perimetrare oltre 3000 eventi di frana s.s. e/o di erosione accelerata, in parte già individuati e rappresentati nell'ambito di studi pregressi. La scala di maggior dettaglio e la conoscenza specifica dei territori oggetto di approfondimenti ha consentito di evidenziare una situazione certamente molto delicata nella quale occorre esaminare con attenzione gli aspetti specifici di ciascun fenomeno, soprattutto in relazione con gli elementi a rischio presenti. A tale proposito buona parte delle attività svolte dal gruppo di lavoro ha riguardato la redazione di una cartografia degli elementi a rischio, possibile grazie alla disponibilità di una Cartografia d'Uso del Suolo aggiornata resa disponibile dalla Regione Molise. D'altro canto l'interazione delle fenomenologie franose con gli elementi a rischio esprime direttamente il livello di rischio cui è esposto il bene o l'attività, e tale aspetto costituisce l'obiettivo primario del *Piano Stralcio* che è alla base della pianificazione e programmazione degli interventi sul territorio.

La vivacità stessa del dibattito scientifico sull'argomento ed il quadro normativo in continuo fermento, testimoniano quanto sia forte l'esigenza di un'attenzione particolare all'argomento. Gli stessi principi contenuti nella L. 183/89 e scaturiti a valle di una consistente attività scientifica e di regolamentazione appaiono quanto mai attuali ed applicabili. L'accelerazione normativa degli ultimi tre anni generata dall'emergenza prodotta da catastrofi naturali forse evitabili riapre un acceso dibattito sull'importanza della pianificazione e, dunque, della prevenzione.

3.2.2 Le fonti

L'individuazione delle fonti e il reperimento dati hanno impegnato le fasi iniziali dello studio; in particolare va sottolineata l'impossibilità di reperire una cartografia topografica di base aggiornata e dettagliata, che ha condotto alla scelta di utilizzare la cartografia dell'I.G.M.I. in scala 1:25.000 per tutte le basi tematiche. Sempre in merito alla base cartografica di riferimento è stato reperito presso il Ministero dell'ambiente e della difesa del territorio il modello digitale del terreno DTM con passo 20 m.

Sono state acquisite presso il centro cartografico della Regione Molise e presso la stessa Autorità di Bacino le seguenti basi cartografiche in formato cartaceo:

- carta tecnica regionale in scala 1:10.000, in formato digitale (.tif georeferenziato Gauss-Boaga), realizzate sulla base della campagna di riprese aeree 1992.
- carta d'uso del suolo in scala 1:25.000
- carta dei Piani Paesistici digitale (.shp)
- carta dei Sic in formato cartaceo scala 1:25.000
- ortofoto digitali AGEA scala 1:10.000 volo 1998 formato digitale (.tif georeferenziato Gauss-Boaga)
- carta geomorfologica scala 1:25.000 formato digitale (coverage arcinfo)
- carta geolitologica della regione Molise formato digitale (.shp)
- carta d'uso del suolo (Corine Land Cover) regione Puglia scala 1:100.000
- carta geologica regione Puglia scala 1:100.000

Per quanto riguarda l'acquisizione di studi e dati inerenti l'area di studio si è fatto riferimento a molteplici fonti compresi gli studi e lavori professionali realizzati in precedenza dagli scriventi nell'area in studio. Inoltre è stata utilizzata come base primaria di riferimento: la cartografia geologica ufficiale scala 1:100.000 e lo Studio del Rischio Idrogeologico nella Regione Molise (2000).

La Regione Molise e la Regione Puglia hanno consentito la consultazione degli atti relativi ad indagini geologiche, programmi d'intervento e attività realizzate in seguito ad Ordinanza della Protezione Civile, inerenti l'area oggetto di *Piano Stralcio*.

Infine sono stati acquisiti ed inventariati tutti i dati forniti dalle Amministrazioni Comunali, con territorio ricadente nell'area di pertinenza dello studio, relativamente alle segnalazioni di fenomeni franosi e danni alle infrastrutture.

3.2.3 Fase di studio

Il quadro delle conoscenze circa le problematiche di dissesto idrogeologico dell'area appare consistente ma carente sotto il profilo dell'omogeneità e della disponibilità delle informazioni. Ad oggi gli elementi di conoscenza disponibili appaiono, pertanto, frammentari e dispersi e,

comunque, non consentono una visione della problematica in termini di pericolosità e di rischio specifico.

Uno degli aspetti che è stato privilegiato nell'ambito del presente studio, infatti, è legato alla coerenza delle informazioni ed alla omogeneità dei risultati.

In particolare, sono stati eseguiti:

- rilievo di dettaglio delle forme e dei processi di dissesto del territorio, compresa la valutazione del loro grado di attività;
- verifica diretta degli eventi ritenuti di maggior interesse da parte di geologi esperti mediante rilievi di campagna ed analisi specifiche nei casi in cui l'evoluzione del fenomeno possa potenzialmente coinvolgere centri abitati e infrastrutture di primaria importanza sociale ed economica;
- rilievo di dettaglio alla scala 1:10.000 delle frane ritenute più significative sotto il profilo geomorfologico e più interessanti per quanto attiene alla loro pericolosità ed al potenziale coinvolgimento di elementi a rischio.

Le carte tematiche di studio, realizzate in scala 1:25.000, costituiscono il substrato conoscitivo del territorio di studio indispensabile per affrontare lo svolgimento del *Piano Stralcio* in un'ottica di corretta analisi tecnico-scientifica. Tutte le carte tematiche costituiscono un *layer* informativo del SIT progettato nell'ambito del *Piano Stralcio*. Ciò consente di poter interrogare ogni singolo elemento ed ottenere informazioni complete che non sempre emergono integralmente nei formati cartacei rappresentativi dei singoli strati:

- *Carta geolitologica*
- *Carta geomorfologica*
- *Carta delle coperture relativa ai terreni sciolti*
- *Carta delle infrastrutture e dei beni storico culturali*
- *Carta dei danni segnalati*
- *Carta inventario dei fenomeni franosi e valanghivi*

3.2.3.1 Carta geolitologica

La conoscenza della fenomenologia naturale, relativamente alle dinamiche che regolano l'evoluzione dei versanti naturali, non può prescindere dalla conoscenza degli scenari geologici, geomorfologici ed idrogeologici nei quali essi si calano.

Negli studi di previsione delle catastrofi naturali per frana particolare interesse rivestono gli assetti spaziali dei corpi geologici e, in particolare, gli spessori e la consistenza degli strati più superficiali, generalmente alterati. Nonostante tale fattore non sia, da solo, responsabile dell'evoluzione dei versanti per frana, una buona conoscenza geolitologica di base consente di predisporre scenari evolutivi grazie ai quali avviare azioni di prevenzione.

Premesso che l'elaborazione di una cartografia che contenga elementi utili per la predisposizione di scenari alla scala dell'evento o del suo bacino di alimentazione richiede un'attenta fase di rilievo in campagna che esula dagli obiettivi del presente lavoro, la "Carta geolitologica", realizzata in scala 1:25.000, contiene gli elementi necessari ad una conoscenza di massima, a livello di bacino, e non può ritenersi esaustiva per i futuri approfondimenti a scale maggiori a quella della rappresentazione. Ciò in quanto l'elaborato cartografico

rappresenta una sintesi delle conoscenze acquisite ed è basata su considerazioni di geologia regionale, sull'analisi di cartografie tematiche di riferimento e su esperienze personali confortate da dati ed analisi puntuali. Il limite dell'elaborato proposto, pertanto, risiede nella stessa scala di lavoro (ambito di bacino), utile per un inquadramento geolitologico delle fenomenologie, ma che ha richiesto uno sfooltimento di informazioni ed una sintesi di merito che consentisse di elaborare un modello coerente con gli altri elaborati proposti nell'ambito del lavoro in questione.

La carta geolitologica, come si diceva, è stata realizzata partendo dalle basi di dati disponibili in letteratura e dalla cartografia geolitologica elaborata negli anni '90 dall'Assessorato all'Agricoltura della Regione Molise (in scala 1:25.000); approfondimenti significativi e verifiche di coerenza sono state possibili grazie alla consultazione dei Fogli 148, 154, 155, 161 e 162 della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 edita dal Servizio Geologico Nazionale ed alla memoria di G. Lanzafame & L. Tortorici: "Osservazioni geologiche sul medio e basso bacino del F. Biferno" pubblicata su *Geologica Romana*, Vol. XV nel 1976. Tutti i lavori consultati forniscono rappresentazioni del territorio a scala regionale o di bacino (con scale comprese tra 1:50.000 e 1:25.000). I dati di letteratura sono stati integrati ed aggiornati mediante controlli diretti sul terreno condotti da geologi specializzati.

La carta contiene le principali classi litologiche cui sono stati ascritti i terreni presenti in affioramento nel territorio del Bacino del Fiume Biferno e Minori; ciascuna classe contiene diverse tipologie litologiche accorpate per affinità deposizionali, di ambiente paleogeografico o per età. Le caratteristiche fisiche e meccaniche di ciascuna classe sono estremamente variabili alla scala dell'affioramento (nelle sequenze fliscioidi il parametro di attrito interno tra i grani può essere compreso tra più decine di unità). Le caratteristiche delle formazioni geologiche affioranti in gran parte del bacino, infatti, sono quelle dei terreni strutturalmente complessi che, come è noto, presentano parametri fisici e meccanici estremamente variabili anche nell'ambito dello stesso affioramento (alternanze di facies pelitiche con facies marnose e/o sabbiose). Inoltre i parametri meccanici sono diretta funzione della storia tensionale subita dai corpi geologici e, soprattutto, dal grado di rimaneggiamento delle coltri superficiali dovuto ai movimenti gravitativi e/o all'azione operata dagli agenti esogeni. Infine le formazioni che caratterizzano il bacino di studio presentano solo raramente spiccati caratteri giaciturali e il rilevamento giaciturale dei giunti di discontinuità è stato possibile solo in corrispondenza dei pochi affioramenti dei fronti rocciosi presenti spesso sotto forma di olistoliti (o olistostromi) o delle sequenze di chiusura di cicli sedimentari. Nella TABELLA 2 vengono proposti gli intervalli di variabilità dei parametri fisici e meccanici che hanno, pertanto, un valore puramente orientativo. La carta contiene riporta i principali elementi strutturali lineari (faglie, assi di pieghe, fronti di sovrascorrimento) e le giaciture degli strati, laddove rilevate alla scala dell'affioramento o dedotte dalla cartografia geologica ufficiale (S.G.N.). Nessuna indicazione cartografica supplementare può essere fornita riguardo ai "giunti di discontinuità" (faglie, fratture e superfici di stratificazione) che richiederanno un'analisi specifica sui fronti esposti mediante un rilievo geomeccanico di dettaglio condotto secondo le norme di riferimento (ISRM) e confortato dai dati di RQD derivanti dalla ricostruzione di profili stratigrafici per fori di sondaggio opportunamente ubicati.

CLASSE LITOLOGICA	γ_n^3 (t/m ³)	D_r^1 (%)	c^2 (kg/cm ²)	ϕ^3 (°)
CUMULI DI FRANE	1.2÷1.5	-	0.0-0.1	8÷12
SABBIE DELLE SPIAGGE ATTUALI: sabbie e sabbie ghiaiose	1.6÷2.1	45÷65	0.0	28÷35
DEPOSITI FLUVIALI ATTUALI E RECENTI: ghiaie e sabbie degli alvei attuali; alluvioni limoso-argilloso-ghiaiose dei terrazzi recenti (III e IV ordine di terrazzi)	1.7÷2.1	40÷70	0.0÷0.1	18÷35
DEPOSITI SABBIOSI: depositi sabbiosi recenti di elaborazione litorale, con lenti di ciottoli (piane costiere)	1.8÷2.2	40÷80	0.0	28÷45
DETRITO DI FALDA SCIOLTO O POCO CEMENTATO	1.2÷2.1	40÷60	0.0÷0.1	25÷45
DETRITO DI CONOIDE DI DEIEZIONE	1.5÷2.2	30÷50	0.0	18÷45
DEPOSITI FLUVIALI ANTICHI (II ordine di terrazzi): limi argilloso-sabbiosi con lenti di ghiaie, talvolta leggermente cementate	1.4÷1.9	50÷75	0.0÷0.1	20÷40
DEPOSITI FLUVIO-LACUSTRI ANTICHI (I ordine di terrazzi): ghiaie sabbiose leggermente cementate, intercalate da strati e lenti di argille sabbiose	1.4÷2.0	45÷70	0.0÷0.1	18÷35
DEPOSITI FLUVIO-LACUSTRI E PALUSTRI DELLE AREE INTERNE: limi argillosi e argille sabbiose varvate con lenti di ghiaia e livelli torbosi o lignitiferi; riempimenti detritici delle conche intermontane con coperture di limi e sabbie lacustri-palustri	1.1÷2.2	15÷80	0.0÷0.2	10÷38
TRAVERTINI DA LITOIDI A TERROSI	1.7÷2.5	-	0.1÷...	20÷...
CONGLOMERATI: conglomerati sabbiosi (puddinghe), generalmente poco cementati	1.9÷2.5	50-70	0.0÷0.1	28÷45
SABBIE E ARENARIE: sabbie e arenarie poco cementate, intercalate da argille sabbiose e lenti di sabbie conglomeratiche	1.7÷2.4	50÷80	0.0÷...	20÷...
COMPLESSO ARGILLOSO-SABBIOSO: argille marnose siltoso-sabbiose, intercalate da sabbie argillose e lenti di sabbie conglomeratiche	1.7÷2.3	50÷75	0.0÷0.1	18÷35
COMPLESSO GESSOSO SOLFIFERO: calcari gessosi e gessi cristallini o pulverulenti	1.9÷2.6	-	-	-
ARENARIE: arenarie in strati e banchi, con rare intercalazioni di marna argillosa	-	-	-	-
COMPLESSO ARENACEO-PELITICO: arenarie variamente cementate alternate ad argille marnose e marne argillose grigie	-	-	-	-
COMPLESSO PELITICO-ARENACEO: argille marnose e marne argillose grigie intercalate o alternate ad arenarie variamente cementate, talora prevalenti	1.6÷2.1	-	0.1÷0.3	15÷30
COMPLESSO CALCAREO-MARNOSO: alternanza di calcari marnosi, calcilutiti, calciruditi, marne e marne argillose	1.7÷2.5	-	0.1÷0.5	15÷30
COMPLESSO MARNOSO-CALCAREO: alternanza di argille marnose, marne e marne calcaree, con orizzonti di calcareniti e calciruditi	1.6÷2.2	-	0.1÷0.4	15÷30
ORIZZONTI CALCAREI DISCONTINUI: calcari, calcareniti e calciruditi, talora in associazione con marne e marne calcaree; olistoliti di prevalente natura carbonatica inglobati nel Complesso Caotico delle Argille Varicolori	2.2÷2.7	-	-	-
COMPLESSO CAOTICO DELLE ARGILLE VARICOLORI: argille e argille marnose, policrome e scagliose, in assetto caotico, con intercalazioni discontinue di calcari marnosi e calcareniti; nell'ammasso argilloso sono frequenti blocchi o pacchi di strati scompaginati	1.6÷2.1	-	0.1÷0.3	13÷28
COMPLESSO CALCAREO-DOLOMITICO: calcari, calcareniti, calciruditi, calcari dolomitici e dolomie, da stratificati a massivi	2.1÷2.7	-	-	-

Tabella 2 - Intervalli di variazione dei parametri fisici e meccanici dei litotipi appartenenti alle diverse classi litologiche individuate (vengono proposti il limite minimo e quello massimo di variazione del parametro).

1 - parametro riferito alla frazione grossolana

2 - parametro riferito alla frazione fine

3 - parametro riferito sia ai materiali a comportamento coesivo (min) che granulare (max)

Al fine di fornire una valutazione qualitativa dello stato fisico degli ammassi rocciosi gli affioramenti lapidei sono stati classificati in funzione dell'indice volumetrico delle discontinuità (J_v) in relazione alle dimensioni dei blocchi (TABELLA 3).

Il dato fornito, anche in questo caso, è puramente indicativo perché la caratterizzazione degli ammassi rocciosi secondo il Q-System di Barton, Lien & Lunde (1974) o l'RMR System (Rock Mass Rating System) di Bieniawsky (1973) necessita di procedure tecniche su ciascun fronte che dovranno necessariamente essere rimandate alle fasi di approfondimento delle condizioni di stabilità dei fronti esposti, anche attraverso il test speditivo di Markland ed in funzione della geometria dei tagli antropici che si andranno realizzando nel tempo.

Per gli affioramenti caratterizzati da variabilità dei caratteri tipologici dell'ammasso si farà riferimento a quelli medi, intendendo per medi quelli arealmente più frequenti.

Tipo di ammasso	J_v (giunti/m³)
Massiccio	< 0.2
A blocchi	0.2 ÷ 1
A Blocchi grandi	1 ÷ 3
A blocchi di dimensione media	3 ÷ 10
A blocchi piccoli	10 ÷ 30
A blocchi molto piccoli	30 ÷ 60
Frantumato	> 60







Tabella 3 - Classificazione qualitativa degli ammassi rocciosi sulla base dell'indice volumetrico delle discontinuità stimato.

Gli elaborati cartografici, realizzati su base topografica (Carta Tecnica Regionale), rappresentano la sintesi grafica delle informazioni contenute nel SIT. Al fine di rendere leggibile e sintetica la rappresentazione è stata elaborata la specifica legenda di seguito riportata.

Nell'ambito delle presente studio vengono inoltre proposte delle sezioni geologiche schematiche ritenute più rappresentative, tratte dalla cartografia geologica ufficiale in scala 1:100.000.

	CUMULI DI FRANE
	SABBIE DELLE SPIAGGE ATTUALI
	DEPOSITI FLUVIALI ATTUALI E RECENTI
	DEPOSITI SABBIOSI
	DETRITO DI FALDA SCIOLTO O POCO CEMENTATO
	DETRITO DI CONOIDE DI DEIEZIONE
	DEPOSITI FLUVIALI ANTICHI (II ordine di terrazzi)
	DEPOSITI FLUVIO-LACUSTRI ANTICHI (I ordine di terrazzi)
	DEPOSITI FLUVIO-LACUSTRI E PALUSTRI DELLE AREE INTERNE
	TRAVERTINI DA LITOIDIA TERROSI
	CONGLOMERATI
	SABBIE E ARENARIE
	COMPLESSO ARGILLOSO-SABBIOSO
	COMPLESSO GESSOSO SOLFIFERA
	ARENARIE
	COMPLESSO ARENACEO-PELTICO
	COMPLESSO PELTICO-ARENACEO
	COMPLESSO CALCAREO-MARNOSO
	COMPLESSO MARNOSO-CALCAREO
	ORIZZONTI CALCAREI DISCONTINUI
	COMPLESSO CAOTICO DELLE ARGILLE VARICOLORI
	COMPLESSO CALCAREO-DOLOMITICO

	Strati inclinati		Strati verticali		Strati rovesci
	Strati orizzontali		Strati molto inclinati		

	Faglia diretta		Faglia presunta		Asse di piega anticlinale
	Faglia inversa		Faglia a movimento incerto		Asse di piega sinclinale

3.2.3.2 Carta geomorfologica

La carta geomorfologica deve contenere tutti gli elementi, desunti attraverso attività di rilevamento di campagna, integrate da dati di laboratorio, interpretazione di fotografie aeree e di immagini telerilevate, nonché dal confronto con la cartografia geologica di riferimento.

La carta geomorfologica realizzata nell'ambito del presente lavoro è stata strutturata sulla base degli indirizzi contenuti nel quarto volume dei “*Quaderni serie III del Servizio Geologico Nazionale: Carta geomorfologica d'Italia – 1:50.000 – Guida al rilevamento*” e fa riferimento alla “Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo” contenuta in *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, vol. 16 (2) del 1993, elaborata da una apposita commissione tecnica istituita in seno al GNGFG (Gruppo Nazionale Geografia Fisica e Geomorfologia)¹.

L'elaborato cartografico è volto alla definizione ed alla interpretazione dei principali processi evolutivi che hanno determinato l'attuale quadro morfologico dell'area ed alla individuazione delle forme presenti nel territorio di studio con specifico riferimento all'agente morfogenetico che le ha prodotte, ai meccanismi ed al loro stato di attività. Particolare attenzione è stata dedicata alla cartografazione delle forme, dei processi e dei depositi gravitativi di versante.

Anche in questo caso, come per la Carta geolitologica, l'elaborato contiene le informazioni di sintesi coerenti con la scala della rappresentazione. Un approfondimento significativo sarebbe stato possibile ad una scala di rilievo di dettaglio (1:10.000÷1.5.000) mediante numerosi dati puntuali la cui disponibilità avrebbe richiesto un impegno specifico che esula dagli obiettivi del presente lavoro.

L'elaborato, pertanto, è da intendersi rappresentativo delle principali forme del paesaggio senza che i dati in esso contenuti possano intendersi esaustivi per gli studi di dettaglio che dovessero essere avviati successivamente alla stesura definitiva del presente Piano.

Gli elaborati cartografici, realizzati su base topografica (Carta Tecnica Regionale), rappresentano la sintesi grafica delle informazioni contenute nel SIT. Al fine di rendere leggibile e sintetica la rappresentazione è stata elaborata la specifica legenda di seguito riportata.

¹ PELLEGRINI G.B., CARTON A., CASTALDINI D., CAVALLIN A., D'ALESSANDRO L., DRAMIS F., GENTILI B., LAURETI L., PRESTININZI A., RODOLFI G., SAURO U., SORRISO VALVO M. & SPAGNA V.



3.2.3.3 Carta delle coperture relative ai terreni sciolti coesivi ed incoerenti

La perimetrazione degli areali di affioramento dei terreni sciolti e la redazione della specifica cartografia tematica risulta di notevole ausilio per l'individuazione delle aree a diverso grado di *pericolosità*. E' noto, infatti, che la probabilità di accadimento di un fenomeno di dissesto è strettamente connessa alla natura ed allo stato fisico e meccanico dei litotipi che caratterizzano un versante naturale, nonché alle caratteristiche geometriche del profilo ed al regime nel tempo delle pressioni neutre all'interno delle masse di terreno. La stesura della *Carta delle coperture relative ai terreni sciolti coesivi ed incoerenti* ha seguito cronologicamente la preparazione e la redazione della carta geolitologica, ed è stata preceduta da un attento studio delle foto aeree. I numerosi rilievi diretti sul terreno e i dati raccolti

presso gli enti locali e regionali, relativamente ad indagini geognostiche eseguite in passato, hanno consentito di arricchire il quadro delle conoscenze acquisito attraverso studi pregressi che hanno direttamente o indirettamente trattato della problematica specifica. La legenda della carta in questione è stata ottenuta attraverso un'esemplificazione di quella della carta geolitologica, mantenendo validi gli accorpamenti in essa contenuti.

Gli elaborati cartografici, realizzati su base topografica (Carta Tecnica Regionale), rappresentano la sintesi grafica delle informazioni contenute nel SIT. Al fine di rendere leggibile e sintetica la rappresentazione è stata elaborata la specifica legenda di seguito riportata.

	CUMULI DI FRANE
	SABBIE DELLE SPIAGGE ATTUALI: sabbie e sabbie ghiaiose
	DEPOSITI FLUVIALI ATTUALI E RECENTI: ghiaie e sabbie degli alvei attuali; alluvioni limoso-argilloso-ghiaiose e dei terrazzi recenti (III e IV ordine di terrazzi)
	DEPOSITI SABBIOSI: depositi sabbiosi recenti di elaborazione litorale, con lenti di ciottoli (piane costiere)
	DETRITO DI FALDA SCIOLTO O POCO CEMENTATO
	DETRITO DI CONOIDE DI DEIEZIONE
	DEPOSITI FLUVIALI ANTICHI (II ordine di terrazzi): limi argilloso-sabbiosi con lenti di ghiaie, talvolta leggermente cementate
	DEPOSITI FLUVIO-LACUSTRI ANTICHI (I ordine di terrazzi): ghiaie sabbiose e leggermente cementate, intercalate da strati e lenti di argille sabbiose
	DEPOSITI FLUVIO-LACUSTRI E PALUSTRI DELLE AREE INTERNE: limi argillosi e argille sabbiose varvate con lenti di ghiaia e livelli torbosi o lignitiferi; riempimenti detritici delle conche intermontane con coperture di limi e sabbie lacustri-palustri

3.2.3.4 La carta delle infrastrutture e dei beni storico culturali

L'elaborato "Carta degli insediamenti urbani ed infrastrutturali e carta dei beni storico culturali e ambientali" ha come finalità il censimento e la localizzazione delle infrastrutture e delle aree con particolare rilevanza socio-economica, storico-culturale ed ambientale. L'elaborato contiene la base di dati che, nella successiva fase di analisi, consentirà di individuare gli scenari che necessitano di priorità d'intervento al fine di mitigarne il rischio.

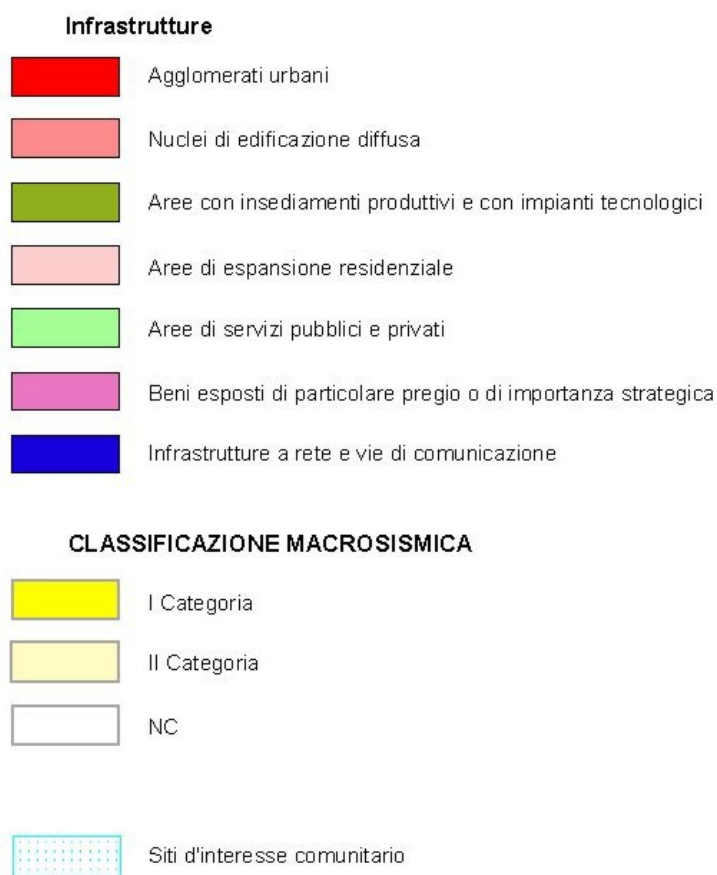
Gli elementi riportati nell'elaborato cartografico rappresentano la base di dati iniziale necessaria per la redazione della "Carta degli elementi a rischio".

Per la realizzazione dell'elaborato sono state individuate, in accordo con la Segreteria Tecnico Operativa dell'Autorità di Bacino, le seguenti categorie di elementi:

- Agglomerati urbani
- Nuclei di edificazione diffusa
- Aree con insediamenti produttivi e con impianti tecnologici
- Aree di espansione residenziale
- Aree di servizi pubblici e privati
- Beni esposti di particolare pregio o di importanza strategica
- Infrastrutture a rete e vie di comunicazione
- Siti d'interesse comunitario (SIC)
- Classificazione macrosismica dell'area

Durante le fasi di acquisizione della cartografia tematica di riferimento sono state consultate le seguenti basi di dati (cartacee e digitali): Piani Territoriali Paesistici Ambientali di Area Vasta della Regione Molise, Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000, Carta d'uso del suolo della Regione Molise, cartografie delle aree soggette a vincolo (S.I.C.) reperite presso la stessa Autorità di Bacino. I dati acquisiti sono stati integrati da rilievi diretti e perimetrazioni eseguite direttamente dagli scriventi.

Gli elaborati cartografici, realizzati su base topografica della Carta Tecnica Regionale e riprodotti in scala 1:25.000, rappresentano la sintesi grafica delle informazioni contenute nel SIT. Al fine di rendere leggibile e sintetica la rappresentazione è stata elaborata la specifica legenda che segue.



3.2.3.5 *La carta dei danni segnalati*

L'elaborato "Carta dei danni segnalati" rappresenta un'utile base di partenza per l'individuazione delle aree di maggior interesse relativamente allo stato di rischio, in quanto evidenzia le situazioni di dissesto conclamate che hanno già arrecato danni alle infrastrutture.

L'elaborato "Carta dei danni segnalati" contiene l'aggiornamento delle segnalazioni di danno ricevute dagli Enti operanti sul territorio, arricchite con informazioni originali raccolte direttamente durante la realizzazione dello studio.

Gli elaborati cartografici, realizzati su base topografica (Carta Tecnica Regionale), rappresentano la sintesi grafica delle informazioni contenute ne SIT. Al fine di rendere leggibile e sintetica la rappresentazione è stata elaborata la specifica legenda di seguito riportata.



3.2.3.6 *Inventario dei fenomeni franosi*

L'inventario dei fenomeni franosi rappresenta il documento di conoscenza indispensabile su cui è fondata la successiva fase di individuazione e perimetrazione delle aree a diverso grado di pericolosità.

L'inventario e la Carta inventario derivata contengono informazioni circa lo stato di dissesto del territorio in esame senza fornire alcuna interpretazione dei fenomeni e/o sintesi di natura geomorfologico-applicativa. Nella Carta, pertanto, sono rappresentati tutti i fenomeni di instabilità dei versanti verificatisi nel passato, o attualmente in evoluzione, distinti, sulla base di apposita simbologia che descriva la tipologia del movimento ed il suo stato di attività².

Ciascun fenomeno viene descritto attraverso la scheda di censimento proposta dal S.G.N.. Per la compilazione della scheda il geologo ha dovuto seguire le indicazioni contenute nella Miscellanea VII del S.G.N. (1996)³.

Per gli eventi ritenuti di particolare significato ai fini del rischio (probabili R3 e R4) ciascun rilevatore ha redatto una breve relazione descrittiva del fenomeno contenente indicazioni circa il movimento, gli elementi a rischio coinvolti o potenzialmente coinvolgibili e la presenza di interventi di consolidamento.

La realizzazione della carta inventario ha costituito il momento più delicato dell'intero studio; la presenza di errori interpretativi, omissioni o stime errate in questa fase dello studio avrebbero potuto determinare un flusso di eventi a catena capaci di condizionare direttamente le elaborazioni successive connesse alla fase di elaborazione dello Piano Stralcio.

Le procedure di rilievo e censimento sono state espone nel Piano di lavoro proposto ed approvato dal Committente e sono conformi a quanto indicato dal S.G.N.⁴. La scelta di seguire linee guida attualmente accettate da gran parte della comunità scientifica garantisce la conformità terminologica e l'adozione di standard classificativi. Per contro può produrre interpretazioni e/o classificazioni differenti da quelle espresse in passato nell'ambito di studi specifici.

Gli eventi franosi e le aree in dissesto censiti, sono stati perimetrati, codificati ed inseriti nel S.I.T.. Le caratteristiche tipologiche di ciascun evento, insieme alle altre informazioni che

² G.N.G.F.G. (1993) – Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo. *Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria*, vol. 16 (2)

³ PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI – DIP.TO PER I SS.TT.NN. – SERVIZIO GEOLOGICO (1996) – *Miscellanea VII: Guida al censimento dei fenomeni franosi ed alla loro archiviazione*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Libreria dello Stato.

