Autorità di Bacino – Distretto
Idrografico dell'Appennino Meridionale
Art. 63 c.1 D.Lvo 152/2006 e s.m.i.
D.M. 25.10.2016 - G.u.r.i. 27/2017

Autorità di Bacino della Puglia

PROGETTO di PIANO DI BACINO

STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO

(PAI)

Innovazione per i territori dei comuni di Alliste, Aradeo, Lequile, Muro Leccese, Nardò, Patù, Ruffano, Taurisano, della Provincia di Lecce ai sensi della Sentenza del TSAP n. 127/09, e del territorio del Comune di Maruggio, della Provincia di Taranto, ai sensi della sentenza n. 128/09 del TSAP.

(Progetto originario redatto da: Prof. Umberto Fratino, Prof. Vito Iacobellis, Geol. Daniela Alemanno, Geol. Luca Buzzanca, Geol. Tiziana Caggiano, Ing. Domenico Denora, Ing. Andrea Doria, Geol. Antonello Fiore, Ing. Valeria A. Intini, Geol. Ilaria Maracchione, Geol. Maria Teresa Palermo, Geol. Nicola Palumbo,Ing. Daniele Sgaramella, Arch. Donato Stefanelli)

RELAZIONE GENERALE

Comune di Ruffano (LE)

Aggiornamenti redatto con la collaborazione di:

Ing. Valeria A. Intini
Geol. Antonello Fiore
Geol. Nicola Palumbo

Il Delegato del Segretario Generale
Ing. Barbara Valenzano

ELABORATO R_01

Riproposizione a seguito della Delibera di Comitato Istituzionale dell'AdBP n. 11 del 30.05.2016 di annullamento in autotutela del Progetto di P.A.I. del Comune di Ruffano, adottato con precedente Delibera del Comitato Istituzionale dell'AdBP n. 09 dell' 08 aprile 2015

CAPITOLO 1 - Il Piano di Bacino come strumento di pianificazione territoriale 1
1.1 - Il Piano di Bacino 1
1.2 - La Pianificazione Stralcio nell'ambito del Piano di Bacino 3
1.3 - Gli Obiettivi e le finalità del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico 4
1.4 - Quadro Normativo di riferimento 6
1.5 - Lo Stato della Pianificazione Territoriale e della Pianificazione Urbanistica 8

CAPITOLO 2: Quadro Conoscitivo Generale del Territorio della Puglia Meridionale 11
2.1 – Premessa: la Carta Idrogeomorfologica per il PPTR della Regione Puglia redatta dall'Autorità di Bacino della Puglia 11
2.2 - I caratteri morfologici della Puglia meridionale 16
2.3 - I caratteri gelogici del Salento leccese 33
2.4 - I caratteri idrogeologici del Salento leccese 37

CAPITOLO 3 -Studio di Dettaglio dei Bacini Idrografici del Salento 43
3.1 - Caratteri generali dell'idrografia del Salento 43
3.2 - I Bacini esoreici e i bacini endoreici 45

CAPITOLO 4 - Metodologie di valutazione del rischio idrogeologico 50
4.1 Definizione del Rischio 50
4.2 Definizione delle aree a diversa pericolosità idrogeologica 51
4.3 Definizione delle aree a diverso rischio idrogeologico 51

CAPITOLO 5 -Valutazione della Pericolosità Geomorfologica nel Salento 54
5.1 - Introduzione 54
5.2 - Parametri fisici correlati al tipo di dissesto 55
5.2.1.1 I dissesti sulla costa 56
5.2.1.2 Gli studi sulla Dinamica delle Coste 59
5.2.2.1 Il crollo di cavità ipogee 62
5.2.2.2 - L'Atto di Indirizzo per la messa in sicurezza delle cavità ipogee 64
5.3 - Metodologie di individuazione delle pericolosità geomorfologiche 66
5.3.1.1 Il caso dei dissesti sulla costa 66
5.3.1.2 Metodo speditivo per la valutazione della pericolosità geomorfologica sulla costa alta 67
5.3.2.1 Il caso delle cavità ipogee 68
5.3.2.2 Metodo speditivo per la valutazione della pericolosità geomorfologica delle cavità ipogee 72

CAPITOLO 6 - Valutazione della Pericolosità Idraulica nel Salento - Metodologia e Perimetrazione 73
6.1 - Principali Fasi di Redazione dell'Analisi del Rischio Idraulico 73
6.1.1 - Lo studio idrologico 76
6.1.2 - Lo studio Morfologico 85
6.2 - Individuazione delle Criticità e Perimetrazione delle Aree Allagabili 95

CAPITOLO 7 - Analisi della Pericolosità Geomorfologica 97
7.1 - PREMESSA 97
7.2 - Comune di Ruffano 100
7.3 – Aggiornamento Aprile 2017 101

CAPITOLO 8 -Analisi della Pericolosità Idraulica 102
8.1 – Premessa 102
8.2 - Studi Idrologico-Idraulici 106
8.2.1 – Aggiornamento Aprile 2017 136

CAPITOLO 9 - Programmazione degli Interventi e Piano Triennale degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico 137
9.1 - METODOLOGIE DI ANALISI E SCELTA DEGLI INTERVENTI - LINEE GUIDA PER LA PREDISPOSIZIONE DEL PTI 137
9.2 - METODOLOGIA DI SELEZIONE E CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI 139

CAPITOLO 10 - Azione di Adeguamento del Piano e Informazione del Pubblico . 143
10.1 - AZIONI DI ADEGUAMENTO 143
10.2 - INFORMAZIONE DEL PUBBLICO 146

CAPITOLO 1 - Il Piano di Bacino come strumento di pianificazione territoriale

1.1 - IL PIANO DI BACINO

La Legge 183/1989 sulla difesa del suolo ha stabilito che il *bacino idrografico* debba essere l'ambito fisico di pianificazione che consente di superare le frammentazioni e le separazioni finora prodotte dall'adozione di aree di riferimento aventi confini meramente amministrativi.

Il bacino idrografico è inteso come "*il territorio dal quale le acque pluviali o di fusione delle nevi e dei ghiacciai, defluendo in superficie, si raccolgono in un determinato corso d'acqua direttamente o a mezzo di affluenti, nonché il territorio che può essere allagato dalle acque del medesimo corso d'acqua, ivi compresi i suoi rami terminali con le foci in mare ed il litorale marittimo prospiciente*" (art. 1).

L'intero territorio nazionale è pertanto suddiviso in bacini idrografici classificati di rilievo nazionale, interregionale e regionale.

Strumento di governo del bacino idrografico è il *Piano di Bacino*, che si configura quale documento di carattere *conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, difesa e valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato*.

Per ogni bacino idrografico la legge prevede che sia elaborato un piano di bacino che abbia i seguenti contenuti:

a) *il quadro conoscitivo organizzato ed aggiornato del sistema fisico, delle utilizzazioni del territorio previste dagli strumenti urbanistici comunali ed intercomunali, nonché dei vincoli, relativi al bacino, di cui al R.D.L. 30 dicembre 1923, n. 3267, ed alle Leggi 1º giugno 1939, n. 1089 e 29 giugno 1939, n. 1497, e loro successive modificazioni ed integrazioni;*
b) *l'individuazione e la quantificazione delle situazioni, in atto e potenziali, di degrado del sistema fisico, nonché delle relative cause;*
c) *le direttive alle quali devono uniformarsi la difesa del suolo, la sistemazione idrogeologica ed idraulica e l'utilizzazione delle acque e dei suoli;*
d) *l'indicazione delle opere necessarie distinte in funzione dei pericoli di inondazione e della gravità ed estensione del dissesto; del perseguimento degli obiettivi di sviluppo sociale ed economico o di riequilibrio territoriale nonché del tempo necessario per assicurare l'efficacia degli interventi;*
e) *la programmazione e l'utilizzazione delle risorse idriche, agrarie, forestali ed estrattive;*
f) *l'individuazione delle prescrizioni, dei vincoli e delle opere idrauliche, idraulico-agrarie, idraulico-forestali, di forestazione, di bonifica idraulica, di stabilizzazione e*

consolidamento dei terreni e di ogni altra azione o norma d'uso o vincolo finalizzati alla conservazione del suolo ed alla tutela dell'ambiente;

g) *il proseguimento ed il completamento delle opere indicate alla precedente lettera f), qualora siano già state intraprese con stanziamenti disposti da leggi speciali e da leggi ordinarie di bilancio;*
h) *le opere di protezione, consolidamento e sistemazione dei litorali marini che sottendono il bacino idrografico;*
i) *la valutazione preventiva, anche al fine di scegliere tra ipotesi di governo e gestione tra loro diverse, del rapporto costi-benefici, dell'impatto ambientale e delle risorse finanziarie per i principali interventi previsti;*
j) *la normativa e gli interventi rivolti a regolare l'estrazione dei materiali litoidi dal demanio fluviale, lacuale e marittimo e le relative fasce di rispetto, specificatamente individuate in funzione del buon regime delle acque e della tutela dell'equilibrio geostatico e geomorfologico dei terreni e dei litorali;*
k) *l'indicazione delle zone da assoggettare a speciali vincoli e prescrizioni in rapporto alle specifiche condizioni idrogeologiche, ai fini della conservazione del suolo, della tutela dell'ambiente e della prevenzione contro presumibili effetti dannosi di interventi antropici;*
l) *le prescrizioni contro l'inquinamento del suolo e la dispersione nel terreno di rifiuti civili ed industriali che comunque possano incidere sulla qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei;*
m) *le misure per contrastare i fenomeni di subsidenza;*
n) *il rilievo conoscitivo delle derivazioni in atto con specificazione degli scopi energetici, idropotabili, irrigui od altri e delle portate;*
o) *il rilievo delle utilizzazioni diverse per la pesca, la navigazione od altre;*
p) *il piano delle possibili utilizzazioni future sia per le derivazioni che per altri scopi, distinte per tipologie d'impiego e secondo le quantità;*
q) *le priorità degli interventi ed il loro organico sviluppo nel tempo, in relazione alla gravità del dissesto.*

Data la vastità e complessità dei contenuti del Piano di Bacino e non potendo attendere una precisa definizione del quadro conoscitivo necessario alla sua redazione, la legge ha previsto uno strumento di carattere transitorio – *lo schema previsionale e programmatico* - che individua gli interventi più urgenti in materia di difesa suolo, i costi per la loro realizzazione, le modalità di attuazione ed i tempi d'intervento.

La Legge 183/1989 prevede che il *Piano di Bacino* debba essere non un semplice studio corredato da proposte di intervento ma un aggiornamento continuo delle problematiche e delle soluzioni.

Esso, tenendo conto dei diversi livelli istituzionali che operano con specifiche competenze di programmazione (Stato, Autorità di Bacino, Regioni, Province), dovrà rappresentare un piano sovraordinato rispetto agli altri strumenti di pianificazione e di programmazione territoriale.

1.2 - LA PIANIFICAZIONE STRALCIO NELL'AMBITO DEL PIANO DI BACINO

L'impianto iniziale della Legge 183/89 ha subito nel tempo integrazioni dovute soprattutto alla constatazione della difficoltà da parte delle *Autorità di Bacino* e delle Regioni di elaborare un Piano di Bacino con la varietà di contenuti previsti, oltre a situazioni di emergenza determinate da eventi estremi.

Prima importante modifica alla Legge 183/89 si è avuta con la Legge 493/94 che ha aggiunto i commi 6 bis e 6 ter all'art. 17.

Il primo comma stabilisce che, in attesa della pianificazione di bacino, le Autorità di Bacino adottino misure di salvaguardia immediatamente vincolanti ed in vigore fino all'approvazione del Piano e comunque per non più di tre anni.

Il secondo comma introduce la possibilità di redigere ed approvare i Piani di Bacino per sottobacini o tematismi che in ogni caso devono costituire fasi sequenziali ed interrelate rispetto ai contenuti di cui al comma 3 art. 17 L. 183/89.

Con l'alluvione di Sarno viene emanato il Decreto 180/98 che dà un impulso alla pianificazione stralcio fissando una data per l'adozione dei rispettivi piani al 31/12/1998, data poi slittata al 30/6/1999 con la Legge di conversione 267/98, e definitivamente fissata al 30/04/2001 con la Legge di conversione del Decreto Soverato n. 279/2000.

Con un successivo atto d'indirizzo e coordinamento (DPCM 29/9/1998) si stabiliscono i criteri per l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico, attraverso l'attribuzione di quattro classi di rischio graduate in riferimento ai maggiori danni possibili rispetto alle vite umane ed alle infrastrutture.

La necessità di individuare e perimetrare le aree a rischio idrogeologico "molto elevato" (R4) per l'incolumità delle persone e per la sicurezza delle infrastrutture e del patrimonio ambientale e culturale viene recepita nei Piani Straordinari**,** che le Regioni erano tenute ad adottare ai sensi della Legge 267/98.

A tal proposito, per consentire di procedere alla messa in sicurezza delle situazioni di maggiore pericolosità, la Regione Puglia, con Legge Regionale n. 19 del 9 dicembre 2002, ha pertanto istituito, in attuazione della legge 18 maggio 1989, n. 183 e successive modificazioni e secondo la previsione dell'articolo 2, comma 1, della legge 3 agosto 1998, n. 267, un'unica Autorità di Bacino, in seguito denominata "Autorità di Bacino della Puglia", con sede in Bari, con competenza sia sui sistemi idrografici regionali, così come definiti dalla Delibera del Consiglio Regionale n. 109 del 18 dicembre 1991, che, per effetto delle intese sottoscritte con le Regioni

Basilicata e Campania, sul bacino idrografico interregionale del fiume Ofanto, approvate dal Consiglio Regionale con provvedimento n. 110 del 18 dicembre 1991.

Il titolo III della stessa Legge Regionale è, pertanto, dedicato alla stesura del Piano di Bacino dell'Autorità di Bacino della Puglia, come prescritto dal comma 3 dell'articolo 17 della Legge 183/1989, il cui contenuto ha carattere vincolante e prescrittivo, ai sensi dei commi 4, 5 e 6 dello stesso articolo 17 della Legge 183/89.

Inoltre, l'Art. 9 comma 3 della stessa L.R. 19/2002 stabilisce che i Piani di Bacino possono essere redatti, adottati e approvati anche per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali, interessanti anche più bacini idrografici e costituenti, in ogni caso, fasi sequenziali e interrelate rispetto ai contenuti di cui al Piano di Bacino.

Il ricorso alla pianificazione stralcio si configura, pertanto, quale procedura ottimale per arrivare alla complessità della pianificazione di bacino senza attendere la definizione di un quadro conoscitivo che abbraccia contenuti di estrema vastità, trattandosi di ambiti tematici o territoriali più contenuti.

La snellezza dello strumento consente di rispondere in tempi ragionevoli a problematiche territoriali urgenti, attraverso la predisposizione di un programma d'interventi basato su studi specifici piuttosto che successivi ad una emergenza.

1.3 - GLI OBIETTIVI E LE FINALITÀ DEL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (nel seguito indicato come PAI) della Regione Puglia si pone come obiettivo immediato la redazione di un quadro conoscitivo generale dell'intero territorio di competenza dell'Autorità di Bacino, in termini di inquadramento delle caratteristiche morfologiche, geologiche ed idrologico - idrauliche.

Ai fini della redazione del P.A.I. Puglia attualmente vigente, adottato in uno alle Misure di Salvaguardia con Delibera di C.I. n° 25 del 15/12/2004 e, a conclusione della fase di osservazioni, approvato con Delibera del Comitato Istituzionale dell'AdBP n. 39 del 30/11/2005 in uno alle Norme Tecniche di Attuazione che sono parte integrante del P.A.I., è stata effettuata dapprima un'analisi storica degli eventi critici (frane ed alluvioni) che hanno consentito di individuare le aree soggette a dissesto idrogeologico e per le quali è stata possibile, in prima battuta, una prima valutazione del rischio.

Sulla base degli elementi di conoscenza disponibili e consolidati (DPCM 29/9/1998), inoltre, già in fase di adozione del P.A.I. sono stati condotti gli studi di dettaglio sui bacini pilota del Cervaro, Candelaro e Carapelle, relativamente all'assetto geomorfologico derivante da fenomeni di frana, e sui Fiumi Lato e Lenne, per quanto riguarda l'assetto idraulico.

Con riferimento, invece, alle pericolosità geomorfologiche legate alla presenza di cavità ipogee antropiche e naturali o legate alle criticità sulla costa (studi in itinere), nonché con riferimento alle criticità idrauliche legate alla presenza di bacini endoreici ed esoreici, sono stati

condotti, nel corso di questi ultimi anni e ai fini dell'aggiornamento del P.A.I. approvato nel 2005, studi di dettaglio su gran parte del territorio di competenza.

La presente Relazione riferisce, in particolare, degli studi di dettaglio per la definizione dell'assetto idraulico da inserire nel Progetto di Piano P.A.I. per i comuni di Alliste, Ruffano, Taurisano, Muro Leccese, Patù, Nardò, Aradeo e Lequile, in Provincia di Lecce (ai sensi della Sentenza n. 127/09 del TSAP), e per il Comune di Maruggio, in Provincia di Taranto (ai sensi della Sentenza n. 128/09 del TSAP).

Con riferimento, alle criticità geomorfologiche legate alla presenza di cavità ipogee antropiche e/o naturali, la presente Relazione inquadra gli atti normativi redatti da questa Autorità di Bacino, come "*L'Atto di Indirizzo per la messa in sicurezza dei territori a rischio cavità sotterranee*", approvato dal Comitato Tecnico dell'AdBP nella seduta del 25 luglio 2006, che rappresenta le linea guida per l'individuazione e la gestione delle criticità geomorfologiche legate a detti fenomeni.

Il Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologica necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.

Le finalità del Piano sono perseguite dall'AdBP e dalle altre Amministrazioni competenti (così come definito dal comma 3 dell'art. 1 delle N.T.A. del PAI) mediante:

- la definizione del quadro della pericolosità idrogeologica in relazione ai fenomeni di esondazione e di dissesto dei versanti;
- la definizione degli interventi per la disciplina, il controllo, la salvaguardia, la regolarizzazione dei corsi d'acqua e la sistemazione dei versanti e delle aree instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture, indirizzando l'uso di modalità di intervento che privilegino la valorizzazione ed il recupero delle caratteristiche naturali del territorio;
- l'individuazione, la salvaguardia e la valorizzazione delle aree di pertinenza fluviale;
- la manutenzione, il completamento e l'integrazione dei sistemi di protezione esistenti;
- la definizione degli interventi per la protezione e la regolazione dei corsi d'acqua;
- la definizione di nuovi sistemi di protezione e difesa idrogeologica, ad integrazione di quelli esistenti, con funzioni di controllo dell'evoluzione dei fenomeni di dissesto e di esondazione, in relazione al livello di riduzione del rischio da conseguire.

Ai sensi dell'art. 17 comma 4 della L. 183/89, i Piani Stralcio di Bacino *sono coordinati con i programmi nazionali, regionali e sub-regionali di sviluppo economico e di uso del suolo.*

Di conseguenza, le Autorità competenti, con apposita Conferenza Programmatica, da indire ai sensi del comma 3 art. 1-bis della Legge 365/2000, provvedono ad adeguare gli atti di pianificazione e di programmazione territoriale alle prescrizioni contenute nel Piano che, dal

momento dell'approvazione dello stesso, diventano immediatamente vigenti in variante agli strumenti di pianificazione territoriale vigenti.

Sono fatte salve, in ogni caso, le disposizioni più restrittive di quelle previste dalle Norme del Piano, contenute nella legislazione statale in materia di beni culturali e ambientali e di aree naturali protette, negli strumenti di pianificazione territoriale di livello regionale, provinciale e comunale ovvero in altri piani di tutela del territorio, compresi i Piani Paesistici.