⁴ SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE (1996) -*Guida al censimento dei fenomeni franosi ed alla loro archiviazione*. Miscellanea VII. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato.

verranno di seguito descritte sono contenute sia nel database collegato al SIT, sia nel database appositamente progettato e realizzato utilizzando il software Microsoft Access al fine di consentire una rapida consultazione anche ad coloro che non siano in possesso di un *software* GIS. Va sottolineato che, come previsto dal S.G.N., a ciascun evento di frana possono essere riferite due tipologie di movimento: la prima relativa al movimento posto a quota più elevata, o cronologicamente precedente; la seconda al movimento posto a quota più bassa, o cronologicamente successivo. Nella cartografia cartacea, per via dell'impossibilità di racchiudere in un unico simbolo la combinazione delle due tipologie di movimento è indicata, per convenzione, la tipologia del movimento più antico ovvero quello posto a quota più elevata. La consultazione completa del database, quindi, è possibile solo attraverso il SIT o l'archivio digitale realizzato in Access.

La perimetrazione di ciascun fenomeno è stata effettuata su base cartografica in scala 1:25.000 georeferenziata nel sistema di riferimento UTM ED-50. L'errore di rappresentazione dei perimetri in disesto è stato contenuto entro i 25 m reali (1 mm nella Carta inventario definitiva).

Anche in questa circostanza il lavoro condotto è partito da una base di dati piuttosto ampia (Studio del Rischio Idrogeologico nella Regione Molise) che è stata integrata dalle fasi di approfondimento. Il censimento dei fenomeni franosi è stato realizzato secondo la sequenza di seguito indicata:

1. analisi preliminare effettuata sulla base di dati acquisiti (studi precedenti)
2. analisi fotointerpretativa delle foto aeree in coppie stereografiche realizzate in epoche successive e delle ortofoto digitali
3. ricognizione sul terreno
4. perimetrazione dei fenomeni fotointerpretati e verifica diretta in campagna
5. digitalizzazione su base raster CTR
6. collegamento dell'elemento grafico ad un database alfanumerico e creazione di un codice identificativo composto come segue:

16_xx-nnnnn-yyyyy-zzzz

Codice AdB	Bacino	Sottobacino	Codice ISTAT comune	Progressivo
16	xx	Nnnnn	yyyyy	zzzz
Identificativo dell'AdB competente	Varia tra 1 e 9 secondo quanto esposto nella tabella seguente	Nel presente lavoro è stato posto pari a 00000	Codice ISTAT del comune nel quale ricade il punto identificativo del fenomeno	Progressivo numerico dell'evento censito nel bacino di riferimento

Il codice dell'Autorità di Bacino è unico ed è stato fornito dalla stessa; i bacini minori (oltre quello del Biferno, Trigno, Saccione e Fortore) sono stati individuati di concerto con la AdB e codificati come riportato in TABELLA 4:

Codice	Bacino/Fiume
1	Trigno
2	Mergola
3	Tecchio
4	Sinarca
5	Rio Vivo
6	Biferno
7	Vallone delle Canne
8	Saccione
9	Fortore

Tabella 4 - Codici dei sottobacini

Le attività di inventario hanno consentito di individuare oltre 3000 aree in dissesto tra frane s.s., aree a franosità diffusa, aree soggette ad erosione concentrata o diffusa e aree calanchive.

L'elaborato cartografico riproduce, su base topografica (Carta Tecnica Regionale), le informazioni geometriche degli areali in dissesto censite. Inoltre fornisce informazioni circa le caratteristiche delle singole aree e degli elementi morfologici individuati, mediante i simbolismi riportati nella legenda della pagina seguente. L'apparente mancanza di sovrapposizione tra gli elementi lineari della carta geomorfologica e la carta inventario (orli di scarpata fluviale o di terrazzo, etc.) deriva dal differente significato attribuito allo stesso. Mentre nella carta geomorfologica, infatti, l'elemento è descrittivo di una forma e, dunque, del processo che lo ha generato, nella carta inventario l'elemento è stato inserito unicamente con lo scopo di richiamare l'attenzione su possibili fenomeni di crollo e/o ribaltamento che, sebbene non attivi allo stato attuale delle conoscenze, potrebbero manifestarsi per via della elevata energia di rilievo⁵.

⁵ PRESTININZI A. (2000) – *La valutazione del rischio da frana: metodologie e applicazione al territorio della Regione Lazio*. Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza".

Grado di attività

Stabilizzato	Quiescente	Attivo	
			Crollo
			Scivolamento rotazionale
			Scivolamento traslativo
			Colata in terra
			Soliflusso / deformazione viscosa del suolo
			DGPV
			Debris flow

	Area ad erosione diffusa
	Area calanchiva

- Frana non cartografabile

Elementi morfologici lineari

	Crinale in degradazione
	Orlo di scarpata fluviale o di terrazzo
	Orlo di scarpata in degradazione
	Alveo in approfondimento
	Scarpata fluviale in erosione
	Scarpata subverticale, in roccia
	Orlo di terrazzo marino

3.2.4 Fase programmatica

La sintesi dello studio è costituita dalla definizione delle porzioni di territorio classificati a diverso grado di pericolosità e rischio, vincolati sulla base delle norme e misure di salvaguardia del Piano Stralcio, tra questi inoltre sono state individuate le priorità d'intervento.

Ciò consente di impostare le basi dei criteri indispensabili per la corretta pianificazione e difesa del territorio oltre che la definizione di tutti gli interventi necessari alla riduzione dello stato di rischio.

In tale ottica si è scelto, in accordo con l'A.d.B., di applicare le norme e misure di salvaguardia relativamente alla classificazione del territorio in areali di pericolosità e non relativamente alla carta del rischio, in quanto quest'ultimo rappresenta una fotografia istantanea dello stato di rischio del territorio relativamente al momentaneo utilizzo antropico dello stesso. Al contrario la pericolosità fornisce uno strumento di valutazione completamente distaccato dagli elementi a rischio presenti attualmente sul territorio, connesso in maniera univoca con l'effettivo grado di pericolosità intrinseco nel territorio in relazione alle fenomenologie di dissesto idrogeologico presenti. Ciò risulta indispensabile per una corretta pianificazione territoriale ed una valida impostazione delle fasi di progettazione preliminare.

La classificazione di rischio del territorio costituisce invece la base di valutazione per gli interventi miranti alla mitigazione del rischio e consente di definire una prima griglia di priorità d'interventi da realizzare sulla base delle conoscenze sin qui acquisite (vedi TAVOLA T.03 – ALLEGATO A.02, elaborato di studio II.A.2.3.a - II.A.2.3.b).

3.2.4.1 Classificazione e zonazione della pericolosità da frana

Sulla scorta delle informazioni acquisite durante le attività di fotointerpretazione e di rilievo diretto si è passati alla successiva fase di valutazione del grado di pericolosità relativa attraverso una classificazione secondo classi crescenti (vedi PDA):

- Pf1) pericolosità moderata
- Pf2) pericolosità elevata
- Pf3) pericolosità estremamente elevata

Il parametro di maggiore rilievo adottato per la valutazione del grado di pericolosità è senza dubbio l'indice di attività del fenomeno censito: attivo (fenomeno in cui sono presenti evidenti segni di riattivazione entro gli ultimi due cicli stagionali), quiescente (fenomeno che può essere riattivato dalle cause originali) e stabilizzato (fenomeno che non può essere riattivato dalle cause originali nell'attuale quadro morfoclimatico o risulta stabilizzato artificialmente attraverso opere di sistemazione e consolidamento).

Inoltre nella classe dei fenomeni quiescenti è stata eseguita una ulteriore suddivisione basata su due *range* di tempi di ritorno stimati ($1 \text{ anni} < t < 100 \text{ anni}$ e $t > 100 \text{ anni}$).

Per fornire indicazioni circa l'intensità del fenomeno è stato, inoltre, adottato un "coefficiente correttivo" che ha prodotto una mitigazione della probabilità statistica di evento in termini di possibile impatto sulle opere e sulle vite umane. In tal modo fenomeni altamente probabili ma poco intensi hanno un peso statistico inferiore di fenomeni mediamente probabili ma molto intensi. Per intensità in termini statistici ci si è riferiti prioritariamente al parametro velocità di evoluzione del fenomeno.

In questa sede appare opportuno evidenziare come la Carta della pericolosità da frana costituisca l'unico documento di riferimento per un'analisi del territorio a fini pianificatori. Mentre la Carta inventario rappresenta, di fatto, "un'istantanea" della situazione alla data dei rilievi e non contiene alcun riferimento alle cause ed alle condizioni di predisposizione al dissesto, la Carta della pericolosità pone, in termini probabilistici, le condizioni che possono condurre alla riattivazione di fenomeni esistenti (frane di seconda generazione) o all'insorgenza di nuovi eventi (frane di neoformazione o di prima generazione).

L'attribuzione delle aree oggetto di approfondimenti all'una o all'altra classe di pericolosità avviene attraverso una sintesi delle stime relative ai seguenti parametri:

- *Previsione spaziale*
- *Previsione temporale*
- *Previsione tipologica*
- *Previsione dell'intensità*
- *Previsione dell'evoluzione*

Nell'analisi di sintesi della pericolosità si tenga presente che è fondamentale associare alla zonazione spaziale della pericolosità le informazioni desunte dalla previsione temporale; in seconda battuta si possono differenziare gli eventi dei quali si vuole determinare la pericolosità sulla base della tipologia, dell'intensità e dell'evoluzione.

Una valutazione concreta della pericolosità deriva da una buona conoscenza delle aree oggetto dello studio, da una puntuale classificazione degli eventi in termini tipologici e di intensità e dal principio assoluto che un fenomeno di frana avviene con maggior frequenza laddove si è già verificato in passato.

Tale ultima asserzione trova conforto nel fatto che il numero di frane di nuova generazione (o di prima attivazione) è statisticamente di gran lunga inferiore a quello delle frane di riattivazione (o di seconda generazione) e tale dato è verificato regolarmente nell'Appennino centro-meridionale⁶.

Ma la pericolosità come funzione della sola probabilità di accadimento di un fenomeno franoso non fornisce alcuna indicazione circa l'entità delle masse in gioco e la velocità di propagazione del fenomeno (quindi l'intensità).

⁶ Canuti P. & Casagli N. (1994) – Considerazioni sulla valutazione del rischio di frana. Atti del Convegno "Fenomeni franosi e centri abitati" – Bologna 27 maggio 1994.

Una stima più corretta della pericolosità, di fatto, deve tenere in debito conto tale fattore in quanto il danno atteso sull'elemento a rischio dipende strettamente dall'intensità del fenomeno franoso.

3.2.4.2 Analisi del rischio da frana

Utilizzando l'approccio proposto dalla normativa vigente, incrociando il dato di pericolosità con quello relativo alla presenza di elementi a rischio, sono state perimetrare le aree attribuibili alle quattro classi di rischio da frana così come definite dalla L. 180/98:

- Rf1) Rischio moderato: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;
- Rf2) Rischio medio: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- Rf3) 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;
- Rf4) 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.

Le classi di rischio individuate vengono proposte come indicato dalle norme in vigore (180/98, 267/98, etc.), in dettaglio i criteri per la valutazione del diverso grado di rischio attribuito alle aree individuate nello studio discendono direttamente da quanto espresso nell'*Atto d'Indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180*.

L'attribuzione di ciascun elemento ad una classe di rischio o all'altra è stata effettuata sulla scorta della pericolosità (intesa come funzione della probabilità di accadimento di un fenomeno franoso e dell'intensità attesa) e dell'elemento a rischio coinvolto.

Il risultato che ne scaturisce è una fotografia istantanea del territorio condizionata comunque da fattori estremamente variabili nel tempo. Da ciò deriva la considerazione che la carta del rischio elaborata necessita di un periodico aggiornamento in relazione sia all'evoluzione geomorfologica del territorio che alle variazioni di uso del territorio.

3.2.4.3 La carta della pericolosità da frana

La Carta della pericolosità da frana rappresenta uno degli elaborati di sintesi previsti dall'Atto d'indirizzo e coordinamento (DPCM 29/09/98) che consente all'Autorità di Bacino e alle singole Regioni di "adottare idonee norme al fine di delineare un utilizzo idoneo a una corretta gestione del territorio". La carta della pericolosità da frana, in effetti, rappresenta uno dei possibili elaborati di sintesi utile ai fini pianificatori in quanto descrive, in termini squisitamente probabilistici, la vocazione di un territorio al dissesto per frana a prescindere

dall'attuale uso del suolo e, dunque, dalla presenza di elementi potenzialmente esposti ad un danno.

La configurazione del connotato di pericolosità (che esprime la misura della probabilità di evento), però, necessita di informazioni estremamente dettagliate ed omogenee su tutto il bacino, riguardanti la ricorrenza temporale dei fenomeni franosi e la relazione esistente tra fenomeno naturale e cause innescanti (precipitazioni, sismi, erosione ed azioni antropiche). L'analisi, pertanto, deve essere spinta a livello di versante per la definizione dello sviluppo e della distribuzione spaziale dei movimenti di massa attraverso un approccio statistico-probabilistico basato sui dati derivanti da un'accurata lettura delle forme e dall'interpretazione dei processi esistenti e/o possibili. Nell'ipotesi che l'attuale configurazione di ciascun versante sia dipendente dall'azione combinata, nel tempo, delle caratteristiche geologiche (litologiche, geotecniche, tettoniche, idrogeologiche, etc.), del quadro climatico e vegetazionale e dell'attività antropica sul "sistema", lo studio delle forme e dei processi esistenti consente di individuare i parametri necessari alla creazione di un modello evolutivo in termini probabilistici⁷.

I modelli statistici proposti in letteratura non consentono una stima numerica della pericolosità in quanto, quasi sempre, mancano gli elementi di ricorsività temporale degli eventi oppure le serie storiche riguardanti fattori innescanti quali la pioggia o i sismi oppure, ancora, la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni affioranti.

La tendenza attuale, pertanto, è quella di evitare la realizzazione di una carta elaborata su criteri statistico-probabilistici fornendo, invece, una valutazione del grado di pericolosità secondo classi molto generali in cui è possibile una definizione dei caratteri di attività del fenomeno e una stima dei tempi di ritorno attraverso classi molto ampie. La Carta della pericolosità proposta, pertanto, non presuppone un'analisi di merito dei fattori che entrano in gioco nella definizione della franosità (fattori naturali predisponenti: geologici, morfologici e idrogeologici; fattori determinanti: climatici, vegetazionali e antropici)⁸. Un'analisi di tale tipo, che condurrebbe alla definizione della suscettibilità a franare di una data porzione di territorio, esula dagli obiettivi del presente lavoro in quanto richiede analisi specifiche che possono essere condotte con buoni risultati a livello di comprensorio o di unità paesaggistica e, dunque, in ambiti decisamente più ristretti di quelli di un bacino.

La definizione della pericolosità scaturisce innanzitutto dalla localizzazione delle aree già interessate da fenomenologie di dissesto (essenzialmente frane), dalla loro classificazione tipologica e da una valutazione probabilistica del verificarsi o meno del fenomeno nel tempo. Le esemplificazioni concettuali che vengono adottate in fase di redazione dell'elaborato cartografico sono necessarie ed accettate dalla comunità scientifica. Tali esemplificazioni trovano conforto nell'osservazione sistematica del principio secondo cui la maggioranza delle frane rilevabili nel territorio di studio si è attivata su aree precedentemente interessate da

⁷ NATOLI S., PRESTININZI A. & ROMAGNOLI C. (1994) – Determinazione della pericolosità da frana: un esempio di applicazione di una nuova metodologia. *Geologica Romana*, XXX. Roma.

⁸ ESU F. (1984) – Fattori che governano il comportamento dei pendii ed il verificarsi delle frane e loro valutazione in termini geotecnici. *Lineamenti di geologia regionale e tecnica. Ricerche e studi Formez*. FORMEZ, Napoli.

PELLEGRINO A. (1987) – L'analisi dei movimenti franosi per la progettazione degli interventi di stabilizzazione (relazione generale). *Atti del XVI Convegno Nazionale di Geotecnica*, Volume 3. Associazione Geotecnica Italiana, Roma.

fenomenologie di dissesto o, comunque, in aree interessate da processi erosivi spinti. E' questo il motivo per cui l'Inventario dei fenomeni franosi assume un particolare rilievo (anche in senso normativo) e rappresenta la base di conoscenza imprescindibile per la definizione dei successivi areali di evoluzione dei dissesti presenti nel territorio di studio⁹.

Anche la presenza di fattori fisici predisponenti al dissesto (litologia, caratteristiche geotecniche dei materiali, struttura e giacitura dei corpi geologici, processi di degradazione meteorica, dinamica geomorfologica in atto) ha consentito di differenziare, in termini probabilistici, gli areali con una seppur minima possibilità di innesco di un evento di prima generazione da quelli in cui tali fattori non sono stati rilevati e, dunque, non si presuppone il generarsi di alcun fenomeno.

Appare evidente il limite congenito di una Carta della pericolosità così concepita. Le indicazioni che essa fornisce sono necessarie ed esaustive per la definizione degli scenari di rischio attuali (ovvero la configurazione delle condizioni che hanno determinato o possono determinare, in tempi brevi, la perdita di beni esistenti) ma mal si adattano ad un uso pianificatorio per gli areali che presuppongono un'evoluzione dei versanti per eventi di prima generazione.

D'altro canto la volontà del legislatore (D.L. 180/98 e successive modifiche ed integrazioni) era volta alla tutela dell'esistente attraverso azioni mirate alla riduzione del rischio derivante dall'impatto degli eventi naturali sulle vite umane e sulle opere in un'ottica dell'emergenza che spesso ha dettato norme ed indirizzi che spostavano il livello di attenzione su piani diversi. Le attività di pianificazione a livello di bacino, invece, dovevano scaturire da un'approfondita base conoscitiva del contesto fisico, ambientale ed antropico di riferimento con riguardo alle condizioni del suolo, del clima, delle acque (in termini di quantità e di qualità), così come previsto dalla L. 183/89 e nei successivi DPCM 23/03/1990 e legge 7/08/1990 n° 253 per la definizione dei Piani di bacino (nazionali, interregionali e regionali).

Per la definizione del termine "pericolosità" ci si è rifatti ai contenuti del rapporto UNESCO (1984).

- *Natural Hazard = H – The probability of occurrence, within a specific period of time in a given area, of a potential damaging phenomenon of nature*¹⁰.

Analogamente si rimanda alle definizioni contenute nel medesimo documento per quanto concerne i termini *Vulnerability* (vulnerabilità = V), *Elements at risk* (elementi a rischio = E), *Specific risk* (rischio specifico = R_s) e *Total risk* (Rischio totale = R_t).

Una valutazione completa della pericolosità dovrebbe tener conto di una previsione spaziale (dove può determinarsi il fenomeno), di una previsione temporale (quando può determinarsi un fenomeno di una data intensità), di una previsione tipologica (che tipo di fenomeno può avvenire), di una previsione in termini di intensità (quale possono essere la velocità, le

⁹ PRESTININZI A. (2000) – *La valutazione del rischio da frana: metodologie e applicazione al territorio della Regione Lazio*. Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza".

¹⁰ Pericolosità naturale - E' la probabilità di accadimento, in un determinato intervallo di tempo e in una data area, di un fenomeno naturale potenzialmente dannoso. E' espressa in una scala percentuale tra 0% (nessuna probabilità di accadimento) e 100% (certezza di accadimento).

dimensioni e l'energia del fenomeno franoso), di una previsione in termini di evoluzione (distanza di propagazione, limiti laterali e di retrogressione del fenomeno).

Il carattere sintetico del parametro pericolosità contiene un margine di incertezza che diventa inaccettabile solo se si tenta una stima quantitativa ed esatta dello stesso. Le valutazioni condotte nell'ambito del presente studio hanno esclusivamente carattere qualitativo.

Sulla scorta delle informazioni acquisite durante le attività di fotointerpretazione e di rilievo diretto si è passati alla successiva fase di valutazione del grado di pericolosità relativa dei diversi areali. L'elaborato cartografico scaturisce da una sintesi qualitativa dei seguenti elementi:

- presenza di fenomeni franosi o erosivi in atto (in cui sono presenti evidenti segni di riattivazione entro gli ultimi 2 anni);
- presenza di fenomeni franosi o erosivi quiescenti (che possono essere riattivati per effetto delle cause naturali originali con tempi di ritorno compresi nell'intervallo 2÷100 anni oppure con tempi di ritorno > 100 anni);
- presenza di fenomeni franosi stabilizzati naturalmente o artificialmente (che non possono riattivarsi per effetto delle cause naturali originali o risultano stabilizzati artificialmente attraverso opere di sistemazione e consolidamento);
- presenza di indicatori geomorfologici che possano ritenersi precursori di fenomeni di instabilità e configurazione di scenari evolutivi per ciascun fenomeno (possibilità di estensione del fenomeno agli areali prossimi ad esso);
- presenza di caratteri fisici che rappresentano i fattori predisponenti al dissesto (tettonica, litologia, acclività, assetti giaciture, presenze di coperture detritiche e/o sciolte).

Per la zonazione si è fatto riferimento al concetto di “area/bacino di pericolosità” ovvero all'areale in cui sono riunite le condizioni che stanno alla base del meccanismo di instabilità. Spesso tale unità è limitata all'estensione di un versante o alla porzione di esso omogenea sotto il profilo delle condizioni predisponenti ma, in alcuni casi, può estendersi addirittura ad un bacino in senso idrografico.

La zonazione della pericolosità è stata realizzata mediante le seguenti tre classi:

Pf1 PERICOLOSITÀ MODERATA

appartengono a tale classe le aree a moderata pericolosità per frana, valutabile come tale sulla base dei caratteri fisici (litologia e caratteristiche geotecniche dei terreni, struttura e giacitura dei corpi geologici, processi di degradazione meteorica, dinamica geomorfologica in atto, etc.), vegetazionali e di uso del suolo, prive, al momento, di indicazioni morfologiche di fenomeni superficiali e/o profondi che possano riferirsi a movimenti gravitativi veri e propri. Appartengono a tale classe le aree di probabile evoluzione spaziale dei fenomeni censiti con stato di attività quiescente. Appartengono a tale classe di pericolosità tutti i fenomeni che non hanno alcuna possibilità di riattivarsi per effetto delle cause naturali originali (frane stabilizzate naturalmente).

Pf2 PERICOLOSITÀ ELEVATA

appartengono a tale classe le aree con elevata pericolosità da frana evidenziate dalla presenza di elementi distintivi del carattere di quiescenza e da indicatori geomorfologici diretti quali la presenza di corpi di frana preesistenti e di segni precursori di fenomeni gravitativi (ondulazioni, contropendenze, fratture di trazione, aperture anomale nei giunti di discontinuità, rigonfiamenti, etc.). Appartengono a tale classe le aree di probabile evoluzione spaziale dei fenomeni censiti con stato attivo.

Rientrano in tale classe anche fenomeni di dissesto superficiali (soliflussi e/o deformazioni viscosi dei suoli per i quali è scontata l'attività continua nel tempo o, al più, il carattere stagionale) censite come frane s.s. anche se tali non possono considerarsi (Canuti & Esu, 1995; Cruden, 1991¹¹) e le frane sulle quali sono stati realizzati interventi di consolidamento (frane stabilizzate artificialmente). Appartengono a tale classe, inoltre, gli areali che, sulla base dei caratteri fisici (litologia e caratteristiche geotecniche dei terreni, struttura e giacitura dei corpi geologici, processi di degradazione meteorica, dinamica geomorfologica in atto, etc.), vegetazionali e di uso del suolo sono privi, al momento, di indicazioni morfologiche di fenomeni franosi superficiali e/o profondi ma che potrebbero evolvere attraverso fenomenologie di frana a cinematica rapida (crolli, ribaltamenti, *debris flow*). Tale ultima indicazione assume carattere cautelativo, volto a scongiurare l'insorgere di nuove condizioni di rischio e a mitigare quelle già esistenti.

PF3 PERICOLOSITÀ ESTREMAMENTE ELEVATA

appartengono a tale classe le aree a pericolosità da frana estremamente elevata in cui sono presenti movimenti di massa attivi, con cinematismi e caratteri evolutivi che mirano o meno all'estensione areale del fenomeno (frane attive, frane sospese, frane di seconda generazione, etc.). Rientrano in tale classe le deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV).

Nella TABELLA 5 viene esplicitata la classificazione adottata in termini di pericolosità in relazione ai due parametri presi in considerazione: "stato di attività" e "tipologia di dissesto".

Dissesto	Stato di attività	Attivo	Quiescente		Stabilizzato		Aree di 1 ^a generazione
			2 < t _r < 100 anni	t _r > 100 anni	Artificialmente	Naturalmente	
Crolli	PF3	PF2	PF2	PF2	PF2	PF1	PF2
Ribaltamenti	PF3	PF2	PF2	PF2	PF2	PF1	PF2
Debris	PF3	PF2	PF2	PF2	PF2	PF1	PF2
Scivolamenti traslativi	PF3	PF2	PF2	PF2	PF2	PF1	PF1
Colate in terra	PF3	PF2	PF1	PF1	PF2	PF1	PF1
Scivolamenti rotazionali	PF3	PF2	PF1	PF1	PF2	PF1	PF1
DGPV	PF3	-	-	-	-	-	-
Soliflussi - deformazioni viscosi dei suoli	PF2	-	-	-	PF1	PF1	PF1
Forme di erosione e degradazione	PF1	-	-	-	PF1	-	-
Area di probabile evoluzione	PF2	PF1	PF1	PF1	-	-	-
Aree con fattori predisponenti	-	-	-	-	-	-	PF2/PF1




Tabella 5 – Classificazione della pericolosità da frana

¹¹ CANUTI P. & ESU F. (1995) – Glossario Internazionale per le frane. *Rivista Italiana di Geotecnica*, 29(2).

CRUDEN D.M. (1991) – A simple definition of a landslide. *IAEG Bulletin*, 43.

Risulta evidente che tutti i fenomeni di frana s.s. classificati come attivi risultano con massimo grado di pericolosità.

Gli elaborati cartografici sono stati realizzati su base topografica della Carta Tecnica Regionale e riprodotti in scala 1:25.000, secondo la specifica legenda che segue.

	Pericolosità moderata
	Pericolosità elevata
	Pericolosità estremamente elevata

3.2.4.4 La carta del rischio dal frana

La Carta del rischio da frana rappresenta l'elaborato di sintesi dello studio che consente di tradurre in termini di rischio l'interazione tra il fenomeno naturale (evento franoso esistente o potenziale) e l'elemento a rischio ad oggi esistente.

Utilizzando l'approccio proposto dalla normativa vigente, incrociando il dato di pericolosità con quello relativo alla presenza di elementi a rischio, sono state perimetrare le aree a cui è stato attribuito un diverso grado di rischio secondo le quattro classi di rischio da frana e valanga indicate nel D.P.C.M. 29 settembre 1998:

R1	Rischio moderato: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;
R2	Rischio medio: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività 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;
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.

Tabella 6 - Definizione delle classi di rischio

Le classi di rischio individuate (TABELLA 6) vengono proposte come indicato dalle norme in vigore e, nel dettaglio, i criteri per la valutazione del diverso grado di rischio attribuito alle aree individuate nello studio discendono direttamente da quanto espresso nell'*Atto d'indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180* (D.P.C.M. 29 settembre 1998).

L'attribuzione di ciascun elemento ad una classe di rischio o all'altra è stata effettuata sulla scorta della classe di pericolosità (intesa come funzione della probabilità di accadimento di un fenomeno franoso) e dell'elemento a rischio coinvolto. Laddove la classe di pericolosità risultasse indeterminata il livello di rischio connesso risulterebbe nullo oppure indefinibile.

Nelle TABELLE 7 - 14 vengono proposte le matrici di rischio suddivise per classe di elemento a rischio:

CLASSE ELEMENTI A RISCHIO 1

Stato di attività	Attivo	Quiescente		Stabilizzato	
		$2 < t_r < 100$ anni	$t_r > 100$ anni	artificialmente	naturalmente
Dissesto					
Crolli	R4	R4	R2	R2	R2
Ribaltamenti	R4	R4	R2	R2	R2
Debris	R4	R4	R2	R2	R2
Scivolamenti traslativi	R4	R3	R2	R2	R2
Colate in terra	R4	R3	R2	R2	R1
Scivolamenti rotazionali	R4	R3	R2	R2	R1
DGPV	R4	-	-	-	-
Soliflussi / def. Viscose dei suoli	R3	-	-	R2	-
Forme di erosione e degradazione	R2	-	-	-	-
Area di probabile evoluzione	R3	R2	R1	-	-
Aree con fattori predisponenti	-	-	-	-	-

Tabella 7

CLASSE ELEMENTI A RISCHIO 2

Stato di attività	Attivo	Quiescente		Stabilizzato	
		$2 < t_r < 100$ anni	$t_r > 100$ anni	artificialmente	naturalmente
Dissesto					
Crolli	R4	R3	R2	R2	R1
Ribaltamenti	R4	R3	R2	R2	R1
Debris	R4	R3	R2	R2	R1
Scivolamenti traslativi	R4	R3	R2	R2	R1
Colate in terra	R4	R3	R2	R2	R1
Scivolamenti rotazionali	R4	R3	R2	R2	R1
DGPV	R4	-	-	-	-
Soliflussi / def. Viscose dei suoli	R3	-	-	R1	-
Forme di erosione e degradazione	R1	-	-	-	-
Area di probabile evoluzione	R3	R2	R1	-	-
Aree con fattori predisponenti	-	-	-	-	-

Tabella 8

CLASSE ELEMENTI A RISCHIO 3

Stato di attività	Attivo	Quiescente		Stabilizzato	
		$2 < t_r < 100$ anni	$t_r > 100$ anni	artificialmente	naturalmente
Dissesto					
Crolli	R3	R2	R2	R2	-
Ribaltamenti	R3	R2	R2	R2	-
Debris	R3	R2	R2	R2	-
Scivolamenti traslativi	R3	R2	R1	R1	-
Colate in terra	R3	R2	R1	R1	-
Scivolamenti rotazionali	R3	R2	R1	R1	-
DGPV	R3	-	-	-	-
Soliflussi / def. Viscose dei suoli	R2	-	-	-	-
Forme di erosione e degradazione	-	-	-	-	-
Area di probabile evoluzione	R2	R1	-	-	-
Aree con fattori predisponenti	-	-	-	-	-

Tabella 9

CLASSE ELEMENTI A RISCHIO 4

Stato di attività	Attivo	Quiescente		Stabilizzato	
		$2 < t_r < 100$ anni	$t_r > 100$ anni	artificialmente	naturalmente
Dissesto					
Crolli	R3	R2	R1	R1	-
Ribaltamenti	R3	R2	R1	R1	-
Debris	R3	R2	R1	R1	-
Scivolamenti traslativi	R2	R2	-	R1	-
Colate in terra	R2	R2	-	R1	-
Scivolamenti rotazionali	R2	R2	-	R1	-
DGPV	R2	-	-	-	-
Soliflussi / def. Viscose dei suoli	R2	-	-	-	-
Forme di erosione e degradazione	-	-	-	-	-
Area di probabile evoluzione	R1	-	-	-	-
Aree con fattori predisponenti	-	-	-	-	-

Tabella 10

CLASSE ELEMENTI A RISCHIO 5

Stato di attività	Attivo	Quiescente		Stabilizzato	
		$2 < t_r < 100$ anni	$t_r > 100$ anni	artificialmente	naturalmente
Dissesto					
Crolli	R3	R2	R1	R1	-
Ribaltamenti	R3	R2	R1	R1	-
Debris	R3	R2	R1	R1	-
Scivolamenti traslativi	R2	R2	-	-	-
Colate in terra	R2	R2	-	-	-
Scivolamenti rotazionali	R2	R2	-	-	-
DGPV	R2	-	-	-	-
Soliflussi / def. Viscose dei suoli	R2	-	-	-	-
Forme di erosione e degradazione	-	-	-	-	-
Area di probabile evoluzione	R1	-	-	-	-
Aree con fattori predisponenti	-	-	-	-	-

Tabella 11

CLASSE ELEMENTI A RISCHIO 6

Stato di attività	Attivo	Quiescente		Stabilizzato	
		$2 < t_r < 100$ anni	$t_r > 100$ anni	artificialmente	naturalmente
Dissesto					
Crolli	R2	R2	-	-	-
Ribaltamenti	R2	R2	-	-	-
Debris	R2	R2	-	-	-
Scivolamenti traslativi	R2	R1	-	-	-
Colate in terra	R2	R1	-	-	-
Scivolamenti rotazionali	R2	R1	-	-	-
DGPV	R2	-	-	-	-
Soliflussi / def. Viscose dei suoli	R1	-	-	-	-
Forme di erosione e degradazione	-	-	-	-	-
Area di probabile evoluzione	R1	-	-	-	-
Aree con fattori predisponenti	-	-	-	-	-

Tabella 12

CLASSE ELEMENTI A RISCHIO 7

Stato di attività	Attivo	Quiescente		Stabilizzato	
		$2 < t_r < 100$ anni	$t_r > 100$ anni	artificialmente	naturalmente
Dissesto					
Crolli	R2	R1	-	-	-
Ribaltamenti	R2	R1	-	-	-
Debris	R2	R1	-	-	-
Scivolamenti traslativi	R2	R1	-	-	-
Colate in terra	R2	R1	-	-	-
Scivolamenti rotazionali	R2	R1	-	-	-
DGPV	R2	-	-	-	-
Soliflussi / def. Viscose dei suoli	R1	-	-	-	-
Forme di erosione e degradazione	-	-	-	-	-
Area di probabile evoluzione	R1	-	-	-	-
Aree con fattori predisponenti	-	-	-	-	-

Tabella 13

CLASSE ELEMENTI A RISCHIO 8

Stato di attività	Attivo	Quiescente		Stabilizzato	
		$2 < t_r < 100$ anni	$t_r > 100$ anni	artificialmente	naturalmente
Dissesto					
Crolli	R2	-	-	-	-
Ribaltamenti	R2	-	-	-	-
Debris	R2	-	-	-	-
Scivolamenti traslativi	R1	-	-	-	-
Colate in terra	R1	-	-	-	-
Scivolamenti rotazionali	R1	-	-	-	-
DGPV	R1	-	-	-	-
Soliflussi / def. Viscose dei suoli	-	-	-	-	-
Forme di erosione e degradazione	-	-	-	-	-
Area di probabile evoluzione	-	-	-	-	-
Aree con fattori predisponenti	-	-	-	-	-

Tabella 14

Tale suddivisione in classi è frutto di valutazioni che pongono la massima attenzione sulle situazioni in cui l'incolumità pubblica è in potenziale pericolo e sulle condizioni di dissesto che comportano costi e danni elevati per la collettività sia sotto il profilo strettamente economico sia sotto quello paesaggistico o storico-culturale.

Tali presupposti conducono alla perimetrazione degli scenari di rischio ed in particolare hanno consentito l'individuazione degli scenari classificati come Rischio molto elevato o elevato. Il risultato che ne scaturisce è un'istantanea del territorio condizionata comunque da fattori estremamente variabili nel tempo. Da ciò deriva la considerazione che la carta del rischio elaborata necessita di un periodico aggiornamento in relazione sia all'evoluzione geomorfologica del territorio che alle variazioni di uso dello stesso.

Gli elaborati cartografici, realizzati su base topografica Carta Tecnica Regionale e riprodotti alla scala 1:25.000, rappresentano la sintesi grafica delle informazioni contenute nel tematismo per mezzo di poligoni. Al fine di rendere leggibile e sintetica la rappresentazione è stata elaborata la specifica legenda che segue.



3.3 ATTIVITÀ DI STUDIO E PIANIFICAZIONE RELATIVE ALL'ASSETTO IDRAULICO

Le attività relative a questa sezione sono volte alla definizione della pericolosità e del rischio da inondazione fluviale per quelle zone ricadenti nell'Area di Studio definita assieme alla Autorità di Bacino.

La fase conoscitiva ha compreso:

- rilievi topografici e catasto delle opere idrauliche;
- analisi idrologica;
- analisi idraulica e geomorfologico storico-inventariale.

La fase della pianificazione ha riguardato invece:

- classificazione delle aree a differente pericolosità idraulica;
- mappatura del rischio idraulico.

3.3.1 Rilievi topografici e catasto delle opere idrauliche

La conoscenza della geometria del corso d'acqua si rende necessaria per quelle aste fluviali sulle quali la definizione della pericolosità da inondazione si basa su risultati di modellazione idrologico-idraulica. L'utilizzo di tale metodologia è generalmente auspicabile per quei tratti di corsi d'acqua attraversanti zone in cui sono temibili danni rilevanti.

In particolare, le aree del bacino del fiume Saccione per le quali è stato condotto lo studio su base idrologico-idraulica, così come definite nel Piano Dettagliato delle Attività – PDA, risultano quelle oggetto di rilievi integrativi svolti nell'ambito del presente studio:

- Fiume Saccione da Ponte Saccione alla foce per una lunghezza di circa 10 km

Pertanto è stata condotta una campagna topografica di rilievo delle sezioni trasversali per quei tratti fluviali sopra richiamati che sono stati ritenuti, anche sulla base dei sopralluoghi condotti, degni di essere studiate nel dettaglio con la modellistica idraulica.

Per le restanti porzioni del territorio, preventivamente individuate come aree meno suscettibili a danni rilevanti, e comunque ritenute di importanza minore nella mappatura del rischio idraulico e nella definizione degli interventi per la sua riduzione, vengono condotti studi su base geomorfologica e storico-inventariale finalizzati ad una valutazione empirica della pericolosità. A tale scopo è stata comunque necessaria, anche in questo caso, un'attività di rilievo, meno accurata ma comunque prodiga di informazioni utili e per questo definita "speditiva".

Si è provveduto infine all'elaborazione del rilievo ai fini del suo impiego nel modello idraulico utilizzato, assegnando inoltre una codifica particolare ad ogni sezione per la sua

corretta archiviazione. Anche le sezioni rilevate speditivamente sono state elaborate e codificate.

Naturalmente, nell'occasione dei sopralluoghi, sono state scattate numerose fotografie, poi digitalizzate a scopo di inserimento nel Sistema Informativo Territoriale su uno specifico strato informativo.

Per quanto riguarda la predisposizione di un Catasto delle Opere Idrauliche si è proceduto in primo luogo a reperire informazioni presso gli Enti preposti alla loro realizzazione e manutenzione, con risultati assai scarsi. Questo fatto ha costretto a ricorrere ampiamente alla fotointerpretazione, completata almeno per le opere più significative con sopralluoghi per accertarne lo stato di manutenzione, eseguire rilievi speditivi atti a quantificare le principali caratteristiche dimensionali, eseguire una documentazione fotografica.

3.3.1.1 Rilievi topografici

I corsi d'acqua del bacino del fiume Saccione per i quali si è ritenuto opportuno focalizzare l'attenzione con un'analisi idrologico-idraulica e quindi oggetto di rilievi topografici integrativi rispetto a quelli già disponibili, sono i seguenti:

- F. Saccione da Ponte Saccione alla foce, per una lunghezza di circa 10 km;

Tali rilievi costituiscono una novità in quanto non ne sono stati eseguiti nel recente passato.

L'ubicazione dei rilievi topografici è stata individuata sulla base delle caratteristiche morfologiche del corso d'acqua nonché in funzione della presenza di opere di attraversamento o di opere in alveo, con particolare riguardo ai tratti fluviali connessi a zone maggiormente esposte a condizioni di rischio idraulico.

Nel caso di ponti e traverse sono stati battuti tutti i punti necessari per definire la geometria dell'opera. Inoltre tutte le sezioni sono state estese a coprire lunghezze trasversali idonee a sopperire, ove necessario, alla mancanza di un sufficiente grado di dettaglio delle basi cartografiche.

3.3.1.1.1 Caratteristiche del rilievo

I rilievi plano-altimetrici sono stati eseguiti nei mesi di aprile e maggio dell'anno 2002. Il rilievo è stato condotto con l'uso di strumentazione GPS (LEICA mod. GPS System 530) con n. 2 antenne e di distanziometro elettronico (stazione totale) Nikon (mod. DTM520). Il rilievo si è svolto materializzando per primi i caposaldi e successivamente realizzando le sezioni trasversali delle aste fluviali.

Le sezioni rilevate sull'asta principale del Saccione sono le seguenti:

- tratto compreso tra Ponte Saccione e la foce a mare, per una lunghezza di km 10 circa e n°25 sezioni, con una densità spaziale di circa 400 m, ritenuta sufficiente ai fini della successiva modellazione idraulica.

3.3.1.1.2 Realizzazione inquadramento geografico

Si è proceduto in primo luogo a realizzare l'inquadramento geografico del rilievo delle sezioni trasversali, attraverso le seguenti attività preliminare:

- a) Reperimento dei punti IGM95 presso l'IGM di Firenze per il riferimento del lavoro sulla rete nazionale;
- b) Realizzazione di poligonale di collegamento fra i punti IGM95 per l'inquadramento del rilievo nella rete nazionale con il posizionamento dei capisaldi (con chiodo topografico miniato);

In parte sono stati utilizzati i capisaldi già materializzati nell'ambito dei precedenti rilievi topografici condotti per lo *Studio del Rischio Idrogeologico nella Regione* per le monografie dei quali si rimanda allo studio medesimo. In parte sono stati invece creati nuovi capisaldi, dei quali sono state realizzate le monografie contenute nell'elaborato di studio ALLEGATO I.B.2.2.

3.3.1.1.3 Esecuzione del rilievo delle sezioni trasversali

I punti rilevati per la realizzazione delle sezioni sono stati battuti con strumentazione GPS e con Stazione Totale.

Le coordinate calcolate, combinate con le quote dei capisaldi esistenti determinate con il programma della Soc. LEICA den. Ski-Pro, hanno permesso di eseguire il rilievo GPS in "Real-Time" ovvero conoscendo all'istante la posizione del punto mentre gli altri punti battuti con la stazione totale sono stati calcolati con il Programma GEOS della ditta Geostudio di Milano.

Il rilievo dei vertici della poligonale è stato eseguito con la stessa metodologia GPS descritta. Per il tempo di stazionamento lo strumento è stato settato a 5".

L'ubicazione dei rilievi topografici è stata individuata sulla base delle caratteristiche morfologiche del corso d'acqua nonché in funzione della presenza di opere di attraversamento o di opere in alveo, con particolare riguardo ai tratti fluviali connessi a zone maggiormente esposte a condizioni di rischio idraulico.

Ogni sezione trasversale è stata rilevata mediante una serie di punti, caratterizzati ciascuno dalle tre coordinate spaziali x, y, z, tali da descrivere adeguatamente la morfologia della sezione ai fini dei fenomeni idraulici considerati; in particolare i punti sono stati battuti sui cambi di pendenza e sui manufatti presenti.

Nel caso di ponti e traverse sono stati battuti tutti i punti necessari per disegnare l'opera.

Tutte le sezioni sono state estese a coprire lunghezze trasversali idonee a sopperire, ove necessario, alla mancanza di un sufficiente grado di dettaglio delle basi cartografiche.

L'ubicazione delle sezioni fluviali rilevate è riportata negli elaborati di studio TAVOLE I.B.3.4.1-5 con la codifica di seguito descritta. Gli elaborati relativi al rilievo topografico, unitamente ai capisaldi appositamente utilizzati sono riportati negli elaborati di studio, ALLEGATO II.B.2.2..

3.3.1.1.4 Archiviazione dei rilievi

Le sezioni topografiche sono state acquisite, archiviate e informatizzate attribuendo una codifica successivamente utilizzata all'interno del modello idraulico in moto vario.

In particolare, ogni sezione è descritta da un codice a 8 caratteri così composto:

- i primi due caratteri sono alfabetici ed indicano, in sigla, il nome dell'asta fluviale (nel caso specifico, considerando anche i corsi d'acqua per i quali sono stati semplicemente acquisiti i vecchi rilievi, abbiamo:
 - SA per il F.Saccione
- il terzo è numerico e contraddistingue la campagna di rilievo a cui appartiene la sezione (nel caso specifico, si è convenuto di indicare con 0 la campagna di rilievo attuale sul F.Saccione);
- i successivi tre sono numerici e contraddistinguono la sezione (normalmente viene attribuita una numerazione progressiva da monte verso valle)
- il penultimo è normalmente vuoto (carattere _) ma può essere costituito da lettera alfabetica, per identificare una sezione addizionale resasi per un qualsiasi motivo necessaria nell'ambito di un rilievo già eseguito (es. una sezione duplicata a breve distanza da un'altra, per migliorare la stabilità numerica del modello idraulico);
- l'ultimo è normalmente vuoto (carattere _), ma è costituito da lettera alfabetica nel caso che la sezione si riferisca ad un'opera trasversale, per la cui rappresentazione è necessaria più di una sezione (tipicamente: *m* per la sezione di monte di una traversa o briglia, *v* per quella di valle, *a*, *b*, *c*, *d* rispettivamente per la sezione di monte, filo impalcato monte, filo impalcato valle, di valle riguardo ad un'opera di attraversamento).

Così, ad esempio, la sezione SA0014_C individua la sezione filo impalcato valle del ponte rilevato come sezione 014 sul fiume Saccione nell'ambito della campagna di rilievo dell'aprile-maggio 2002 eseguita per il presente studio.

Naturalmente tale criterio di codifica va inteso come generale, potendosi comunque verificare casi particolari (es. ponte con briglia, caso peraltro non raro).

L'informazione, è stata archiviata in file ASCII di estensione *.SEZ con una struttura che permette la utilizzazione ai fini della modellazione idraulica successiva. Ogni file al suo interno si presenta composto delle seguenti righe:

NF	eventuale descrizione del corso d'acqua cui la sezione si riferisce
NS	nome della sezione (coincide in genere col nome del file)
DS	eventuale descrizione della sezione
DP	distanza progressiva (in m) lungo l'asta fluviale a partire da uno zero arbitrario
QR	quota di riferimento (in m s.l.m.) dei punti che compongono la sezione
LI	livello idrometrico dell'acqua (in m rispetto a QR) al momento del rilievo
DA	data del rilievo
LB	numero del punto che identifica l'argine sinistro
RB	numero del punto che identifica l'argine destro
LA	numero del punto che identifica il limite sinistro dell'alveo di piena
RA	numero del punto che identifica il limite destro dell'alveo di piena
LL	numero del punto che identifica il limite sinistro dell'area di calcolo
RL	numero del punto che identifica il limite destro dell'area di calcolo
NP	numero dei punti che compongono la sezione

cui fa seguito un set di righe, uno per ogni punto della sezione, così composto

PX	progressiva interna del punto a partire da uno zero arbitrario
PY	quota del punto (in m rispetto a QR)
PB	quota dell'intradosso del ponte se esiste (in m rispetto a QR)
PE	quota dell'estradosso del ponte se esiste (in m rispetto a QR)
PC	coefficiente di scabrezza standard secondo Gauckler-Strickler (fissato pari a $30 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$)

3.3.1.2 Attività di rilievo speditivo

Le attività di rilievo speditivo, propedeutiche alla definizione della pericolosità idraulica su base geomorfologica storico-inventariale, sono consistite principalmente nel rilievo degli attraversamenti e dei tratti arginati tramite cordella metrica e asta graduata, al fine di definirne forma e dimensioni che, seppure in modo approssimato, consentono tuttavia di dedurre, tramite una locale verifica idraulica in ipotesi semplificate, informazioni utili sul livello di officiosità nei riguardi delle portate di piena.

Le attività di rilievo speditivo hanno riguardato le aree oggetto di valutazione del rischio su base geomorfologica e storico-inventariale. Tali aree, identificate dal punto di vista litologico come "alluvioni recenti"; "depositi alluvionali dei terrazzi fluviali di 3° e 4° ordine"; "depositi lacustri", risultano interessate dai seguenti corsi d'acqua, appartenenti al bacino del fiume Saccione (vedi elaborato di studio, TAVOLE I.B.3.1):

- F. Saccione per una lunghezza di circa 18 km a monte di Ponte Saccione;
- T. Sapestra per una lunghezza di circa 11 km a monte della confluenza col F. Saccione;
- T. Mannara per una lunghezza di circa 3 km a monte della confluenza col F. Saccione;
- C.le Bivento per una lunghezza di circa 9 km a monte della confluenza col F. Saccione;
- V.ne Sassi per una lunghezza di circa 3 km a monte della confluenza col F. Saccione;

- V.ne Tre Valloni per una lunghezza di circa 1 km a monte della confluenza col F. Saccione;
- V.ne di Madonna Grande e Canale di bonifica Ramitelli acque alte per una lunghezza complessiva di circa 10 km a monte della confluenza col F. Saccione;

Per tali corsi d'acqua si è proceduto alla rilevazione delle principali opere e delle sezioni significative ai fini del deflusso. In particolare, le opere sono state rilevate in via speditiva tramite cordella metrica e asta graduata al fine di definirne forma e dimensioni che, seppure in modo approssimato, consentono tuttavia di dedurre, tramite l'analisi idraulica, informazioni utili sul livello di officiosità nei riguardi delle portate di piena.

In totale sono state rilevate 16 sezioni fluviali poi informatizzate come le sezioni rilevate ottenute dai rilievi topografici e archiviate nel Sistema Informativo Territoriale con un codice analogo, ma su uno strato informativo diverso.

I primi due caratteri della sezione, che identificano il corso d'acqua di appartenenza, sono i seguenti:

SA	Fiume Saccione
BV	Canale Bivento
CM	Fosso Camarelle
DS	Canale di Bonifica Destra Saccione
LA	Vallone della Lavandaia
MA	Torrente Mannara
MG	Canale di Madonna Grande
OR	Canale Orientale Acque Alte
PI	Canale della Pila
SP	Torrente Sapestra
SS	Canale Sassi

Inoltre sono state, nell'occasione, scattate numerose fotografie, poi digitalizzate e inserite nel Sistema Informativo Territoriale su uno specifico strato informativo insieme alle fotografie provenienti da studi precedenti quale lo “*Studio del Rischio Idrogeologico nella Regione Molise*”. Le fotografie più rappresentative, a titolo di campione, sono state inserite nell'elaborato di studio ALLEGATO II.B.2.5.

3.3.1.3 Formazione del catasto delle opere idrauliche

Il “catasto” delle opere idrauliche è stato realizzato al fine di ottenere una banca dati facilmente consultabile e aggiornabile che costituisca strumento per la conoscenza ed il controllo delle opere esistenti sul territorio finalizzate alla riduzione del rischio (es. difese di sponda, argini, pennelli) ovvero direttamente coinvolgibili in caso di piena per il loro stretto rapporto col fiume (es. traverse, ponti, opere di presa).

Il lavoro di censimento è stato condotto per l'Area di Studio del Rischio Idraulico che è stata preventivamente identificata con le aree alluvionali di fondovalle della carta geolitologica elaborata per la valutazione del rischio da frana.

Nel catasto sono state inserite, qualora ricadente nell'Area di Studio, tutte quelle opere censite dai Comuni e da altri Enti Locali attraverso l'apposita scheda-tipo inviata a suo tempo. Peraltro solo pochissime schede utili sono pervenute.

Alcuni Enti hanno inviato tal quale il materiale in loro possesso (cartografie, estratti di progetti di sistemazione fluviale, ecc.), altri hanno fornito informazioni sommarie durante gli incontri conoscitivi tenutisi a più riprese presso l'Autorità di Bacino.

Informazioni sono state estratte anche dagli studi precedenti (in particolare dallo *Studio del Rischio Idrogeologico nella Regione*) e dagli elenchi degli interventi finanziati in possesso della Regione Molise.

L'attività svolta ha riguardato anche l'inserimento dei dati concernenti le opere marittime di difesa costiera, peraltro pochi e ricavati essenzialmente dallo *Studio del Rischio Idrogeologico nella Regione*.

In ragione della generale scarsità dei dati reperiti presso gli Enti competenti si è proceduto alla identificazione delle opere sulla base foto aeree AIMA (risalenti al 1998-99) e della carta tecnica 1:5.000 della Regione Molise, cui hanno fatto seguito sopralluoghi per accertare caratteristiche difficilmente desumibili tramite fotointerpretazione, quali lo stato di manutenzione, i materiali costruttivi e alcune caratteristiche dimensionali.

Per numerose opere, non è stato possibile acquisire le informazioni in merito all'epoca di realizzazione e al soggetto realizzatore trattandosi di dati che possono scaturire essenzialmente dalle conoscenze e dalla disponibilità alla collaborazione degli Enti preposti alla gestione del territorio.

È stato quindi utilizzato un sistema di codifica già messo a punto nel *Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del Trigno – territorio abruzzese*.

3.3.1.3.1 Acquisizione dati

È stata condotta una campagna per l'acquisizione dei dati relativi alle opere idrauliche facendone richiesta a diversi Enti preposti alla gestione del territorio (Comuni, Comunità Montane, ecc.).

La campagna conoscitiva è stata condotta predisponendo anche una scheda-tipo per facilitare il censimento delle opere e che è stata inviata ad ognuno degli Enti contattati affinché i tecnici comunali indicassero l'ubicazione topografica delle opere da loro individuate.

Il Consorzio di Bonifica Integrale Larinese ha fornito una cartografia del comprensorio di competenza riportante i corsi d'acqua oggetto di sistemazioni idrauliche, tra cui alcuni ricadenti nel bacino del Saccione.

Infine, presso l'Autorità di Bacino è stato reperito un elenco di interventi in materia idraulica finanziati per la quasi totalità dalla Regione Molise nel periodo 1985-2000, elenco successivamente riverificato e integrato con i dati acquisiti dai registri esistenti presso gli uffici competenti della Regione stessa. L'elenco così completato, limitatamente a quanto concerne il bacino del fiume Saccione, è riportato in TABELLA 15.

Come detto, a causa della generale scarsità dei dati reperiti presso gli Enti competenti si è proceduto alla identificazione delle opere sulla base foto aeree AIMA (risalenti al 1998-99) e della carta tecnica 1:5.000 della Regione Molise, cui hanno fatto seguito sopralluoghi per accertare caratteristiche difficilmente desumibili tramite fotointerpretazione, quali lo stato di manutenzione, i materiali costruttivi e alcune caratteristiche dimensionali, nonché per eseguire fotografie e accertare l'esistenza di eventuali opere non rilevate tramite l'analisi delle foto aeree. Le fotografie più rappresentative sono riportate nell'elaborato di studio ALLEGATO II.B.2.5.

LOCALITA'	INTERVENTO ATTUATO	ANNO	IMPORTO
Ururi	Sistemazione idraulica T. Saccione	1995	50,000,000
Campomarino	Sistemazione idraulica T. Saccione	1997	180,000,000
	Manutenzione idraulica T.Saccione, V.ne della Terra e T. Tona	1997	144,000,000
	Manutenzione idraulica T. Saccione	2000	133,000,000

Tabella 15 – Elenco interventi di sistemazione idraulica nel bacino del Saccione
(fonte Autorità di Bacino e Regione Molise)

3.3.1.3.2 Codifica delle opere

Le opere idrauliche sono state codificate una ad una con una sequenza alfanumerica che permetta di distinguere la loro tipologia e l'asta fluviale di appartenenza. Il codice è formato da 8 caratteri ed è strutturato molto semplicemente come segue:

- i primi due caratteri sono alfabetici e individuano la classe, secondo l'usuale schema di classificazione delle opere idrauliche:
 - TR* = opere trasversali (soglie, briglie, traverse);
 - LO* = opere longitudinali (argini, difese di sponda);
 - RE* = opere repellenti (pennelli);
 - AT* = opere di attraversamento in elevazione (ponti, viadotti, passerelle);
 - GU* = attraversamenti a raso (guadi)
 - PU* = opere puntuali (opere di presa e derivazione).
 - DC* = opere di difesa costiera (pennelli, scogliere soffolte o emergenti)
- il terzo e il sesto sono in bianco (carattere _);
- il quarto e il quinto sono alfabetici ed individuano l'asta fluviale, secondo la seguente codifica:
 - SA* = fiume Saccione
 - OR* = canale orientale Acque Alte
 - MG* = canale di Madonna Grande
 - DS* = canale di Bonifica Destra Saccione
 - TV* = vallone dei Tre Valloni

BV = canale Bivento
SS = vallone Sassi
PI = fosso della Pila
SP = torrente Sapestra
LA = vallone della Lavandaia
CM = fosso Camarelle
MA = torrente Mannara
BU = canale della Bufalara
GS = fosso di guardia Sinistra Saccione

- gli ultimi quattro sono numerici ed individuano il numero progressivo dell'opera nell'insieme delle opere della stessa classe e pertinenti alla stessa asta fluviale; l'attribuzione del progressivo non rispecchia necessariamente alcun criterio topografico, cronologico, ecc. ma solo l'ordine con cui l'opera è stata inserita all'interno del catasto.

Ad esempio, il codice *LO_SA_0001* identifica l'opera arginale del fiume Saccione caratterizzata dal progressivo 0001.

3.3.1.3.3 Informazioni contenute nel catasto

Le opere idrauliche accatastate sono riportate negli elaborati di studio TAVOLE II.B.3.4.1-5 divise per tipologia ma senza il relativo codice per semplicità (il codice è ovviamente riportato all'interno del Sistema Informativo Territoriale).

Le opere complessivamente censite sono circa 60.

Le informazioni introdotte nel database delle opere sono le seguenti:

- *codice dell'opera*: secondo il metodo di codifica già illustrato al paragrafo precedente;
- *classe*: macrocategoria a cui appartiene l'opera (opere trasversali / longitudinali / repellenti / di attraversamento / puntuali);
- *tipo*: tipologia dell'opera (es. nel caso delle opere trasversali: traversa, briglia, soglia);
- *materiale*: materiale di cui è prevalentemente costituita l'opera;
- *ente*: soggetto realizzatore dell'opera (dato acquisito solo in rari casi);
- *epoca*: anno o periodo di realizzazione dell'opera (dato acquisito solo in rari casi);
- *funzionalità*: giudizio sull'efficienza dell'opera a svolgere la funzione per la quale è stata realizzata; questa informazione è stata in buona parte fornita a verifiche idrauliche eseguite;
- *stabilità*: giudizio sullo stato in cui versa l'opera, negativo ad esempio se questa si presenta crollata o fortemente sottoscavata;
- *note*: commenti per eventuali descrizioni non inquadrabili negli altri campi;
- *sponda*: se destra o sinistra (tranne che per le opere trasversali e di attraversamento)
- *Provincia*
- *Comune*
- *località*: desunta dalla cartografia IGM 1:25.000
- *bacino*: campo banalmente occupato dall'informazione "Saccione" ma creato allo scopo di un eventuale sviluppo del database a comprendere le opere dei bacini idrografici contermini posti sotto la stessa Autorità;
- *asta*: nome dell'asta fluviale cui attiene l'opera

- *data di acquisizione*: data dell'ultimo aggiornamento del record.

Premesso che solo attraverso il il Sistema Informativo Territoriale si può usufruire appieno del contenuto del Catasto, si è comunque ritenuto utile fornire nell'allegato di studio, ALLEGATO I.B.2.4 la lista completa delle opere censite.

3.3.2 Analisi idrologica

Obiettivo dell'analisi idrologica è la caratterizzazione delle piene fluviali, in termini di portate al colmo e di forma degli idrogrammi, per tutta l'area di studio.

Riferimento fondamentale è stato lo "*Studio del rischio idrogeologico nella Regione*" (Regione Molise, 2001).

Sulla base di tale studio è stato condotto in questa sede un ulteriore approfondimento, volto soprattutto ad affinare la caratterizzazione pluviometrica, utilizzando sempre il modello probabilistico TCEV (modello di valore estremo a doppia componente), e a rimuovere alcuni errori riscontrati.

La scelta di caratterizzare le portate fluviali di piena a partire dai dati di pioggia trova giustificazione nella miglior qualità e maggior numerosità spazio-temporale di questi ultimi rispetto ai dati di portata.

Il ricorso al modello statistico TCEV è giustificato dalla necessità di operare a scala di bacino per ricavare una funzione di distribuzione valida per una certa area. È infatti possibile effettuare un'efficace stima dei parametri di tipo regionale ovvero determinare i parametri utilizzando tutti i dati registrati nelle stazioni interne a una data regione, detta omogenea, nella quale si dimostra che tali parametri sono costanti.

La metodologia di determinazione dei parametri è stata articolata in modo gerarchico al fine di definire dapprima le zone omogenee al 1° livello di regionalizzazione, poi quelle al 2° per procedere infine alla stima dei parametri al 3° livello che completano la caratterizzazione pluviometrica di una data località. Nel caso in esame è stata ottenuta una zona omogenea unica sia al 1° che al 2° livello.

La scelta di caratterizzare le portate fluviali di piena a partire dai dati di pioggia trova giustificazione nella miglior qualità e maggior numerosità spazio-temporale di questi ultimi rispetto ai dati di portata.

A tal fine è stato necessario utilizzare un modello idrologico afflussi/deflussi, in grado di generare le portate per preassegnati tempi di ritorno nelle sezioni di interesse dei corsi d'acqua considerati a partire dalle CPP (curve di possibilità pluviometrica).

La scelta è ricaduta sul modello di tipo distribuito messo a punto nei due suddetti studi, che, una volta tarato su eventi reali, permette la ricostruzione degli idrogrammi di piena, per assegnati tempi di ritorno, di una qualsivoglia sezione fluviale a partire dalle CPP (curve di possibilità pluviometrica).

Risultato finale dell'analisi è la definizione degli idrogrammi di piena da impiegare successivamente nel modello idraulico di inondazione e in analisi locali. Per completezza sono state elaborate anche formule speditive (curve inviluppo) per la stima delle portate al colmo.

Anche in questa sede, sono stati assunti gli stessi valori dei parametri di taratura già ricavati allora. Solo per il grado di saturazione iniziale del suolo è stato ritenuto opportuno modificare il valore originario.

La moderna modellistica a parametri distribuiti consente l'analisi delle principali dinamiche che si verificano nel bacino idrografico applicando, a livello distribuito, le equazioni di base del bilancio idrologico.

Con tale approccio, adottando la schematizzazione spaziale a griglia (*raster*), si attribuisce ad ogni cella le informazioni relative alla morfologia del bacino, allo sviluppo del reticolo idrografico, alle caratteristiche del suolo, agli afflussi meteorici, che vengono successivamente utilizzate nelle varie equazioni di bilancio e di trasferimento per il calcolo dei deflussi nella varie sezioni dei corsi d'acqua.

Risultato finale dell'analisi è la definizione degli idrogrammi di piena da impiegare successivamente nel modello idraulico di inondazione e in analisi locali. Per completezza sono state elaborate anche formule speditive (curve inviluppo) per la stima delle portate al colmo.

Per la generazione degli idrogrammi di piena si è fatto ricorso a idrogrammi di tipo Chicago.

Le statistiche eseguite direttamente sui dati misurati agli idrometri per tutti gli anni di loro funzionamento sono risultate in buon accordo con quanto fornito dal modello, il che ci consente di fare affidamento sul suo utilizzo.

3.3.2.1 Definizione del quadro conoscitivo

3.3.2.1.1 Studi esistenti

Come già accennato il presente studio ha preso le mosse dal lavoro:

- *Studio del rischio idrogeologico nella Regione*” (Regione Molise, 2001)

Oltre ai dati territoriali e idrologici di cui ai paragrafi successivi, dallo studio suddetto sono state tratte le informazioni per la messa a punto del modello idrologico di trasformazione afflussi/deflussi, nonché tutte le elaborazioni statistico-probabilistiche condotte con la metodologia TCEV (Two Component Extreme Value) sui dati di pioggia e sulle portate di piena.