Le previsioni e le prescrizioni del Piano hanno valore a tempo indeterminato. Esse sono verificate in relazione allo stato di realizzazione delle opere programmate ed al variare della situazione morfologica, ecologica e territoriale dei luoghi ed all'approfondimento degli studi conoscitivi.

L'aggiornamento degli elaborati del Piano è operato con Deliberazione del Comitato Istituzionale, sentiti i soggetti interessati.

1.4 - QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

La Legge **183/89** getta le basi per una riorganizzazione normativa ed operativa nella difesa del suolo. Finalità della legge è di superare la fase degli interventi emergenziali per avviare una fase di valutazione del rischio idrogeologico con l'imposizione di vincoli e l'attivazione di programmi d'intervento volti ad eliminare o mitigare il rischio.

I Piani di Bacino e successivamente i Piani Stralcio (tra cui il PAI) sono il risultato dell'attività conoscitiva effettuata sul territorio e lo strumento per pianificare gli interventi di difesa del suolo.

Nel corso di un quindicennio la Legge 183/89 ha subito numerose modifiche ed integrazioni, dovute da un lato alla consapevolezza delle difficoltà nella redazione del Piano di Bacino, dall'altro alle calamità naturali verificatesi che hanno imposto interventi straordinari:

- L. 493/93 che introduce la possibilità di redigere il Piano di Bacino per stralci territoriali o tematismi;
- D.L. 180/98, noto come decreto "Sarno", convertito in L. 267/98 che ha imposto la individuazione delle aree a più elevato rischio idrogeologico (R4) per le persone e le infrastrutture mettendo a disposizione dei fondi straordinari;
- D.L. 279/2000, noto come decreto "Soverato", convertito in L. n. 365/2000.

Numerosi provvedimenti legislativi hanno poi stabilito:

a) la ripartizione dei fondi tra i bacini di rilievo nazionale, interregionale e regionale;

- DPCM 1 marzo 1991 (Approvazione del piano di ripartizione per bacini delle risorse statali stanziate per il quinquennio 1989/93 ai sensi della L. 183/89 e 253/90);
- DPR 9 ottobre 1997 (Ripartizione dei fondi nel triennio 1997-99 ai fini del finanziamento degli schemi previsionali e programmatici in materia di difesa del suolo);

- DPR 27 luglio 1999 (Ripartizione dei fondi finalizzati al finanziamento degli interventi in materia di difesa del suolo per il quadriennio 1998-2001);
- DPR 9 maggio 2001 (Ripartizione dei fondi finalizzati al finanziamento degli interventi in materia di difesa del suolo per il quadriennio 2000-2003);

b) le modalità per la redazione degli schemi previsionali e programmatici nella fase transitoria e per la pianificazione di bacino a regime:

- DPCM 23 marzo 1990 (Atto d'indirizzo e coordinamento ai fini dell'elaborazione e adozione degli schemi previsionali e programmatici di cui all'art. 31 L. 183/89, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo);
- DPR 7 gennaio 1992 (Atto d'indirizzo e coordinamento recante criteri d'integrazione e coordinamento tra le attività conoscitive dello Stato, delle autorità di Bacino e delle Regioni per la redazione dei Piani di bacino di cui alla L. 183/89);
- DPR 14 aprile 1994 (Atto d'indirizzo e coordinamento in ordine alle procedure ed ai criteri per la delimitazione dei bacini idrografici di rilievo nazionale e interregionale);
- DPR 18 luglio 1995 (Atto d'indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei Piani di Bacino);
- DPCM 29 settembre 1998 (Atto d'indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del DL 11 giugno 1998, n. 180).

La Regione Puglia, nell'ambito degli adempimenti previsti dalla L. 183/89 ha:

- definito i bacini regionali (Del.G.R. n. 3128 del 28/05/1990);
- approvato gli schemi previsionali e programmatici elaborati con le Regioni limitrofe per i bacini interregionali, per la ripartizione dei fondi messi a disposizione con DPCM 1/3/1991 per il quinquennio 1989/93 ed elaborato le intese per la costituzione delle autorità di Bacino del fiume Ofanto e del fiume Bradano (Del. C.R. n. 109 e n. 110 del 1991);
- individuato le carenze conoscitive (Del. G.R. n. 1439 del 24/05/1993; Del. G.R. n. 449/1995);
- definito il programma delle attività connesse con la redazione del Piano di Bacino regionale (Del. G.R. n. 1054 del 31/03/1995, Del G.R. n. 5485 del 14/11/1996);
- approvato gli schemi previsionali e programmatici relativi ai bacini regionali ed interregionali per il triennio 94-96 (Del. C.R. n. 125 del 24/09/1996 di modifica della Del. G.R. n. 3944 del 13/9/1995);
- ridefinito gli ambiti territoriali delle singole Autorità di Bacino e i relativi organi, costituendo un unico Comitato Istituzionale, tre Comitati Tecnici, tre Segreterie Tecnico-Operative e tre sedi: San Severo, Bari e Grottaglie (Del. C.R. n. 205 del 25/3/1997);
- adottato il Piano Straordinario degli interventi urgenti ai sensi del Decreto "Sarno" convertito in L. n. 267 del 3/9/1998 e modificato dalla L. 226 del 13/7/1999.

Infine, come già precedentemente specificato, con Legge Regionale n. 19/2002 è stata istituita l'Autorità di Bacino della Puglia con competenza territoriale sui bacini regionali e su

quello interregionale dell'Ofanto, anche in virtù dell'Accordo di Programma sottoscritto il 5/8/1999 con la Regione Basilicata ed il Min. LL. PP. che prevedeva la costituzione di due sole Autorità di Bacino.

1.5 - LO STATO DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E DELLA PIANIFICAZIONE URBANISTICA

Nel campo della pianificazione urbanistica, profonde sono state le innovazioni introdotte negli ultimi anni in Puglia; la più significativa è rappresentata dall'approvazione del Documento Regionale di Assetto Generale (DRAG), approvato nell'agosto del 2007 per gli *"Indirizzi, criteri e orientamenti per la formazione, il dimensionamento e il contenuto dei PUG"*, ai sensi dell'art. 4, della LR 20/2001, *"Norme generali di governo e uso del territorio".* Il DRAG determina gli indirizzi, i criteri e gli orientamenti per la formazione, il dimensionamento e il contenuto degli strumenti di pianificazione provinciale (PTCP) e comunale (PUG), nonché i criteri per la formazione e la localizzazione dei Piani urbanistici esecutivi (PUE).

I PUG, secondo quanto previsto dalla Legge Regionale n. 20/2001, sono strumenti radicalmente diversi dai vecchi Piani Regolatori Generali (PRG) e in linea con il dibattito nazionale. Rispetto all'unico orizzonte temporale di lungo periodo del vecchio PRG, i PUG si articolano in due componenti:

a. una parte strutturale, che definisce il quadro generale delle scelte relative all'assetto del territorio nel lungo periodo;
b. una parte operativa o programmatica, che risponde invece nel medio-breve termine ai bisogni e alle istanze di trasformazione del territorio.

Altre innovazioni riguardano:

1. la sostituzione dell'approccio gerarchico nell'approvazione dei Piani da parte degli uffici regionali con un approccio fondato sulla collaborazione e sulla condivisione di conoscenze e strategie, anche per agevolare il controllo di compatibilità:
2. la partecipazione, non solo interistituzionale, alla formazione del Piano sin dalle fasi iniziali di approvazione dell'Atto di Indirizzo da parte della Giunta e del Documento Preliminare Programmatico (DPP) da parte del Consiglio Comunale;
3. l'importanza attribuita alla valutazione degli effetti, attraverso l'introduzione della Valutazione Ambientale Strategica (VAS) nella panificazione comunale, in attuazione delle disposizioni normative comunitarie e nazionali (Direttiva comunitaria 2001/42/CE del 27 giugno 2001).

La copianificazione si organizza mediante apposite Conferenze di Servizi convocate ai sensi della L. 241/90, finalizzate a formalizzare reciproci impegni e a conseguire una maggiore omogeneità di metodologie, oltre che un preliminare scambio di informazioni utili per il finale superamento di compatibilità. In particolare, la prima Conferenza di Copianificazione è

convocata dal Comune dopo la comunicazione a Regione, Provincia e altri soggetti interessanti di avvio del procedimento, preliminarmente alla proposta di Documento Preliminare Programmatico (DPP) da parte della Giunta. La seconda dopo l'adozione del DPP, preliminarmente all'adozione del PUG, successive osservazioni, controdeduzioni e invio definitivo per la compatibilità regionale a Regione e Provincia.

Tra la prima e la seconda Conferenza di Copianificazione, preliminarmente all'espressione del parere di compatibilità del PUG al PAI, presupposto indispensabile per l'atto di adozione del PUG, l'Autorità di Bacino della Puglia avvia l'approfondimento di tutte le problematiche di propria competenza all'interno di appositi tavoli tecnici, coerentemente con quanto disposto dalle Norme Tecniche d'Attuazione del PAI.

Dal punto di vista paesaggistico, i Comuni redigono i propri PUG in adeguamento a quanto previsto dal Piano Urbanistico Territoriale Tematico/Paesaggio (PUTT/P) della Regione Puglia, approvato nel 2001, restituendo a livello locale:

1. gli elementi che strutturano il territorio, riferibili, ai sistemi dell'assetto geologico, geomorfologico e idrogeologico, della copertura botanico vegetazionale e colturale e relativo contesto faunistico, dei caratteri della stratificazione storica e dell'organizzazione insediativa;
2. gli elementi identitari del territorio, nell'indissolubile intreccio fra valori culturali e naturali, la cui riscoperta può aprire inesplorate possibilità per lo sviluppo futuro;
3. gli ambiti territoriali caratterizzati da differenti caratteri e condizioni di qualità paesaggistica.

La Giunta Regionale della Puglia, con Delibera n. 1792 del 2007, ha affidato all'Autorità di Bacino della Puglia il compito di redigere la nuova *Carta Idrogeomorfologica* del territorio pugliese, quale parte integrante del quadro conoscitivo del nuovo Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR), la cui proposta è stata approvata dalla Regione Puglia con Delibera di Giunta Regionale n. 1 dell'11/01/2010, adeguato al Decreto Legislativo 42/2004. Assai utile per la pianificazione urbanistica, la nuova Carta Idrogeomorfologica, approvata in linea tecnica dal Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino nella seduta del 10 novembre 2009, ha come obiettivo quello di costituire un quadro completo di conoscenze, coerente e aggiornato, dei diversi elementi fisici che concorrono all'attuale configurazione delle forme del territorio pugliese, con particolare riferimento a quelli relativi agli assetti morfologici ed idrografici dello stesso territorio, delineandone i caratteri morfografici e morfometrici ed interpretandone l'origine in funzione dei processi geomorfici, naturali o indotti dall'uomo, che li hanno generati.

Relativamente alla pianificazione provinciale, si ricorda come a seguito di verifica di compatibilità ai sensi dell'art. 7 della LR 20/2001, con Deliberazione della Giunta Regionale n. 1378 del 22 luglio 2008, è stato approvato il PTCP della Provincia di Lecce, Del. C.P. n. 15 del

12 marzo 2008, e con Deliberazione di Giunta Regionale n. 2080 del 3 del novembre 2009, il PTCP della Provincia di Foggia, Del. C.P. n. 55 dell'11 giugno 2009.

L'11 novembre 2009 la V Commissione consiliare della Regione Puglia ha espresso parere favorevole all'unanimità sullo *"Schema di documento regionale di assetto generale (DRAG) – "Criteri per la formazione e la localizzazione dei piani urbanistici esecutivi (PUE)",* ai sensi della Legge Regionale 27 luglio 2001, n. 20, art. 4, comma 3, lett. b e art. 5, comma 10 bis.

Il Documento assume in particolare due prospettive: quella ecologica, intesa non solo in termini di risparmio energetico, ma anche di risparmio delle acque e di ri-permeabilizzazione dei suoli, alla dotazione di verde per l'abbattimento dell'anidride carbonica e del rumore e per migliorare il benessere climatico delle città; quella "morfologica" e funzionale, basata sulla assunzione della necessità di porre alla base del progetto di trasformazione una profonda consapevolezza sulla natura e i caratteri dei luoghi in cui ci si inserisce. I Piani Urbanistici Esecutivi dei quali i Criteri si occupano possono essere distinti in strumenti urbanistici esecutivi consolidati nella tradizione urbanistica ordinaria: Piani Particolareggiati di Esecuzione, Piani per l'Edilizia Economica e Popolare, Piani di Lottizzazione convenzionata, Piani per gli Insediamenti Produttivi, Piani di Recupero, Programmi Integrati (PI), Programmi di Recupero Urbano (PRU), Programmi di riqualificazione urbana (PRiU), Programmi di Riqualificazione Urbana e di Sviluppo Sostenibile del Territorio (PRUSST), Programmi Innovativi in Ambito Urbano (PIAU), Contratti di quartiere, Programmi Integrati di Riqualificazione delle Periferie, Programmi Integrati di Rigenerazione Urbana.

CAPITOLO 2: Quadro Conoscitivo Generale del Territorio della Puglia Meridionale

2.1 – PREMESSA: LA CARTA IDROGEOMORFOLOGICA PER IL PPTR DELLA REGIONE PUGLIA REDATTA DALL'AUTORITÀ DI BACINO DELLA PUGLIA

La Giunta Regionale della Puglia, con Delibera n. 1792 del 2007, ha affidato all'Autorità di Bacino della Puglia il compito di redigere una nuova Carta Idrogeomorfologica del territorio pugliese, quale parte integrante del quadro conoscitivo del nuovo Piano Paesaggistico Territoriale Regionale (PPTR), adeguato al Decreto Legislativo 42/2004.

La predetta nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia, in scala 1:25.000 (predisposta dalla Segreteria Tecnica Operativa dell'Autorità di Bacino della Puglia e approvata in linea tecnica dal Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino della Puglia nella seduta del 10/11/2009, a cui ha fatto seguito la conseguente presa d'atto del Comitato Istituzionale nella seduta del 26/11/2009), ha come principale obiettivo quello di costituire un quadro di conoscenze, coerente e aggiornato, dei diversi elementi fisici che concorrono all'attuale configurazione del rilievo terrestre, con particolare riferimento a quelli relativi agli assetti morfologici ed idrografici dello stesso territorio, delineandone i caratteri morfografici e morfometrici ed interpretandone l'origine in funzione dei processi geomorfici, naturali o indotti dall'uomo.

Essa pertanto, ad oggi, rappresenta il documento cartografico di riferimento per la definizione dei caratteri geologici, geomorfologici ed idraulici del territorio del Salento, nonché presupposto conoscitivo di base per la definizione degli ambiti di territorio da assoggettare alla disciplina del Piano di Assetto Idrogeologico dello stesso territorio.

Questo nuovo strumento conoscitivo intende costituire anche il punto di partenza per gli opportuni approfondimenti di dettaglio di carattere sia scientifico che applicativo, alla luce della specifica vulnerabilità geoambientale posseduta dal territorio pugliese; questo, ad una apparentemente "semplicità" e "uniformità" negli assetti morfologici ed idrologico-idraulici delle grandi regioni morfogenetiche che lo costituiscono, contrappone una estrema variabilità e complessità dei numerosi e spesso interagenti fenomeni dinamici in atto, alcuni dei quali anche in grado di minacciare direttamente l'uomo e le sue attività. Esemplificativi, al riguardo, sono gli estesi territori i cui caratteri morfologico-idrografici e le dinamiche morfogenetiche sono strettamente condizionate dal peculiare processo carsico: la limitata conoscenza e attenzione per le forme tipiche del carsismo quali le "doline" e le "voragini naturali", nonché di quelle in cui la dinamica fluviale e quella carsica agiscono in contemporanea (incisioni fluvio-carsiche), enormemente diffuse nelle aree del Salento, ha reso concreto il pericolo di una disattenzione o banalizzazione delle stesse, fino al punto di indurre a occuparle e perfino "cancellarle" con interventi edilizi o di trasformazione del territorio in genere, nell'assoluta ignoranza del

significativo e irrinunciabile ruolo ricoperto dalle stesse nel complesso e delicato equilibrio idrogeologico e territoriale.

Sempre con riferimento alle aree carsiche salentine, è da considerare anche la difficoltà della esatta definizione delle aree interessate dalla dinamica fluviale e dai conseguenti effetti. Infatti, la peculiarità di questi territori, che per estesi tratti risultano privi di corsi d'acqua con deflussi "costanti" e "significativi", non comporta automaticamente l'assenza di una dinamica idraulica in grado di condizionare pesantemente la naturale vocazione dello stesso territorio. Nello specifico, ad uno scarso sviluppo di corsi d'acqua, in termini di ambienti fluviali propriamente detti, si contrappone un complesso, variegato e a luoghi incerto sviluppo del reticolo di drenaggio inteso come particolare struttura morfologica del territorio capace, all'occorrenza, di condizionare la raccolta e il convogliamento delle acque superficiali di origine meteorica. Infatti questa più o meno estesa rete di drenaggio di natura fluvio-carsica è costituita essenzialmente da incisioni morfologiche variamente incassate nel substrato, talvolta discontinue e spesso senza una evidente gerarchizzazione, generalmente prive di qualunque deflusso idrico, ma che, in occasione del superamento di determinate soglie di intensità e durata della piovosità, possono risultare interessate dal transito di piene consistenti e a luoghi violente.

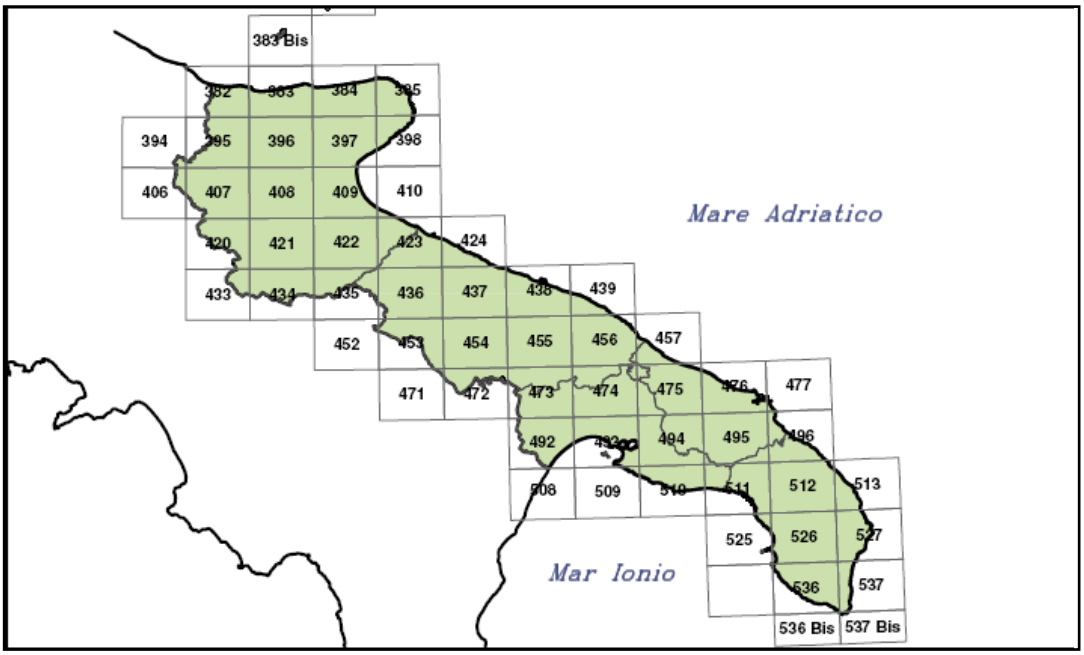


Figura 2.1.1 Quadro d'unione dei Fogli della Carta Idrogeomorfologica della Puglia

La nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia è stata realizzata utilizzando come base di riferimento i dati topografici, il modello digitale del terreno (DTM) e le ortofoto (relative al

periodo 2006-2007), realizzate dalla Regione Puglia nell'ambito del progetto della nuova Carta Tecnica Regionale (CTR).

Il lavoro è stato organizzato per progetti corrispondenti ai singoli "fogli", conformi alla suddivisione delle "sezioni" della cartografia IGMI alla scala 1:50.000, che vede il territorio salentino ricompreso in n. 11 delle suddette sezioni (*Figura 2.1.1*).

La legenda della Carta Idrogeomorfologica della Puglia (*Figura 2.1.2)* è strutturata in temi ed elementi, dove a questi ultimi è associato anche un simbolo grafico. I temi individuati costituiscono raggruppamenti di elementi e forme caratterizzate dall'avere una precisa natura genetica, quasi sempre connessa a specifici processi morfoevolutivi di tipo naturale (o antropico).

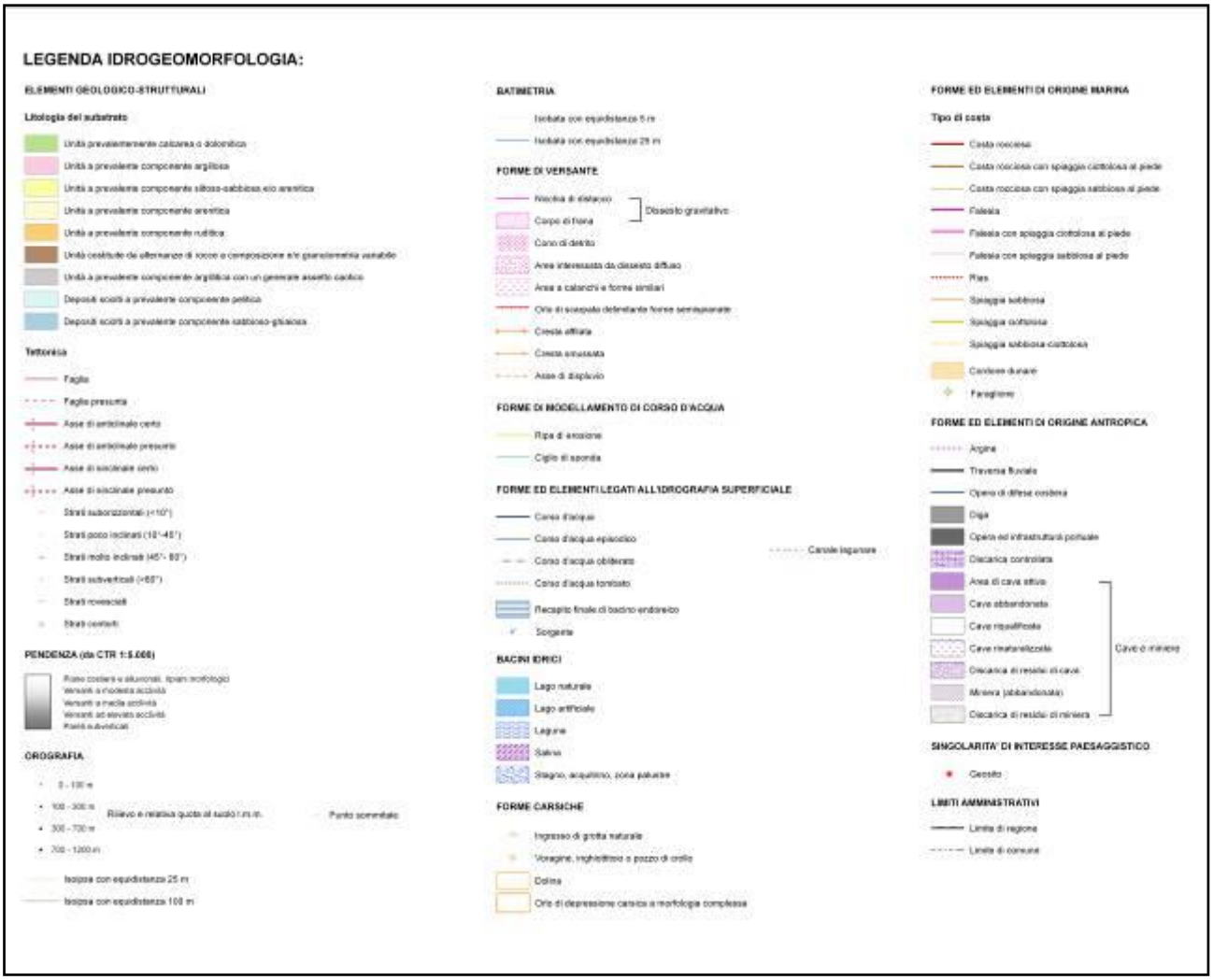


Figura 2.1.2. Legenda della Carta Idrogeomorfologica della Puglia.

Nello specifico, i temi rappresentati nella Carta Idrogeomorfologica sono i seguenti: 1) Elementi geologico-strutturali (suddiviso in sottotemi "litologia del substrato" e "tettonica"); 2) Pendenza; 3) Orografia; 4) Batimetria; 5) Forme di versante; 6) Forme di modellamento di corso d'acqua; 7) Forme ed elementi legati all'idrografia superficiale; 8) Bacini idrici; 9) Forme

carsiche; 10) Forme ed elementi di origine marina; 11) Forme ed elementi di origine antropica; 12) Singolarità di interesse paesaggistico; 13) Limiti amministrativi.

Le funzioni grafiche disponibili nel software GIS utilizzato per la redazione della Carta Idrogeomorfologica hanno consentito di rappresentare per ogni progetto di foglio, in un unico layout di stampa, i contenuti di quattro livelli informativi differenti, alcuni di carattere areale e altri di carattere lineare e puntuale, sfruttando le funzioni di trasparenza e sovrapposizione degli stessi elementi (*Figura 2.1.3*). I livelli informativi rappresentati sono, in ordine di sovrapposizione, i seguenti:

- substrato litologico (campi poligonali differenziati con diversa campitura di colore solido);
- acclività delle superfici (immagine raster in scala di grigi della carta del parametro “acclività”, rappresentata in trasparenza mediante sfumature cromatiche del colore del substrato litologico);
- base topografica (fondo topografico semplificato derivante dagli elementi lineari e poligonali della nuova CTR, in colore nero, con accentuazione dell'evidenza in corrispondenza dei centri abitati);
- elementi idrogeomorfologici (poligoni, linee e punti con specifica simbologia, in sovrapposizione a tutti i temi precedenti).

I dati tematici rappresentati nella Carta, per i quali nel seguito viene fornita una breve descrizione, derivano sia da banche dati ufficiali realizzate nel corso di progetti e piani di carattere nazionale e regionale (ad es. Carta Geologica d'Italia, PUTT/P, Piano di Tutela delle Acque della Puglia - 2007, Piano Regionale delle Coste - 2008, Catasto regionale delle Grotte) opportunamente verificati e adeguati, e sia soprattutto da analisi ed elaborazioni eseguite ex novo dall'Autorità di Bacino della Puglia, ovvero da soggetti esterni convenzionati con la stessa, sulla scorta dei dati conoscitivi del territorio disponibili. Tutti i temi prodotti, in formato vettoriale, sono stati elaborati graficamente in modo georeferenziato nel sistema di riferimento UTM N33-WGS84.

Infine, merita evidenziare che alla luce delle accennate complesse dinamiche idrogeomorfologiche che si realizzano nel territorio pugliese, la nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia intende rappresentare uno strumento operativo concreto ed indispensabile in grado di fornire un efficace supporto conoscitivo finalizzato ad una più corretta politica di integrazione delle dinamiche naturali nelle scelte di pianificazione e programmazione dei futuri assetti del territorio pugliese a diversa scala, dove un importante impulso al rinnovamento culturale e alla programmazione in tale materia è stato di recente avviato con i nuovi indirizzi operativi proposti dal DRAG, nel presupposto di porre a fattore comune i numerosi livelli di conoscenze, già patrimonio delle singole realtà territoriali.

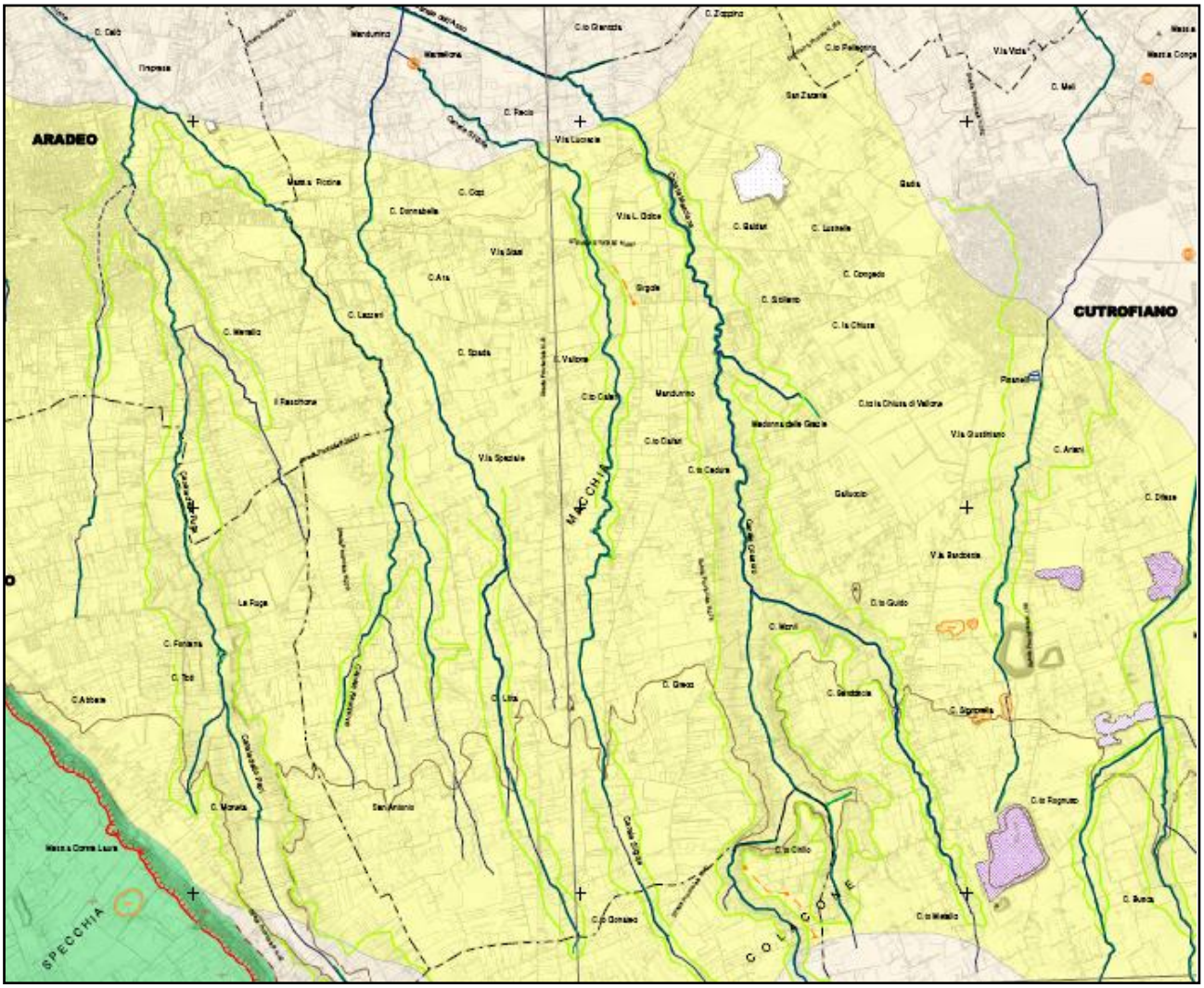


Figura 2.1.3. Assetto grafico della carta idrogeomorfologica della Puglia.

In quest'ottica la finalità ultima che intende supportare la nuova Carta Idrogeomorfologica della Puglia è quella di affermare i valori della tutela, valorizzazione e integrazione dei naturali assetti geomorfologici ed idrografici del territorio pugliese nei nuovi scenari di sviluppo e delle norme d'uso di trasformazione del territorio che saranno previste dai diversi strumenti di pianificazione e programmazione a venire.

Ai fini della illustrazione testuale dei caratteri idrogeomorfologici e idrogeologici del territorio del Salento, nei paragrafi che seguono, si farà riferimento, oltre che ai dati ed informazioni riportate nella Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, anche a dati di documenti ufficiali redatti da Enti pubblici, tra cui il "Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (2009) e lo "*Studio per il completamento del rilevamento delle voragini naturali nel territorio della Provincia di Lecce"* (2008).

2.2 - I CARATTERI MORFOLOGICI DELLA PUGLIA MERIDIONALE

Con specifico riferimento ai caratteri morfologici del territorio della Puglia meridionale, è da evidenziare innanzitutto che geograficamente lo stesso territorio rappresenta l'estrema propaggine meridionale della penisola apula, e costituisce una penisola altimetricamente poco elevata, bordata dal mare Adriatico ad est e dal mare Jonio ad ovest e a sud (Figura 2.2.1).

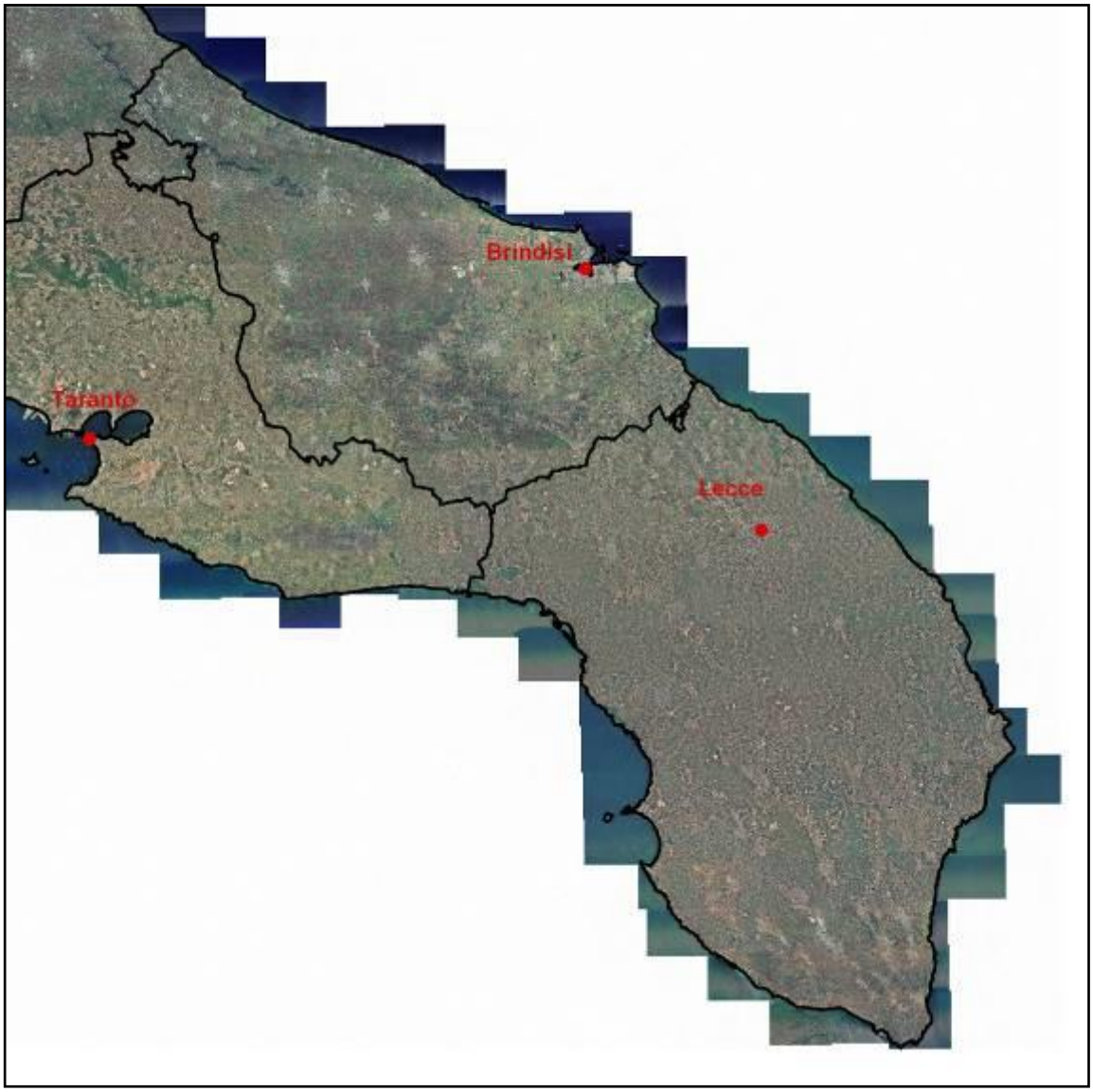


Figura 2.2.1. Il territorio della Puglia meridionale.

Dal punto di vista più strettamente geomorfologico, questo settore del territorio pugliese è costituito dai rilievi collinari delle Murge e delle Serre Salentine, aree tra loro collegate da una piana alluvionale in corrispondenza dell'area brindisina-leccese.

Nel dettaglio, sono comprese nell'area in esame la porzione meridionale dell'altopiano murgiano, unità morfologica di carattere regionale che occupa il settore centrale della Puglia, e per intero i bassi rilievi collinari delle Serre Salentine, nell'estrema propaggine meridionale della

Penisola. Tali aree sono tra loro collegate da una depressione morfologica (la cosiddetta "Soglia Messapica"), , che si presenta in forma di un vasto corridoio pianeggiante orientato grossomodo secondo l'allineamento Brindisi-Taranto.

Le aree più elevate di questa porzione del territorio pugliese, ovvero le Murge - ed in particolare quelle tarantine - e le Serre Salentine, si presentano in forma di bassi rilievi collinari.

In particolare le aree murgiane appaiono interessate dalla presenza di superfici grossomodo subpianeggianti intersecate a più riprese da scarpate morfologiche di origine marina, che conferiscono al territorio un assetto terrazzato su più ordini, e che digradano abbastanza velocemente e in modo più o meno uniforme verso il mare o la piana brindisina; le aree più propriamente salentine, invece, si caratterizzano per la presenza di un insieme di superfici subpianeggianti, disposte a quote relativamente poco differenziate e generalmente allungate in direzione NO-SE (Figura 2.2.2). Queste superfici hanno origine e appaiono collegate alla restante parte del territorio della regione a partire dalla piana messapica, che rappresenta come detto anche il limite meridionale dell'altopiano murgiano.

Le poco accentuate alture presenti nell'area delle Serre Salentine mostrano, al contrario, quote orografiche generalmente limitate, evidenziando tuttavia, soprattutto nella porzione meridionale della penisola, un assetto strutturale tipicamente collinare, costituito da rilievi a forma di dorsale grossomodo paralleli e allungati in direzione NO-SE o NNO-SSE, che tendono anche in maniera blanda ad elevarsi di quota procedendo verso il capo di Leuca (Figura 2.2.3). Queste strutture dorsaliche, raccordate tra loro da scarpate di faglia più o meno degradate, da antiche falesie degradate o da scarpate di erosione selettiva, permeano diffusamente la porzione meridionale del territorio salentino, mentre appaiono solo abbozzate in quello più settentrionale.

La zone interclusa tra i domini collinari presenti, ovvero quelle riferibili alla Piana Brindisino-Leccese, appaiono sotto forma di una estesa pianura che a partire dalla linea di costa adriatica si eleva in modo uniforme e graduale verso l'interno, collegandosi dolcemente alle ultime propaggini dei rilievi collinari delle murge tarantine e delle serre salentine, che nella porzione meridionale dell'area in esame appaiono quasi essere in continuità morfologica. Detta pianura è solcata da corsi d'acqua privi di deflussi perenni, spesso sistemati idraulicamente, che nella zona più prossima al mare sono connessi ad una rete articolata di canali di bonifica.