3.3.2.1.2 Dati territoriali

I dati territoriali utilizzati per l'analisi idrologica sono i seguenti, già omogeneizzati in coordinate UTM ED-50:

- 1) Modello digitale del terreno con passo 250x250m per la predisposizione del modello idrologico e l'individuazione del reticolo fluviale sintetico (già utilizzato nello studio citato);
- 2) Carta geologica del SINA per la caratterizzazione idrologica dei bacini (già utilizzata nello studio citato);
- 3) Carta dell'Uso del Suolo del Progetto CORINE Land Cover (già utilizzata negli studi condotti dalla Regione Molise e relativa a tutto il bacino del Trigno).

Gli strati informativi al punto 2 e 3 sono stati trasformati in mappe digitali al pari dello strato informativo 1 per essere impiegate utilmente nel modello idrologico. Le tre mappe digitali sono riportate a stampa negli elaborati di studio TAVOLE II.B.3.1, II.B.3.2 e II.B.3.3.

3.3.2.1.3 Dati idrologici

Sono stati utilizzati i dati delle piogge di massima intensità annuale per durate di 1, 3, 6, 12, 24 ore pubblicati con cadenza annuale (ultimi dati disponibili: anno 1996) dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale.

Le stazioni pluviometriche registratrici prese in esame sono 105, e coprono tutti i bacini idrografici che interessano la Regione Molise (Sangro, Trigno, Biferno e minori, Saccione, Fortore e Volturno). I dati relativi sono contenuti nell'elaborato di studio, allegato I.B.2.1 mentre la posizione geografica delle stazioni, limitatamente a quelle di interesse per il bacino oggetto di studio, è riportata nell'elaborato di studio TAVOLA II.B.3.1.

Si tratta di dati in massima parte estratti dai due studi citati al paragrafo 2.1, integrati con quelli di alcune stazioni pluviometriche precedentemente non prese in considerazione e completati estendendo le serie storiche al periodo antecedente al 1960.

3.3.2.2 Analisi dei dati pluviometrici a scala regionale

Per l'analisi statistica a livello regionale finalizzata alla determinazione delle curve di possibilità pluviometrica (CPP) è stato utilizzato il modello TCEV (*modello di valore estremo a doppia componente*) messo a punto nell'ambito del progetto VAPI-CNR e già impiegato nei due Studi citati.

Può essere utile ricordare che nello *Studio del rischio idrogeologico nella Regione*:

- 1) furono raccolti i dati delle piogge di massima intensità annuale di 94 stazioni pluviometriche registratrici e per ognuna furono ottenute 5 distinte serie storiche (una per ogni durata di pioggia considerata);
- 2) furono selezionate le 49 stazioni aventi serie storiche di almeno 15 anni di lunghezza, ritenendole sufficientemente significative al fine di poter procedere, con l'inferenza statistica, alla determinazione della cosiddetta *curva di crescita*, ossia la legge che esprime il ritmo con cui l'altezza di pioggia di assegnata durata cresce al crescere al tempo di ritorno dell'evento (1° e 2° livello di regionalizzazione);

- 3) successivamente furono prese in considerazione le 66 stazioni aventi serie storiche di almeno 10 anni di lunghezza, ritenendole sufficientemente significative per la determinazione delle *altezze di pioggia indici*, ossia il valore atteso della pioggia massima annuale di assegnata durata in ogni stazione (3° livello di regionalizzazione);
- 4) per ognuna delle suddette 66 stazioni fu così possibile ricavare finalmente la relativa CPP (*curva di probabilità pluviometrica*): formula che sintetizza le caratteristiche climatiche locali in riguardo agli eventi estremi di pioggia e alla loro probabilità di manifestarsi.

Ciò premesso, in questa sede:

- 1) è stata ancora una volta adottata la curva di crescita ricavata nel primo Studio al 2° livello di regionalizzazione;
- 2) col nuovo set di dati pluviometrici ampliato e completato così come descritto al paragrafo 2.3 per un totale di 105 stazioni, è stato possibile selezionare ben 79 stazioni aventi serie storiche di almeno 10 anni di lunghezza, al fine della determinazione delle *altezze di pioggia indici* (3° livello di regionalizzazione);
- 3) per ognuna delle suddette 79 stazioni sono state calcolate le CPP.

Si è ottenuto pertanto un aumento dell'informazione pluviometrica sia in termini di qualità che di quantità. La posizione geografica delle stazioni pluviometriche di interesse per il bacino oggetto di studio è riportata nell'elaborato di studio, Tavola II.B.3.1, evidenziando le stazioni per le quali è stata calcolata la CPP.

3.3.2.2.1 Cenni sul modello TCEV

Per quanto la parte fondamentale dell'inferenza statistica, e cioè la determinazione dei parametri al 1° e 2° livello di regionalizzazione, sia stata condotta nei due Studi precedenti ai quali si rimanda per ogni approfondimento, si ritiene opportuno ricordare in breve gli aspetti essenziali del modello TCEV.

Un modello statistico TCEV è particolarmente indicato quando si deve operare a scala di bacino per ricavare una funzione di distribuzione valida per una certa area. È infatti possibile effettuare un'efficace stima dei parametri di tipo regionale ovvero determinare i parametri utilizzando tutti i dati registrati nelle stazioni interne a una data regione, detta *omogenea*, nella quale si dimostra che tali parametri sono *costanti*. A tale scopo per la stima dei parametri si adotta uno stimatore ML (massima verosimiglianza) di tipo regionale.

La metodologia di determinazione dei parametri è articolata in modo gerarchico al fine di definire dapprima le zone omogenee al 1° livello di regionalizzazione, poi quelle al 2° per procedere infine alla stima dei parametri al 3° livello che completano la caratterizzazione pluviometrica di una data località.

Presupposto del modello TCEV è che i valori registrati durante gli eventi provengano da due distinte popolazioni, la prima detta *componente di base*, la seconda detta *componente straordinaria*. La componente straordinaria dà origine a quei valori che si verificano raramente ma con intensità vistosamente superiore rispetto alla media. In presenza di tali valori i coefficienti di asimmetria delle serie storiche risultano talmente elevati che i classici modelli di tipo Gumbel non possono adattarsi con successo.

Il modello TCEV e' caratterizzato da 4 parametri, Λ_1 e θ_1 , relativi alla componente di base (rispettivamente numero di eventi medio annuo e media della componente di base), Λ_2 e θ_2 , relativi alla componente straordinaria. La funzione di distribuzione di probabilità cumulata (*PDF*) del modello ha la seguente espressione:

$$P(x_d) = \exp(-\Lambda_1 \exp(-x_d/\theta_1) - \Lambda_2 \exp(-x_d/\theta_2))$$

dove:

- $P(x_d)$ = probabilità di avere un evento di intensità minore di x_d ;
- x_d = altezza di pioggia massima annuale di assegnata durata d ;
- $\Lambda_1, \theta_1, \Lambda_2$ e θ_2 sono i quattro parametri della TCEV.

Si dimostra che il *coefficiente di asimmetria* G dipende solo dai parametri Λ^* e θ^* così definiti:

$$\Lambda^* = \Lambda_2 / (\Lambda_1^{1/\theta^*})$$

$$\theta^* = \theta_2 / \theta_1.$$

mentre il *coefficiente di variazione* CV dipende, in aggiunta, anche dal parametro Λ_1 .

Sulla base della stima regionale dei parametri è possibile definire delle zone all'interno delle quali il valore dell'asimmetria G viene assunto come costante e risultano quindi costanti anche i parametri Λ^* e θ^* che lo determinano. Tali zone sono dette *zone omogenee al 1° livello di regionalizzazione*. All'interno di tali zone omogenee si possono individuare delle sottoregioni in cui anche il valore del coefficiente di variazione CV risulta costante: si definiscono così le *sottozone omogenee al 2° livello di regionalizzazione*.

È dimostrabile che il rapporto tra la variabile aleatoria "altezza di pioggia massima annuale di assegnata durata" X_d ed il suo valore atteso $E[X_d]$ (*pioggia indice*) risulta identicamente distribuito in una sottozona omogenea al 2° livello. Tale rapporto, esplicitato rispetto al *tempo di ritorno* T così definito:

$$T = \frac{1}{1 - P(X_d)}$$

rappresenta la cosiddetta *curva di crescita* K_T :

$$K_T = \frac{X_d(T)}{E[X_d]}$$

la quale indica il ritmo con cui le piogge si fanno più intense all'aumentare del tempo di ritorno. Pertanto ogni sottozona omogenea è caratterizzata da una propria curva di crescita.

La verifica della ipotesi di omogeneità viene condotta in genere confrontando le distribuzioni, campionarie e teoriche, dell'asimmetria G e del coefficiente di variazione CV , sia al primo che al secondo livello di regionalizzazione. Per la stima della distribuzione teorica del coefficiente di asimmetria e del coefficiente di variazione si ricorre a tecniche di generazione del tipo Montecarlo.

3.3.2.2.2 L'inferenza statistica regionale

Nel citato “*Studio del rischio idrogeologico nella Regione*”, l’analisi statistica a livello regionale dimostrò la validità dell’ipotesi che tutta l’area esaminata costituisse una unica zona omogenea tanto al 1° quanto al 2° livello di regionalizzazione, caratterizzata quindi da un unico set di parametri Λ^* , θ^* , Λ_1 e conseguentemente da un’unica curva di crescita K_T . Tali parametri sono quelli riportati nella TABELLA 16.

Λ^*	θ^*	Λ_1
0.13	2.40	20.39

Tabella 16 – Parametri del modello TCEV delle piogge al 1° e 2° livello di regionalizzazione

I valori dei parametri ricavati sono in accordo anche con quanto fu in precedenza ricavato nel “*Piano Straordinario delle Aree a Rischio Idrogeologico Molto Elevato*” dell’Autorità di Bacino dei fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore.

La curva di crescita è tabulata per alcuni tempi di ritorno caratteristici nella TABELLA 17.

Tempo di ritorno (anni)	K_T
1.33	0.723
2	0.918
10	1.494
30	1.911
100	2.471
200	2.849
500	3.389
1000	3.811
5000	4.806

Tabella 17 – Valori del parametro K_T delle piogge al variare del tempo di ritorno

Si rimanda ai grafici contenuti nello “*Studio del rischio idrogeologico nella Regione*” per la dimostrazione della bontà dell’adattamento del modello alla realtà.

Nell’elaborato di studio, allegato II.B.2.1 sono riportati i valori dei parametri Λ_1 , θ_1 , Λ_2 , θ_2 e il valore dei percentili per vari tempi di ritorno, calcolati per le 79 stazioni analizzate al 3° livello.

3.3.2.2.3 Calcolo delle curve di possibilità pluviometrica

Sulla base dei risultati dell'analisi statistica sono state ricavate per ciascuna stazione analizzata al 3° livello le *curve di possibilità pluviometrica* (CPP).

Dalla definizione di K_T si ha:

$$x_d(T) = K_T E[X_d]$$

e pertanto, approssimando le espressioni della curva di crescita K_T e della pioggia indice $E[X_d]$ a leggi di potenza nella forma:

$$\begin{aligned} K_T &= a' T^m \\ E[X_d] &= a'' d^n \end{aligned}$$

si ottiene l'espressione monomia delle CPP:

$$x(d,T) = a d^n T^m$$

dove d è la durata della pioggia in ore, T il tempo di ritorno in anni, $x(d,T)$ la corrispondente altezza di pioggia, $a=(a'a'')$, n ed m parametri della località considerata che vengono pertanto ricavati per ciascuna stazione.

La stima di a' ed n per ciascuna stazione avviene per regressione lineare sulle piogge indici di durate da 1 a 24 ore per ciascuna stazione. Le piogge indici e i parametri a' ed n di ciascuna stazione sono tabulati nell'elaborato di studio, allegato II.B.2.1.

La stima di a'' ed m , parametri comuni a tutte le stazioni in quanto è unica la zona omogenea al 2° livello e la curva di crescita, avviene parimenti per regressione lineare sui valori di K_T (vedi tabella 2) relativi al campo di tempi di ritorno di interesse per la successiva modellazione idrologico-idraulica (da 10 a 500 anni).

Tali parametri sono riportati nella TABELLA 18.

a''	m
0.9297	0.2101

Tabella 18 – Valori dei parametri della curva di crescita delle piogge K_T

La curva K_T e la sua retta di regressione sono riportate nella FIGURA 1.

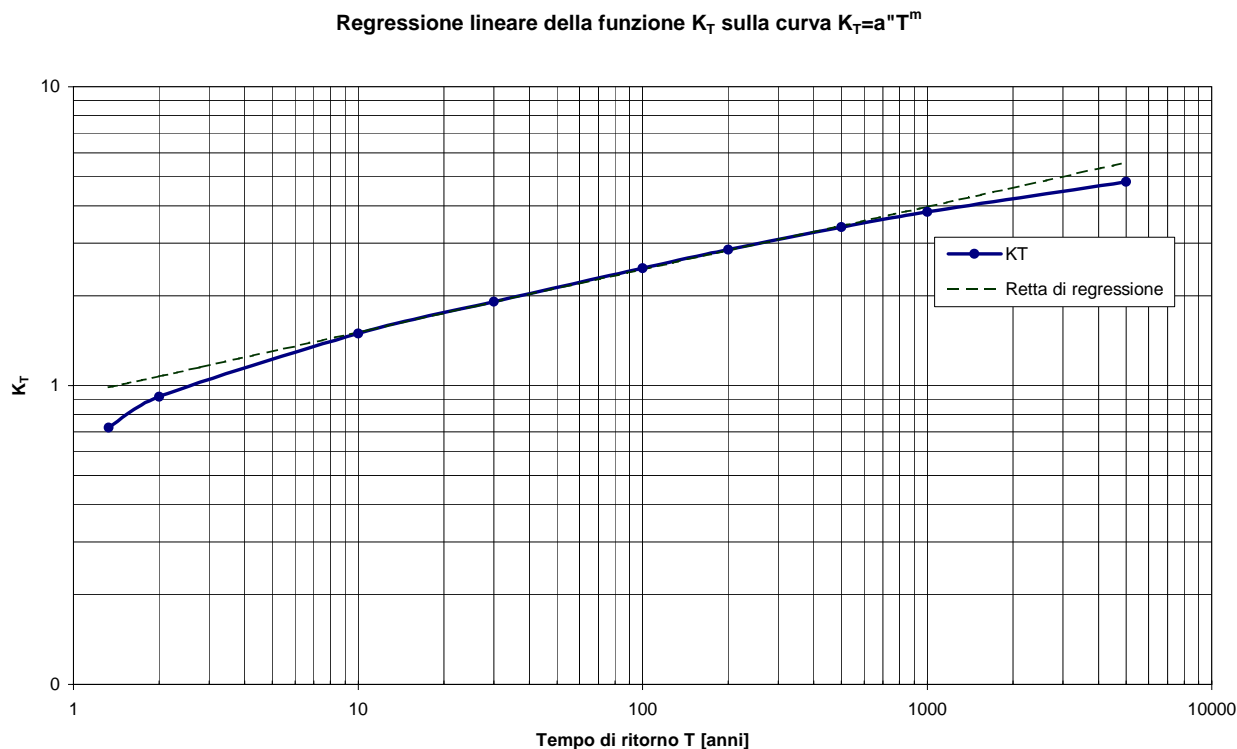


Figura 1 – Curva di crescita delle piogge e sua regressione lineare

Nell'elaborato di studio, allegato II.B.2.1 si riportano i valori dei parametri delle CPP per durate superiori all'ora per tutte le 79 stazioni pluviometriche considerate in questo studio.

3.3.2.3 *Analisi dei dati idrometrici a scala regionale*

I dati sulle piene fluviali misurate (portate al colmo massime annuali registrate agli idrometrografi), riportati nell'elaborato di studio, allegato II.B.2.1, non sono stati oggetto di ulteriore elaborazione rispetto a quella eseguita nel contesto dello "Studio del rischio idrogeologico nella Regione" poiché sostanzialmente già completi e non necessitanti di integrazioni.

Pertanto, per l'analisi statistica delle portate al colmo di piena massime annuali dei dati idrometrici a scala regionale si rimanda al citato Studio per ogni approfondimento. In questa sede ci limitiamo a descrivere brevemente le principali evidenze dello Studio.

Anche in questo caso, come per i dati di pioggia, si procedette all'applicazione del modello TCEV e precisamente:

- 1) furono complessivamente censite 26 stazioni, localizzate sulle aste principali dei bacini molisani e confinanti (Sangro, Trigno, Biferno, Fortore, Volturno);

- 2) delle suddette ne furono selezionate 18 ai fini dell'inferenza statistica al 1° e 2° livello (calcolo delle *curve di crescita delle portate*), ossia quelle le cui serie storiche avessero una lunghezza di almeno 10 anni, ritenendole sufficientemente significative;
- 4) furono infine selezionate 22 stazioni idrometriche, le cui serie fossero lunghe almeno 5 anni, ritenute sufficientemente significative ai fini del calcolo della *portata indice*, e di esse furono ricavati i parametri al 3° livello.

La posizione geografica delle stazioni idrometriche, limitatamente a quelle di interesse per il bacino oggetto di studio, è riportata nell'elaborato di studio, tavola II.B.3.1

Per l'espressione della TCEV, le definizioni di *portata indice* e di *curva di crescita delle portate*, si faccia riferimento a quanto corrispondentemente indicato al precedente capitolo 3 per le piogge, con l'avvertenza di considerare, in luogo della variabile aleatoria X_d la variabile Q (*portata al colmo di piena massima annuale*).

3.3.2.3.1 L'inferenza statistica regionale

Nello Studio anzi citato fu riscontrata valida l'ipotesi di una unica zona omogenea tanto al 1° quanto al 2° livello, e quindi di un'unica *curva di crescita delle portate*. I parametri della TCEV per le portate ricavati nell'ambito dello al 1° e 2° livello di regionalizzazione sono riportati nella TABELLA 19.

Λ^*	θ^*	Λ_1
0.12	3.29	7.85

Tabella 19 – Parametri della TCEV portate al 1° e 2° livello di regionalizzazione

La curva di crescita è tabulata per alcuni tempi di ritorno caratteristici nella TABELLA 20.

Tempo di ritorno (anni)	K_T
1.33	0.613
72	0.869
10	1.666
30	2.365
100	3.479
200	4.223
500	5.228
1000	5.987

Tabella 20 – Valori del parametro K_T delle portate al variare del tempo di ritorno

Si rimanda ai grafici contenuti nello “*Studio del rischio idrogeologico nella Regione*” per la dimostrazione della bontà dell'adattamento del modello alla realtà.

Come per i parametri della TCEV piogge, anche in questo caso i risultati dello Studio sono sostanzialmente in linea con quelli degli studi per la redazione del “*Piano Straordinario delle Aree a Rischio Idrogeologico Molto Elevato*” condotto dall'Autorità di Bacino dei fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore a seguito dell'emanazione del D.L. 180/98. Le

leggere discrepanze derivano dal fatto che nel Piano ex D.L. 180/98 la base di dati era più larga, comprendendo numerose stazioni idrometriche abruzzesi, mediando quindi le particolarità dei bacini molisani con quelle dei bacini abruzzesi.

Nell'elaborato di studio, allegato II.B.2.1 sono riportati i valori dei percentili per vari tempi di ritorno, calcolati per le 22 stazioni analizzate al 3° livello.

3.3.2.4 La modellistica idrologica

La simulazione dei fenomeni idrologici è stata condotta mediante la modellistica a parametri distribuiti che consente l'analisi delle principali dinamiche che si verificano nel bacino idrografico applicando, a livello distribuito, le equazioni di base del bilancio idrologico.

Con tale approccio, adottando la schematizzazione spaziale a griglia (*raster*), si attribuisce ad ogni cella le informazioni relative alla morfologia del bacino, allo sviluppo del reticolo idrografico, alle caratteristiche del suolo, agli afflussi meteorici, che vengono successivamente utilizzate nelle varie equazioni di bilancio e di trasferimento per il calcolo dei deflussi nella varie sezioni dei corsi d'acqua.

A differenza dei modelli classici di tipo integrato, i modelli di tipo distribuito consentono una rappresentazione dei fenomeni idrologici più corretta da un punto di vista fisico, conservandone le caratteristiche di variabilità spazio-temporale; per contro, necessitano di un livello informativo molto più dettagliato e oneri di calcolo maggiori.

Di seguito si descrive il modello adottato per l'analisi idrologica del bacino considerato, premettendo quanto segue:

- il livello informativo disponibile consente l'applicazione del modello a parametri distribuiti su tutto il bacino in esame;
- il modello necessita delle operazioni di *taratura* su eventi reali, attraverso le quali vengono determinati i valori dei *parametri* che consentono al modello di interpretare al meglio la risposta idrologica del bacino;
- una volta tarato, il modello può essere utilizzato per la simulazione di scenari idrologici che, sulla base delle curve di possibilità pluviometrica, consentono il calcolo degli idrogrammi di piena per i prefissati tempi di ritorno in una qualsivoglia sezione del reticolo idrografico.

3.3.2.4.1 Il modello idrologico distribuito

Come già richiamato, il modello necessita di una serie di mappe relative alle grandezze idrologiche e geomorfologiche. La redazione delle mappe relative alle grandezze idrologiche viene in genere condotta a partire dalla geolitologia del bacino attribuendo a ciascun tipo di suolo o formazione geologica dei valori di riferimento e una data variabilità spaziale. Per i dati geografici si utilizza un modello digitale del terreno (DTM) di maglia adeguata a consentire l'individuazione delle linee di impluvio e una corretta individuazione dei bacini imbriferi.

Il modello riceve in input i dati di precipitazione in una serie di stazioni ricadenti nel bacino o limitrofe ad esso. Tali dati puntuali possono essere distribuiti spazialmente con diverse metodologie (es. metodo dei topoi).

La taratura del modello viene effettuata sulla base di eventi noti ove, oltre alle precipitazioni, siano disponibili i dati di portata in una o più sezioni del bacino.

Il modello idrologico utilizzato può essere classificato come *distribuito* in quanto i parametri sono definiti per ognuna delle singole celle. Dal punto di vista concettuale il modello valuta dapprima la formazione del deflusso superficiale mediante la simulazione del fenomeno dell'intercettazione e, successivamente, il trasferimento di tale deflusso sino alla sezione di chiusura.

Il modello che simula il fenomeno dell'intercettazione calcola il deflusso superficiale di ciascuna cella, considerando sia la capacità di ritenuta del suolo che la velocità di infiltrazione a saturazione. Il modello mette in conto anche la componente di deflusso ipodermico che raggiunge il reticolo con tempi maggiori rispetto al deflusso superficiale.

La simulazione delle modalità di trasferimento del deflusso superficiale si basa sulla schematizzazione del fenomeno mediante una componente di tipo cinematico e su una di tipo "serbatoio lineare" (modello tipo *Clark*).

Il tempo di trasferimento per ciascuna cella, dipendente da entrambi i fenomeni sopra richiamati, è stimato in funzione della sua distanza dalla foce.

3.3.2.4.2 Le caratteristiche geografiche e idrologiche

Come accennato in precedenza, il modello richiede la conoscenza della precipitazione per ciascuna cella del bacino. Poiché le precipitazioni sono note come valori puntuali alle stazioni di misura, è necessario procedere alla definizione di una distribuzione spaziale della precipitazione. Un criterio classico è rappresentato dal metodo dei topoi o di Thiessen.

Le basi di dati territoriali, richiamate già in precedenza, sono costituite da:

- modello digitale del terreno (DTM) 250x250 m, al fine del calcolo del raster dei puntatori;
- mappa digitale 250x250 m dell'uso del suolo ricavata dal Progetto CORINE Land Cover;
- mappa digitale 250x250 m delle formazioni geo-litologiche del SINA.

Il *raster* dei puntatori idrologici e dei tempi di trasferimento sono stati elaborati a partire dal DTM 250x250m. Il *raster* dei puntatori indica la direzione del deflusso superficiale e viene ricavato assumendo che ogni cella versi nella cella vicina a quota minore.

I tempi di trasferimento sono stati valutati nella ipotesi che la velocità di trasferimento nella singola sezione sia proporzionale all'area del bacino a monte elevata all'esponente 0.3 come ricavato nella fase di taratura del modello idrologico.

Il legame funzionale è quindi del tipo:

$$v = MT A^{0.3}$$

dove v è la velocità di trasferimento in m/s, A è l'area del bacino a monte espresso in km^2 mentre MT è un parametro di scala stimato in fase di taratura del modello (vedi oltre).

Sulla base delle coordinate UTM-E e UTM-N delle stazioni pluviometriche utilizzate per la stima delle curve di possibilità pluviometrica è stata ricavata la mappa dei topoieti.

Dalle mappe della geo-litologia e dell'uso del suolo, attraverso la stima dei parametri idraulici delle diverse formazioni corrette in base alle diverse coperture del suolo, vengono ricavate le mappe distribuite riguardanti la capacità di massima ritenuta del suolo SC e la velocità di infiltrazione a saturazione K_s .

Tale procedimento, seppur basato su tabelle riportate in letteratura, presenta lati evidentemente deboli, dato che le caratteristiche idrauliche del suolo dipendono da un'ampia gamma di fattori, e presentano una propria variabilità spaziale così alta da mascherare correlazioni e dipendenze con altre caratteristiche fisiche.

Malgrado tale incertezza, la derivazione a livello distribuito dei parametri idraulici rappresenta comunque un miglioramento rispetto all'assegnazione o alla taratura di valori *lumped*, cioè validi a livello di intero bacino, in quanto permette un'efficace riproduzione della varianza delle grandezze idrologiche che è dimostrato influenzare soprattutto la risposta del bacino agli eventi meteorici critici. Ci si svincola cioè da una visione eccessivamente deterministica delle caratteristiche idrauliche del suolo, descrivendone in senso spaziale la dispersione intorno ai valori medi.

La capacità di ritenuta del suolo (indicata con SC , *Storage Capacity*), ossia il volume di potenziale accumulo idrico viene inizialmente stimata in funzione delle caratteristiche geolitologiche. La TABELLA 21 permette l'associazione ad ogni classe geo-litologica del valore medio (SC media) e della sua deviazione standard (SC std dev).

Classe	Descrizione della geolitologia	SC media [mm]	SC std.dev. [mm]
1	Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali (Olocene)	0.01	0.01
2	Alluvioni terrazzate (Olocene)	100	100
3	Accumuli detritici, depositi alluvionali, fluviolacustri e fluvioglaciali (Pleistocene)	100	100
4	Sabbie e conglomerati (Pleistocene)	80	80
5	Argille [es. argille di Bradano, argille subappennine] (Pleistocene)	60	60
6	Depositi prevalentemente lacustri e fluviolacustri [Villafranchiano Auct. p.p.] (Pleistocene-Pliocene)	80	80
7	Argille (Pleistocene-Pliocene)	60	60
8	Sabbie e conglomerati [es.sabbie gialle] (Pliocene)	80	80
9	Argille e marne, a luoghi con olistromi [es. argille azzurre, argille subappennine] (Pliocene)	60	60
10	Arenarie (anche torbiditiche) ed argille, a luoghi con evaporiti [es.formazione del Toma] (Miocene Superiore)	60	60
11	Formazione gessoso-solfifera (Miocene Superiore)	0.01	0.01
12	Calcari organogeni e biodetritici e calcareniti di facies neritica e di piattaforma (Miocene medio-inferiore)	250	250
13	Arenacee e marnose arenacee e [es.arenarie di Caiazzo] (Miocene medio-inferiore)	60	60
14	Calcareo-marnose [es. formazione della Daunia] (Miocene medio-inferiore)	200	200
15	Marne e marne calcaree con apporti detritici, di facies di scarpata (Paleocene)	100	100
16	Argillose ed argilloso-calcaree [es.argille varicolori] (Paleocene)	100	100

17	Calcari e calcari marnosi. talora con selce, con apporti detritici di facies di scarpata (Paleocene-Cretacico sup.)	40	40
18	Calcari organici e biodetritici, talvolta dolomitici, di facies di piattaforma carbonatica (Cretacico Superiore)	500	500
19	Calcari e calcari biodetritici di facies neritica e di piattaforma (Cretacico Superiore)	500	500
20	Calcari e calcari biodetritici di facies di piattaforma carbonatica (Cretacico-Giurassico Superiore)	500	500
21	Calcari e subordinatamente dolomie cristalline di facies di piattaforma carbonatica (Giurassico)	160	160
22	Laghi e Ghiacciai	0.01	0.01

Tabella 21 – Capacità di ritenuta (SC) per ciascuna classe geo-litologica

Alla capacità di ritenuta propria del suolo SC, ricavata in base della precedente tabella, viene aggiunta un'ulteriore quota di potenziale accumulo SC_u riconducibile al fattore uso del suolo. Tale contributo rispecchia prevalentemente la capacità di intercettazione propria della vegetazione: non si tratta quindi di una modificazione della capacità di accumulo del suolo precedentemente stimata, quanto piuttosto di una possibile quantificazione di un fenomeno legato alla copertura vegetale. L'effetto è comunque, nell'ottica del modello idrologico utilizzato, equivalente ad una *maggiorazione* della capacità di ritenuta, e come tale viene computato. Anche in questo caso vengono riportati in TABELLA 22, per ogni classe, un valore medio e la sua deviazione standard.

Classe	Descrizione dell'uso del suolo	SC_u media [mm]	SC_u std.dev [mm]
1	Tessuto urbano continuo	0.01	0.01
3	Aree industriali o commerciali	0.01	0.01
3	Aree estrattive	0.01	0.01
4	Seminativi in arre irrigue	5	5
5	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con spazi naturali	8	8
76	Boschi di latifoglie	5	5
7	Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	7	7
9	Aree con vegetazione rada	5	5
8	Bacini di acqua	0.01	0.01

Tabella 22 - Capacità di ritenuta aggiuntiva SC_u per ciascuna classe di uso del suolo

Anche per quanto riguarda la velocità di infiltrazione a saturazione (indicata con K_s), ossia la velocità con cui l'acqua accumulata nel suolo penetra negli strati profondi del sottosuolo, essa viene inizialmente stimata dalle caratteristiche geolitologiche. Di seguito viene riportata la tabella 8 che mette in relazione tali caratteristiche con i valori medi e la deviazione standard del suddetto fattore.

Si preavverte che per le litologie di tipo calcareo (classi da 17 a 21) il valore di K_s riportato in TABELLA 23 è stato talvolta oggetto di maggiorazione per tener conto delle peculiarità dei fenomeni che spesso interessano tali classi: è questo il caso del massiccio montuoso del

Matese, dominato da fenomeni diffusi di carsismo. Nel modello idrologico, in tali casi, si è fatto ricorso ai valori indicati in TABELLA 24.