Proprio la differente articolazione delle alture morfologiche presenti nel territorio della Puglia meridionale ha portato alla distinzione dello stesso territorio in 4 grandi ambiti morfologici: quelli più settentrionale sono caratterizzati da rilievi collinari maggiormente significativi e sono denominati della "Murgia dei Trulli" e delle "Murge Tarantine", quello centrale, pianeggiante e privo di rilievi significativi, è generalmente chiamato "*Pianura Salentina*" o "*Pianura Brindisino-Leccese*", e quello più meridionale, dove la struttura dei rilievi, per quanto modesti in altitudine, è comunque più marcata, ed è chiamato delle "*Serre Salentine*" o "*Salento delle Serre*".

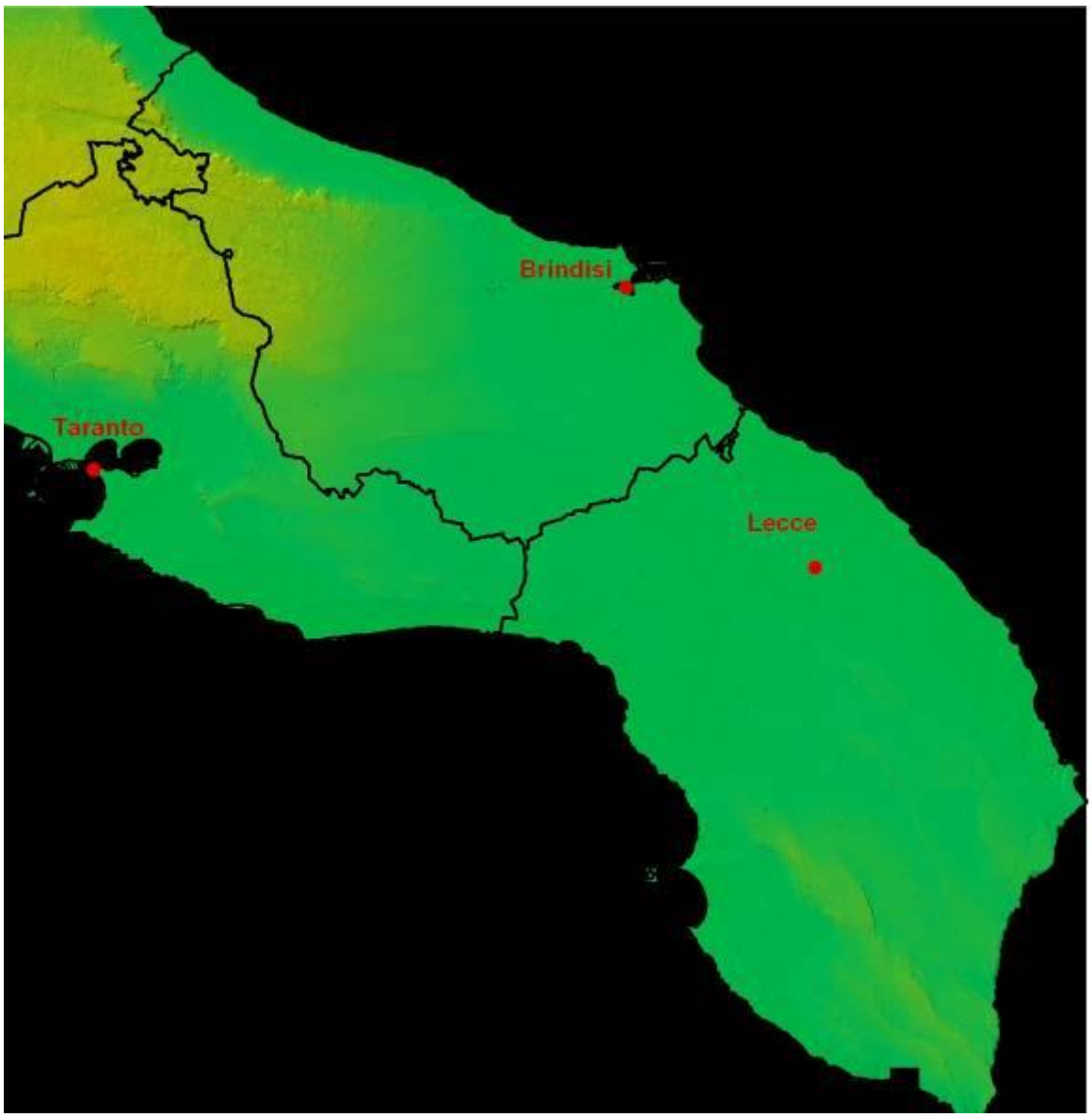


Figura 2.2.2 Modello digitale del terreno del territorio della Puglia meridionale.

Con specifico riferimento all'ambito delle *"Murge Tarantine"* si è inteso denominare un ambito regionale che comprende una specifica parte dell'altopiano carbonatico murgiano, quasi interamente ricadente nella parte centro-orientale della Provincia di Taranto e affacciante sul Mar Ionio, ma che tuttavia se ne discosta in maniera non trascurabile per alcuni caratteri morfologici e strutturali. Infatti, se da un lato la porzione occidentale di questo ambito si caratterizza per forme fortemente condizionate dai processi fluviali e tettonici, per la presenza di importanti scarpate morfologiche e incisioni fluvio-carsiche del tipo "gravina" (Figure 2.2.4 - 2.2.5), la porzione orientale è invece caratterizzata da rilievi blandi, spesso terrazzati, allungati in direzione E-O, che gradatamente sfumano nella piana brindisino-leccese per successive coperture di sedimenti più recenti. Nel complesso quindi, per quanto caratterizzato da morfologie e litologie ascrivibili a più di un morfotipo, questo ambito tuttavia, nel complesso dei caratteri da esso denotati, può essere certamente tenuto distinto da quello delle Murge alte propriamente dette, con cui in ogni caso è confinante.

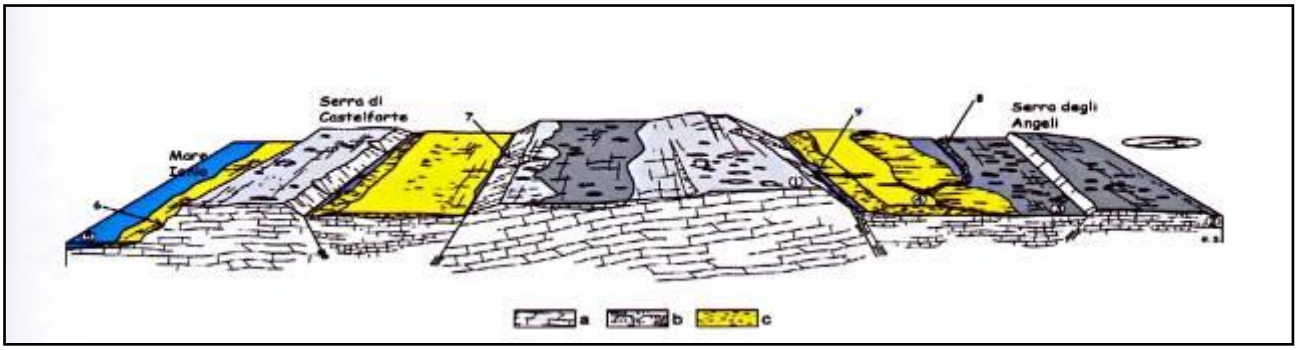


Figura 2.2.3. Assetto geomorfologico schematico del salento tra la Serra di Castelforte a SW e la Serra degli Angeli a NE. Legenda: a - successione carbonatica cretacea; b - unità carbonatiche neogeoniche-quaternarie; c - unità prevalentemente terrigene del Pleistocene medio e superiore. (Da Prov. di Lecce - 2008).

Figura 2.2.4. Superfici terrazzate presenti nell'area delle murge tarantine (territorio di Statte).

Figura 2.2.5. Incisione fluvio-carsica di tipo "Gravina" (territorio di Laterza).

Le morfologie superficiali sono caratterizzate da rilievi più modesti di quelli murgiani tipici (Figura 2.2.6), che raggiungono la massima altitudine fra i 400 ed i 450 m s.l.m. in corrispondenza dei Monti di Martina; per il resto si possono segnalare solo emergenze molto meno accentuate, come le Coste di Sant'Angelo, a Nord di Statte, il Monte Castello ad Ovest di Montemesola, ed il Monte fra San Giorgio e San Crispieri. Le aree pianeggianti costituiscono invece un tavolato lievemente digradante verso il mare (Figura 2.2.7), interrotto da terrazzi più o meno rilevati. La monotonia di questo paesaggio è interrotta da incisioni più o meno accentuate, che vanno da semplici solchi a vere e proprie gravine.

In rapporto all'ambito della *Pianura Brindisino-Leccese*, questo si presenta in forma di un vasto e uniforme bassopiano, compreso tra la porzione meridionale dell'altopiano murgiano a Nord-Ovest e le Serre Salentine a Sud-Est. Si caratterizza, oltre che per la quasi totale assenza di pendenze significative e di forme morfologiche degne di rilievo (Figure 2.2.8 e 2..2.9) - se si eccettua un tratto del settore ionico-salentino in prosecuzione delle Murge tarantine e alcuni orli di scarpata di deboli rilievi dorsalici – per la rilevante presenza di bacini endoreici ove a luoghi si rinvengono notevoli accumuli di terra rossa (Figura 2.2.10), per l'intensa antropizzazione agricola del territorio e per la presenza di zone umide costiere.

Figura 2.2.6. Aspetto tipico del rilievo della murgia tarantina (territorio di Montemesola)

Figura 2.2.7. Area morfologicamente pianeggiante della piana brindisino-leccese (territorio di Francavilla Fontana)

Figura 2.2.8. Il territorio della Pianura Brindisino-leccese privo di pendenze significative (territorio di Campi Salentina).

Figura 2.2.9. Il territorio della Piana Brindisino-leccese privo di pendenze significative (territorio di Surbo).

Figura 2.2.10. Accumuli di terra rossa nella Pianura salentina (territorio di Nardò).

Queste ultime appaiono maggiormente sviluppate nel settore adriatico della penisola, dove i relativi territori presentano morfologie essenzialmente pianeggianti, e pertanto le depressioni localmente presenti in prossimità della costa sono sede di bacini idrici di tipo lagunare o palustre (Laghi Alimini, Laguna di Acquatina, Le Cesine, ecc.).

Il terreno, prevalentemente di natura calcarea, calcarenitica e sabbiosa, ove affiorante, si caratterizza per la frequente presenza di forme carsiche quali doline e inghiottitoi (chiamate anche “vore”), spesso organizzate in veri e propri sistemi di assorbimento in corrispondenza delle aree depresse, che convogliano i deflussi idrici nel sottosuolo alimentando gli acquiferi sotterranei (Figure 2.2.11 e 2.2.12).

Figura 2.2.11. Sistema di voragini sistemate antropicamente (territorio di Campi Salentina).

Figura 2.2.12. Sistema di voragini sistemate antropicamente (territorio di Campi Salentina).

Brevi corsi d'acqua, a carattere temporaneo e più o meno modificati da opere di regimazione idraulica, si delineano in vari bacini esoreici e endoreici. Nell'ambito dei primi, tra i corsi d'acqua maggiormente significativi, è opportuno segnalare il Canale Reale, con foce a nord di Brindisi, il Canale Cillarese e il Canale Infocaciucci; all'interno dei secondi, sono presenti numerosi reticoli idrografici episodici; questi ultimi recapitano come detto le acque in doline e inghiottitoi carsici modificati, in genere, dall'intervento dell'uomo. Il sistema idrografico endoreico più esteso, con un bacino di oltre 150 km^2, è quello del Canale dell'Asso (Figura 2.2.13), collegato da opere di bonifica alla Voragine del Parlatano, nel territorio comunale di Nardò, ma che è stato anche dotato di un canale scolmatore a mare.

Figura 2.2.13. Tratto terminale del Canale dell'Asso (territorio di Nardò).

L'ambito geomorfologico meridionale della penisola invece, quello delle cosiddette "*Serre Salentine*", è un settore prevalentemente a morfologica collinare, il cui areale si sviluppa grossomodo a sud della linea ideale che congiunge Gallipoli ed Otranto. Questa porzione del territorio è caratterizzato dalla presenza di allineamenti di modesti rilievi, costituiti da roccia calcarea, che non superano i 200 m s.l.m.; il punto più elevato è infatti la Serra di S. Eleuterio, nel Comune di Matino, a 195 metri s.l.mm (Figura 2.2.14). Generalmente i territori del versante orientale delle Serre Salentine si raccordano direttamente al mare attraverso falesie più o meno alte e ripide (tratto di costa tra Otranto e Santa Maria di Leuca – Figure 2.2.15 e 2.2.16), mentre quelli della sezione mediana ed occidentale (da Supersano fino al capo di Leuca) mostrano

sequenze di rilievi con un profilo generalmente asimmetrico, con fianco orientale molto acclive che talvolta rasenta quello di brusche scarpate morfologiche (ad es. Serra di Castelforte - Figura 2.2.17, ad ovest di Racale e Taviano, o Serra di Ruffano-Supersano – Figura 2.2.18), e fianco occidentale più dolcemente raccordato alle aree adiacenti, che in alcuni casi termina direttamente in corrispondenza della costa ionica. Questi rilievi sono caratterizzati talvolta, in sommità, da superfici subpianeggianti, ove si rileva anche un più accentuato sviluppo di forma e morfologie carsiche (campi di doline, inghiottitoi, campi carreggiati – Figura 2.2.19), originatesi nel corso di una fase di modellamento morfologico avvenuta nel Pleistocene inferiore-medio, e le cui testimonianze sono state parzialmente riesumate dopo una fase di ingressione marina del Pleistocene medio.

Figura 2.2.14. La Serra di Sant'Eleuterio (territorio di Matino).

Figura 2.2.15. Tratto di Costa alta in prossimità di Torre Sant'Emiliano (territorio di Otranto).

Figura 2.2.16. Tratto di Costa a falesia in prossimità di Torre Novaglie (territorio di Corsano).

Figura 2.2.17. Scarpata morfologica del versante orientale della Serra di Casteforte (territorio di Alliste).

Figura 2.2.18. Scarpata morfologica del versante orientale della Serra di Ruffano-Supersano (territorio di Ruffano).

Figura 2.2.19. Campo di doline con accumulo di terra rossa (territorio di Soleto).

Alle regolare successione delle serre si interpongono zone depresse e pianeggianti, assimilabili a brevi corridoi morfologici dove si sviluppano anche reticoli idrografici di modesta estensione a luoghi con una minima organizzazione gerarchica, che terminano in corrispondenza di voragini o depressioni naturali (Figura 2.2.20).

Figura 2.2.20. Voragine denominata "del genio Civile" (territorio di Scorrano).

Non mancano, in prossimità delle aree costiere, forme morfologiche di più chiara origine fluviale, i cui principali esempi sono l'articolata e gerarchicamente organizzata valle del *Fiume Idro (Figura 2.2.21),* in corrispondenza dell'entroterra di Otranto e il "*Vallone del Ciolo*" (Figura 2.2.22), tipica forma di incisione fluvio-carsica, presente sul versante costiero meridionale delle Serre orientali. Forme morfologiche di erosione da parte di corsi d'acqua di una certa significatività si rinvengono anche nell'area di Leuca.

Tipiche anche delle aree costiere sono le aree oggetto di bonifica, mediante estesi bacini artificiali collegati tra loro e con il mare da canali di marea (da cui deriva il nome di "Bacini a marea"), che hanno lo scopo principale di drenare le acque provenienti dai versanti collinari sottesi e quelle di falda, localmente molto prossime alla superficie topografica, e consentire di mantenere un assetto salubre dei relativi territori. Questi sistemi di bacini (Figura 2.2.23) sono in particolare presenti sul litorale jonico salentino, nei territori di Porto Cesareo e di Ugento.

Figura 2.2.21. Tratto terminale del Fiume Idro (territorio di Otranto).

Lungo la fascia costiera della penisola compresa tra Capo d'Otranto e Torre d'Alto Lido, merita segnalare la presenza di una gradinata di terrazzi morfologici modellati dal mare presumibilmente durante il Pleistocene medio-superiore per la combinazione del generale sollevamento della regione e delle variazioni glacio-eustatiche del livello del mare. I versanti di questi rilievi si contraddistinguono per la presenza di numerosi e diffusi terrazzamenti, resisi necessari per garantire un utilizzo agricolo di questi terreni.

Con specifico riferimento ai processi di natura carsica presenti nel territorio della Puglia meridionale, è da evidenziare che lo stesso processo carsico ha modellato una gran varietà di forme sia ipogee che epigee, sviluppandosi nel corso di diverse fasi morfogenetiche succedutesi dal Paleogene al Pleistocene con effetti e modalità differenti in relazione alla

litologia, ai caratteri strutturali ed alla evoluzione geologica dei diversi settori che costituiscono la regione.

La fase di morfogenesi carsica che ha lasciato l'impronta più evidente nel paesaggio si è verificata intorno a 750.000 anni fa (Selleri, 2007); essa è cominciata alla fine del Pleistocene inferiore con il modellamento di ampie doline e depressioni e si è conclusa nel corso del Pleistocene medio, quando il mare sommerse quasi completamente il Salento e la superficie carsica fu ricoperta (fossilizzata) da sedimenti sabbiosi, limosi e argillosi (Figura 2.2.24).

In tempi più recenti, presumibilmente tra la fine del Pleistocene medio e l'Olocene, in seguito alla riemersione della penisola salentina, si è verificata la parziale erosione dei sedimenti marini di copertura con la locale riesposizione della superficie carsica e la sua parziale riattivazione. Le principali aree carsiche della penisola salentina corrispondono proprio a lembi relitti variamente estesi della superficie carsica pleistocenica.

Figura 2.2.22. Profonda incisione fluvio-carsica del Vallone del Ciolo (territorio di Gagliano del Capo).

Figura 2.2.23. Bacini a Marea (territorio di Ugento).

La dinamica geomorfologica in questi settori è fortemente condizionata dalla presenza di estesi relitti della antica copertura di sedimenti marini. Su questi sedimenti poco permeabili si è sviluppata, infatti, una rete idrografica nel complesso poco articolata, attraverso la quale confluiscono verso i lembi della superficie carsica riesumata cospicui volumi di acque di ruscellamento che determinano estesi allagamenti nel caso in cui non vengano più o meno rapidamente smaltiti nel sottosuolo attraverso i numerosi inghiottitoi. Questo assetto geomorfologico rappresenta un classico esempio di carsismo di "contatto o di bordo".

In letteratura scientifica, oltre alla fase morfogenetica del Pleistocene inferiore - Pleistocene medio, è ben nota anche una fase di morfogenesi paleogenica, verificatasi cioè oltre 20 milioni di anni fa, durante la quale ha preso forma un paesaggio di tipo tropicale caratterizzato dalla presenza di grandi doline di diametro anche superiore a 100 metri e profondità di diverse decine di metri, nonché di bassi rilievi a scudo. Un esteso lembo di questo paesaggio si è conservato in corrispondenza della superficie sommitale della Serra di Monte Vergine nell'entroterra di Otranto.

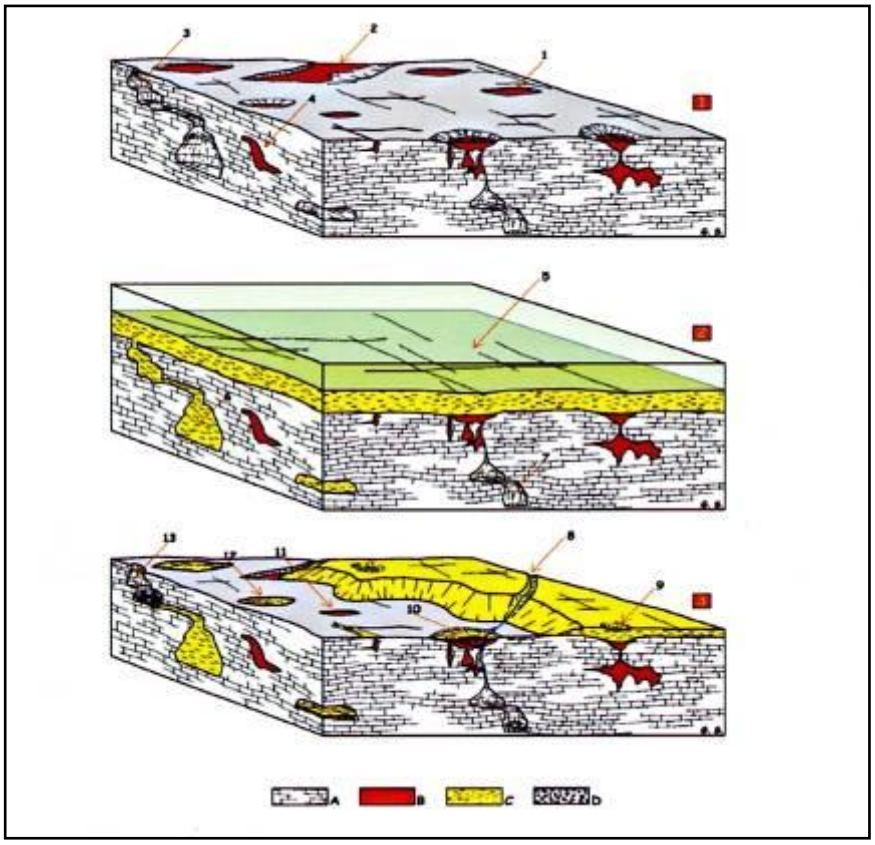


Figura 2.2.24. Il paesaggio fisico nei settori interni del Salento è essenzialmente il prodotto di una successione di eventi morfogenetici succedutisi tra il Pleistocene medio e l'attuale. Legenda: a - substrato carbonatico del cretaceo; B - Depositi residuali; C - Depositi marini; D - Sedimenti recenti ed attuali presenti nelle cavità. (Da Prov. di Lecce - 2008).

2.3 - I CARATTERI GELOGICI DEL SALENTO LECCESE

Dal punto di vista geologico, il territorio della Puglia meridionale si caratterizza per la presenza di una ossatura radicata costituita da una successione carbonatica di età cretacea spessa diverse migliaia di metri ("*Piattaforma apula*"), in assetto pressoché sub-orizzontale ma corrugata e fagliata a scala di dettaglio, su cui poggiano discontinuamente terreni più recenti, riferibili a diversi eventi sedimentari verificatisi tra l'Eocene e il Pleistocene medio-superiore, in forma di corpi tabulari ad assetto prevalente orizzontale.

L'attuale assetto geologico denotato dalla porzione meridionale del territorio pugliese è da ricondurre ai grandi eventi tettonici plicativi e isostatici che interessarono, a più riprese, l'intero territorio pugliese fra il Cretaceo e l'inizio del Pleistocene. L'impalcatura carbonatica cretacea che ne costituisce il basamento rappresenta non solo la parte meno sollevata della "*Piattaforma apula"* ma, in quanto più antica, anche quella maggiormente interessata dall'attività tettonica. Le diverse spinte tettoniche che a più riprese nel Terziario portarono alla formazione delle Catene appenninica e dinarica, determinarono, nello stesso tempo, il sollevamento delle aree corrispondenti alle attuali rilievi delle Murge e delle Serre Salentine, ed il contemporaneo abbassamento di quelle ad esse intercluse, nelle quali si sono successivamente accumulati i

depositi marini più recenti. Le numerose e ravvicinate dislocazioni hanno, in particolare, conferito a questo settore della *Piattaforma apula* una tipica configurazione ad *horst* e *graben,* morfologicamente corrispondenti rispettivamente a dorsali e rilievi poco elevati e allungati in direzione NNO-SSE e alle strette depressioni subpianeggianti che li separano, dove le rocce calcareo-dolomitiche del basamento mesozoico appaiono essere dislocate a profondità tali da essere praticamente assenti in superficie. Tale configurazione strutturale è particolarmente evidente nell'area delle Serre Salentine, ma anche la più estesa zona pianeggiante brindisino-leccese può essere interpretata come l'effetto, a più grande scala, di distensioni tettoniche con orientamento antiappenninico.

A tale assetto strutturale consegue, dal punto di vista superficiale, una pressoché equa ripartizione tra aree di affioramento di terreni calcarei cretacei ed aree di affioramenti di più teneri terreni calcarenitici e sabbiosi. Dal punto di vista più prettamente litologico, la successione cretacea è caratterizzata da una alternanza di termini calcarei e, in minor misura dolomitici, variamente alternati tra loro e dotati di una discreta omogeneità composizionale

I terreni delle unità di copertura più recenti sono invece costituiti da termini sempre di natura prevalentemente carbonatica, ma rappresentativi di vari termini litologici (calcarenitici, marnosi, sabbiosi e, nella zona della pianura brindisina, anche argillosi).

Nello specifico, facendo riferimento alla distinzione operata nel lavoro di Pieri et al. (1991), si possono distinguere nella penisola salentina 5 gruppi di unità formazionali:

- le unità paleogeniche, rappresentate dai Calcari di Castro e dalle Calcareniti di Porto Badisco, che affiorano su una ristretta fascia, da Otranto a S. Maria di Leuca, lungo il bordo orientale del Salento;
- le unità mioceniche (Pietra Leccese, Calcareniti di Andrano), che affiorano estesamente nel Salento centro-orientale;
- i depositi pliocenici, nei quali sono stati distinti due cicli, datati, rispettivamente, Pliocene inferiore (Formazione di Leuca) e Pliocene medio-superiore (Formazione di Uggiano la Chiesa);
- depositi del ciclo plio-pleistocenico della Fossa Bradanica, in cui si distinguono due unità (Calcareniti di Gravina e Argille subappennine), comprese fra il Pliocene medio e il Pleistocene inferiore, che rappresentano i termini inferiori della successione completa, non affiorante nel territorio salentino;
- depositi marini terrazzati, ove sono comprese numerose unità litostratigrafiche riferibili a distinte fasi sedimentarie verificatesi in tempi medio e supra-pleistocenici. Questi depositi appaiono particolarmente rappresentativi dei terreni affioranti in corrispondenza della piana brindisono-leccese.

Di estensione trascurabile, ma comunque meritevole di menzione, sono i depositi di sabbie che costituiscono i cordoni dunari attuali e recenti, nonché i depositi sciolti a granulometria mista

(ma generalmente fine), rappresentanti gli accumuli per eventi alluvionali in corrispondenza degli alvei dei corsi d'acqua e delle aree endoreiche.
La distribuzione areale delle unità litologiche principali caratterizzanti il Salento e i reciproci rapporti tettono-stratigrafici sono sintetizzati nella Carta Geologica di Figura 2.3.1.
Oltre a ciò, è da evidenziare come nell'ambito della redazione della Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, a partire dalle classi geo-litologiche riportate nella "*Carta Geo-litologica della Puglia basata sulla elaborazione e sintesi della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000*" e relative "*Note illustrative*", prodotta dal Dipartimento di Geologia e Geofisica dell'Università degli Studi di Bari a seguito di specifica convenzione con l'Autorità di Bacino della Puglia, e sulla scorta delle "linee guida" riportate all'interno dello stesso studio, finalizzate ad operare ulteriori accorpamenti e/o semplificazioni delle 25 unità presenti nella Carta Geo-Litologica della Puglia, l'Autorità di Bacino della Puglia ha provveduto ad individuare 9 classi litologiche, che intendono costituire una rappresentazione sintetica della distribuzione geografica delle litologie prevalenti affioranti nella Regione Puglia, riportate sulla base di quanto presente nei fogli geologici alla scala 1:100.000.
Questo specifico strato informativo identifica 9 classi di litologie del substrato, che nello specifico e in accordo con le linee guida di riferimento, sono quelle delle seguenti unità:

- Unità prevalentemente calcarea o dolomitica;
- Unità a prevalente componente argillosa;
- Unità a prevalente componente siltoso-sabbiosa e/o arenitica;
- Unità a prevalente componente arenitica;
- Unità a prevalente componente ruditica;
- Unità costituite da alternanze di rocce a composizione e/o granulometria variabile;
- Unità a prevalente componente argillitica con un generale assetto caotico;
- Depositi sciolti a prevalente componente pelitica;
- Depositi sciolti a prevalente componente sabbioso-ghiaiosa.

Tale ulteriore sintesi, operata seguendo, quando possibile, criteri di uniformità litologica, uniformità granulometrica e grado di cementazione, produce una rappresentazione della "litologia del substrato" caratterizzata esclusivamente da informazioni di tipo litologico, che fa perdere i residui attributi geologici ancora riconoscibili nella originaria carta a più classi da cui la prima deriva. Con tale impostazione, litotipi di diversi periodi o ere geologiche possono pertanto coesistere in una stessa classe litologica, perché aventi la stessa litologia o composizione granulometrica e/o mineralogica.

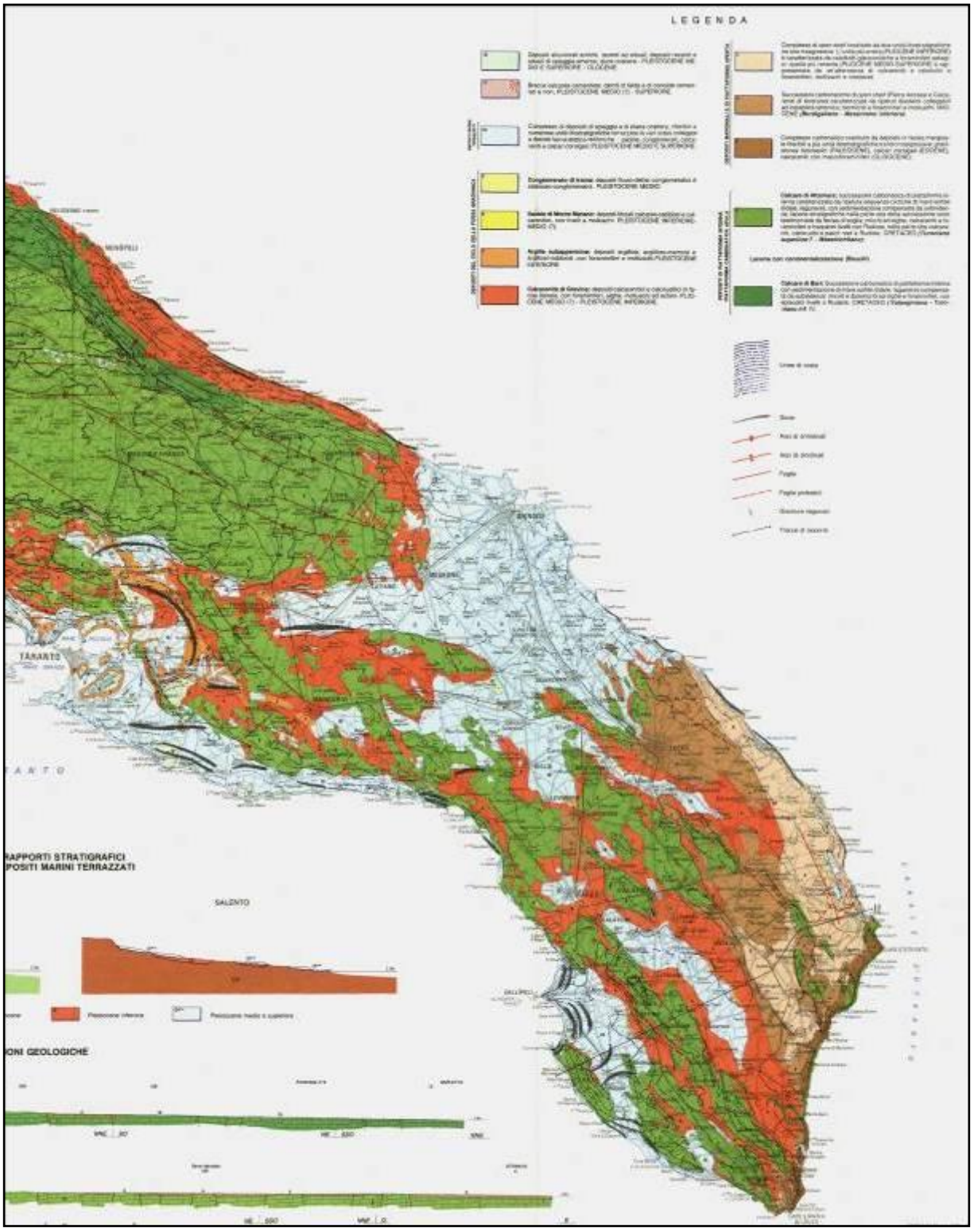


Figura 2.3.1. Stralcio della carta geologica del territorio del Salento. (Da Ciaranfi et al., 1991).

Fanno eccezione a questa regola solamente i depositi sciolti recenti e attuali (rappresentati ad es. dai depositi litoranei o alluvionali di pianura o fondovalle) e le formazioni pre-quaternarie non litoidi, per le quali la relativamente giovane età geologica ha condizionato in modo sostanziale il loro grado di cementazione e/o compattazione, al punto da renderli sostanzialmente differenti,

per aspetto e comportamento fisico, rispetto ad analoghe litologie presenti in successioni rocciose più antiche.

La Figura 2.3.2 riporta la distribuzione areale delle 9 classi litologiche individuate nella Carta Idrogeomorfologica, relativamente alla porzione di territorio della Puglia meridionale.

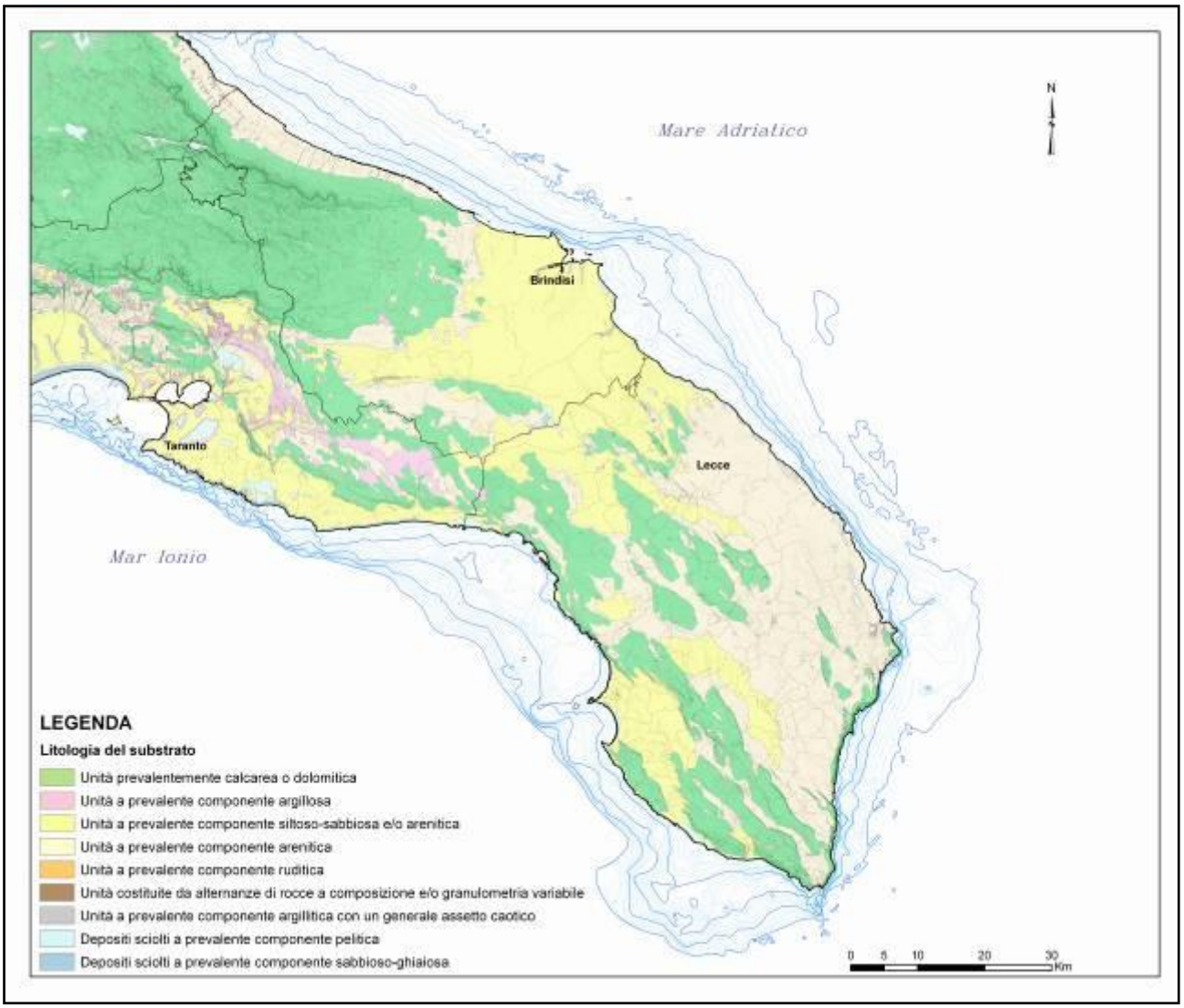


Figura 2.3.2. Stralcio della classi litologiche della Carta Idrogeomorfologica della Puglia, relativamente al territorio della Puglia meridionale.

2.4 - I CARATTERI IDROGEOLOGICI DEL SALENTO LECCESE

Per la definizione dei caratteri idrogeologici della Puglia meridionale, è stata presa a riferimento la "Carta degli ambiti dell'idrologia sotterranea" (Figura 2.4.1), redatta come documento conoscitivo propedeutico alla realizzazione della Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, sulla base delle informazioni cartografiche e documentali contenute nel *Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia*, recentemente approvato con Delibera del Consiglio

Regionale n. 230/2009. Essa fornisce una rappresentazione della distribuzione spaziale dei principali corpi idrici sotterranei della Puglia e del Salento in particolare.

Nello specifico, la carta innanzi indicata individua, a scala regionale, le due principali tipologie di acquiferi presenti nel Salento: quelli carsici, permeabili per fessurazione e/o carsismo, e quelli porosi, permeabili per porosità. La carta realizzata riporta, inoltre, l'ubicazione delle principali manifestazioni sorgentizie desunte dagli studi a corredo del Piano di Tutela delle Acque e dei pozzi di approvvigionamento idrico ad uso potabile, ed evidenzia l'andamento delle isopieze dei corpi idrici sotterranei di maggiore estensione, che rappresentano le linee che uniscono i punti in cui la falda presenta la stessa altezza del carico piezometrico (superfici di uguale potenziale idraulico).