Classe	Descrizione della geolitologia	Ks media [mm/h]	Ks std.dev. [mm/h]
1	Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali (Olocene)	0.35	0.35
2	Alluvioni terrazzate (Olocene)	0.05	0.05
3	Accumuli detritici, depositi alluvionali, fluviolacustri e fluvioglaciali (Pleistocene)	0.15	0.15
4	Sabbie e conglomerati (Pleistocene)	0.3	0.3
5	Argille [es. argille di Bradano, argille subappennine] (Pleistocene)	0.5	0.5
6	Depositi prevalentemente lacustri e fluviolacustri [Villafranchiano Auct. p.p.] (Pleistocene-Pliocene)	0.1	0.1
7	Argille (Pleistocene-Pliocene)	0.45	0.45
8	Sabbie e conglomerati [es.sabbie gialle] (Pliocene)	0.3	0.3
9	Argille e marne, a luoghi con olistromi [es. argille azzurre, argille subappennine] (Pliocene)	0.1	0.1
10	Arenarie (anche torbiditiche) ed argille, a luoghi con evaporiti [es.formazione del Toma] (Miocene Superiore)	0.3	0.3
11	Formazione gessoso-solfifera (Miocene Superiore)	0.05	0.05
12	Calcari organogeni e biodetritici e calcareniti di facies neritica e di piattaforma (Miocene medio-inferiore)	0.6	0.6
13	Arenacee e marnose arenacee [es.arenarie di Caiazzo] (Miocene medio-inferiore)	0.3	0.3
14	Calcareao-marnose [es. formazione della Daunia] (Miocene medio-inferiore)	0.55	0.55
15	Marne e marne calcaree con apporti detritici, di facies di scarpata (Paleocene)	0.3	0.3
16	Argillose ed argilloso-calcaree [es.argille varicolori] (Paleocene)	0.12	0.12
17	Calcari e calcari marnosi. talora con selce, con apporti detritici di facies di scarpata (Paleocene-Cretacico sup.)	0.6	0.6
18	Calcari organici e biodetritici, talvolta dolomitici, di facies di piattaforma carbonatica (Cretacico Superiore)	7.5	7.5
19	Calcari e calcari biodetritici di facies neritica e di piattaforma (Cretacico Superiore)	7.5	7.5
20	Calcari e calcari biodetritici di facies di piattaforma carbonatica (Cretacico-Giurassico Superiore)	7.5	7.5
21	Calcari e subordinatamente dolomie cristalline di facies di piattaforma carbonatica (Giurassico)	5.5	5.5
22	Laghi e Ghiacciai	0.01	0.01

Tabella 23 – Velocità di infiltrazione a saturazione (Ks) per ciascuna classe geo-litologica

Classe	Descrizione della geolitologia	Ks media [mm/h]	Ks std.dev. [mm/h]
17	Calcari e calcari marnosi. talora con selce, con apporti detritici di facies di scarpata (Paleocene-Cretacico sup.)	12	2.4
18	Calcari organici e biodetritici, talvolta dolomitici, di facies di piattaforma carbonatica (Cretacico Superiore)	150	30
19	Calcari e calcari biodetritici di facies neritica e di piattaforma (Cretacico Superiore)	150	30
20	Calcari e calcari biodetritici di facies di piattaforma carbonatica (Cretacico-Giurassico Superiore)	150	30
21	Calcari e subordinatamente dolomie cristalline di facies di piattaforma carbonatica (Giurassico)	110	22

Tabella 24 – Velocità di infiltrazione a saturazione (Ks) adottate per alcune specifiche classi geo-litologiche in presenza di fenomeni di carsismo (valori effettivi post-taratura)

La velocità di infiltrazione a saturazione così calcolata è stata corretta per tener conto della presenza/assenza di copertura vegetale ovvero di aree impermeabilizzate moltiplicandola per un fattore variabile K_{s_u} dipendente dall'uso del suolo come riportato nella TABELLA 25.

Classe	Descrizione dell'uso del suolo	K_{s_u} media [-]	K_{s_u} std.dev [-]
1	Tessuto urbano continuo	0.3	0.15
3	Aree industriali o commerciali	0.2	0.1
3	Aree estrattive	1	0.5
4	Seminativi in arre irrigue	1.3	0.65
5	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con spazi naturali	1.2	0.6
76	Boschi di latifoglie	1.2	0.6
7	Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	1	0.5
9	Aree con vegetazione rada	1	0.5
8	Bacini di acqua	0.01	0.005

Tabella 25 – Moltiplicatore K_{s_u} della velocità di infiltrazione per ciascuna classe di uso del suolo

3.3.2.4.3 Le fasi computazionali

Il calcolo viene condotto per ciascuna cella e per tutti i passi temporali secondo le seguenti fasi (Figura 2):

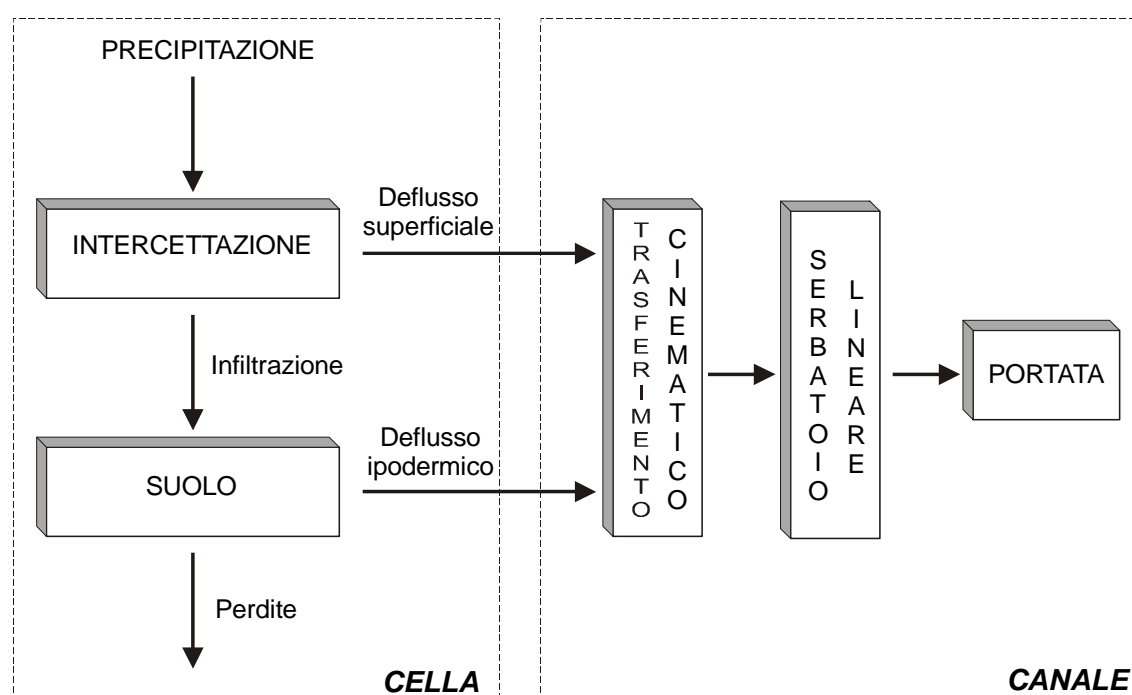


Figura 2- Schema del modello afflussi-deflussi

- *intercettazione*: in questa fase si effettua una stima della quantità di acqua che viene comunque sottratta al deflusso superficiale. La stima è riferita ad una componente iniziale che comprende le varie perdite per intercettazione (vegetazione, assorbimento del suolo) e ad una componente a regime riferita alla capacità di infiltrazione a saturazione.
- *suolo*: in questa fase si ricostruisce il bilancio idrologico del suolo, valutando la quantità d'acqua che va ad alimentare il volume profondo e la componente del deflusso ipodermico.
- *canale*: in questa fase si simula il trasferimento del deflusso superficiale e di quello ipodermico dalla singola cella alla sezione di chiusura.

All'inizio dell'evento di precipitazione una parte della pioggia si infiltra nel suolo, fino a saturare la capacità di ritenuta del suolo. Saturato tale volume, l'acqua continua a infiltrare nel suolo con un tasso definito dalla velocità di infiltrazione. Se l'afflusso eccede la velocità di infiltrazione si ha deflusso superficiale verso il canale. Tale deflusso contribuisce alla portata con un ritardo dettato dal modello di trasferimento.

Il bilancio del serbatoio "suolo" tiene pertanto conto da una parte dell'afflusso per infiltrazione, dall'altra delle perdite. Le perdite sono tali che per suolo saturo la quantità di acqua che si infiltra nel suolo sia pari alla velocità di infiltrazione.

Sulla base di quanto esposto, il modello necessita della definizione dei seguenti parametri validi su tutto il bacino:

- 1) *Grado di saturazione iniziale*: rappresenta la percentuale di acqua presente nel volume gravitazionale di suolo;
- 2) *Coefficiente di ripartizione cinematico- serbatoio lineare*: esprime il peso relativo del tempo di ritardo attribuibile alla componente cinematica e alla componente di serbatoio lineare;
- 3) *Velocità di trasferimento* [m/s]: rappresenta la velocità con cui il deflusso superficiale generato nella singola cella si trasferisce alla sezione di chiusura:

La *capacità di ritenuta* in [mm], ovvero la quantità di acqua che può essere immagazzinata nella parte gravitazionale del suolo (corrisponde al grado di saturazione uguale a 1) e la *velocità di infiltrazione a saturazione* [mm/h] che rappresenta la velocità di infiltrazione nel suolo in condizioni di saturazione (grado di saturazione uguale a 1) sono definite dalle mappe raster relative. Per quanto riguarda il deflusso ipodermico si assume che esso sia funzione della velocità di filtrazione a saturazione moltiplicata per un fattore 10^3 .

Il modello prevede comunque parametri moltiplicativi per calibrare il valore medio di tali grandezze su tutto il bacino nella sola fase di taratura. A questi si aggiungono i coefficienti della formula per il ragguaglio all'area che saranno definiti in seguito.

3.3.2.4.4 Algoritmo di calcolo

Con riferimento alle variabili elencate nella TABELLA 26 si riportano di seguito i principali calcoli effettuati dal programma per ciascuna cella costituente il bacino:

Simbolo	Significato	unità di misura
Pi_k	valore dell'afflusso (precipitazione) per la singola cella al passo k-esimo	[mm/h]
Δt	passo temporale	[h]
SC	valore del raster della capacità di ritenuta del suolo (<i>storage capacity</i>)	[mm]
KL	valore del raster della velocità di infiltrazione a saturazione	[mm/h]
RI	coefficiente moltiplicativo del raster della capacità di ritenuta del suolo	[/]
IN	coefficiente moltiplicativo della velocità di infiltrazione a saturazione	[/]
IP	coefficiente moltiplicativo della componente ipodermica	[/]
T	valore del raster dei tempi di trasferimento	[h]
$T_c = CI T$	valore del raster dei tempi di trasferimento o di risposta secondo lo schema cinematico	[h]
$T_i = (1 - CI) T / MT$	valore del raster dei tempi di trasferimento secondo lo schema di trasferimento di invaso	[h]
MT	coefficiente moltiplicativo della velocità di trasferimento	[/]
CI	coefficiente ripartizione cinematico-invaso	[/]
$\theta_{max} = RI SC$	valore distribuito della capacità di ritenuta massima del suolo (volume utile del suolo)	[mm]
$K_s = IN KL$	valore distribuito della velocità di infiltrazione a saturazione (o permeabilità)	[mm/h]
$\tau_c = T_c / MT$	valore distribuito dei tempi di trasferimento secondo il metodo cinematico	[h]
$\tau_i = T_i / MT$	valore distribuito dei tempi di trasferimento secondo il metodo dell'invaso	[h]
$C_{s=1/\tau_i}$	valore distribuito della costante di esaurimento del serbatoio lineare	[1/h]
α_o	frazione di volume di suolo inizialmente occupata da acqua (stato di umidità iniziale)	[/]
θ_o	contenuto di acqua nel suolo nello stato iniziale	[mm]
$K = IP(1000KL/dx)$	coefficiente di deflusso ipodermico	[1/h]
Dx	Dimensioni della cella del raster	[m]
θ_k	contenuto di acqua nel suolo al passo k-esimo	[mm]
I_{eff}	Infiltrazione effettiva	[mm/h]
Q_{Ik}	Contributo verso il reticolo al passo k-esimo	[mm/h]
φ_k	volume d'acqua invasata nel reticolo	[mm]
Q_k	Contributo alla foce passo k-esimo	[mm/h]

Tabella 26 - Elenco delle variabili utilizzate dal modello afflussi-deflussi

- 1) L'afflusso sulla singola cella, Pi_k , [mm/h] è determinato con il metodo dei topoieti;
- 2) Il suolo è assimilato a un serbatoio lineare che si riempie in ragione della precipitazione (di intensità costante sul passo di bilancio) e si svuota in ragione della percolazione, Ks [mm/h], e del deflusso ipodermico regolato dal parametro K [1/h].
- 3) L'equazione di continuità, da cui si ricava il contenuto di acqua nel suolo da un passo a quello successivo, è esprimibile in forma differenziale nel seguente modo:

$$\Delta\theta = \theta_{k+1} - \theta_k = \left(P_i - K_s - K \cdot \frac{\theta_{k+1} + \theta_k}{2} \right) dt$$

$$\Rightarrow \frac{\theta_{k+1}}{dt} + \frac{K}{2} \cdot \theta_{k+1} = \frac{\theta_k}{dt} - \frac{K}{2} \cdot \theta_k + P_i - K_s$$

$$\theta_{k+1} = \left(\frac{\left(\frac{1}{dt} - \frac{K}{2} \right) \theta_k + P_i - K_s}{\frac{1}{dt} + \frac{K}{2}} \right)$$

- 4) Il contenuto di acqua nel suolo all'inizio θ_o [mm] è uguale a $\alpha_o \theta_{max}$ dove α_o è il grado di saturazione iniziale. Il valore del contenuto di acqua nel suolo è limitato tra 0 e θ_{max} , pertanto si possono distinguere tre casi:

- *essiccamento del suolo:*

$$\theta_{k+1} = 0$$

$$Q_{1k} = \theta_k / dt + P_i - K_s$$

$$I_{eff} = K_s$$

- *saturazione del suolo:*

$$\theta_{k+1} = \theta_{max}$$

$$Q_{1k} = 0$$

$$I_{eff} = \theta_k / dt + P_i$$

- *caso intermedio:*

$$0 < \theta_{k+1} < \theta_{max}$$

$$Q_{1k} = (\theta_k - \theta_{max}) + P_i - K_s$$

$$I_{eff} = K_s$$

Il modello di trasferimento nel reticolo è costituito da una componente di invaso e da una componente cinematica poste in serie. La componente di invaso è caratterizzata dalla seguente espressione:

$$\varphi_{k+1} = \left(\frac{\left(\frac{1}{dt} - \frac{C_s}{2} \right) \varphi_k + Q_{1k}}{\frac{1}{dt} + \frac{C_s}{2}} \right)$$

dove C_s . [1/h] è il parametro del serbatoio calcolato come $1/\tau_i$ e φ_k il volume d'acqua nel reticolo (assunto inizialmente nullo). Il contributo verso la componente cinematica risulta

$$Q_k = C_s \frac{\varphi_{k+1} + \varphi_k}{2}$$

- 5) La componente cinematica trasla nel tempo il contributo Q_k di un fattore pari a τ_c .

Il contributo complessivo alla sezione di chiusura avviene attraverso la convoluzione dei contributi delle singole celle.

Sulla base di quanto esposto, il modello necessita della definizione dei seguenti parametri validi su tutto il bacino:

α_o	frazione di volume di suolo inizialmente occupata da acqua (stato di umidità iniziale) [/]
RI	coefficiente moltiplicativo del raster della capacità di ritenuta del suolo [/]
IN	coefficiente moltiplicativo della velocità di infiltrazione a saturazione [/]
IP	coefficiente moltiplicativo della componente ipodermica [/]
MT	coefficiente moltiplicativo della velocità di trasferimento [/]
CI	coefficiente ripartizione cinematico-invaso [/]

Le seguenti opere di laminazione possono essere considerate nel modello idrologico:

- Invasi in linea con fessura;
- Invasi in linea con luce a battente;
- Invasi in derivazione.

L'*invaso in linea con fessura* è caratterizzato da una legge di riempimento che lega i volumi e i livelli del tipo:

$$V = a H^b$$

dove a e b sono parametri stimati dalla cartografia e H è l'altezza d'acqua dal fondo dell'invaso.

Gli invasi in linea con fessura sono caratterizzate dai seguenti parametri:

- b larghezza della fessura
- h altezza della soglia sfiorante
- b_1 larghezza della soglia sfiorante

La portata scaricata per H minore dell'altezza della soglia sfiorante h :

$$Q_s = 0.4bH\sqrt{2gH}$$

Per H maggiore della quota della soglia sfiorante

$$Q_s = 0.4bH\sqrt{2gH} + 0.4(b_1 - b)(H - h)\sqrt{2g(H - h)}$$

Gli *invasi in linea con luce a battente* sono caratterizzate dai seguenti parametri:

- b larghezza della luce a battente
- h_1 altezza della luce a battente
- h altezza della soglia sfiorante
- b_1 larghezza della soglia sfiorante

La portata scaricata per H minore dell'altezza della luce a battente h_1 :

$$Q_s = 0.4bH\sqrt{2gH}$$

Per H compreso tra h_1 e $1.5h_1$ si applica una formula di raccordo con la seguente espressione valida per H compreso tra $1.5 h_1$ e la quota della soglia sfiorante h :

Per H maggiore dell'altezza della soglia sfiorante h;

$$Q_s = 0.8bh_1\sqrt{2g(H - 0.5h_1)}$$

$$Q_s = 0.8bh_1\sqrt{2g(H - 0.5h_1)} + 0.4b_1(H - h_1)\sqrt{2g(H - h_1)}$$

Gli *invasi in derivazione* sono caratterizzate dai seguenti parametri:

- b larghezza della soglia sfiorante
- h altezza della soglia sfiorante
- a, b, c parametri della scala di deflusso in prossimità della soglia sfiorante, rappresentata dalla seguente espressione: $Q = a(H_a - b)^c$ dove H_a è l'altezza d'acqua dal fondo della cassa.

La portata sfiorata nella cassa è funzione del livello in alveo calcolato con la scala di deflusso e quello nella cassa calcolato con la legge di riempimento. Nel caso di livello in alveo superiore a quello nella cassa e assumendo che il livello nella cassa sia superiore alla soglia sfiorante si applica la seguente formula per stramazzi rigurgitati:

$$Q_s = b(0.65(H - h) + 0.4(H_a - H))\sqrt{2g(H_a - H)}$$

Il modello idrologico calcola gli apporti alle opere di laminazione derivanti sia dai bacini principali che intermedi. Quindi calcola l'effetto di laminazione di ciascun intervento da monte verso valle provvedendo al trasferimento dei contributi in base al modello misto cinematico-invaso utilizzato per i calcoli idrologici. Un tale approccio consente di verificare in una unica soluzione gli effetti di complessi sistemi in cascata di opere di laminazione fornendo lo strumento per valutare la riduzione di portata non solo a valle dell'opera singola ma anche in prossimità di un obiettivo posto a valle della stessa.

Nel caso specifico del bacino del Saccione, nel modello non sono stati inseriti invasi in quanto non ne esistono né sono previsti.

3.3.2.4.5 Taratura del modello

Si ricorda che il modello utilizzato in questa sede ha la stessa identica struttura del modello utilizzato nello "*Studio del Rischio idrogeologico nella Regione Molise*".

Nell'ambito del suddetto Studio la taratura fu effettuata a scala regionale in base a eventi significativi di piena registrati in varie stazioni idrometriche lungo l'asta del Biferno, utilizzando i dati ad alta risoluzione temporale forniti dall'Ufficio Compartimentale di Pescara del S.I.M.I.. Si rimanda a tale studio per gli approfondimenti.

Pertanto, anche in questa sede, si assumono gli stessi valori dei parametri di taratura già ricavati allora. Solo per il grado di saturazione iniziale (ossia l'aliquota di capacità di ritenuta già indisponibile all'atto dell'inizio dell'evento) è stato modificato il valore originario.

Com'è noto, il valore del grado di saturazione iniziale discende solo in linea di massima dalla taratura sugli eventi reali: si tratta infatti di una variabile che, pur contribuendo a definire la risposta idrologica del bacino, non rappresenta una caratteristica intrinseca di quest'ultimo ma dipende essenzialmente dalla "storia idrologica" ante-evento. Nella pratica il valore di tale parametro viene fissato, una volta definita la forma dello ietogramma sintetico (vedi paragrafo 5.5.1) con l'obiettivo di rendere congruente la stima delle portate di piena per differenti tempi di ritorno tramite modello idrologico con quella ottenuta tramite la statistica diretta sulle stazioni di misura del S.I.M.N..

Non essendo mai state presenti, nel bacino del Saccione, stazioni di misura della portata, il suddetto confronto non è operabile, pertanto si è optato di tener conto della similarità che sussiste tra il bacino del Saccione e quello del Biferno, adottando di conseguenza gli stessi parametri di taratura di quest'ultimo, che si riportano nella TABELLA 27.

Alpha0 – Saturazione iniziale	0.70
IN - Infiltrazione	0.01
RI - Ritenuta	2.00
IP – Ipodermico	0.00
CI - Rapporto cinematico/invaso	0.45
MT - Velocità di trasferimento	0.28

Tabella 27 - Parametri del modello idrologico

Come si può notare il grado di saturazione iniziale Alpha0 è stato modificato. Per le motivazioni, si rimanda al parallelo studio per il “Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Biferno e minori”.

3.3.2.5 Calcolo delle portate di piena

3.3.2.5.1 Definizione dell'input pluviometrico

L'input di precipitazione, in termini di ietogramma, è stato definito sulla base delle curve di possibilità pluviometrica (CPP) ottenute come descritto nei capitoli precedenti. È stato adottato un particolare ietogramma di intensità variabile, noto in letteratura scientifica come *ietogramma Chicago* (Figura 3). Lo ietogramma Chicago prevede la seguente formulazione per la parte antecedente e successiva al picco di intensità della precipitazione:

$$i(t) = n(aT^m) \left(\frac{t_b}{r} \right)^{n-1} \quad \text{per } t \leq t_p$$

$$i(t) = n(aT^m) \left(\frac{t_a}{(1-r)} \right)^{n-1} \quad \text{per } t > t_p$$

dove:

a, n, m parametri della CPP ($h = a d^n T^m$);

T tempo di ritorno (anni) prescelto per l'evento

- t tempo dall'inizio dell'evento;
- t_p tempo di picco;
- t_b tempo mancante al verificarsi del picco;
- t_a tempo trascorso dal verificarsi del picco;
- d durata dell'evento;
- r fattore di fase (determina la posizione temporale del picco)

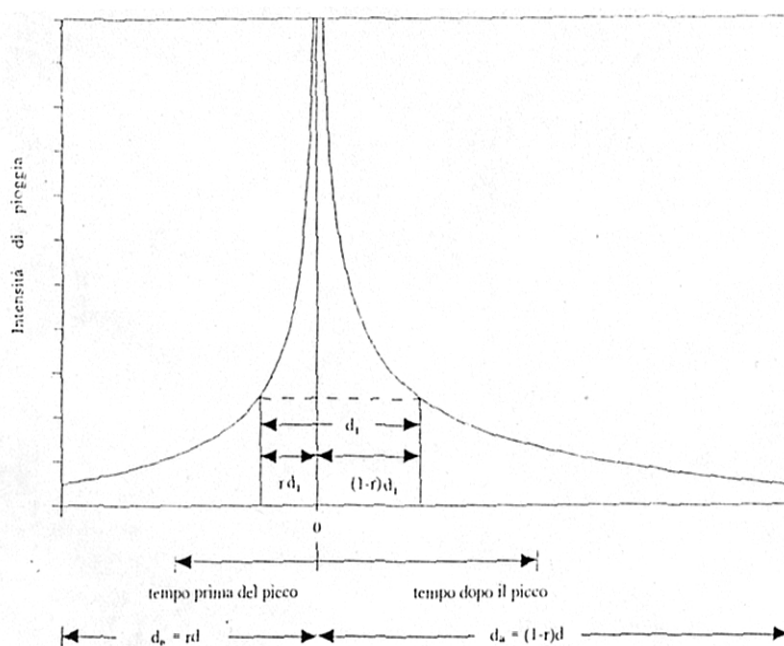


Figura 3– Schema dello ietogramma Chicago

La particolarità di questo ietogramma (che è anche la sua comodità), è quello di racchiudere al suo interno, per tutte le durate minori di quella complessiva t_b , eventi congruenti con la CPP, e quindi di sollecitare sicuramente in modo critico il bacino di volta in volta considerato. La variabilità spazio-temporale della precipitazione è messa in conto attraverso un *coefficiente di ragguglio areale*, K_r , del tipo:

$$K_r = h_A(A, t) / h(t)$$

dove $h_A(A, t)$ è l'altezza di pioggia di durata t raggugliata all'area A e $h(t)$ l'altezza di pioggia di durata t nel centro di scroscio.

Il valore di K_r dipende da tre fattori:

- l'estensione dell'area investita dalla precipitazione;
- la durata considerata;
- l'altezza di pioggia;

Per la quantificazione di K_r si è fatto riferimento alla formula dell'USWB ove alcuni parametri sono modificati per tenere in conto delle caratteristiche del territorio italiano.

$$K_r = 1 - \exp(-\alpha t^\beta) + \exp(-\alpha t^\beta - \gamma A)$$

dove α , β e γ sono i parametri della formula, t [h] la durata della precipitazione e A [kmq] l'area del bacino.

Nel presente caso i parametri della formula adottata sono i seguenti:

- $\alpha = 0.036 aT^m$, dove a , m sono i parametri della CPP, T il tempo di ritorno;
- $\beta = 0.25$;
- $\gamma = 0.01$.

La applicazione del coefficiente di ragguaglio areale allo ietogramma di tipo Chicago è stata condotta applicando la formula separatamente a ciascun intervallo di tempo a cavallo del picco di pioggia in modo da modificare la forma dello ietogramma di progetto in funzione dell'area del bacino a cui questo viene applicato.

Una tale applicazione consente di modificare automaticamente la forma dello ietogramma in considerazione del fatto che le piogge ragguagliate per bacini piccoli mantengono alti valori di intensità che poi diminuiscono all'aumentare della dimensione del bacino fino a divenire assimilabili a precipitazioni di intensità costante per grandi bacini.

La generazione degli idrogrammi di piena è stata condotta utilizzando ietogrammi di durata pari a 24 ore (ossia sicuramente maggiore del tempo di corrivazione dell'intero bacino) e con $r=0.4$.

3.3.2.5.2 Le portate di piena nelle sezioni di interesse a scala regionale

Il modello è stato quindi applicato a un totale di 26 *sezioni di interesse* utilizzando eventi sintetici con tempi di ritorno di 20, 30, 100, 200 e 500 anni; le sezioni sono state così scelte:

- sui corsi d'acqua principali in corrispondenza delle principali confluenze;
- alla foce dei corsi d'acqua minori;
- in corrispondenza di opere di attraversamento o di regimazione per le quali è stata eseguita una verifica idraulica speditiva.

Dette sezioni d'interesse sono state identificate a mezzo di un codice che, in numerosi casi, coincide con il codice adottato all'interno dello "Studio del Rischio idrogeologico nella Regione". Infatti, nell'insieme delle sezioni scelte sono state ricomprese quelle esaminate nel suddetto Studio.

I valori delle portate al colmo, unitamente ad alcuni dati correlati quali ad esempio l'area del sottobacino e le coordinate riga-colonna (nella mappa raster) della sezione d'interesse a cui è riferito il calcolo sono tabulati nell'elaborato di studio allegato II.B.2.1.

Per quanto concerne gli idrogrammi di portata, sono riportati in formato ASCII (con estensione *.dqu) nel CD-ROM nell'elaborato di studio II.B.4.1.

I risultati dell'applicazione del modello idrologico possono differire anche sensibilmente da quelli dello "Studio del Rischio idrogeologico nella Regione" in quanto in questa sede è stato – lo si ricorda – eseguito un affinamento della caratterizzazione pluviometrica dell'area in esame e del modello idrologico.

3.3.2.5.3 Curve di inviluppo

Le portate di piena valutate nelle sezioni di interesse costituiscono un campione di valori di una grandezza per la quale è evidente l'esistenza di una correlazione positiva con l'area del bacino idrografico sotteso.

Tale osservazione ci permette di poter derivare *curve inviluppo*, ossia semplici relazioni sperimentali tra portata al colmo ed area del bacino che forniscono in via speditiva una stima approssimata per eccesso della portata al colmo per qualunque corso d'acqua a qualunque sezione di chiusura; per l'esattezza, la stima con le curve inviluppo è da intendersi come quella di valore più basso tra tutte quelle per eccesso.

Le curve ricavate possono differire leggermente da quelle all'interno dello "Studio del Rischio idrogeologico nella Regione" oltre che per i motivi già esposti al precedente paragrafo anche per l'estensione del campione.

Nelle Figure 4, 5, 6, 7 e 8 sono rappresentate le curve inviluppo prima richiamate a confronto con i dati di portata desunti dalla modellazione idrologica.