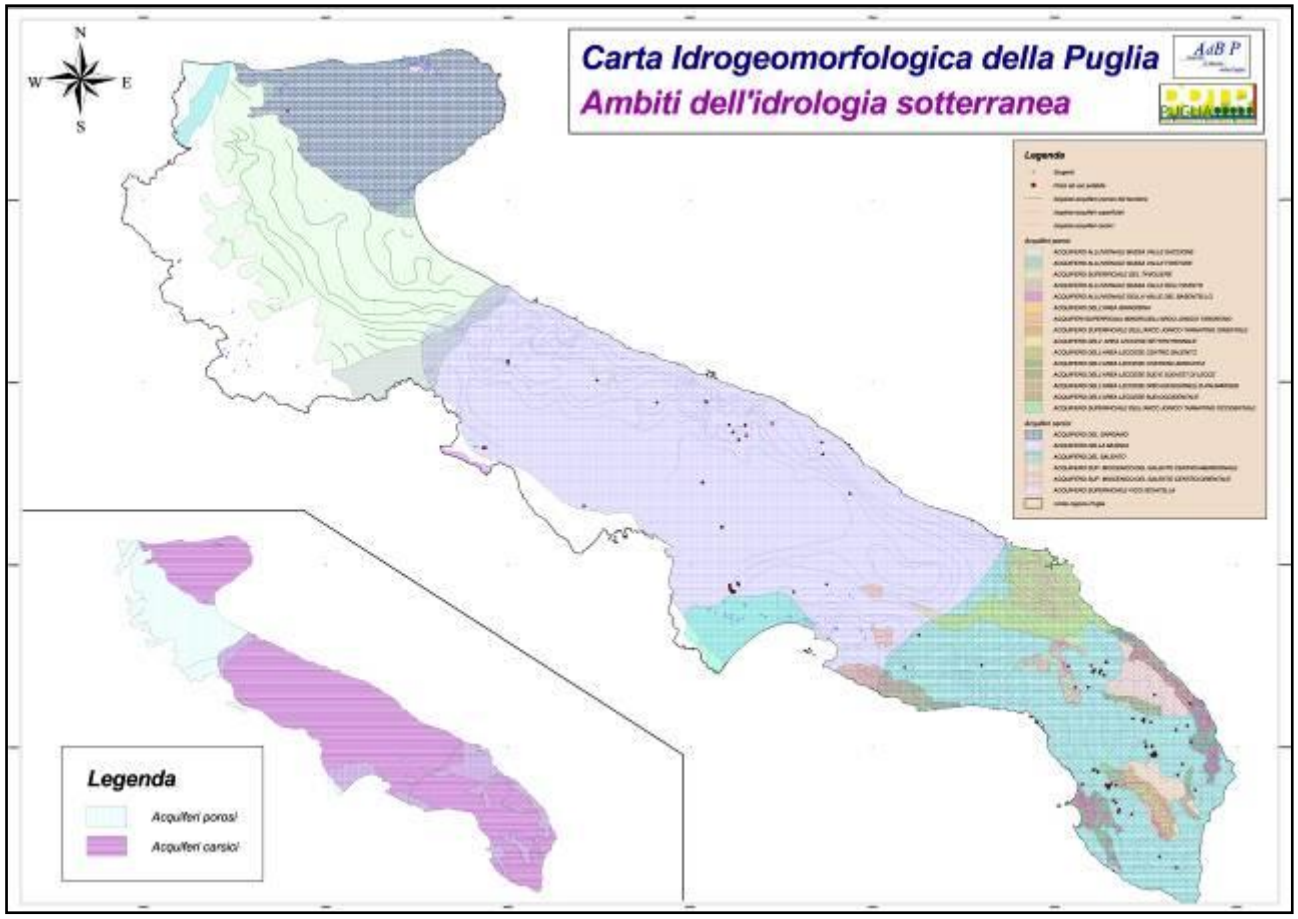


Figura 2.4.1. Carta degli ambiti dell'idrologia sotterranea.

E' opportuno evidenziare che i campi di esistenza di alcuni acquiferi possono anche essere sovrapposti in relazione all'assetto stratigrafico delle formazioni rocciose che li ospitano. In particolare nella Penisola salentina possono essere rinvenute nel sottosuolo differenti falde idriche tra loro non direttamente connesse.

Nella Tabella 2.4.1 di seguito riportata sono elencati gli acquiferi più significativi rinvenibili nell'ambito territoriale in esame, distinti per tipologia.

Con riferimento all'acquifero carsico della Murgia, questo impegna le rocce calcareo-dolomitiche delle piattaforma apula, presentando caratteri di permeabilità sensibilmente eterogenei e variabili da zona a zona ma che, complessivamente, possono essere descritti come quelli di una falda le cui acque circolano generalmente in pressione e su più livelli idrici sovrapposti (soprattutto nelle zone più interne delle Murge), di norma a notevole profondità al di sotto del livello del mare.

Tipologia del corpo idrico sotterraneo	**Denominazione del corpo idrico sotterraneo**
Acquiferi carsici o fessurati	acquifero della murgia
	acquifero del salento
	acquifero miocenico del salento centro-orientale
	acquifero miocenico del salento centro-meridionale
Acquiferi porosi	acquifero dell'area leccese settentrionale
	acquifero dell'area leccese sud e sud-est di lecce
	acquifero dell'area leccese sud-occidentale
	acquifero dell'area leccese centro salento
	acquifero dell'area leccese costiera adriatica
	acquifero dell'area leccese Diso-Giuggianello-Palmariggi
	Acquifero dell'area brindisina

Tabella 2.4.1. Elenco dei corpi idrici sotterranei presente nel territorio salentino.

Il confinamento della falda e il suo frazionamento su più livelli sembra essere legato alla presenza di intervalli di roccia poco fratturata o massiva, o di livelli di calcari bituminosi che, a diverse altezze stratigrafiche, sono presenti all'interno della successione carbonatica mesozoica.

Sul lato adriatico, in prossimità della costa, l'acqua si rinviene più spesso in condizioni di falda libera o confinata poco al di sotto del livello del mare, in contatto con l'acqua marina di intrusione continentale.

Sul lato opposto, l'acquifero profondo è delimitato dal sistema di faglie che lo pone in contatto con le argille plio-pleistoceniche dell'*Avanfossa bradanica*.

La parte più interna del territorio delle *Murge* costituisce la zona di prevalente ricarica dell'acquifero; essa si articola in una serie di bacini imbriferi di tipo endoreico, di diversa estensione, che raccolgono le acque meteoriche che insistono sul territorio convogliandole, mediante inghiottitoi o sistemi di fratture della roccia calcarea, verso il sistema dei reticoli carsici sotterranei.

Il deflusso idrico è diretto perpendicolarmente alla costa con gradienti piezometrici compresi tra 0,1% e 0,5%; sul versante murgiano l'acqua scaturisce direttamente in mare, in forma diffusa, attraverso una serie di sorgenti situate lungo il tratto costiero tra *Barletta* e *Brindisi*. La principale scaturigine è presente nel territorio di *Fasano* ed è rappresentata dalla sorgente *Fiume Grande* in località *Torre Canne*, situata subito a ridosso di un cordone di dune, con una portata media complessiva di circa 700 l/s.

Sempre sulla costa adriatica, a pochi chilometri da Brindisi, la falda carsica alimenta il sistema palustre della riserva naturale statale di *Torre Guaceto*.

Nel settore bradanico delle *Murge* la falda scaturisce attraverso le manifestazioni sorgentizie localizzate nell'area di *Taranto*. La principale scaturigine è rappresentata dalla zona sorgentizia del *Tara*, ad Ovest dell'abitato, ove le acque sotterranee defluenti con una portata di circa 4000 l/s, permeando i depositi palustri presenti, danno luogo nella zona retrodunale ad una vasto pantano e al *fiume Tara*, le cui acque prelevate ad uso industriale ed agricolo mostrano una salinità di poco superiore a 2 g/l. Dello stesso tipo è anche la sorgente del *Chidro*, in prossimità del litorale di *S. Pietro in Bevagna* in territorio di *Manduria*, con una portata di acqua salmastra di circa 2 l/s che si riversa direttamente in mare.

Altre emergenze sorgentizie presenti nei dintorni di *Taranto* sono rappresentate dalle sorgenti del *Mar Piccolo,* alcune delle quali, sottomarine, scaturiscono all'interno dello specchio d'acqua ("*citri*").

In rapporto alle condizioni idrogeologiche tipiche dell'area salentina, come si desume dall'osservazione dei campi di esistenza degli acquiferi presenti, la Penisola Salentina è caratterizzata da una circolazione idrica sotterranea marcatamente complessa, in quanto difficilmente correlabile ad una ben definita unità idrogeologica. Il deflusso idrico, difatti, si esplica attraverso distinti livelli idrici sovrapposti di cui il principale, sia in rapporto alle dimensioni, che all'importanza in termini di sfruttamento e utilizzo, è quello carsico mesozoico noto con il termine di falda "profonda" o falda "di base" circolante nei calcari mesozoici.

Con particolare riferimento al predetto acquifero carsico principale, ospitato nella successione calcarea mesozoica della *Piattaforma apula*, questo interessa l'intera penisola salentina ed è delimitato, sul margine nord-occidentale, dall'ideale allineamento di Brindisi-Taranto, che rappresenta solo una separazione fittizia dello stesso acquifero da quello presente al di sotto dell'altopiano murgiano, al quale il primo è fisicamente connesso.

La circolazione profonda in questo acquifero si esplica principalmente a pelo libero e subordinatamente in pressione, al di sotto del livello marino, laddove i terreni neogenici di

copertura (poco permeabili) si spingono a notevoli profondità al di sotto della quota corrispondente al livello del mare.

La particolarità più rilevante dell'acquifero carsico fessurato salentino è che esso “galleggia” per tutta la sua estensione sull’acqua marina di invasione continentale, con collegamento idraulico sotterraneo fra le acque del Mar Ionio e quelle dell’Adriatico (Figura 2.4.2).

La falda assume una configurazione lenticolare, con spessori maggiori nella porzione centrale della penisola. Il grado di permeabilità dell’acquifero, di norma elevato, rende ragione dei valori in genere assai bassi dei carichi idraulici (al massimo di 4-5 m s.l.m. nei settori più interni); anche le cadenti piezometriche con le quali la falda defluisce verso mare sono basse (0.01%-0.02%).

La zona di transizione tra le acqua dolce di falda e l’acqua marina ha spessori variabili, da pochi metri nelle zone costiere ad un centinaio di metri nelle aree più interne della penisola.

E’ da rimarcare come la relativa scarsità degli apporti meteorici ma soprattutto il massiccio sfruttamento della risorsa idrica per uso irriguo, potabile ed industriale hanno determinato, negli ultimi decenni, il graduale spostamento dell’interfaccia tra l’acqua dolce di falda e l’acqua salata del mare verso l’alto e verso zone sempre più interne, con conseguente progressiva salinizzazione degli acquiferi.

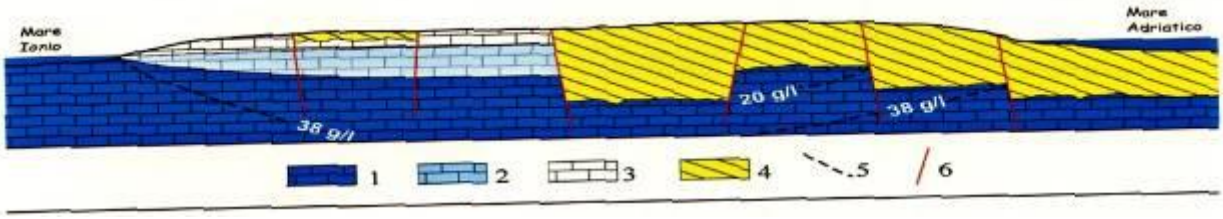


Figura 2.4.2. Sezione idrogeologica schematica del Salento da Porto Cesareo a San Cataldo (mod. da Maggiore e Pagliarulo, 2004). Legenda: 1 - Rocce permeabili con acqua salata; 2 - Rocce permeabili con acqua dolce; 3 - Rocce permeabili anidre; 4 - Rocce poco permeabili o impermeabili anidre; 5 - Isoalina; 6 - Faglia (Da Prov. di Lecce - 2008).

I dati disponibili sulla distribuzione del contenuto salino nelle acque di falda mostrano che in tutta la zona costiera, in una fascia di ampiezza di alcuni chilometri, le acque di falda sono contraddistinte da salinità piuttosto elevata tanto da essere oggi inutilizzabili per usi irrigui o potabile.

Oltre alla falda idrica principale, falde carsiche secondarie rispetto a quella presente nelle rocce calcaree mesozoiche, ma in ogni caso significative, sia per qualità sia per quantità della risorsa, si rinvengono nei litotipi porosi e carsificati delle formazioni calcarenitiche mioceniche affioranti nei settori centro-meridionale e centro-orientale della penisola.

Gli acquiferi miocenici anzidetti, spesso frazionati in più livelli idrici sovrapposti e separati da orizzonti marnoso-calcarenitici impermeabili, traggono alimentazione oltre che dalle precipitazioni meteoriche anche dagli apporti laterali della falda profonda.

Le acque degli acquiferi miocenici, e soprattutto quelle circolanti all'interno della formazione della Pietra Leccese, sono generalmente di buona qualità e mostrano un contenuto salino dell'ordine di 0,6 g/l.

In merito infine agli acquiferi porosi superficiali del *Salento*, permeabili per porosità, si rinvengono nei terreni plio-pleistocenici che caratterizzano l'assise superiore della penisola. Nello specifico sono stati riconosciuti complessivamente i seguenti acquiferi:

1) Falda superficiale area "leccese settentrionale"

Interessa il sottosuolo del territorio compreso tra gli abitati di *Copertino*, *Salice Salentino*, *Squinzano* e *Guagnano*.

2) Falda superficiale area "leccese S-SE"

Si rinviene nei depositi sabbiosi pleistocenici che affiorano nel territorio che si estende da *Monteroni di Lecce* fino a *Castrì di Lecce* passando per *S. Cesario di Lecce* e *Cavallino*.

3) Falda superficiale area "leccese Sud - occidentale"

Interessa il sottosuolo di un territorio abbastanza esteso (circa 120 km^2) compreso tra gli abitati di *Gallipoli*, *Alezio*, *Matino*, *Melissano*, *Taviano*, *Racale* ed *Alliste*.

4) Falda superficiale area "leccese centro salento"

Allungata in direzione NNO-SSE, occupa, in modo discontinuo, una vasta zona compresa tra gli abitati di *Nardò* e *Miggiano*.

5) Falda superficiale area "leccese costiero- adriatica"

Con una estensione di circa 200 km^2, è una delle falde più estese e continue della *Penisola Salentina*. Compresa tra il territorio di *Otranto*, circola sia nei livelli permeabili della formazione delle Sabbie di Uggiano, sia nei sedimenti calcarenitici pleistocenici.

6) Falda superficiale area "leccese Diso-Giuggianello-Palmariggi"

Occupa una superficie di circa 60 km^2 localizzata in corrispondenza della depressione tettonica compresa tra gli abitati di *Diso* a Sud, *Giuggianello* e *Palmariggi* a Nord.

7) Acquifero dell'"area brindisina"

Si tratta di una vasta falda superficiale (circa 700 Km^2), anche se non sempre continua, presente nel sottosuolo del territorio esteso da Punta Penna Grossa, a nord, fino agli abitati di Mesagne, Latiano, Oria e Torre S. Susanna ad Ovest e S. Donaci e Campi Salentina a Sud, ove si congiunge alla falda superficiale che si rinviene nella porzione settentrionale della provincia di Lecce. Lo spessore dell'acquifero, il cui basamento è rappresentato dal tetto del complesso argilloso pleistocenico, è di norma inferiore ai 15 metri con una profondità della superficie freatica molto ridotta.

CAPITOLO 3 -Studio di Dettaglio dei Bacini Idrografici del Salento

3.1 - CARATTERI GENERALI DELL'IDROGRAFIA DEL SALENTO

Il Salento è il settore emerso più meridionale dell'avampaese apulo ed è costituito da un potente substrato carbonatico, rappresentato da diverse unità di età compresa tra il Cretaceo superiore ed il Pleistocene inferiore, su cui poggiano estese ma sottili coperture prevalentemente terrigene del Pleistocene medio - superiore.

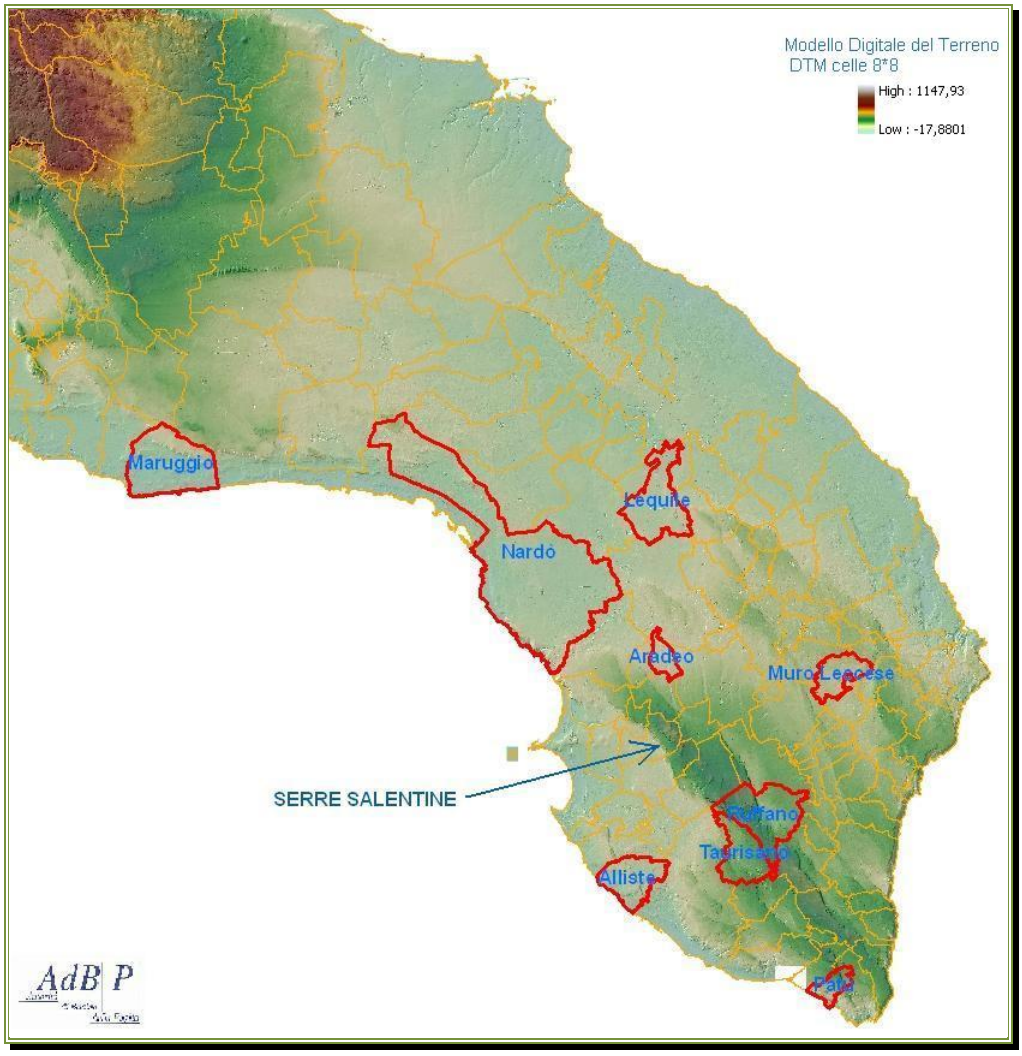


Fig. 3.1.1 - Modello Digitale del Terreno (DTM) del Salento

Il paesaggio della fascia costiera è caratterizzato da una gradinata di terrazzi marini, mentre la parte interna può essere suddivisa, grossomodo lungo l'allineamento Lecce - Corigliano d'Otranto - Castiglione d'Otranto, in due settori con caratteri morfologici peculiari. A Est di questo allineamento è esposto, infatti, un paesaggio carsico caratterizzato dalla presenza di forme relitte.

Di origine tettonica sono, poi, le Serre Salentine, (fig. 3.1.1) alture allineate da Nord-Ovest verso Sud-Est, che raggiungono, in realtà, modeste quote ma comunque di rilievo in confronto alle vaste aree di depressione che separano tali dorsali.