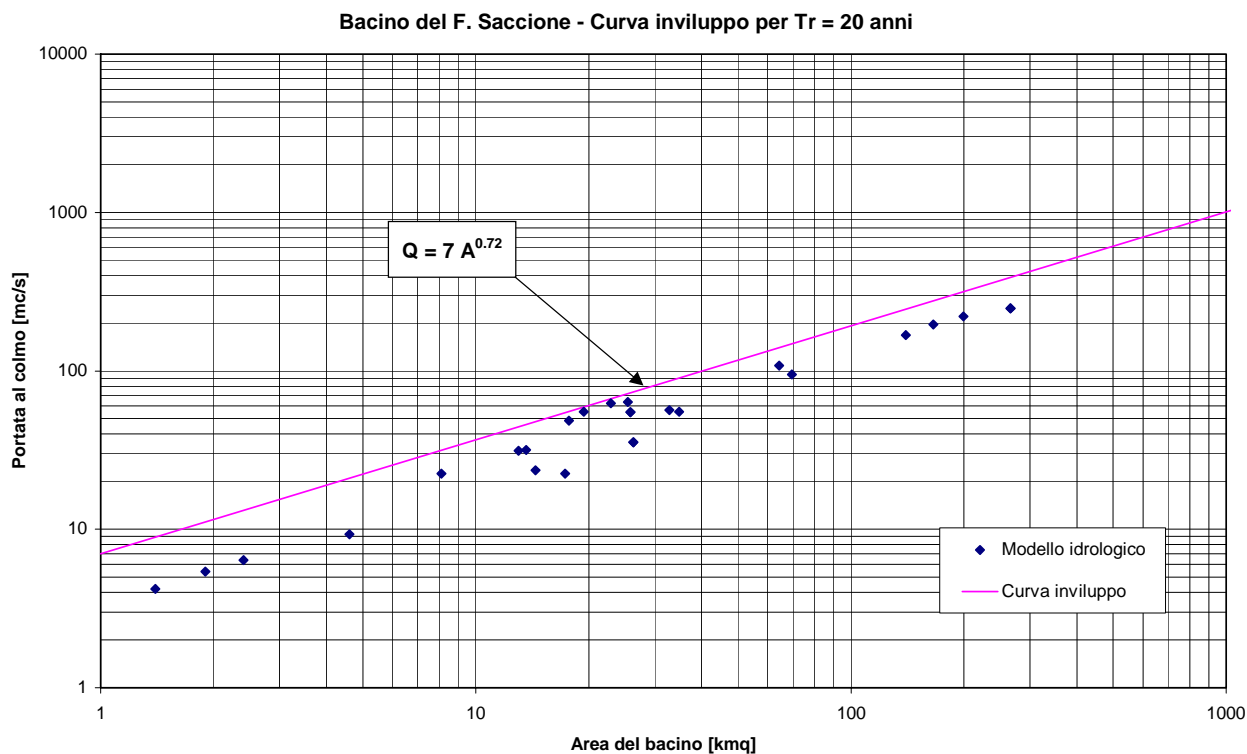


Figura 4

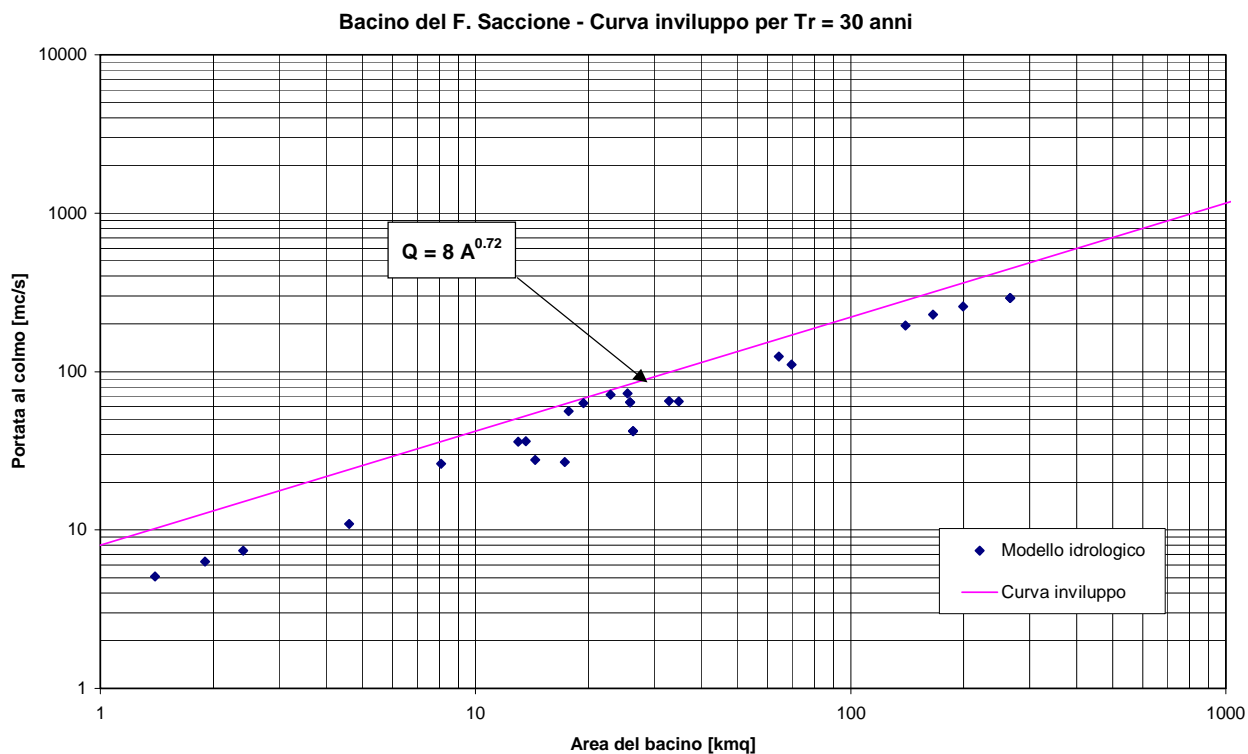


Figura 5

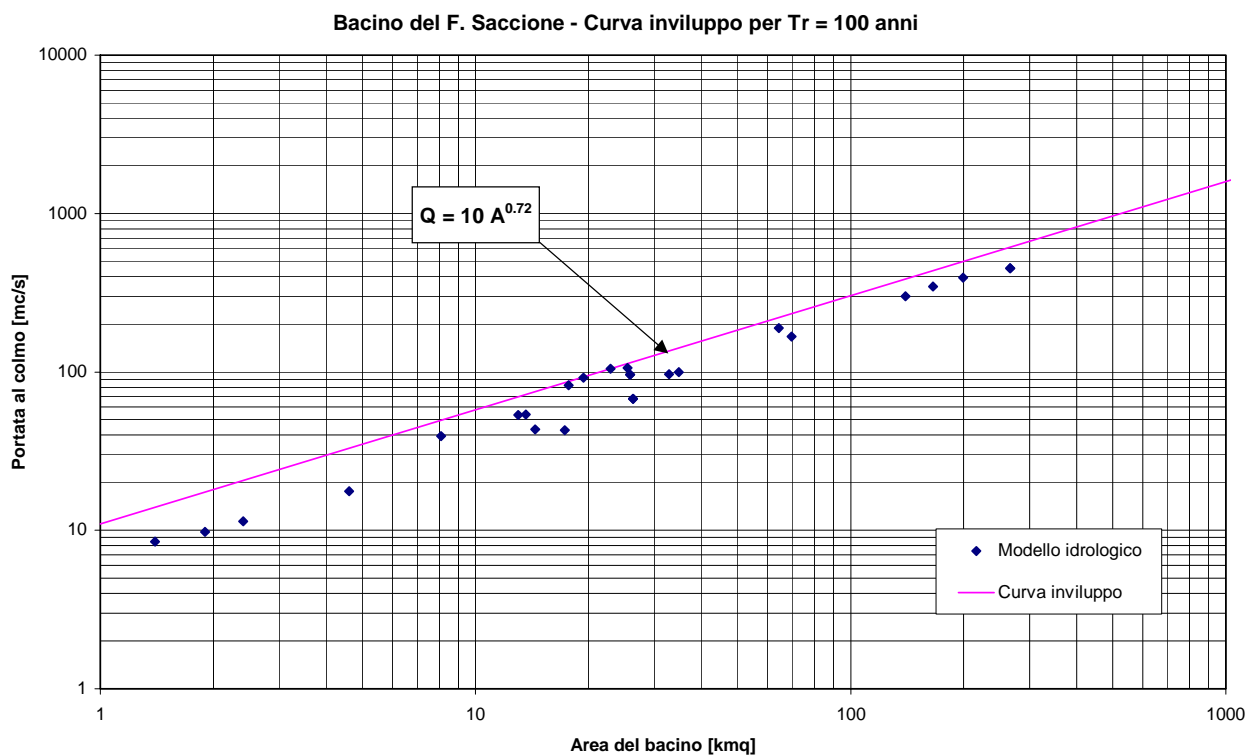


Figura 6

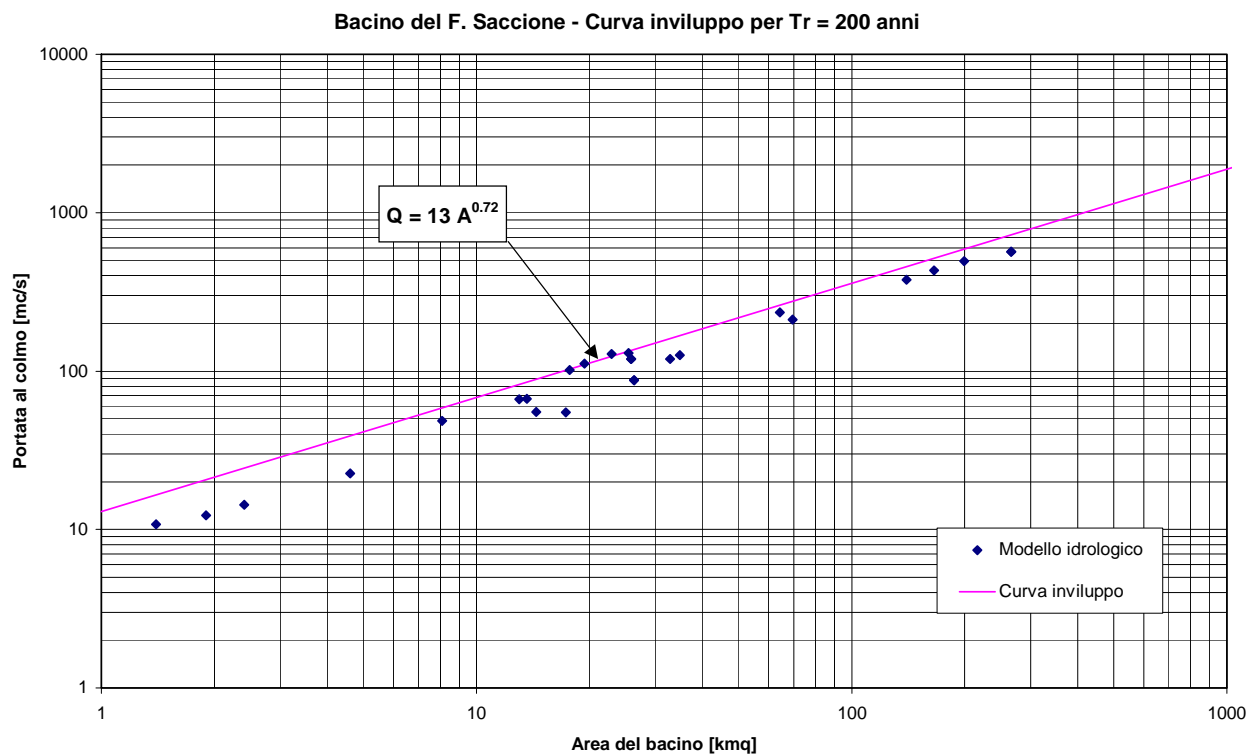


Figura 7

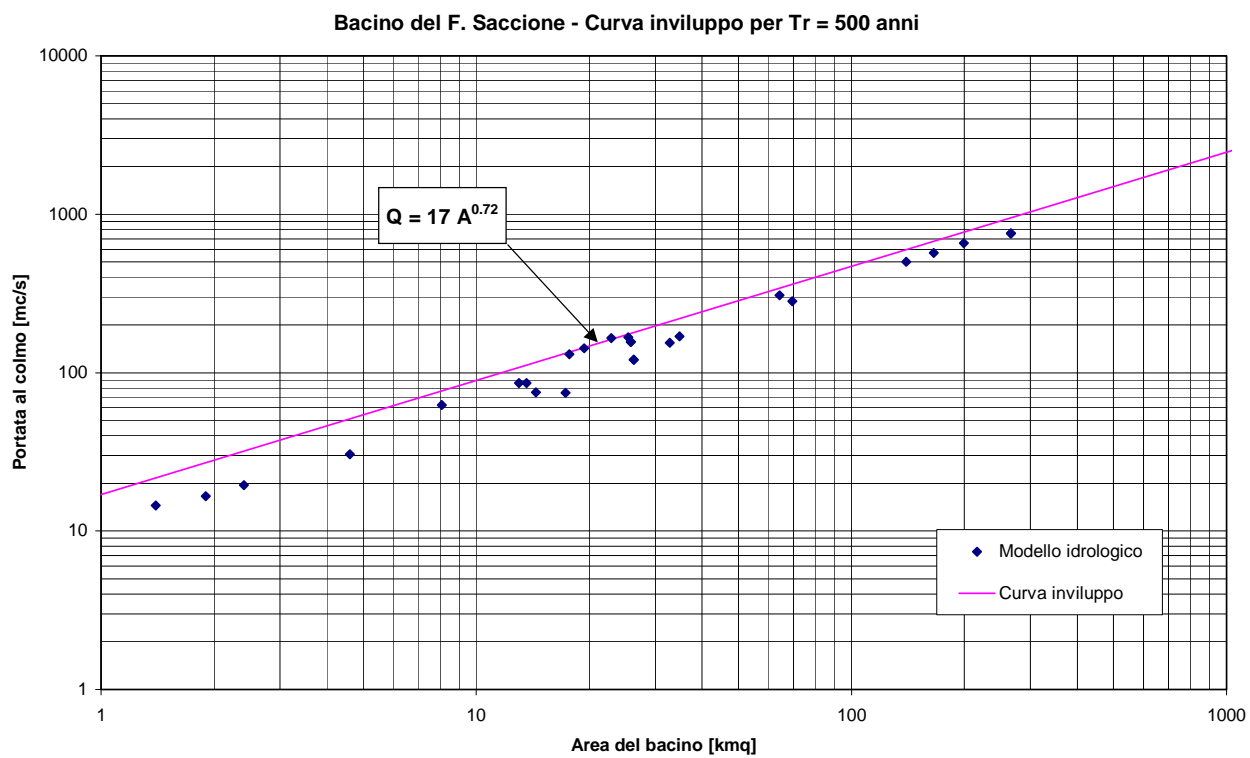


Figura 8

3.3.2.5.4 Le portate di piena per le verifiche idrauliche

Oltre alle sezioni di interesse, il modello è stato ovviamente applicato a tutte quelle sezioni fluviali ove la successiva modellazione idraulica descritta nell'elaborato di studio relazione II.B.1.3 richiedeva un input: tipicamente, oltre che nelle sezioni di monte delle aste fluviali studiate idraulicamente, anche nelle sezioni in prossimità di importanti confluenze di corsi d'acqua minori.

Si rimanda al paragrafo 3.3.3.2 per la conoscenza dei dettagli su tali idrogrammi di input, che sono stati ricavati ad hoc con regole particolari, tali da limitare di fatto alla predetta verifica idraulica il loro campo applicativo.

3.3.2.5.5 Considerazioni finali circa l'affidabilità delle stime

E' opportuno ricordare che i valori delle portate al colmo di piena forniti dal modello idrologico per le sezioni di interesse, così come quelli utilizzati come input della successiva modellazione idraulica dei tratti fluviali oggetto di studio (fiume Saccione), sono affetti dall'incertezza che caratterizza la stima di tutte le grandezze idrologiche in generale. L'entità di tale incertezza è il risultato, oltre che delle semplificazioni del modello teorico, anche di tutta la variabilità da cui sono affette le grandezze attraverso le quali si perviene alla stima finale della portata.

Al riguardo, si osservi che la stima delle portate di piena può essere condotta attraverso due strade completamente indipendenti: quella appunto della modellazione idrologica (stima indiretta) e quella della modellazione statistico-probabilistica (stima diretta).

La stima indiretta tramite modello distribuito presenta i seguenti inconvenienti:

- richiede un notevole numero di dati ed elaborazioni, tra cui quelle per ottenere le curve di probabilità pluviometrica
- i parametri necessitano di taratura su un certo numero di eventi reali
- necessita della definizione del valore del grado di saturazione iniziale del suolo e del coefficiente di ragguaglio areale delle precipitazioni

tuttavia ha notevoli pregi:

- l'omogeneità della stima distribuita della portata
- la possibilità di verificare la bontà delle misure di portata attraverso il controllo del bilancio idrologico e pertanto di mediare eventuali errori di misura
- l'utilizzo, come input, dei dati pluviometrici, i quali, oltre ad essere caratterizzati da buona distribuzione spaziale e da lunghe serie storiche, non sono affetti da sensibili errori di misura come i dati di portata e pertanto anche la statistica è più affidabile

La stima diretta, di converso, presenta solo il pregio di essere più veloce e, appunto, di essere diretta, possedendo invece numerosi difetti:

- la misura delle portate di piena è facilmente affetta da un errore peraltro non facilmente evidenziabile, in buona parte imputabile alla scala di deflusso utilizzata

- la stima, essenzialmente puntuale, è difficilmente estensibile, a causa della variabilità climatica e alla non-linearità della risposta idrologica, ad altre sezioni fluviali anche dello stesso bacino
- le serie dei dati di portata disponibili sono generalmente meno lunghe di quelle di precipitazione e questo determina un maggiore errore di stima probabilistica, in buona parte riducibile utilizzando metodi di regionalizzazione come la TCEV;

L'esistenza di due metodologie alternative indipendenti e parallele, per la stima delle portate, permette tuttavia di eseguire verifiche trasversali e di mettere quindi in luce eventuali errori di misura, come è stato riscontrato, ad esempio, per alcune stazioni idrometriche; permette inoltre, dal confronto delle curve probabilistiche di crescita della portata ottenute coi due metodi, di modulare opportunamente quei parametri del modello idrologico, come il coefficiente di ragguaglio areale ed il grado di saturazione iniziale da adottare che costituiscono due incognite di difficile valutazione.

Va peraltro osservato come la stima della portata sia finalizzata - come nel caso di questo studio - alla determinazione dei livelli idrometrici di piena e delle aree inondabili e che, a causa del particolare legame non lineare tra portate e livelli, ad errori di stima sulla portata corrispondono errori di stima sui livelli che, per portate alte, sono percentualmente molto minori.

3.3.3 Analisi idraulica e geomorfologica

L'analisi idraulica e geomorfologica storico-inventariale è finalizzata a definire la vocazione del territorio ad esser soggetto ad inondazioni da parte dei corsi d'acqua che lo attraversano, ossia, in ultima analisi, il differente grado di pericolosità idraulica.

Gli approcci sono due e fra di loro complementari, per quanto non necessariamente si escludano a vicenda, in funzione delle informazioni disponibili:

- l'analisi idraulica è riservata alla parte più significativa dell'area di studio, in sostanza le fondovalli più urbanizzate, che coincidono con quelle più larghe e quelle ove i corsi d'acqua principali hanno subito maggiori processi di antropizzazione;
- l'analisi geomorfologica storico-inventariale, meno rigorosa della prima, è applicata invece alle restanti fondovalli ritenute degne di studio

Sia i tempi di ritorno esaminati per il primo tipo di analisi, sia la classazione geomorfologica per il secondo tipo, sono gli stessi utilizzati nel recentissimo studio per il "*Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del Trigno – parte abruzzese*", nonché nel precedente "*Studio del rischio idrogeologico nella Regione Molise*".

Per l'analisi idraulica si è fatto uso della modellazione idrologica messa a punto e dei rilievi topografici esistenti e integrativi. Per quella geomorfologica storico-inventariale si è fatto uso della fotointerpretazione, dei risultati dei sopralluoghi condotti, delle informazioni reperite presso la Pubblica Amministrazione e spesso anche della modellazione idrologica (ai fini di verifiche idrauliche speditive localizzate).

3.3.3.1 Definizione del quadro conoscitivo

Preliminarmente alle analisi idrauliche e su base geomorfologica storico-inventariale si è provveduto ad esaminare il materiale reperito durante la fase di acquisizione (vedi elaborato di studio Relazione I.AB.1) onde estrarre le informazioni e i dati utili per questa fase di analisi.

A tal fine, l'attenzione si è focalizzata:

- sugli studi già eseguiti in merito alla inondabilità delle aree di fondovalle;
- sulle informazioni riguardanti le inondazioni storiche e i danni causati.

3.3.3.1.1 Rilievi e dati territoriali

Sul reticolo del bacino del Saccione non sono stati reperiti rilievi esistenti, pertanto è stata condotta una campagna di rilievi apposita, che è descritta nel paragrafo 3.3.1, a cui si rimanda per maggiori dettagli.

Riguardo a sezioni fluviali di opere idrauliche e infrastrutturali, gli Enti interpellati non hanno fornito materiale utilizzabile.

Per la cartografia di base, ai fini soprattutto del tracciamento delle aree inondabili, si è fatto uso della C.T.R. 1:5.000 della Regione Molise, che presenta un ottimo grado di dettaglio, per quanto riguarda la porzione molisana del bacino. Per la porzione pugliese, in mancanza di una carta tecnica (in fase di allestimento), si è fatto uso della serie delle Ortofoto AIMA 1:10.000; di una certa utilità, pertanto, sono risultate le tavole della cartografia realizzata dal Consorzio Basso Biferno nel corso degli anni 1954-78 alla scala 1:5.000, che, per quanto ormai datate, riportano con un buon grado di dettaglio le curve di livello.

Per la caratterizzazione altimetrica del terreno, ai fini dell'utilizzo del modello di inondazione, si è utilizzato il DEM 40x40 m fornito dalla Regione Molise (per la parte molisana) ed il DEM 20x20 m fornito dal Ministero dell'Ambiente (per la parte pugliese).

3.3.3.1.2 Studi esistenti e dati storici

Sono stati interpellati numerosi Enti ai fini di acquisire eventuali studi sulle aree inondabili o sulle passate inondazioni.

Si elencano di seguito gli studi che sono stati ritenuti più significativi.

Il più importante, e anche il più recente, è lo “*Studio del rischio idrogeologico nella Regione*” (Regione Molise, 2001). Esso contiene, oltre a numerosi dati territoriali e idrologici:

- le aree storicamente inondate (le fonti sono differenti, ma sostanzialmente vengono attinte informazioni dal catalogo piene AVI del CNR-GNDCI e dalla Carta del Rischio Idrografico 1:100.000 redatta dalla Regione Molise);
- le perimetrazioni delle aree inondabili eseguite nel “Piano straordinario ex D.L. 180/98” dall'Autorità di Bacino per tempi di ritorno;

- le perimetrazioni delle aree inondabili per tempi di ritorno 30, 100, 200 anni ricavate con lo stesso modello idrologico idraulico utilizzato in questo Studio.

Tuttavia, per il bacino del Saccione, il suddetto studio non solo non documenta alcuna inondazione passata, ma non contempla alcuna perimetrazione di aree inondabili.

Il secondo studio significativo è il “*Piano Straordinario delle aree a rischio idrogeologico molto elevato*” ex D.L: 180/98 (Regione Puglia, 1999), che contiene due sole schede descrittive per il fiume Saccione.

Tuttavia, per ampliare il quadro conoscitivo, sono state effettuate numerose richieste, per il tramite dell’Autorità di Bacino, agli enti della Pubblica Amministrazione, in particolare Comuni e Comunità Montane, con la speranza di ottenere dati con maggior dovizia di dettagli.

Le informazioni addizionali raccolte, soprattutto in merito alle aree inondate e per le quali erano stati segnalati danni, sono state riportate per quanto possibile sulla cartografia di base, nella carta delle aree inondate degli elaborati di studio TAVOLE II.B.3.5.1-5.

In particolare, per il bacino del Saccione sono state ritenute di una qualche utilità le seguenti informazioni fornite dall’Ufficio del Genio Civile di Foggia e dal Consorzio di Bonifica Larinese:

- segnalazione di danni ricevuti da privati a causa delle esondazioni del T. Saccione in loc. Ponte Saccione nel Comune di Chieuti;
- varie richieste di interventi sul T. Saccione e sul T. Bivento in loc. Ponte Barbieri nel Comune di Chieuti;
- segnalazione di danni ricevuti da privati a causa delle esondazioni del T. Saccione e del T. Mannara nei Comuni di S. Martino in Pensilis e Serracapriola.

3.3.3.2 Analisi idraulica

La modellazione idraulica ha riguardato tutte le aste fluviali per le quali sono stati appositamente effettuati in questa sede dei rilievi. Si tratta in sintesi della seguente asta:

- F. Saccione da Ponte Saccione alla foce, per una lunghezza di circa 10 km;

Entrando nel merito della modellistica idraulica, è stata generalmente adottata una schematizzazione mono-dimensionale di moto vario, per tener conto dei fenomeni di riduzione del colmo di piena dovuti alla naturale laminazione in alveo e alle eventuali esondazioni.

Un modello di moto permanente, meno oneroso, non è infatti in grado di simulare tali fenomeni, che invece possono essere rilevanti per quei corsi d’acqua che scorrono in alvei poco pendenti quali buona parte di quelli presi in esame.

Solo un modello di moto vario, inoltre, può simulare un evento di piena in un sistema idraulico complesso in cui ogni corso d'acqua ha tempi di risposta propri e pertanto sussistono sfasamenti temporali tra le onde di piena che talvolta possono risultare anche determinanti nelle modalità di svolgimento del fenomeno inondativo.

Si precisa che gli effetti laminativi dovuti a invasi artificiali eventualmente presenti lungo le aste fluviali sono già stati tenuti in debito conto, ed esplicitamente, nel modello idrologico.

La modellazione idraulica pertanto è stata eseguita in moto vario, ma secondo due schemi alternativi:

- ove il corso d'acqua esaminato non presenta arginature in rilevato ed il relativo fondovalle si presenta di larghezza contenuta, lo schema impiegato è stato quello del moto mono-dimensionale puro, utilizzando all'uopo sezioni trasversali sufficientemente estese per comprendervi tutto l'alveo di piena straordinaria; nelle aree golenali si è generalmente fatta l'ipotesi che siano prevalenti i fenomeni di accumulo su quelli di trasporto: dette aree pertanto non partecipano al moto ma contribuiscono alla laminazione dell'onda di piena;
- ove il corso d'acqua presenta, al contrario, arginature in rilevato, oppure il suo fondovalle è sensibilmente largo, si è integrato il modello mono-dimensionale puro con un modello di esondazione a macro-celle, ottenendo così un modello quasi-bidimensionale tipo Cunge.

La risoluzione spaziale adottata è variabile secondo la disponibilità dei rilievi, mediamente una sezione ogni 400 m. In generale si è cercato di commisurare ove possibile la distanza tra due sezioni idrauliche consecutive alla larghezza del corso d'acqua, e comunque in modo da rappresentare idraulicamente tutte le maggiori discontinuità presenti quali attraversamenti, briglie, traverse, ecc.. Fenomeni localizzati a scala inferiore ai 400 m pertanto possono non risultare descritti, ma ciò è pienamente giustificato in considerazione della scala dello Studio.

Quanto alla risoluzione temporale, sono stati utilizzati idrogrammi a scansione di 30' e questa è anche la scala temporale della simulazione idraulica, che può considerarsi idonea date le ampiezze dei bacini idrografici e quindi i tempi di risposta tipici di questi sistemi.

Per le aree oggetto dello studio idraulico sono state quindi definite le *aree inondabili* per i suddetti tempi di ritorno di 30, 100, 200 e 500 anni, sulla base dei livelli idrometrici raggiunti in alveo e nelle macro-celle in cui sono state suddivise le aree di potenziale esondazione.

3.3.3.2.1 Il modello di moto vario

Le equazioni complete del moto vario, nella loro formulazione generale di De Saint Venant, esprimono le caratteristiche idrauliche (portata, carico piezometrico, altezza d'acqua, velocità) in funzione del tempo e dello spazio. Una opportuna equazione permette la stima delle dissipazioni energetiche sia a carattere concentrato sia di tipo distribuito.

La risoluzione dello schema di moto viene ottenuta per via numerica, discretizzando le equazioni nel dominio spazio-temporale mediante opportuni schemi numerici. La soluzione viene pertanto ottenuta solo nei punti di discretizzazione (e non con continuità su tutto il

dominio). Tali punti sono rappresentati dalle sezioni geometriche rilevate (*discretizzazione spaziale*) e dalla scansione temporale utilizzata nella rappresentazione dei fenomeni (*discretizzazione temporale*).

Il grado di risoluzione che si ottiene deriva quindi dalla densità delle sezioni rilevate e, per lo schema di moto vario, anche dal passo temporale adottato.

Il modello si basa sulle equazioni di continuità e di moto per una corrente liquida incomprimibile e unidirezionale in condizioni non stazionarie; tali equazioni risultano, rispettivamente:

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} + q(x) = 0$$

$$\frac{\partial H}{\partial x} = -\frac{1}{g} \frac{\partial U}{\partial t} - J$$

in cui:

- A = area della sezione liquida;
- Q = portata;
- q(x) = portata laterale (positiva se entrante);
- H = carico totale della corrente;
- g = accelerazione di gravità;
- U = velocità media della corrente;
- J = perdite di carico effettivo per unità di lunghezza;
- x = ascissa corrente lungo l'alveo;
- t = tempo.

La perdita di carico effettivo può essere stimata con un'equazione analoga a quella adottata per il moto uniforme:

$$J = \frac{U|U|}{gC^2R}$$

ove, oltre ai simboli già noti, R è il raggio idraulico e C il coefficiente di resistenza esprimibile nella forma:

$$C = \frac{KsR^{\frac{1}{6}}}{\sqrt{g}}$$

ove $Ks [m^{\frac{1}{3}}s^{-1}]$ è il coefficiente dimensionale di scabrezza di Gauckler-Strickler.

Per includere nel modello gli effetti dissipativi indotti da variazioni di sezione, quali allargamenti o restringimenti, si sono valutate le perdite di carico effettivo addizionali, ΔH , mediante la formula:

$$\Delta H = \frac{Q^2}{2g} \xi \Delta (\alpha / A^2)$$

ove α è il coefficiente di ragguaglio della energia cinetica e ξ può assumere valori compresi tra 0.1 e 0.8, maggiori nel caso di allargamento della sezione e minori nel caso di restringimento.

La risoluzione delle equazioni sopra descritte viene svolta per via numerica, discretizzandole opportunamente alle differenze finite, e associandovi appropriate condizioni al contorno.

Le precedenti equazioni sono state risolte in forma implicita approssimando alle differenze finite le derivate e operando una media pesata per gli altri termini. In particolare sono state utilizzate le seguenti formulazioni:

$$A = p_s p_t A_i^k + p_s (1 - p_t) A_i^{k+1} + (1 - p_s) p_t A_{i+1}^k + (1 - p_s) (1 - p_t) A_{i+1}^{k+1}$$

$$\frac{\partial A}{\partial s} = p_t \frac{A_{i+1}^k - A_i^k}{\Delta s} + (1 - p_t) \frac{A_{i+1}^{k+1} - A_i^{k+1}}{\Delta s}$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} = p_s \frac{A_i^{k+1} - A_i^k}{\Delta t} + (1 - p_s) \frac{A_{i+1}^{k+1} - A_{i+1}^k}{\Delta t}$$

dove p_s è il peso della media spaziale e p_t il peso della media temporale (l'indice k è riferito al tempo e l'indice i allo spazio). I valori utilizzati per p_s e p_t sono rispettivamente di 0.5 e 0.45 che dalle prove effettuate risultano essere i più affidabili per la risoluzione del sistema.

Il modello fornisce la risoluzione delle equazioni in corrispondenza dei nodi di una griglia spazio-temporale ove, in corrispondenza delle sezioni fluviali predefinite, al variare del tempo si ricavano i valori delle grandezze idrauliche (portata, velocità, carico piezometrico, etc). A ciascun passo il programma bilancia le equazioni di moto e di continuità in modo iterativo fino al raggiungimento di una correzione su portate e livelli inferiore a una soglia prefissata.

Il modello consente la verifica in condizioni di corrente lenta ($Fr < 1$), veloce ($Fr > 1$) o mista veloce-lenta. Nella situazione reale, a causa di salti di fondo o di singolarità quali bruschi restringimenti di sezione, generalmente presenti su un corso d'acqua naturale o antropizzato che sia, il moto avviene in quest'ultimo regime di corrente, tuttavia è consigliato eseguire la simulazione in condizioni di corrente lenta, come è stato fatto nel caso in esame.

Lo schema di calcolo di corrente lenta è giustificato dal fatto di ottenere livelli idrometrici maggiori rispetto alla realtà, ponendoci quindi in condizioni di sicurezza nei confronti anche di eventuali rigurgiti in alveo che si possono verificare a causa di ostruzioni dovute ai materiali trasportati dalla corrente.

Nell'ipotesi di corrente lenta, le condizioni al contorno da imporre al sistema prima definito possono consistere nella attribuzione di una scala di deflusso nella sezione di chiusura di valle, del tipo:

$$Q = a(h - h_0)^c + q_0$$

dove a , b , c e q_0 sono i parametri della scala di deflusso, mentre nella sezione di testa (o le sezioni di testa, nel caso di tronchi fluviali tra loro connessi studiati come sistema unico) vengono definiti idrogrammi di portata.

In alternativa alla scala di deflusso, nella sezione di valle può essere imposto un livello costante o variabile nel tempo.

Nel caso di condizioni locali di corrente veloce, la profondità viene fissata sul valore critico: nei tabulati delle verifiche idrauliche (elaborato di studio allegato II.B.2.6) il verificarsi di questa eventualità viene segnalato con un asterisco a fianco della sezione nella quale si è verificato il raggiungimento della condizione critica.

Qualora, com'è il caso di un corso d'acqua naturale, l'asta oggetto di modellazione riceve affluenti lungo il suo percorso, questi vengono tenuti in considerazione con immissioni di portata concentrate nella sezione fluviale immediatamente a valle della confluenza.

3.3.3.2.2 Il modello di inondazione

Nelle situazioni in cui si è fatto ricorso alla modellazione *mono-dimensionale pura* le quote di inondazione nelle aree adiacenti al corso d'acqua, e quindi i perimetri delle aree inondabili, si ottengono in modo banale per estensione dei livelli idrometrici in alveo.