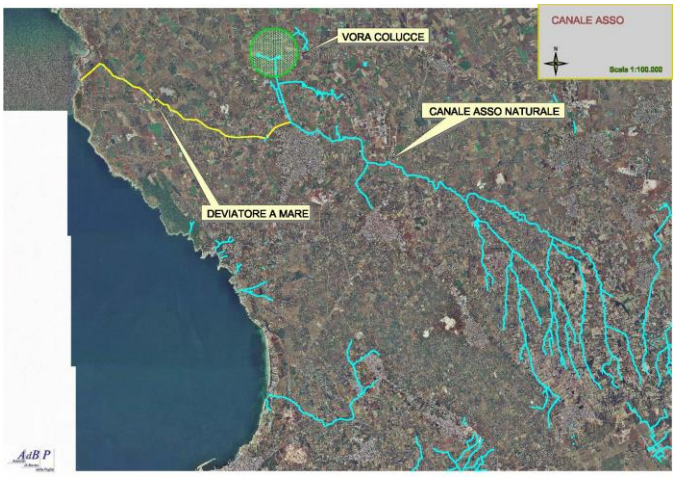


Fig. 3.1.2 - Il sistema dell'Asso (Nardò)

Fig. 3.1.3 - Il sistema dell'Idro (Otranto)

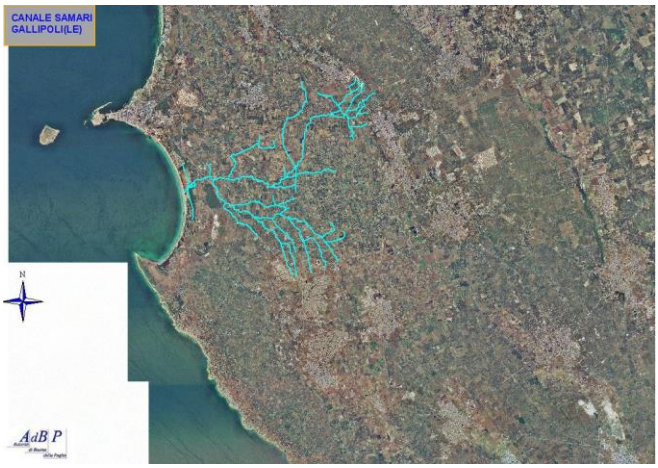


Fig. 3.1.4 - Il sistema del Samari (Gallipoli)

Fig. 3.1.5- Il sistema del Ciolo (Gagliano del Capo)

Fig. 3.1.6 - Il sistema del Rio (Tricase)

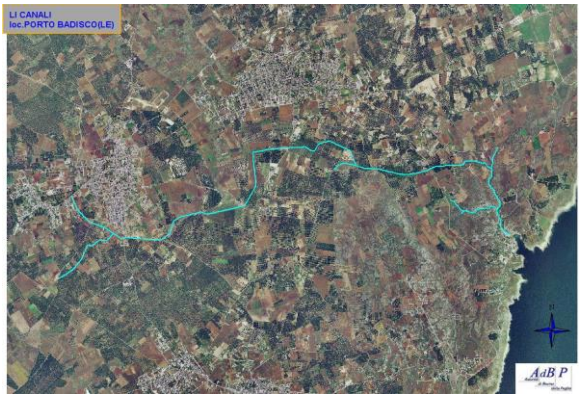


Fig. 3.1.7 - Il sistema del Li Canali (Porto Badisco)

In presenza di affioramenti calcarei, l'idrografia superficiale tende a scomparire, come nel caso appunto della parte centrale prettamente a carattere endoreico del Salento, o dell'altopiano murgiano ove sono rinvenibili solchi erosivi, più o meno incisi, originati da antica

idrografia superficiale, oggi scomparsa, e che si riattiva solo in occasione di precipitazioni abbondanti.

La presenza di bacini endoreici nel Salento, come anche in alcune zone della Murgia barese e/o del Gargano, rappresenta una peculiarità della Regione Puglia. La principale caratteristica dei bacini endoreici è quella di non possedere un recapito finale a mare o in altro corpo idrico superficiale.

Inoltre non è quasi mai riconoscibile una direttrice principale di deflusso che è spesso sostituita da deflusso superficiale diffuso il cui recapito finale è generalmente rappresentato da una dolina, una voragine o, più semplicemente, da una depressione morfologica in corrispondenza della quale i volumi defluiti si accumulano e vengono smaltiti o per evaporazione o per permeabilità del terreno.

Pertanto, per i bacini endoreici le criticità idrauliche non sono attribuibili al passaggio del colmo di una piena lungo una direttrice principale di deflusso, ma all'accumulo, nelle zone morfologicamente depresse, dei deflussi superficiali diffusi originati dall'evento che massimizza i volumi di piena.

La restante parte del territorio salentino, con particolare riferimento alle aree costiere dello stesso, è interessata dalla presenza di pochi bacini idrografici a carattere esoreico di cui si ricordano in questa sede quelli più noti quali: il canale Asso, che termina in territorio comunale di Nardò (fig. **3.1.2**), (originariamente e naturalmente endoreico è divenuto esoreico a seguito della realizzazione di un canale deviatore a mare), il canale dell'Idro (fig. **3.1.3**), che termina in territorio comunale di Otranto, il canale Samari (fig. **3.1.4**), che sfocia in territorio comunale di Gallipoli, il canale del Ciolo (fig. **3.1.5**), in territorio comunale di Gagliano del Capo, il canale del Rio (fig. **3.1.6**), in territorio comunale di Tricase, il sistema denominato "Li canali" con sfocio in località Porto Badisco (fig. **3.1.7**); oltre ad altri sistemi di minore importanza distribuiti su tutta la fascia costiera del territorio in esame.

3.2 - I BACINI ESOREICI E I BACINI ENDOREICI

Il reticolo esoreico della Penisola Salentina (Fig. 3.2.1) è caratterizzato dalla presenza di pochissimi impluvi naturali, più o meno incisi, che defluiscono a mare, sia sul versante ionico che sul versante adriatico, e dalla presenza di canali artificiali realizzati al fine di drenare le aree deputate all'accumulo delle acque meteoriche per consentirne l'utilizzo a fini agricoli (canali di bonifica), o da canali realizzati per permettere un più veloce smaltimento delle acque accumulate in corrispondenza di vore che fungevano da recapito finale di canali naturali esistenti.

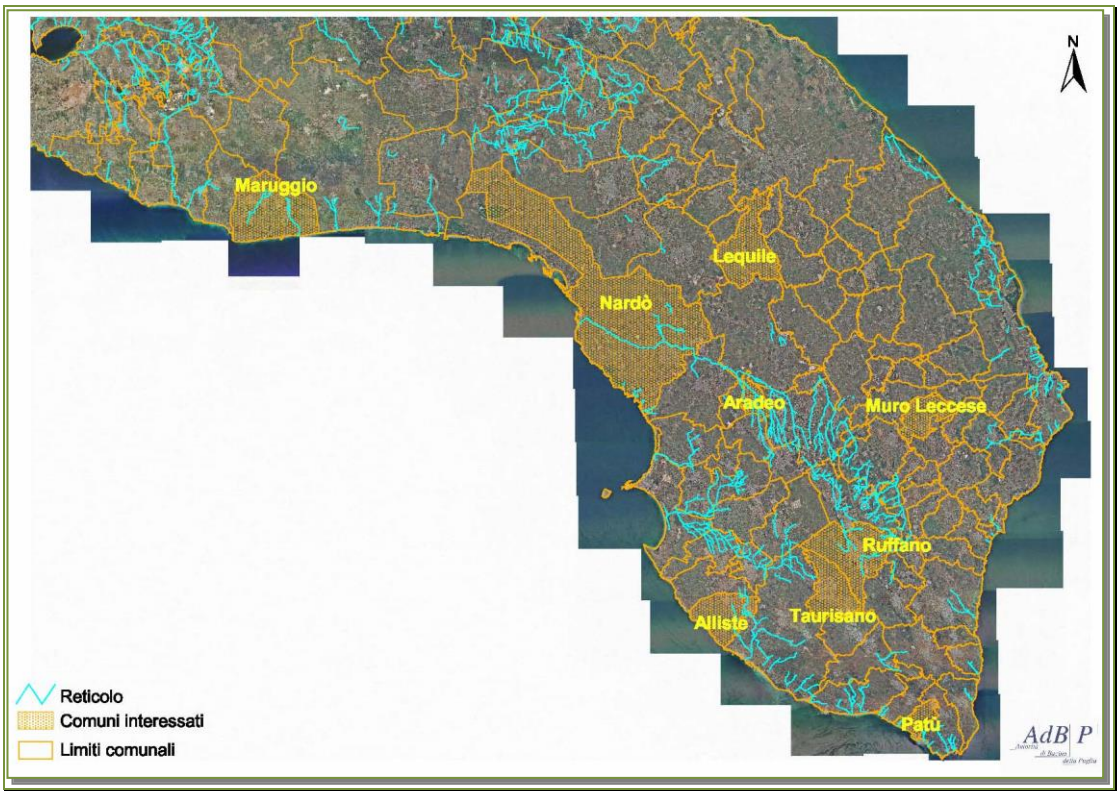


Fig. 3.2.1 - Reticolo esoreico del Salento

E', quest'ultimo, il caso del canale Asso che defluiva naturalmente verso il proprio recapito finale della voragine Colucce, in territorio comunale di Nardò.

A seguito, però, della realizzazione di un canale deviatore a mare, collegato al canale Asso a monte della voragine Colucce, gli esuberi rispetto alla capacità di smaltimento del recapito finale delle portate convogliate dall'Asso, vengono deviati a mare attraverso un sistema di paratoie sistemate alla confluenza con il canale deviatore.

In generale, i reticoli esoreici salentini presentano una maggiore estensione e una più complessa gerarchizzazione sul versante ionico, mentre presentano una estensione e una gerarchizzazione meno marcata sul versante adriatico.

In corrispondenza delle zone del territorio in cui le Serre Salentine risultano più prossime al limite di costa, i reticoli esoreici tendono ad assumere una conformazione morfologica più solcata, con profondità che possono raggiungere anche i 18 m dal ciglio morfologico al fondo dell'alveo, come per esempio avviene per il canale Omomorto in località S. Maria di Leuca nel territorio comunale di Castrignano del Capo.

Diversamente, lì dove il territorio riprende la propria tipica conformazione sub-pianeggiante, le pendenze del fondo alveo tendono ad addolcirsi e, in taluni casi, non risulta apprezzabile ad occhio nudo la presenza del ciglio morfologico dell'alveo.

In tutti i casi, ad ogni modo, il reticolo esoreico salentino, in conformità con la tipicità dei corsi d'acqua pugliesi, è soggetto a riattivarsi solamente per effetto di eventi meteorici particolarmente gravosi.

I bacini endoreici sono definibili come bacini imbriferi che non posseggono un recapito finale in altri corpi idrici superficiali (Fig. 3.2.2).

Solitamente i bacini endoreici, si rinvengono, così come già accennato nel precedente paragrafo, lì dove depressioni topografiche locali costituiscono un punto di convergenza del reticolo idrico superficiale (concentrato e/o diffuso), con la conseguente formazione di zone di accumulo e ristagno delle acque meteoriche ivi raccolte.

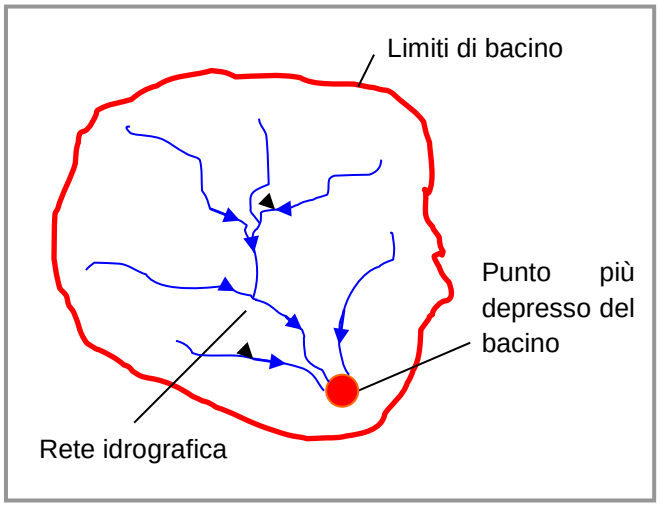


Fig. 3.2.2 - Schema di bacino endoreico

Come detto, i bacini endoreici si rinvengono, in modo particolare, in zone carsiche dove si evidenzia la presenza di terreni a prevalente matrice calcarea e/o dolomitica, ma a luoghi anche in rocce sedimentarie costituite da sale e da gesso.

Il carsismo si sviluppa a seguito della dissoluzione chimica delle rocce calcaree e per effetto delle azioni di disgregazione compiute dagli agenti esogeni a spese delle rocce affioranti.

La corrosione avviene per opera delle acque meteoriche che, oltre a contenere una certa quantità di anidride carbonica atmosferica disciolta al loro interno, scorrendo sulla superficie del suolo, ed attraversando lo strato superficiale del suolo, si arricchiscono ulteriormente di CO_2.

Queste acque reagiscono con la roccia calcarea intaccandola lentamente, sia in superficie sia infiltrandosi nel sottosuolo, fino a dar luogo a veri e propri condotti di dimensioni variabili, che costituiscono i classici acquiferi tipici delle rocce carbonatiche.

La peculiarità di tali ambienti è, come già sottolineato, l'assenza di un reticolo idrografico definito, ma piuttosto effimero con prevalenza di deflussi idrici distribuiti che convergono verso gli avvallamenti morfologici presenti in queste tipologie di territori.

I bacini endoreici, in generale, si presentano come aree mediamente sub-pianeggianti, prive di elevate pendenze dei versanti e di vie preferenziali di deflusso.

Nel punto più depresso del bacino è situata l'area in cui i deflussi superficiali si raccolgono e, in detti punti, le acque vi stazionano per un tempo più o meno breve, in funzione della capacità di infiltrazione del terreno, della presenza o assenza di elementi quali le doline o le

voragini e della capacità di evaporazione in atmosfera; fenomeno questo maggiormente legato alle caratteristiche climatologiche del territorio in esame.

Per ovvia deduzione, quindi, il fattore determinante nella quantificazione degli accumuli dei volumi defluiti nelle aree morfologicamente più depresse, è la litologia del territorio in esame e, quindi, la presenza o meno di depositi più o meno permeabili.

Pertanto, in presenza di depositi meno permeabili, si registra una più frequente formazione di deflussi superficiali che, attraverso una rete idrografica naturale o artificiale, o più semplicemente attraverso ruscellamento diffuso, convergono verso uno o più recapiti (voragini o sistemi di voragini) che mettono in comunicazione diretta la superficie con la falda sotterranea.

Diversamente, in presenza di depositi più permeabili, i meccanismi di formazione dei deflussi sono analoghi, ma gli accumuli volumetrici nelle aree di depressione morfologica occorrono con minor frequenza, grazie alla elevata capacità di assorbimento dei terreni.

Il recapito dei deflussi può essere costituito anche da una semplice depressione del terreno che si allaga temporaneamente smaltendo, poi, progressivamente volumi accumulati, come già detto, per evaporazione e/o per infiltrazione.

In generale, e con riferimento specifico al caso dei bacini endoreici del Salento, è frequente il caso in cui si rinvenga, in una stessa area, la presenza di due o più bacini endoreici adiacenti e separati da una linea di cresta.

In tale circostanza, sono riconoscibili due casistiche principali: la prima connessa all'instaurarsi di livelli idrici interni alle depressioni morfologiche che si mantengono al di sotto della quota di cresta, e in tal caso si tratta di bacini indipendenti (Fig. 3.2.3); la seconda, connessa alla possibilità che gli stessi livelli idrici raggiungano quote superiori alla quota di cresta, e in tal caso si tratta di bacini interconnessi (Fig. 3.2.4).

In questo secondo caso, i contributi del bacino endoreico di monte, in termini di volumi defluiti in direzione della depressione morfologica, influiscono anche sui livelli idrici che si instaurano nella depressione morfologica di valle.

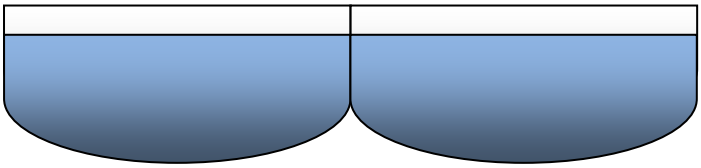


Fig. 3.2.3 - Schema di bacini endoreici indipendenti

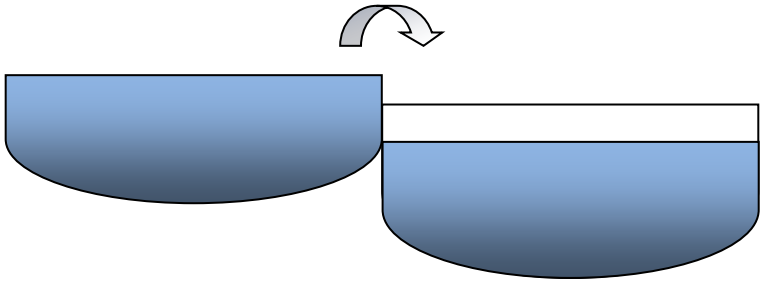


Fig.3.2.4 - Schema di bacini endoreici interconnessi

CAPITOLO 4 - Metodologie di valutazione del rischio idrogeologico

4.1 DEFINIZIONE DEL RISCHIO

Il Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico costituisce uno strumento dalle molteplici finalità tra le quali vanno annoverate sia quelle di tutela del territorio e salvaguardia delle vite umane e dei beni, sia quelle proprie di una pianificazione territoriale che si presenti organica allo sviluppo sociale ed economico e compatibile con l'ambiente ed il rischio idrogeologico.

L'intero impianto normativo del PAI della Puglia è impostato sulla valutazione della pericolosità idrogeologica, quale elemento oggetto di omogenea valutazione tecnico-scientifica utile all'individuazione delle aree da sottoporre a tutela diversa nel rispetto delle finalità generali del PAI. Ciò nondimeno nell'ambito del PAI è altresì necessario individuare le aree soggette a rischio idrogeologico, da classificare in funzione del valore economico del danno atteso e della vulnerabilità dei beni esposti. La valutazione e conseguente classificazione del rischio fornisce inoltre informazioni necessarie ed utili alla programmazione degli interventi per la mitigazione del rischio ed, in particolare, per l'individuazione delle diverse priorità, sia che si tratti di interventi strutturali che non, quali Piani di Protezione Civile.

Il rischio idrogeologico è una grandezza che mette in relazione la pericolosità, intesa come caratteristica propria dei fenomeni naturali che, interferendo con un territorio più o meno antropizzato lo rendono esposto a fenomeni di dissesto potenzialmente dannosi (frane, alluvioni, ecc), con la presenza, sullo stesso territorio, di beni da intendere sia come valore non monetizzabile quali le vite umane sia come valore economico e sociale tipico degli insediamenti urbani, industriali, infrastrutture, beni storici, artistici, ambientali, ecc..

Il livello di rischio è da intendere strettamente legato all'entità del fenomeno previsto, al tempo di ritorno dell'evento statisticamente atteso, nonché all'uso del territorio investito dal medesimo evento. Gli interventi, programmabili in funzione del livello di rischio e, conseguentemente, della sua accettabilità, possono spaziare dalla delocalizzazione del bene, alla realizzazione di opere di messa in sicurezza, all'adozione di idonei accorgimenti tecnici da predisporre nella fase di realizzazione di nuovi interventi o anche nella sola implementazione dei piani di emergenza.

Il rischio (R), definito come l'entità del danno atteso in seguito al verificarsi di un particolare evento calamitoso in una data area e in un definito intervallo di tempo, è correlato a:

- pericolosità (P), ovvero la probabilità di accadimento dell'evento calamitoso in un definito intervallo temporale (frequenza), con determinate caratteristiche di magnitudo (intensità);

- vulnerabilità (V), intesa come grado di perdita atteso per un certo elemento, in funzione della intensità dell'evento calamitoso considerato nonché delle caratteristiche proprie di resistenza dell'elemento stesso in relazione all'evento calamitoso;
- valore esposto (E) o esposizione dell'elemento a rischio, espresso dal numero di presenze umane e/o dal valore delle risorse naturali ed economiche esposte al pericolo.