Ove la modellazione non è possibile per i motivi già detti, si è invece impiegata la modellazione *quasi-bidimensionale tipo Cunge*, integrando cioè il modello mono-dimensionale con quello a macro-celle interconnesse. In questo secondo caso le quote di inondazione coincidono con le quote raggiunte nelle singole celle.

Nel modello tipo Cunge l'area potenzialmente inondabile (in genere viene considerata tale l'intera pianura alluvionale fino al piede della collina) viene immaginata composta da celle elementari connesse idraulicamente tra loro e con l'asta fluviale da soglie sfioranti. La suddivisione in celle delle aree di potenziale inondazione deve avvenire con criteri di massima verosimiglianza del modello alla realtà: pertanto ad ogni struttura di contenimento identificabile sul territorio (quali i rilevati stradali e ferroviari, muri e argini) deve corrispondere il bordo di una o più celle.

Il fenomeno dell'allagamento di ciascuna cella avviene in modo sincrono, cioè non viene messo in conto il tempo effettivo connesso alla reale propagazione sul terreno dei volumi esondati. Quest'ultimo è peraltro di difficile stima, soprattutto in casi di aree fortemente antropizzate, ove la presenza di strutture e infrastrutture condiziona la velocità e le direzioni lungo le quali l'allagamento si propaga.

La simulazione del fenomeno esondativo si basa inoltre sulle seguenti ipotesi.

- 1) I volumi idrici di inondazione si generano esclusivamente *per tracimazione* delle sommità arginali del corso d'acqua. Non sono considerati altri fenomeni quali, ad esempio, il collasso delle strutture arginali o fenomeni di rigurgito diversi da quelli già considerati nel presente studio; anche gli elementi infrastrutturali delimitanti le aree di

potenziale inondazione, quali rilevati stradali, ferroviari, etc, si considerano, al pari degli argini fluviali, tracimabili senza collasso.

- 2) Il fenomeno dell'allagamento di ciascuna cella in cui sono suddivise le aree potenzialmente inondabili avviene con una legge di riempimento del tipo:

$$V = a (h-h_0)^b$$

ove V è il volume di riempimento, h è il livello idrico, mentre i parametri a, b e h₀ possono essere calcolati in base alle caratteristiche morfologiche dell'area.

- 3) Il trasferimento dei volumi di esondazione, sia alveo/cella sia cella/cella avviene con la legge degli stramazzi in parete grossa, con possibilità di funzionamento bidirezionale, in condizioni di deflusso libero oppure rigurgitato in funzione dei livelli a monte e a valle dello stramazzo; la legge di deflusso adottata è la seguente:

$$Q_{12} = L(\mu_1 h_2 + \mu_2 h_1) \sqrt{2gh_1}$$

dove L è la lunghezza della soglia, μ_1 e μ_2 sono pari rispettivamente a 0.65 e 0.4, h₁ e h₂ sono rispettivamente i livelli del pelo libero a monte e a valle, riferiti alla quota della soglia. Mentre la quota di sfioro delle connessioni alveo/cella o cella/cella è in generale ben definibile come la quota inferiore dell'elemento di contenimento che separa le aree stesse, invece la lunghezza del fronte di sfioro ha un valore dipendente in linea di massima dalla densità spaziale delle sezioni fluviali o dalla lunghezza dei lati delle macro-celle, in generale con valori compresi tra 5 e 50 m fissati dalla sensibilità e accortezza del modellatore in modo anche da evitare problemi di instabilità numerica.

La propagazione dei livelli idrici nelle celle avviene pertanto attraverso la sola legge di continuità dei volumi. A tale scopo è necessario considerare il volume accumulato nella singola cella e le sue variazioni dovute agli scambi di portata con le celle circostanti.

L'approssimazione adottata è tanto più accettabile quanto maggiore è il numero di celle in cui vengono suddivise le aree potenzialmente inondabili. Infatti, in tal modo, il riempimento di ciascuna cella è regolato dalle caratteristiche degli sfioratori di collegamento tra le celle che, in funzione della quota e della lunghezza, influenzano la velocità di riempimento della cella successiva.

Ad ogni passo temporale l'equazione di continuità impone il bilancio tra i volumi netti transitati attraverso la cella e la variazione di volume locale, sotto le ipotesi che il volume accumulato in ciascuna cella sia univocamente correlato all'altezza idrica nella cella stessa, e che le portate scambiate siano funzione dei livelli a monte e a valle delle connessioni idrauliche. In particolare, l'equazione di continuità per la generica cella k-esima risulta la seguente:

ove A_{ck} rappresenta la superficie allagata nella cella k-esima, h_k è l'altezza d'acqua relativa, Q_{ki} è la portata scambiata con la cella i-esima adiacente in funzione delle relative altezze

$$A_{ck} \frac{\partial h_k}{\partial t} = \sum_i Q_{ki}(h_k, h_i)$$

idriche e la sommatoria è estesa a tutte le celle in comunicazione diretta con la cella k-esima.

3.3.3.2.3 Input idrologico del modello idraulico

Il modello idrologico ha fornito le condizioni al contorno di monte in termini di idrogrammi di portata in ingresso per la modellazione idraulica.

Tali idrogrammi sono applicati alla sezione di monte di ogni tronco fluviale oggetto di simulazione, nonché, come immissioni di portata laterali, in corrispondenza della confluenza con i maggiori affluenti.

Viene sintetizzato un evento di pioggia di durata fissata su tutto il bacino (24 ore nel nostro caso) e forma assegnata di ietogramma.

Il coefficiente di ragguaglio areale K_r dipende come abbiamo visto dalla durata dell'evento e dall'area del bacino. Nella modellazione in moto vario è necessario conoscere i contributi di ciascun sottobacino afferente in modo da poter simulare la propagazione e l'attenuazione dell'onda di piena. Tali contributi non possono essere calcolati con un valore del K_r che consideri l'area del singolo sottobacino in quanto in tal caso si andrebbe a sovrastimare la portata complessiva nel modello di moto vario. Per questo il K_r viene fissato, per ciascun sottobacino scolante nell'asta modellata, pari a quello del bacino complessivo chiuso subito a valle dell'immissione del sottobacino stesso.

Per il calcolo di K_r viene utilizzata la formulazione già citata ponendo:

- la durata di evento prescelta;
- l'area del bacino sotteso dalla sezione subito a valle della sezione di confluenza;
- il coefficiente a delle linee segnalatrici, sempre mediato sul bacino principale.

Il coefficiente di ragguaglio per calcolare il contributo di ciascun sottobacino K_a viene pertanto calcolato con la seguente formula:

$$K_a = \frac{K_v A_v - K_m A_m}{(A_v - A_m)}.$$

dove: K_v = coefficiente di ragguaglio areale per il bacino di valle; A_v = area del bacino di valle; K_m = coefficiente di ragguaglio areale per il bacino di monte; A_m = area del bacino di monte.

Si ottiene così - e questo è esplicitamente l'obiettivo - la riproduzione di un evento di piena che sollecita in maniera critica l'asta principale nella sua interezza.

Gli idrogrammi di piena di input sono stati calcolati per tempi di ritorno di 30, 100, 200 e 500 anni.

3.3.3.2.4 Applicazione del modello idraulico

Il modello descritto al precedente paragrafo è stato applicato all'asta fluviale del T. Saccione, per il tratto già citato di lunghezza 10 km.

La risoluzione spaziale adottata è variabile secondo la disponibilità dei rilievi, mediamente una sezione ogni 400 m. In generale si è cercato di commisurare ove possibile la distanza tra due sezioni idrauliche consecutive alla larghezza del corso d'acqua, e comunque in modo da rappresentare idraulicamente tutte le maggiori discontinuità presenti quali attraversamenti, briglie, traverse, ecc.. Fenomeni localizzati a scala inferiore ai 400 m pertanto possono non risultare descritti, ma ciò è pienamente giustificato in considerazione della scala dello Studio.

Il posizionamento planimetrico delle sezioni idrauliche utilizzate sono riportate sugli elaborati di studio TAVOLE II.B.3.4.1-5.

Quanto alla risoluzione temporale, sono stati utilizzati idrogrammi a scansione di 30' e questa è anche la scala temporale della simulazione idraulica, che può considerarsi idonea date le ampiezze dei bacini idrografici e quindi i tempi di risposta tipici di questi sistemi.

E' stato utilizzato un coefficiente di resistenza idraulica di Gauckler-Strickler pari a $24 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$, con l'avvertenza che tale valore si riferisce ai conci elementari in cui è discretizzata ogni sezione idraulica, e che il coefficiente K_s complessivo della sezione, ricostruibile a posteriori, può essere superiore anche del 30%, ottenendo valori che appaiono idonei a caratterizzare alvei di piena fortemente vegetati o con trasporto solido grossolano.

Si omette di descrivere le condizioni al contorno di monte, ossia tutti gli idrogrammi di portata in ingresso. Come già accennato, sono stati generati dal modello idrologico sia in testa alle singole aste, sia in corrispondenza delle principali immissioni laterali.

Come condizioni di valle, è stato ipotizzato un sovrizzo del livello del mare di 0.5 m in considerazione della forte eventualità di una concomitanza di condizioni meteomarine avverse.

Nell' elaborato di studio ALLEGATO II.B.2.6 sono riportati i tabulati delle verifiche idrauliche per i tempi di ritorno suddetti di 30, 100, 200, 500 anni, mentre nell' elaborato di studio ALLEGATO II.B.2.7 sono riportate le sezioni fluviali con i livelli idrometrici per gli stessi tempi di ritorno.

3.3.3.2.5 Mappatura delle aree inondabili

Per le aree oggetto dello studio idraulico sono state definite le aree inondabili per i suddetti tempi di ritorno di 30, 100, 200 e 500 anni.

Fatta eccezione per i corsi d'acqua ove si è adottata la modellazione monodimensionale pura, per i quali la mappatura delle aree inondabili è fatta per estensione dei livelli di piena massimi ottenuti in alveo, nei restanti casi si è proceduto con la metodologia di seguito riportata.

In primo luogo è stato allestito il modello di inondazione, nelle seguenti fasi:

- *individuazione delle aree potenzialmente inondabili*: si considerano tali tutte le pianure alluvionali fino all'inizio della zona pedecollinare; si è pertanto utilizzato la cartografia della Regione Molise 1:5000;
- *suddivisione in celle elementari*: sulla base della cartografia indicata al punto precedente vengono individuate le strutture di contenimento ottenendo celle di forme e dimensioni variabili (da pochi ha ad un centinaio di ha);
- *determinazione delle leggi di invaso*: con l'ausilio del DEM a maglia 40x40 m della Regione Molise viene ricavata la *funzione* $V=V(h)$ nella forma di legge di potenza come descritto precedentemente;
- *caratterizzazione delle connessioni idrauliche*: sulla base di quanto ottenuto nelle fasi precedenti e dell'analisi dettagliata delle caratteristiche morfologiche, infrastrutturali e idrauliche del territorio sono state definite le connessioni idrauliche (soglie sfioranti) tra l'alveo principale e le celle, e tra le celle stesse.

Sugli elaborati di studio TAVOLE II.B.3.4.1-5 sono riportate le celle e le connessioni con le loro codifiche

Successivamente il modello quasi-bidimensionale ha fornito, per ogni tempo di ritorno considerato, i valori temporali e quelli massimi (iniluppi) di:

- portate e livelli idrometrici per ogni sezione del reticolo idrografico;
- volumi e livelli idrometrici nelle aree di esondazione ;
- portate transitate attraverso gli elementi di connessione tra l'alveo e le aree e tra le aree stesse.

Con l'ausilio delle curve di livello a 1-5 m riportate sulla carta tecnica 1:5.000 della Regione Molise, e su quella "storica" del Consorzio di Bonifica del Basso Biferno, dalla conoscenza dei livelli idrometrici nelle celle sono stati individuati i perimetri delle aree inondabili, riportati negli elaborati di studio Tavole II.B.3.5.1-5.

Nell'attività di delimitazione delle aree inondabili, un certo margine è comunque riservato alla interpretazione critica del dato fornito dal modello, volta soprattutto a definire i flussi esondativi. L'allagamento di un'area può infatti derivare sia dall'accumulo di volumi idrici (allagamento "statico") sia dal transito dei volumi che si trasferiscono da una zona all'altra: in quest'ultimo caso devono essere determinate, con l'ausilio delle quote riportate sulla cartografia di base, le linee di massima pendenza e quindi i presumibili percorsi di inondazione.

3.3.3.2.6 Principali risultati

I risultati dell'analisi idraulica in termini di aree inondabili per differenti tempi di ritorno sono desumibili con relativa facilità dall'esame della carta delle aree inondabili, riportata negli elaborati di studio Tavole II.B.3.5.1-5, che è più eloquente di qualunque descrizione.

È confermata l'inondabilità, anche per bassi tempi di ritorno, delle aree in cui sono stati segnalati danni.

In particolare, nella loc. Ponte Saccione, sia a monte che a valle della S.S. Adriatica, si verificano allagamenti per $Tr = 30$ anni imputabili in parte anche al rigurgito causato dal ponte, che viene addirittura sormontato.

Un'altra area inondabile per $Tr=30$ anni si trova in sinistra in corrispondenza dei poderi Sant'Adolfo e San Gabriele e quindi in territorio pugliese, per assenza di contenimenti arginali.

Per tempi di ritorno superiori si manifestano diffuse insufficienze delle opere di contenimento, prevalentemente per quelle della sponda pugliese. Vengono interessate aree agricole e qualche abitazione.

3.3.3.3 Analisi geomorfologica e storico-inventariale

L'analisi su base geomorfologica e storico-inventariale è stata adottata per tutti quei corsi d'acqua che per la loro minore ma non per questo trascurabile importanza sono stati esclusi dalla modellazione idraulica, onerosa soprattutto in termini di rilievo topografico.

Si tratta in sostanza delle aree attraversate dai seguenti corsi d'acqua:

- 1) F. Saccione per una lunghezza di circa 18 km a monte di Ponte Saccione;
- 2) T. Sapestra per una lunghezza di circa 11 km a monte della confluenza col F. Saccione;
- 3) T. Mannara per una lunghezza di circa 3 km a monte della confluenza col F. Saccione;
- 4) C.le Bivento per una lunghezza di circa 9 km a monte della confluenza col F. Saccione;
- 5) V.ne Sassi per una lunghezza di circa 3 km a monte della confluenza col F. Saccione;
- 6) V.ne Tre Valloni per una lunghezza di circa 1 km a monte della confluenza col F. Saccione;
- 7) V.ne di Madonna Grande e Canale di bonifica Ramitelli acque alte per una lunghezza complessiva di circa 10 km a monte della confluenza col F. Saccione;

L'analisi geomorfologica è consistita nel distinguere, attraverso la Carta Geolitologica e la fotointerpretazione delle ortofoto AIMA e delle ortofotocarte regionali 1:10.000, le aree inserite nella dinamica fluviale di breve, medio e lungo periodo, con l'obiettivo di fornire una classificazione implicitamente correlata al tempo di ritorno delle inondazioni e quindi utilmente impiegabile nella definizione della pericolosità per la successiva analisi di rischio.

I limiti delle tre aree vengono dedotti, appunto, dall'analisi delle forme del terreno, individuando ove possibile scalini morfologici e discontinuità delle pendenze, nonché da tutta una serie di fattori quali granulometrie del terreno, presenza di vegetazione ecc. che solo l'abilità e la sensibilità del geomorfologo può utilmente interpretare.

Si tratta di una metodologia che può portare a risultati non completamente oggettivi, essendo fondata in buona parte su giudizi personali, ma che permette di avere un'informazione utile in merito alla maggiore o minore vocazione all'inondazione di aree per le quali non sono disponibili altri mezzi di analisi.

Trattasi in prevalenza di fasce di modesta larghezza ai lati delle aste fluviali, che si presentano infatti frequentemente incassate all'interno di gole, ove non sono generalmente presenti né insediamenti né infrastrutture di rilievo.

Il campo di applicazione dell'analisi geomorfologica è limitato ovviamente a quei corsi d'acqua che non presentano interventi di regimazione e opere antropiche, in quanto si tratta di un tipo di analisi che ha il suo presupposto nella modellazione del territorio ad opera di fenomenologie naturali di lunga durata.

Pertanto, ove il corso d'acqua attraversa centri urbani, oppure presenta opere di contenimento artificiali, o è attraversato da ponti, gli unici mezzi di analisi sono quello idraulico e quello storico-inventariale.

Ove l'informazione storica è assente o carente e l'analisi idraulica classica non è possibile per limitatezza di tempi e mezzi, si è ricorsi ad *un'analisi idraulica di tipo speditivo* basata su rilievi puntuali sommari eseguiti nel corso dei sopralluoghi.

Gran parte dei rilievi eseguiti hanno riguardato opere puntuali come ponti, tombature e attraversamenti dei corsi d'acqua.

In questo caso le verifiche sono state eseguite in moto permanente secondo uno schema di corrente lenta.

Invece, nel caso di verifiche di sezioni tipo, la verifica è stata eseguita in moto uniforme stimando la pendenza dell'alveo dalla cartografia disponibile e utilizzando un coefficiente di scabrezza appropriato.

Le portate di verifica sono state calcolate col modello idrologico per tempi di ritorno 30, 200, 500 anni. Tenendo conto dell'ipotesi di assimilazione delle classi di inondabilità geomorfologiche con i tempi di ritorno di inondazione suddetti, si è quindi proceduto all'integrazione dell'analisi geomorfologica con le informazioni desunte da queste verifiche.

L'analisi storico-inventariale è un ulteriore strumento per la classificazione del territorio in fasce di pericolosità, che si affianca all'analisi idraulica e a quella geomorfologica.

Base di partenza per questo tipo di analisi sono le informazioni sulle passate inondazioni, le segnalazioni di danni, le ordinanze di protezione civile, ecc. tuttavia vi è la necessità che tali informazioni consistano o possano tradursi agevolmente in carte degli areali di inondazione, in cui cioè siano ben identificate le estensioni degli allagamenti. È inoltre necessario che queste informazioni siano raccolte su un ampio orizzonte temporale, anche di secoli, al fine di poter svolgere considerazioni in merito alla ricorrenza o eccezionalità dell'evento storicamente verificatosi.

Purtroppo, nella stragrande maggioranza dei casi, si dispone di informazioni frammentarie, estremamente vaghe e su orizzonti temporali limitati.

Dai colloqui intercorsi sia con i tecnici degli Enti Locali, sia con gli stessi abitanti dei luoghi visitati, è apparso come non vi sia memoria di eventi alluvionali e soprattutto come si tenda a non rivestire di importanza eventi accaduti 40-50 anni fa. Tale atteggiamento è giustificato, in parte, dall'urbanizzazione solo recente di molte aree di fondovalle, cosicché, mancando all'epoca dell'accaduto il presupposto oggettivo del danno, non ne è rimasto il ricordo.

Le informazioni raccolte sono state tuttavia utilizzate per individuare le situazioni da analizzare per via idraulica o geomorfologica e verificare i risultati di queste ultime analisi.

3.3.3.3.1 Analisi geomorfologica

Attraverso la *Carta Geolitologica* sopra citata e la fotointerpretazione delle ortofoto AIMA e delle ortofotocarte regionali 1:10.000, è stata definita, su base geomorfologica, la fascia dei terreni alluvionali recenti per tutti i corsi d'acqua sopra elencati, distinguendo aree inserite nella dinamica fluviale di breve, medio e lungo periodo (vedi TABELLA 28), con l'obiettivo di fornire una classificazione implicitamente correlata al tempo di ritorno delle inondazioni e quindi utilmente impiegabile nella definizione della pericolosità per la successiva analisi di rischio almeno per quelle aree per le quali non è stato applicato il modello idraulico.

I limiti delle tre aree vengono dedotti, appunto, dall'analisi delle forme del terreno, individuando ove possibile scalini morfologici e discontinuità delle pendenze, nonché da tutta una serie di fattori quali granulometrie del terreno, presenza di vegetazione ecc. che solo l'abilità e la sensibilità del geomorfologo può utilmente interpretare.

Classi di inondabilità	Descrizione
1	Alveo attivo, aree golenali e alluvioni inserite nella dinamica fluviale di breve periodo
2	Alveo attivo, aree golenali e alluvioni inserite nella dinamica fluviale di medio periodo
3	Alveo attivo, aree golenali e alluvioni di fondovalle inserite nella dinamica fluviale di lungo periodo

Tabella 28 - Classi di inondabilità su base geomorfologica

Si tratta di una metodologia che può portare a risultati non completamente oggettivi, essendo fondata in buona parte su giudizi personali, ma che permette di avere un'informazione utile in merito alla maggiore o minore vocazione all'inondazione di aree per le quali non sono disponibili altri mezzi di analisi.

Le aree così identificate sono riportate negli elaborati di studio TAVOLE II.B.3.5.1-5 (assieme alle aree inondabili ricavate con lo studio idraulico).

Trattasi in prevalenza di fasce di modesta larghezza ai lati delle aste fluviali, che si presentano infatti frequentemente incassate all'interno di gole, ove non sono generalmente presenti né insediamenti né infrastrutture di rilievo.

3.3.3.3.2 Verifiche idrauliche speditive

Il campo di applicazione dell'analisi geomorfologica è limitato ovviamente a quei corsi d'acqua che non presentano interventi di regimazione e opere antropiche, in quanto si tratta di un tipo di analisi che ha il suo presupposto nella modellazione del territorio ad opera di fenomenologie naturali di lunga durata.

Pertanto, ove il corso d'acqua attraversa centri urbani, oppure presenta opere di contenimento artificiali, o è attraversato da ponti, gli unici mezzi di analisi sono quello idraulico e quello storico-inventariale.

Ove l'informazione storica è assente o carente e l'analisi idraulica classica non è possibile per limitatezza di tempi e mezzi, si è ricorsi ad un'analisi idraulica di tipo speditivo basata su rilievi puntuali sommari eseguiti nel corso dei sopralluoghi.

Gran parte dei rilievi eseguiti hanno riguardato opere puntuali come ponti, tombature e attraversamenti dei corsi d'acqua.

In questo caso le verifiche sono state eseguite in *moto permanente secondo uno schema di corrente lenta* imponendo una condizione energetica critica ($Fr=1$) all'uscita dell'opera: la scelta è motivata dal fatto che:

- gran parte degli attraversamenti del reticolo minore sono caratterizzati da un sensibile rapporto di restringimento, obbligando così la corrente a transitare in condizioni critiche
- si tratta quasi sempre di aste fluviali a carattere torrentizio e quindi l'utilizzo di uno schema di corrente lenta è da ritenersi cautelativo.

Predominando in casi del genere gli effetti dissipativi localizzati, non rileva il coefficiente di scabrezza utilizzato.

Invece, nel caso di verifiche di sezioni tipo, la verifica è stata eseguita in *moto uniforme* stimando la pendenza dell'alveo dalla cartografia disponibile e utilizzando un coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler $K_s = 24 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ per i canali naturali e $K_s = 30 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ per quelli rivestiti (tenuto conto del carente stato di manutenzione).

Le portate di verifica sono state calcolate col modello idrologico per tempi di ritorno 30, 200, 500 anni. Si omettono i tabulati delle verifiche, riportando però i risultati, in termini di livelli idrometrici, nell'elaborato di studio ALLEGATO II.B.2.3, ove graficamente sono state sviluppate le sezioni rilevate speditivamente.

Tenendo conto dell'assimilazione delle classi di inondabilità geomorfologiche (Tabella 1) con i tempi di ritorno di inondazione suddetti si è quindi proceduto all'integrazione dell'analisi geomorfologica con le informazioni desunte da queste verifiche.

3.3.3.3.3 Analisi storico-inventariale

L'analisi storico-inventariale è un ulteriore strumento per la classificazione del territorio in fasce di pericolosità, che si affianca all'analisi idraulica e a quella geomorfologica.

Base di partenza per questo tipo di analisi sono le informazioni sulle passate inondazioni, le segnalazioni di danni, le ordinanze di protezione civile, ecc. tuttavia vi è la necessità che tali

informazioni consistano o possano tradursi agevolmente in carte degli areali di inondazione, in cui cioè siano ben identificate le estensioni degli allagamenti.

È inoltre necessario che queste informazioni siano raccolte su un ampio orizzonte temporale, anche di secoli, al fine di poter svolgere considerazioni in merito alla ricorrenza o eccezionalità dell'evento storicamente verificatosi.

Purtroppo, nella stragrande maggioranza dei casi, si dispone di informazioni frammentarie, estremamente vaghe e su orizzonti temporali limitati.

Dai colloqui intercorsi sia con i tecnici degli Enti Locali, sia con gli stessi abitanti dei luoghi visitati, è apparso come non vi sia memoria di eventi alluvionali e soprattutto come si tenda a non rivestire di importanza eventi accaduti 40-50 anni fa. Tale atteggiamento è giustificato, in parte, dall'urbanizzazione solo recente di molte aree di fondovalle, cosicché, mancando all'epoca dell'accaduto il presupposto oggettivo del danno, non ne è rimasto il ricordo.

Le informazioni raccolte sono state tuttavia utilizzate per individuare le situazioni da analizzare per via idraulica o geomorfologica e verificare i risultati di queste ultime analisi.

Le aree storicamente inondate sono riportate anch'esse negli elaborati di studio TAVOLE II.B.3.5.1-5, in genere come informazione puntuale. Solo in alcuni casi è stata attribuita una estensione areale all'informazione.

3.3.4 Definizione della pericolosità e del rischio idraulico

La delimitazione delle aree a rischio idraulico è stata condotta secondo linee metodologiche coerenti con la normativa vigente e in particolare con l'Atto di Indirizzo e Coordinamento del DPCM 29.9.98, che individua i criteri relativi agli adempimenti.

In particolare, nei comma 1 e 2 dell'art. 1 del D.L. 180 dell'11.06.98, si sottolinea la necessità che la perimetrazione delle aree inondabili sia condotta mediante adeguati studi idraulici e idrogeologici, in corrispondenza di eventi associati a tre diversi tempi di ritorno compresi rispettivamente tra 20 e 50, 100 e 200, 300 e 500 anni. La rappresentazione delle aree perimetrate deve essere effettuata su cartografia a scala non inferiore a 1:25.000, mentre la presenza degli elementi a rischio, costituiti da insediamenti, attività produttive e patrimonio ambientale, deve essere individuata tramite cartografia scala minima 1:25.000 (carta degli elementi a rischio) .

La sovrapposizione della carta degli elementi a rischio con quella delle aree inondabili fornisce la carta del rischio classificabile nelle seguenti classi: R1-rischio moderato, R2-rischio medio, R3-rischio elevato, R4-rischio molto elevato.

Prima di illustrare la metodologia di dettaglio utilizzata per la delimitazione delle aree a rischio, si richiamano di seguito alcuni concetti preliminari sulla definizione di rischio.

3.3.4.1 Concetti e definizioni

Una porzione di territorio soggetta a inondazione con conseguenti danni a persone e/o beni viene definita *area vulnerabile*.

Si definiscono *elementi a rischio* (E) le persone, i beni e le attività economiche presenti in un'area vulnerabile.

Gli elementi a rischio e possono essere caratterizzati attraverso:

- la *tipologia* (persone, beni, attività);
- *l'entità o valore* degli elementi (numero di persone, valore economico dei beni);
- la *vulnerabilità* (V) degli elementi, cioè l'attitudine a subire danni per effetto dell'evento di piena. Si esprime mediante un coefficiente compreso tra 0 (assenza di danno) e 1 (perdita totale).

Sia E che V possono variare in funzione dell'evento alluvionale (es.: estensione della zona inondata, modalità di inondazione); a parità di evento E e V possono variare in funzione di fattori casuali come per esempio il periodo in cui si verifica l'evento.

In corrispondenza di ciascun evento i -esimo si definisce il *danno* (D) come prodotto del valore del bene per la sua vulnerabilità:

$$(1) \quad D_i = E_i V_i$$

Per un determinato elemento a rischio e un prefissato periodo di tempo t è il valore atteso del danno totale D_t , opportunamente attualizzato costituisce il rischio (R)::

$$(2) \quad R = A(D_t)$$

per fini pratici risulta accettabile la seguente approssimazione della 2, nota come equazione del rischio o di Varnes:

$$(3) \quad R = EVH_t = DH_t$$

ove H_t è la *pericolosità*, cioè la probabilità di avere nel periodo t almeno un evento calamitoso, V e E rappresentano rispettivamente il valore medio della vulnerabilità e l'ammontare dell'elemento a rischio soggetto a danno.

Da notare che la definizione del rischio espressa dalla 3, peraltro adottata dalla normativa vigente, quantifica il danno sostanzialmente in funzione delle caratteristiche degli elementi a rischio più che in funzione delle caratteristiche dell'evento.

La pericolosità è legata al tempo di ritorno dell'evento calamitoso, T , che esprime l'intervallo di tempo nel quale l'intensità dell'evento viene superata mediamente una sola volta. In particolare, nota la funzione di distribuzione della probabilità di non superamento della portata al colmo Q massima annuale, $F(Q) = P[Q \leq q]$, il tempo di ritorno associato ad un valore della portata q è definito come:

$$(4) \quad T = 1/[1 - F(q)]$$

Il legame tra pericolosità H_t e tempo di ritorno T è espresso dalla relazione:

$$(5) \quad H_t = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^t$$

Le fonti del rischio esprimono le cause che lo determinano. In particolare, il rischio idraulico scaturisce dalla possibilità di danno a persone e/o beni in conseguenza di fenomeni di esondazione.

3.3.4.2 Attività connesse all'analisi del rischio

Le attività connesse all'analisi del rischio possono essere articolate nelle seguenti due fasi:

- 1) **quantificazione del rischio:** comprende la fase conoscitiva-previsionale nell'analisi del rischio. In base all'equazione 3, la valutazione del rischio consiste nella stima della pericolosità dell'evento e del danno conseguente. Nei fenomeni alluvionali, la stima della pericolosità H dell'evento di piena si valuta mediante l'analisi idrologica (Elaborato di studio II.B.1.1). La pericolosità viene in generale espressa in termini di tempo di ritorno, Tr , individuando così eventi di piena per prefissati valori di Tr . La stima del danno ($= E \cdot V$) associato ad un prefissato evento di piena si basa prima di tutto sulla definizione delle aree vulnerabili attraverso il tracciamento delle *mappe di esondazione*. Elementi caratterizzanti le aree sono: *l'estensione delle superfici allagate, i volumi esondati, le massime altezze di sommersione*. Sulla base delle mappe di esondazione sono individuati gli elementi a rischio mediante la sovrapposizione con la Mappa degli Elementi a Rischio.
- 2) **riduzione del rischio:** tale fase comprende tutte quelle attività volte alla *riduzione del rischio* che si realizzano mediante *interventi strutturali e interventi non strutturali*. Gli interventi strutturali tendono a ridurre la probabilità che si verifichi un evento. Gli *interventi non strutturali* mirano invece alla riduzione del danno e comprendono misure di salvaguardia, azioni normative e vincolistiche, attività di pianificazione urbanistica, sviluppo di sistemi di allerta, messa a punto di piani di protezione civile, utilizzo di tipologie costruttive adeguate.

3.3.4.3 Definizione delle classi di pericolosità

La valutazione della pericolosità idraulica è stata condotta utilizzando sia i risultati dell'analisi idraulica (per le aree di fondovalle più importanti, oggetto di rilievo topografico) sia quelli dell'analisi geomorfologica storico-inventariale (per le rimanenti, meno importanti), in modo da coprire tutta l'Area di Studio.

La pericolosità idraulica è stata definita secondo tre classi PI1, PI2, PI3.

Nel caso dei tratti fluviali studiati con il modello idraulico la pericolosità è stata associata al tempo di ritorno, nel caso di aree in cui sia disponibile la sola analisi geomorfologica e storico-inventariale si è proceduto assegnando una pericolosità secondo un criterio tecnico-qualitativo.

In TABELLA 29 si riportano le definizioni delle diverse classi di pericolosità sia per le aree studiate con il modello idraulico che per quelle oggetto della analisi geomorfologica.

Classe di Pericolosità	Tempo di ritorno area inondabile (per le aree studiate su base idraulica)	Tipologia area (per le aree studiate su base geomorfologica)
P3	Inferiore a 30 anni	Alveo attivo, aree golenali e alluvioni inserite nella dinamica fluviale di breve periodo.
P2	Tra 30 anni e 200 anni	Alveo attivo, aree golenali e alluvioni inserite nella dinamica fluviale di medio periodo.
P1	Tra 200 anni e 500 anni	Alveo attivo, aree golenali e alluvioni di fondovalle inserite nella dinamica fluviale di lungo periodo

Tabella 29 – Tabella associativa tra classi di pericolosità idraulica e risultati dell'analisi idraulica e geomorfologica

La Carta della Pericolosità Idraulica è riportata nelle TAVOLE T.04.01-05, elaborato di studio II.B.3.6.1-5 sulla base cartografica costituita dalle foto aeree AIMA alla scala 1:10.000.

3.3.4.4 Individuazione degli elementi a rischio

La cartografia degli elementi a rischio è analoga a quella redatta ai fini dell'analisi del Rischio da Frana., con l'eccezione delle modifiche riportate in TABELLA 30, che scaturiscono da una diversa dinamica dei fenomeni, e pertanto vengono adottate ai fini di una più corretta valutazione del rischio idraulico:

<i>Tipologia uso del suolo</i>	<i>Modifiche rispetto alla classificazione adottata nell'analisi del rischio da frana</i>
Tutte le tipologie della classe 6 ad eccezione dei sistemi colturali e particellari complessi	Dalla classe 6 alla classe 8
Metanodotti	Dalla classe 1 alla classe 3
Sponde dei fiumi	Dalla classe 7 alla classe 5
Colture annuali associate a colture permanenti	Dalla classe 6 alla classe 8
Vegetazione ripariale	Dalla classe 8 alla classe 5
Cave e attività estrattive	Dalla classe 2 alla classe 3
Opere idrauliche	Dalla classe 3 alla classe 5

Tabella 30 – Modifiche alle classi della carta degli elementi a rischio

Si deve ricordare che le aree oggetto di futuri interventi urbanistici sono state classificate e perimetrate in funzione delle conoscenze acquisite nell'ambito del presente studio.

3.3.4.5 Mappatura del rischio idraulico

La valutazione del rischio è condotta sulla base delle indicazioni contenute nell'Atto di Indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1 commi 1 e 2 del decreto legge 11 giugno 1998 n. 180 (DPCM 29/09/1998)".

Il rischio idraulico viene pertanto articolato in quattro classi: RI1, RI2, RI3 e RI4. La attribuzione delle classi di rischio è condotta sulla base di una tabella a due ingressi ove da un lato vi sono le classi di *pericolosità* e dall'altro le classi di *uso del suolo* in analogia con quanto adottato in studi precedenti.

In particolare, nella TABELLA 31 sono elencate le classi di uso del suolo considerate nell'ambito del presente studio, mentre in TABELLA 32 sono riportate le classi di rischio idraulico in funzione della pericolosità idraulica e della classe di uso del suolo.

La mappatura del rischio viene ottenuta mediante la "sovrapposizione" delle mappe degli Elementi a Rischio, rappresentati dalle diverse classi dell'uso del suolo, con quelle della Pericolosità Idraulica, ottenendo in tal modo un'associazione tra il singolo elemento a rischio e la pericolosità dell'area in cui si trova.

Nel caso di aree analizzate su base geomorfologica, per le quali non si conosce il tempo di ritorno dell'inondazione, si è scelto di procedere sulla base delle associazioni già viste in TABELLA 29.

Codice	Uso del suolo
1	Aree edificate urbane continue, autostrade, ferrovie, gallerie, grandi impianti di servizi pubblici e privati, insediamenti industriali e artigianali con spazi annessi, insediamenti commerciali, strade statali, tessuto residenziale continuo denso e mediamente denso
2	Aree per il tempo libero, aree sportive, campeggi, cantieri, insediamento rado, insediamento residenziale a tessuto discontinuo, P.I.P, parchi, strade provinciali, unità industriali e commerciali, Zona C, Zona D, zone edificate discontinue, installazioni speciali
3	Attività estrattive, cave, depuratori, discariche e depositi, metanodotti, strade comunali, tratturi, strade interpoderali
4	Oliveti, vigneti, frutteti
5	Corpi idrici (serbatoi, bacini, canali, estuari, fiumi, torrenti, fossi, paludi), formazioni riparie, opere di ingegneria idraulica, spiagge, dune, sponde fluviali e formazioni riparie, vegetazione ripariale
6	Sistemi culturali e particellari complessi
7	Boschi di latifoglie, aree a ricolonizzazione artificiale e naturale, aree agro-forestali, boschi di conifere e boschi misti
8	Colture annuali associate a colture permanenti, arboricoltura da legno, aree a pascolo, praterie e prati, aree a vegetazione rada, boschi cespugliati, brughiere, cedui matricinati, colture agrarie con spazi naturali importanti, rocce nude, falesie, rupi, affioramenti, seminativi in aree non irrigue, terre arabili con vegetazione continua e discontinua, vegetazione sparsa su calanchi e rocce

Tabella 31 – Classificazione dell'uso del suolo

Codice Uso del suolo	P3	P2	P1
1	R4	R3	R2
2	R4	R3	R2
3	R3	R2	R2
4	R3	R2	R1
6	R3	R2	R1
7	R2	R2	R1
8	R2	R1	R1
5	R1	R1	R1

Tabella 32 – Classificazione del rischio idraulico

La cartografia delle aree a rischio definita con la metodologia prima descritta è riportata nelle TAVOLE T.05.01-05, elaborato di studio II.B.3.7.1-5.

Per le aree che ricadono nelle classi a rischio molto elevato (RI4) e elevato (RI3) è stata svolta un'analisi di dettaglio mirata a evidenziare le condizioni specifiche di rischio in relazione alle caratteristiche dei fenomeni che lo determinano. Per ciascuna di tali aree è stata redatta una Scheda contenente in forma sintetica gli elementi informativi principali per la valutazione del rischio, come di seguito specificato.

3.3.4.5.1 Analisi delle aree a rischio idraulico elevato e molto elevato

Sulla base dei risultati ottenuti dalla sovrapposizione della mappa dell'uso del suolo con quella della pericolosità idraulica sono state individuate e analizzate le aree ricadenti nelle classi R4 e R3 di rischio molto elevato e elevato.

Per ciascuna di tali aree è stata condotta un'analisi di dettaglio finalizzata a:

- verificare l'effettiva corrispondenza dell'uso del suolo mediante confronto con i rilievi aerofotogrammetrici: ciò consente un più corretto inquadramento degli elementi a rischio che la sola mappa dell'uso del suolo, per il livello di risoluzione di cui dispone, non è in grado di offrire;
- individuare le locali condizioni di pericolosità in relazione alle caratteristiche idrauliche dell'evento e alle caratteristiche morfologiche e topografiche del corso d'acqua e del territorio circostante;
- valutare il livello di rischio idraulico mediante analisi ragionata degli elementi conoscitivi specifici considerati e attribuire la classe di rischio corrispondente.

Nel bacino del fiume Saccione in totale sono state individuate 12 aree a rischio molto elevato e elevato.

Per ciascuna di tali aree è stata redatta una Scheda Informatizzata del Rischio Idraulico contenente gli elementi sintetici utilizzati per la definizione del rischio. In particolare, per quanto riguarda la metodologia generale di valutazione e classificazione del rischio nelle suddette aree, sono stati adottati i seguenti criteri:

- • le infrastrutture di attraversamento, quali ponti e viadotti, che dalla procedura automatica di sovrapposizione della carta della pericolosità con quella dell'uso del suolo risulterebbero in classe R4, sono stati declassati nei casi in cui non risultano soggetti a sormonto;
- • agli impianti tecnologici, quali metanodotti e oleodotti, è stata attribuita la classe R3 assumendo l'attraversamento in alveo e valutando il rischio in termini di dinamica d'alveo piuttosto che in termini di inondazione;
- • le aree oggetto di futuri interventi urbanistici sono state classificate e perimetrate in funzione delle conoscenze acquisite nell'ambito del presente studio;
- • alle aree, per la maggior parte appartenenti alle classi di uso del suolo 3 e 4, spazialmente molto limitate e contenute all'interno di altre aree a rischio medio o moderato, è stata attribuita la classe di rischio delle aree circostanti.

L'ubicazione e la mappatura delle aree a rischio idraulico sono riportate nelle TAVOLE T.05.01-05, elaborato di studio II.B.3.7.1-5.

Nella TABELLA 33 per ciascuna classe di uso del suolo si riportano i valori delle aree comprese nelle diverse fasce di pericolosità.

classe uso suolo	Superficie per classi di pericolosità (m ²)			Totale (m ²)
	P1	P2	P3	
1	5000	4000	8000	17000
2	110000	17000	9000	136000
3	18000	24000	29000	71000
4	312000	401000	73000	786000
5	188000	351000	1607000	2146000
6	0	0	0	0
7	309000	323000	45000	677000
8	2402000	5274000	4772000	12448000
Totale	3344000	6394000	6543000	

Tabella 33 – Estensione delle aree a pericolosità idraulica per le diverse categorie di uso del suolo

Nella TABELLA 34 sono riportate le superfici delle aree classificate in funzione dell'uso del suolo e ricadenti nelle classi di rischio idraulico.

Classe uso del suolo	Superficie per classi di rischio (m ²)				Totale (m ²)
	R1	R2	R3	R4	
1	0	5000	4000	8000	17000
2	0	110000	17000	9000	136000
3	0	43000	29000	0	72000
4	312000	401000	73000	0	786000
5	2147000	0	0	0	2147000
6	0	0	0	0	0
7	309000	368000	0	0	677000
8	7676000	4772000	0	0	12448000
totale	10444000	5699000	123000	17000	

Tabella 34 – Estensione aree a rischio idraulico

4 DEFINIZIONE DEGLI INTERVENTI

Le attività di definizione degli interventi per la mitigazione del rischio, sia di tipo strutturale che non strutturale, è stata condotta sulla base delle conoscenze acquisite durante gli studi condotti sul bacino. Sono stati pertanto prodotti i seguenti elaborati specifici che assieme alla relazione generale costituiscono la base per la predisposizione degli Elaborati di Piano:

- Interventi strutturali (R.02 elaborato di studio III.AB.2.1)
- Norme di Piano (A.01 elaborato di studio III.AB.2.2)
- Sistemi di Allarme e Allerta (R.03 elaborato di studio III.AB.2.3)
- Quadro economico (R.04 elaborato di studio III.AB.2.4)

4.1 ATTIVITÀ COMUNI ALLE DUE TEMATICHE

Di seguito si espongono brevemente le attività svolte inerenti indistintamente sia la tematica "Assetto di versante" sia la tematica "Assetto idraulico".

4.1.1 Norme di Piano

La proposta di Norme di Piano predisposte per il bacino del fiume Saccione derivano da quelle proposte per il "Progetto di Piano Stralcio del Bacino del fiume Trigno (territorio abruzzese)".

Tali norme sono state oggetto, rispetto alla prima stesura, di una serie di modifiche condotte dalla Segreteria Tecnica della Autorità di Bacino a seguito delle revisioni del Comitato Tecnico della Autorità di Bacino.

4.1.2 Sistemi di allarme e di allerta

Sono state analizzate le problematiche relative alla predisposizione di un sistema di monitoraggio dei dissesti idrogeologici finalizzato sia alla gestione degli allarmi (monitoraggio in tempo reale) che allo studio dei processi fisici secondo i quali si evolve il bacino idrografico.

Tale sistema si avvarrà delle informazioni provenienti dalle reti di monitoraggio già presenti sul territorio eventualmente ampliate e integrate ove questo sia necessario.

Il sistema di monitoraggio sarà principalmente finalizzato all'acquisizione di dati, misure e rilievi delle principali grandezze fisiche che intervengono nei processi di versante e nella formazione e propagazione degli eventi di piena e che costituiscono la base conoscitiva di riferimento per le attività di previsione, prevenzione e riduzione del rischio.

4.1.3 Quadro del fabbisogno economico degli interventi

Il quadro del fabbisogno economico degli interventi è stato redatto sulla base delle analisi condotte per la riduzione del rischio idraulico e da frana.

Il costo degli interventi è stato valutato sulla base di parametrizzazioni a scala di bacino suddividendo gli interventi per tipologie.

4.2 ATTIVITÀ RELATIVE ALL'ASSETTO DI VERSANTE

4.2.1 Definizione e criteri degli interventi di mitigazione del rischio

Gli studi di approfondimento per gli scenari di rischio (ALLEGATO A.02, elaborato di studio I.A.2.3.b) contengono la sintesi degli aspetti naturali dell'evento che produce rischio, delle sue caratteristiche, degli elementi sui quali è presente o si attende un danno e consentono di predisporre un primo piano di interventi per la mitigazione del rischio.

Tali approfondimenti non possiedono carattere di esaustività in quanto le specifiche condizioni geologiche, idrogeologiche, geotecniche ed idrauliche che deriveranno da studi di dettaglio costituiranno i presupposti imprescindibili per la definizione progettuale degli interventi di sistemazione.

Gli approfondimenti proposti per i diversi scenari indicano le linee di azione da intraprendere, i criteri da adottare e suggeriscono le possibili tipologie di opere da realizzare per la mitigazione del rischio.

Nelle analisi sono state privilegiate, con priorità in termini di urgenza e di impegno economico, gli scenari di rischio che comportano problemi diretti per la pubblica incolumità (vita umana). La presenza di tale bene scaturisce dalla classificazione del territorio di studio attraverso classi con valore intrinseco decrescente.

In ordine di priorità, pertanto, sono stati ordinati gli scenari R4 e, secondariamente, alcuni degli scenari R3. Per i criteri adottati in fase di elaborazione delle priorità si rimanda alla specifica RELAZIONE R.02, elaborato di studio III.AB.2.1.

4.3 ATTIVITÀ RELATIVE ALL'ASSETTO IDRAULICO

4.3.1 Definizione degli interventi strutturali di messa in sicurezza

La definizione degli interventi strutturali, sia sotto il profilo tipologico che economico, risulta ovviamente più approfondita per le aree oggetto di specifico studio idraulico rispetto a quella dedotta per le aree oggetto di indagine su base geomorfologica.

A partire dal quadro conoscitivo sul rischio idraulico possono essere identificate le strategie di intervento sia di tipo strutturale che non strutturale (vincoli sulla destinazione d'uso delle aree stesse e/o norme di edificabilità) in modo da conseguire un'omogenea riduzione del rischio sull'intero territorio regionale.

Nella presente analisi si farà riferimento nello specifico agli interventi di tipo strutturale finalizzati alla riduzione del tempo di ritorno delle inondazioni. Saranno presi in esame sia le possibilità di laminazione delle piene e quindi di riduzione della portata che i possibili interventi per aumentare la capacità di smaltimento del corso d'acqua.

La valutazione della tipologia degli interventi strutturali è definita in funzione di una preliminare valutazione della fattibilità tecnica svolta utilizzando i risultati delle verifiche idrauliche.

L'efficacia degli interventi nella riduzione del rischio idraulico è verificata attraverso la simulazione idraulica dei corsi d'acqua considerati nello scenario di progetto.

I risultati delle analisi descritte forniscono un quadro in base al quale definire gli indirizzi e le proposte operative per la programmazione degli interventi. In particolare, a ciascun intervento viene attribuito un livello di priorità facendo riferimento al tempo di ritorno dell'evento per il quale l'intervento è progettato, classificandolo in *intervento a breve termine* se il tempo di ritorno è di 30 anni, oppure *di lungo termine* se il tempo di ritorno è di 200 anni.

La valutazione dei costi e di conseguenza l'analisi economica è definita su base essenzialmente parametrica.

La finalità ultima degli interventi è comunque la messa in sicurezza per un tempo di ritorno di 200 anni.

Pertanto, gli interventi a breve termine sono quelli che dovrebbero essere realizzati in una prima fase in quanto finalizzati alla messa in sicurezza con tempo di ritorno 30 anni. In modo analogo quelli sul lungo termine sono interventi di seconda fase e sono finalizzati all'integrazione e/o completamento delle opere necessarie alla messa in sicurezza con tempo di ritorno 200 anni.

La parametrizzazione dei costi di ciascun intervento è stata condotta sulla base delle principali dimensioni dell'intervento stesso; ad esempio per le opere di laminazione di è fatto

riferimento al volume invasato mentre le arginature sono state parametrizzate in funzione della loro altezza e della loro lunghezza, sulla base di criteri già adottati in un precedente studio.

4.3.2 Criteri e obiettivi per la definizione degli interventi

Gli interventi per la riduzione del rischio, come già detto nei paragrafi precedenti, possono avere il duplice obiettivo di:

- ridurre la portata al colmo e quindi le corrispondenti altezze idriche;
- incrementare la capacità di smaltimento e contenimento dell'alveo nei tratti critici.

L'individuazione degli interventi è stata pertanto orientata da un lato al reperimento di aree di laminazione per l'abbattimento dei colmi e dei volumi di piena e, dall'altro, alla riprofilatura dei tratti insufficienti e all'adeguamento delle strutture arginali in prossimità dei centri abitati.

Si è scelto di programmare gli interventi nel senso di ridurre progressivamente la pericolosità dei corsi d'acqua, eliminando cioè dapprima le situazioni che originano un'alta probabilità di inondazione e poi quelle che danno luogo a fenomeni inondativi di minor frequenza.

Pertanto sono state previste due fasi temporali consecutive di intervento:

- nella prima vengono realizzate le opere necessarie alla messa in sicurezza da eventi con tempo di ritorno *trentennale* (Tr30); gli interventi di questa fase sono classificati come interventi *a breve termine*, in quanto di maggior urgenza;
- nella seconda si eseguono le opere per la messa in sicurezza da eventi con tempo di ritorno *duecentennale* (Tr200); detti interventi sono classificati pertanto come interventi *a lungo termine*.

Naturalmente gli interventi a breve termine possono apportare benefici anche nei confronti delle piene duecentennali; anzi, molti di essi (ad es. gli interventi a breve termine sui ponti) sono progettati in modo da essere definitivi, cioè pienamente validi anche nei confronti delle piene duecentennali

Prima di elencare gli interventi per ciascun corso d'acqua occorre premettere le seguenti considerazioni:

- l'individuazione degli interventi si basa sull'analisi idrologico-idraulica svolta in precedenza, mediante la quale sono state definite e quantificate le condizioni di rischio;
- l'analisi risente, ovviamente, della qualità e quantità dei dati disponibili utilizzati che, per l'intero bacino, non possono che fornire indicazioni correlate alla scala spazio-temporale caratteristica dei dati stessi;
- è pertanto possibile che, ad un dettaglio maggiore, le caratteristiche degli interventi possano differire in maniera più o meno sensibile in funzione del grado di approssimazione che necessariamente si basa sul livello conoscitivo di partenza. E' altresì

possibile che, sempre per gli stessi motivi, situazioni critiche non siano state evidenziate nell'indagine qui effettuata;

- l'analisi è stata svolta sulla base di livelli di indagine diversi: di tipo analitico, ove ricadono le verifiche svolte utilizzando la modellistica idrologico-idraulica, di tipo speditivo, ove le verifiche sono state condotte mediante modelli idraulici semplificati, di tipo geo-morfologico, ove le analisi sono state svolte sulla base delle sole caratteristiche morfologiche del corso d'acqua in relazione alle aree circostanti;
- le condizioni di rischio considerate, e conseguentemente gli interventi individuati, sono pertanto correlati al diverso livello di indagine utilizzato per i corsi d'acqua esaminati. Nel seguito, per ciascun corso d'acqua saranno descritti gli interventi definiti sulla base dei criteri sopra descritti, premettendo per ciascuno il livello di indagine dal quale scaturisce. In particolare, per i livelli di tipo speditivo e geomorfologico, la priorità di intervento è specificata nel caso in cui sia associabile a eventi con tempi di ritorno di 30 anni (interventi a breve termine e alta priorità). Ove non specificato, gli interventi riconducibili a queste due tipologie di indagine, sono da considerarsi associati a tempi di ritorno pari a 200 anni (interventi a lungo termine e bassa priorità).

4.3.3 Verifica idraulica degli interventi strutturali di messa in sicurezza

Gli interventi proposti sono stati verificati mediante la modellazione idrologica e idraulica utilizzata per l'analisi delle condizioni nello stato attuale.

In particolare, sulla base dei risultati ottenuti nella verifica in assenza di interventi (stato attuale), le condizioni critiche sono state adeguate mediante le diverse tipologie di intervento adottando le seguenti metodologie di schematizzazione:

- per i tratti di adeguamento arginale, l'eliminazione delle condizioni di esondazione per tracimazione è stata ottenuta mediante il contenimento dei massimi livelli di piena confinando il deflusso all'interno di appositi marcatori d'alveo inseriti all'interno del modello di simulazione;
- il controllo dei fenomeni esondativi attuato tramite le casse di espansione è stato simulato trasformando aree che, allo stato attuale, risultano soggette ad allagamento per eventi con tempi di ritorno tra 30 e 200 anni. La simulazione in tal caso è stata condotta assumendo la stessa morfologia delle aree inondabili già utilizzata nella verifica dello stato attuale, dalla quale è stata dedotta la legge di riempimento della cassa. La connessione idraulica tra cassa e corso d'acqua è stata simulata mediante uno sfioratore al quale sono stati attribuiti e verificati i parametri di lunghezza di sfioro e quota della soglia in relazione all'efficienza della cassa stessa;
- L'adeguamento delle strutture di attraversamento è stato simulato mediante modifica altimetrica della sezione idraulica, sopraelevando l'impalcato alla quota tale da non interagire con i livelli idrici massimi associati all'evento con tempo di ritorno di 200 anni. La sezione idraulica in senso trasversale viceversa non è stata modificata.

- Gli interventi di riprofilatura della sezione idraulica sono stati schematizzati eliminando evidenti restringimenti ai quali è stata assegnata la sezione più adeguata dell'alveo immediatamente a monte o a valle del tratto considerato.
- Altri interventi, di tipo puntuale, comprendono diverse tipologie di opere, quali portelle di presidio insufficienze arginali localizzate, sopraelevazioni di strade, dei quali si è tenuto conto o in fase di simulazione (eliminazione di sfioratori nelle sezioni considerate) o in fase di interpretazione dei risultati delle verifiche idrauliche..

5 ATTIVITÀ DI DIFFUSIONE DELL'INFORMAZIONE

5.1 “SERVIZIO STAMPA E RELAZIONI ESTERNE” DEL PIANO

Il “Servizio Stampa e Relazioni Esterne” realizzerà materiale di informazione e divulgazione quale:

- comunicati stampa
- testi per conferenze stampa.

5.2 INTERLOCUZIONE CON I PORTATORI DI INTERESSE E SOGGETTI DECISORI COINVOLTI

Gli obiettivi del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, e prima ancora le metodologie per arrivare alla definizione del Piano stesso, hanno formato oggetto di brevi interventi introduttivi durante i numerosi incontri di gruppo con i tecnici degli Enti Locali per la formazione del quadro conoscitivo propedeutico alla formazione del Progetto di Piano.

Detti incontri infatti hanno costituito un'opportunità per interloquire con i portatori di interesse ed i soggetti decisori coinvolti nel Piano, nonché per sensibilizzarli sulle tematiche attinenti, anche al fine di preparare le singole Amministrazioni Locali in vista dei tavoli tecnici previsti dalla normativa lungo l'iter di approvazione del Piano stesso.

5.3 SEMINARI, CONVEGNI E WORKSHOP

E' stata prevista l'organizzazione di seminari e di workshop fino alla adozione del Piano di Assetto Idrogeologico.

In tal senso si colloca la partecipazione ad un seminario tenutosi nei locali della Facoltà di Agraria, presso l'Università degli Studi del Molise, a Campobasso, durante il quale sono state illustrate in particolare le applicazioni delle tecnologie Geographical Information System alla realizzazione dei Piani per l'Assetto Idrogeologico.

5.4 PUBBLICAZIONI

Si prevede che i principali risultati dello studio possano essere oggetto di pubblicazione su riviste specializzate.

5.5 PAGINA WEB SUL SITO DELL'AUTORITÀ DI BACINO

Per la predisposizione del sito WEB si sono svolti una serie di incontri con i tecnici di Molise Dati per la progettazione delle pagine Web relative al Piano di Assetto Idrogeologico.

La pagina prevista consente di visualizzare on-line o scaricare gli elaborati del Piano di Assetto Idrogeologico. Per ciascun elaborato cartografico è presente un quadro di unione per la selezione delle carte.

Gli elaborati del Progetto di Piano di Assetto Idrogeologico, una volta approvati, saranno prodotti in formato PDF ritenuto idoneo all'inserimento nelle pagine del sito.

Le immagini saranno prodotte a diversa risoluzione a seconda che si intenda consultarle in modalità on-line o off-line.

6 IL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE

Il Piano di Bacino costituisce uno strumento in continua evoluzione e aggiornamento. Tutte le elaborazioni condotte sono state inserite in un Sistema Informativo che consente una rapida consultazione.

Le descrizioni dettagliate del Sistema Informativo è contenuta nella specifica RELAZIONE R.05, elaborato di studio III.AB.3.

Il Sistema Informativo Territoriale (SIT) è stato implementato attraverso il software ESRI-Arcview ®, con lo scopo di ottenere uno strumento di conoscenza e di pianificazione del territorio interrogabile sulla base di query definite ad arbitrio dell'utente.

Gli elaborati del Progetto di Piano stralcio adottato dall'Autorità saranno successivamente forniti in formati strutturati topologicamente in ambiente GIS tipo cover Arc/Info.

Nel SIT l'informazione territoriale è articolata nelle sue due componenti fondamentali, fra loro associate inscindibilmente:

- quella geografica-geometrica (entità puntuali, lineari e areali e loro inquadramento geografico)
- quella alfanumerica (informazione di vario tipo, organizzata in "campi" a formare una tabella).

Gli elaborati del Progetto di Piano stralcio adottato dall'Autorità e quelli del Piano Stralcio adottato saranno forniti in formati strutturati topologicamente in ambiente GIS tipo cover Arc/Info. In tal senso durante le operazioni di conversione sarà condotta una verifica generale di congruenza topologica e saranno assegnati gli ID per ogni elemento geometrico.

Di seguito si riporta una descrizione sintetica degli strati informativi prodotti per l'assetto idraulico e per quello di versante.

6.1 ASSETTO DI VERSANTE

Di seguito si elencano i principali tematismi relativi all'Assetto di Versante presenti nel SIT:

- elementi a rischio (comune anche all'Assetto Idraulico);
- geolitologia;
- geolitologia discontinuità strutturali;
- geolitologia giaciture;
- geomorfologia elementi poligonali;
- geomorfologia elementi lineari;
- coperture sciolte;
- infrastrutture;
- classe sismica;
- SIC;
- danni segnalati;

- frane elementi poligonali;
- frane elementi lineari;
- frane elementi puntuali;
- pericolosità
- rischio.

6.2 ASSETTO IDRAULICO

Di seguito si elencano i principali tematismi relativi all'Assetto Idraulico presenti nel SIT:

- limiti di bacino idrografico
- limiti amministrativi e di competenza (Comuni, Comunità Montane, Consorzi di Bonifica, Province, Regioni)
- uso del suolo
- aree storicamente inondate (sulla base delle informazioni contenute negli studi precedenti e di quelle ottenute nel corso del presente)
- opere idrauliche e marittime - infrastrutture interferenti con i corsi d'acqua
- stazioni di misura idropluviometriche
- reticolo idrografico acquisito a media scala
- sezioni fluviali di interesse
- sezioni fluviali rilevate topograficamente
- sezioni fluviali rilevate speditivamente
- punti di ripresa fotografici (e fotografie relative)
- aree di potenziale esondazione utilizzate nel modello idraulico
- aree inondabili classificate su base idrologico-idraulica
- aree inondabili classificate su base geomorfologica
- aree a differente pericolosità idraulica
- aree a differente rischio idraulico
- interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico.

AUTORITA' DI BACINO E DEI FIUMI TRIGNO, BIFERNO E MINORI, SACCIONE E FORTORE

COMITATO ISTITUZIONALE

Presidente	<i>Iorio Angelo Michele</i>	Presidente Regione Molise
Componenti	<i>Carrieri Mario</i>	Assessore Regione Puglia
	<i>Chieffo Antonio</i>	Assessore Regione Molise
	<i>De Lisio P. Rocco</i>	Assessore delegato per la Provincia di Isernia
	<i>Desiati Massimo</i>	Assessore Regione Abruzzo
	<i>Di Lello Marco</i>	Assessore delegato per la Regione Campania
	<i>Iannacci Pasqualino</i>	Assessore delegato per la Provincia di Campobasso
	<i>Mastrocinque Giovanni</i>	Assessore delegato per la Provincia di Benevento
	<i>Nocera Luigi</i>	Assessore Regione Campania
	<i>Pace Giovanni</i>	Presidente Regione Abruzzo
	<i>Pellegrino Pasquale</i>	Assessore delegato per la Provincia di Foggia
	<i>Quarta Lamberto</i>	Assessore delegato per la Provincia di Chieti
	<i>Ruocco Roberto</i>	Assessore delegato per la Regione Puglia

COMITATO TECNICO

Presidente	<i>Moffa Raffaele</i>	Segretario Generale
Componenti	<i>Argenio Vincenzo</i>	Provincia di Benevento
	<i>Baranello Sergio</i>	Regione Molise
	<i>Barbieri Ugo</i>	Regione Campania
	<i>Carovillano Nicola</i>	Regione Molise
	<i>Conti Giacinto</i>	Regione Molise
	<i>Corsico Oscar</i>	Provincia di Foggia
	<i>Del Sordo Luigi</i>	Regione Abruzzo
	<i>Di Biase Luciano</i>	Regione Abruzzo
	<i>Di Maria Rodolfo</i>	Regione Campania
	<i>Falasca Luigi</i>	Ministero delle risorse agricole, alimentari e forestali
	<i>Giordano Nicola</i>	Regione Puglia
	<i>Iocco Giuseppe</i>	Provincia di Chieti
	<i>Lastoria Gavino</i>	Provincia di Isernia
	<i>Ragni Mario</i>	Regione Molise
	<i>Stoppiello Pasqualino</i>	Provincia di Campobasso
	<i>Tedeschi Giuseppe</i>	Regione Puglia
	<i>Tropea Vincenzo</i>	Regione Puglia
	<i>Vitiello Marcello</i>	Regione Molise
		Ministero Infrastrutture e Trasporti
		Ministero dell' Ambiente
		Ministero del Bilancio e della programmazione economica

SEGRETERIA TECNICO – OPERATIVA

<i>Cuculo Fedele</i>	Servizio Segreteria tecnica
<i>Di Niro Annunziata</i>	Servizio Segreteria tecnica
<i>Gentile Simona</i>	Servizio Segreteria amministrativa
<i>Izzo Maria Pina</i>	Servizio Segreteria tecnica
<i>Mobbili Maria Eugenia</i>	Servizio Segreteria tecnica
<i>Vitiello Marcello</i>	Servizio Studi e documentazione

PREDISPOSIZIONE STUDI E REDAZIONE PROGETTO DI PIANO

<i>Physis ingegneria per l'ambiente s.r.l.</i>	- responsabile ing. Settesoldi David
<i>Geoservizi s.r.l.</i>	- collaborazione