Ne consegue quindi che il rischio idrogeologico può essere espresso attraverso una matrice funzione dei tre fattori suddetti e cioè:

$$R = R (P, V, E)$$

Le tipologie di elementi a rischio (Er) sono definiti dal DPCM 29 settembre 1998 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180" che stabilisce che debbano essere considerati come elementi a rischio innanzitutto l'incolumità delle persone e, inoltre, con carattere di priorità, almeno:

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

4.2 DEFINIZIONE DELLE AREE A DIVERSA PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA

I criteri utilizzati per la definizione e la conseguente perimetrazione delle aree a diversa pericolosità idrogeologica si rifanno a metodi di valutazione diversi in rapporto agli eventi di interesse (alluvioni e frane) e sono meglio esplicitati al Titolo II e al Titolo III dalle Norme Tecniche di Attuazione che costituiscono parte integrante del PAI Approvato con Delibera di Comitato Istituzionale n. 39 del 30/11/2005.

4.3 DEFINIZIONE DELLE AREE A DIVERSO RISCHIO IDROGEOLOGICO

In riferimento al DPCM 29 settembre 1998 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180" è possibile definire quattro classi di rischio, come di seguito riportate:

- **moderato R1**: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;

- **medio R2**: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- **elevato R3**: per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture, con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- **molto elevato R4**: per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale e la distruzione di attività socioeconomiche.

Nel dettaglio la valutazione del rischio e la conseguente individuazione delle aree a rischio idrogeologico può ricavarsi per sovrapposizione delle zone a diversa pericolosità (intesa come prodotto dell'intensità per la probabilità di accadimento) con la carta degli elementi a rischio (intesi come prodotto del valore per la vulnerabilità), attraverso le matrici esposte nelle tabella 1 per il rischio geomorfologico e nella tabella 2 per il rischio idraulico nelle quali le colonne indicano le diverse classi di pericolosità (geomorfologica o idraulica) e le righe esprimono, in modo decrescente, i valori degli elementi a rischio come di seguito identificati:.

- E5 = agglomerati urbani, aree industriali e/o artigianali, centri abitati estesi, edifici isolati, dighe e invasi idrici, strutture ricreative e campeggi;
- E4 = strade statali, strade provinciali, strade comunali (unica via di collegamento all'abitato) e linee ferroviarie;
- E3 = linee elettriche, acquedotti, fognature, depuratori e strade secondarie;
- E2 = impianti sportivi con soli manufatti di servizio, colture agricole intensive;
- E1 = assenza di insediamenti, attività antropiche e patrimonio ambientale.

CLASSI DI RISCHIO		**CLASSI DI PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA**		
		PG3	***PG2***	***PG1***
ELEMENTI A RISCHIO	***E5***	R4	R3	R2
	E4	R4	R3	R2
	E3	R3	R2	R1
	E2	R2	R2	R1
	E1	R2	R1	R1

Tabella 4.3.1 Rischio geomorfologico

CLASSI DI RISCHIO		CLASSI DI PERICOLOSITA' IDRAULICA		
		AP	***MP***	***BP***
ELEMENTI A RISCHIO	***E5***	R4	R3	R2
	E4	R4	R3	R2
	E3	R3	R2	R1
	E2	R2	R2	R1
	E1	R2	R1	R1

Tabella 4.3.2 Rischio Idraulico

L'approccio proposto, non individuando il valore degli elementi a rischio in modo quantitativo né prevedendo una specifica vulnerabilità dei singoli elementi, fornisce una valutazione globale e qualitativa del rischio idrogeologico, che ha il pregio di individuarne i fattori essenziali in modo semplice e di gradarlo in classi, normando, tuttavia, attraverso le prescrizioni contenute nelle Norme Tecniche di Attuazione, solamente le classi di pericolosità idraulica e geomorfologica individuate nella cartografia del P.A.I. sull'intero territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Si osserva in riferimento alla procedura proposta che si è scelto di assumere costante e pari a uno la vulnerabilità degli elementi a rischio volendo dare maggior peso alle caratteristiche degli elementi rispetto alla loro capacità di sopportare le sollecitazioni esercitate dell'evento.

CAPITOLO 5 -Valutazione della Pericolosità Geomorfologica nel Salento

5.1 - INTRODUZIONE

La valutazione della pericolosità geomorfologica è legata a possibili fenomeni di instabilità del territorio e si basa sulla combinazione di analisi di previsione dell'occorrenza degli stessi fenomeni, in termini spaziali e temporali, e di previsione della loro tipologia, intensità e tendenza evolutiva. La stima della pericolosità geomorfologica di un'area è quindi un'operazione che richiede differenti fasi di studio e di approfondimento. In tale ottica va preliminarmente distinta, nell'ambito generale della pericolosità geomorfologica, quella riconducibile ai fenomeni di dissesto per frana (si veda definizione e classificazione di Varnes 1978) - rinvenibili tanto nell'entroterra quanto su costa - e quella ascrivibile agli eventi di sprofondamento e crollo delle cavità sotterranee.

In riferimento al *primo tipo*, data la difficoltà che si incontra nel valutare i tempi di ritorno degli eventi di instabilità geomorfologica, ci si può limitare ad una previsione spaziale del fenomeno sostituendo il concetto di *pericolosità* con quello di *suscettività* ovvero di propensione del territorio al dissesto.

Lo studio della propensione al dissesto induce alla individuazione di aree caratterizzate da differenti gradi di suscettività.

Per valutare la suscettività geomorfologica di un territorio occorre effettuare un'analisi di dettaglio volta alla comprensione di tutte le possibili cause di innesco di instabilità.

Una volta individuati i fattori predisponenti al dissesto, si potrà procedere al riconoscimento degli stessi entro l'area di studio al fine di definire quelle porzioni di territorio che, caratterizzate da simili condizioni geologiche, litologiche e morfologiche, possono essere valutate come potenzialmente instabili.

In questo modo vengono valutati come elementi discriminanti, al fine della perimetrazione delle aree a vario grado soggette a pericolosità geomorfologica, tutte quelle peculiarità del territorio (fattori geologici, antropici, ecc.) riconosciute nelle aree dissestate come responsabili dirette o indirette degli eventi franosi.

Altro genere di pericolosità geomorfologica, è, invece, quella rappresentata dalla presenza di *cavità sotterranee di natura naturale e antropica*.

Queste ultime, in particolare, sono generalmente originate da attività antropiche del passato, come ad esempio le attività di estrazione in sotterraneo di materiale da costruzione, esperite soprattutto nelle aree prossime ai centri abitati: qui la possibilità di reperire, poco distante dai luoghi di impiego, materiali lapidei idonei e di facile lavorazione (calcareniti, sabbie, ecc.), ha creato estesi reticoli di gallerie sotterranee in quelle che successivamente sono diventate aree urbanizzate totalmente inglobate nel tessuto cittadino (esemplari sono i casi di Altamura e

Canosa di Puglia - per la Provincia di Bari - ma anche Gallipoli e Cutrofiano - per la Provincia di Lecce).

Meno rilevanti, ma non trascurabili, sono gli effetti prodotti da alcune reti di infrastrutture in sotterraneo atte, ad esempio, alla captazione di risorse idriche sotterranee (cunicoli drenanti) e al trasporto e conservazione dell'acqua (acquedotti sotterranei e cisterne), nonché il gran numero di fosse granarie utilizzate per la conservazione dei cereali, presenti nei più importanti centri abitati della Capitanata nonché, infine, la diffusa consuetudine, derivante da un antico e radicato stile di vita rurale, di ricavare vani interrati nei pressi delle abitazioni per la conservazione degli alimenti essenziali.

Ai pericoli connessi alle cavità di origine antropica vanno inoltre aggiunti quelli derivanti dalle cavità prodotte da fenomeni naturali, connesse in gran parte alla dissoluzione chimica di rocce carbonatiche o gessifere (ad es. Castellana Grotte, Polignano a Mare, Andria e Minervino Murge - per la Provincia di Bari - e Lesina Marina - per la Provincia di Foggia).

5.2 - PARAMETRI FISICI CORRELATI AL TIPO DI DISSESTO

I fattori che concorrono a definire la pericolosità geomorfologica possono essere suddivisi in due categorie:

- **Fattori predisponenti**. Si intendono i caratteri propri del territorio quali morfologia, condizioni litologico-strutturali, idrografia, acclività ed altri che rendono il territorio suscettibile a fenomeni di dissesto.
- **Fattori scatenanti**. Singoli eventi come piogge intense, sismi, mareggiate ed attività antropiche che innescano i fenomeni di dissesto.

I fattori predisponenti sono anche definiti come caratteri intrinseci del territorio, mentre quelli scatenanti come estrinseci.

Dato che la stima delle caratteristiche estrinseche di un territorio risulta estremamente complessa, sia in termini di identità che di occorrenza, si può affermare che la distribuzione spaziale delle caratteristiche intrinseche, in una certa zona, determina sostanzialmente la distribuzione spaziale della relativa "suscettività al dissesto" nella regione stessa (Carrara *et al*.,1995).

Su queste basi *un'area è dichiarata suscettibile al dissesto quando le sue caratteristiche intrinseche risultino confrontabili con quelle di una seconda area nella quale si sia già verificato un fenomeno di dissesto.*

Si rileva in questa sede che, con riferimento al Salento, le caratteristiche intrinseche del territorio mostrano condizioni litologico-strutturali, morfologiche e acclività tali da determinare una predisposizione al dissesto da frana (prevalentemente crolli e/o ribaltamenti) che si

manifesta pressoché esclusivamente in area costiera. Mentre, per quanto attiene le restanti aree territoriali come verrà meglio dettagliato nel seguito, la pericolosità geomorfologica del territorio in esame, si esplica attraverso i fenomeni di crollo di cavità ipogee, sia antropiche che naturali, di natura e prevedibilità nettamente differenti dalle frane in senso stretto.

5.2.1.1 I dissesti sulla costa

La costa del Salento presenta differenti criticità connesse al tipo di fenomeni che vi insistono e alle cause, sia di origine naturale che antropica, che li determinano: tali fenomeni si manifestano, a parità di altre condizioni, con modalità ed intensità differenti anche a seconda della diverso tipo di costa su cui intervengono.

Infatti, lungo il perimetro della Penisola Salentina, si riconoscono tratti di costa sabbiosa (costa bassa) e costa rocciosa (costa alta) e le coste miste roccioso-sabbiose (fig. 5.2.1.1_1).

Al fine, quindi, di meglio comprendere le cause e le fenomenologie di dissesto sulla costa riscontrabili in questa parte del territorio pugliese, appare opportuno, in questa sede, rappresentare un quadro complessivo delle criticità costiere del Salento (fig. 5.2.1.1_2).

Partendo dal versante adriatico e procedendo da nord verso sud, la costa del Salento può essere così rappresentata:

- da Loc. Casalabate a Torre Specchia (Lecce) la costa è bassa e sabbiosa e solo localmente rocciosa. E' evidente l'azione di erosione costiera attraverso la riduzione del cordone dunale;
- da Torre Specchia ad Otranto la costa è alta e rocciosa con locali aree a spiaggia. Molto evidenti sono i fenomeni erosivi sulle falesie i cui dissesti più evidenti sono da attribuirsi a fenomeni di crolli, ribaltamenti e sottoescavazioni al piede dovute alle azioni marine;
- da Otranto a S. Maria di Leuca la costa è ancora alta e rocciosa, in rocce competenti come i calcari. In tali zone le criticità sono da attribuirsi a fenomeni di crolli di intere porzioni rocciose che si affacciano a strapiombo sul mare dove, non di rado, è facile scoprire grotte formatesi per fenomeni carsici continentali successivamente rimodellate dall'azione marina.

Diversamente, sul versante ionico del Salento e procedendo da sud verso nord, si incontrano le seguenti tipologie di costa:

- da S. Maria di Leuca (Castrignano del Capo) a Punta Pizzo (Gallipoli), la costa è ancora alta e rocciosa, ma i versanti risultano meno pendenti e il passaggio al mare avviene mediante morfologie meno aspre;

- da Punta Pizzo a Lido Conchiglie (Gallipoli) la costa si presenta bassa e sabbiosa con presenza di cordoni dunari di vario ordine, dove la maggiore criticità è da attribuirsi al fenomeno dell'erosione della spiaggia;
- da Lido Conchiglie a S. Isidoro (Nardò) la costa torna ad essere mediamente alta e rocciosa e a luoghi a strapiombo sul mare, come in alcuni tratti della riserva di Porto Selvaggio;
- da S. Isidoro a Punta Prosciutto (Porto Cesareo), la costa si presenta bassa e rocciosa con la presenza di spiagge limitate, a monte, da cordoni dunari e dove le criticità maggiori sono da attribuirsi all'azione antropica di urbanizzazione della costa che ha determinato la distruzione dei cordoni dunari;

- il litorale ad Ovest di Punta Prosciutto presenta lunghi tratti di spiaggia con retrostanti dune, seriamente danneggiate in molti punti ed a tratti ormai del tutto scomparse. Il litorale in esame è caratterizzato da importanti fenomeni di trasporto eolico, che spingono la sabbia dell'arenile verso l'entroterra, mescolandola con terreni agricoli. I naturali fenomeni erosivi in atto sono aggravati dalla costruzione di agglomerati urbani che spesso interessano la spiaggia, e anche della litoranea che a tratti taglia in due la spiaggia, isolando la duna dall'arenile. A partire da Torre dell'Ovo, la situazione è più tranquilla ed il litorale si presenta a tratti roccioso e molto frastagliato, con insenature che proteggono naturalmente le spiagge sabbiose.

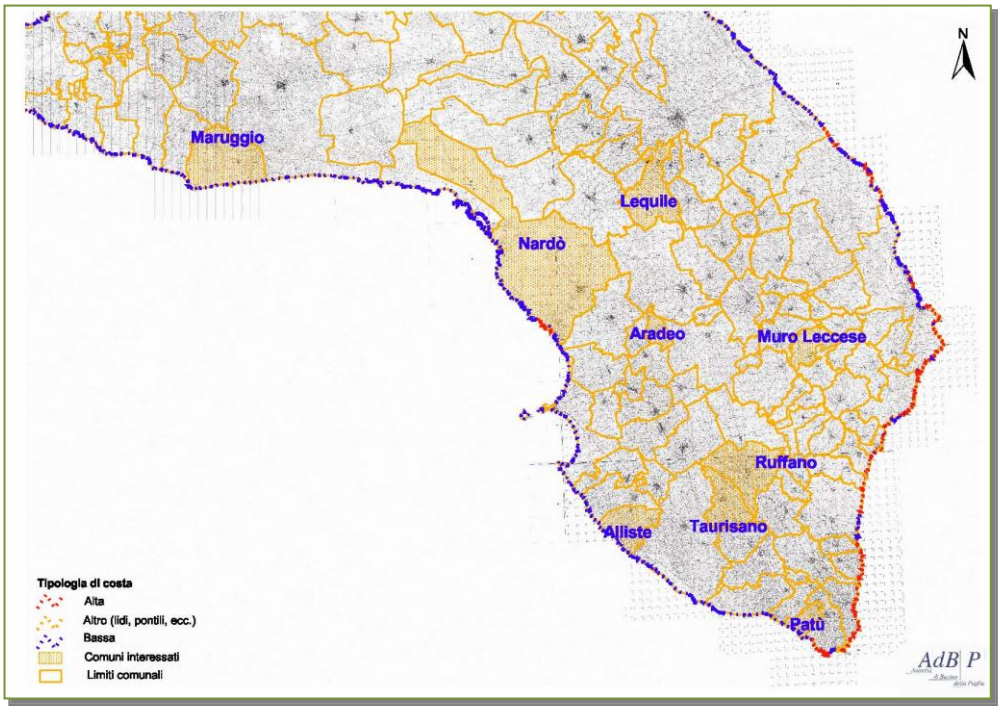


Fig.5.2.1.1_1 – Tipologia di costa salentina

In generale, le cause delle criticità sulla costa, come precedentemente accennato, sono da ricercarsi negli effetti indotti da fenomenologie di origine naturale, come ad esempio i venti

prevalenti e i conseguenti moti ondosi, le variazioni della linea di riva conseguenti a forti mareggiate, gli apporti solidi provenienti dai fiumi che sfociano a mare, la subsidenza del suolo in prossimità della linea di costa, l'innalzamento del livello medio del mare.

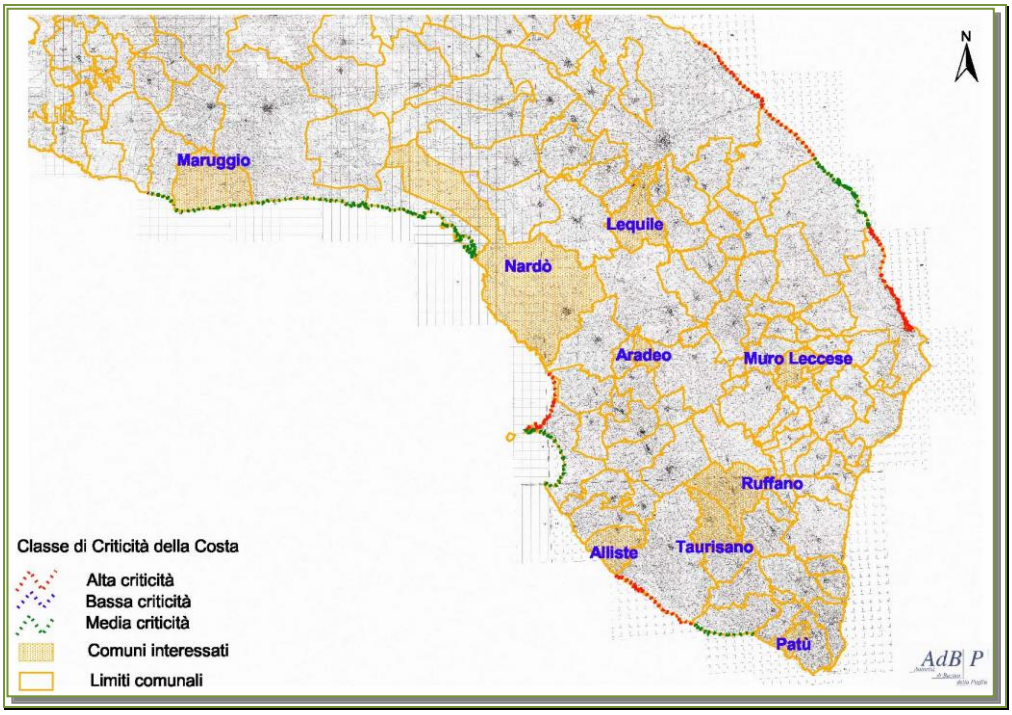


Fig.5.2.1.1_2 – Criticità sulla costa salentina

A tali fenomeni, però, si associa l'effetto delle alterazioni dei luoghi dovuto all'antropizzazione della costa e quello legato alle modificazioni subite dai corsi d'acqua nei territori interni, a monte dello sbocco a mare.

Fra questi, si possono ricordare:

- utilizzazione della fascia costiera mediante insediamenti produttivi, industriali, turistico-ricettivi, abusivismo;
- estrazioni di acqua dalla falda profonda;
- realizzazione di opere portuali e di opere di difesa dei litorali che modificano i processi di dinamica litorale dei sedimenti;
- uso del suolo, alterazione della vegetazione e sistemazioni idraulico-forestali dei reticoli idrografici e territori limitrofi a monte dello sfocio a mare;
- regimazione e sistemazione dei corsi d'acqua, quando non effettuati a scala di bacino;
- realizzazione di sbarramenti dei corsi d'acqua;
- estrazione di inerti dai fiumi.

Tutti questi fattori contribuiscono a piccola, media e grande scala ad accentuare le criticità sulla costa modificandone i meccanismi di dinamica naturale.

Infatti l'arretramento della costa (fig. 5.2.1.1_3), effetto dell'erosione costiera, si accompagna a fenomeni di depauperamento dei sistemi naturali di protezione della fascia costiera, come la distruzione dei cordoni dunari, ma anche alla distruzione di manufatti antropici, spesso realizzati con criteri scarsamente cautelativi e, quindi, poco condivisibili.

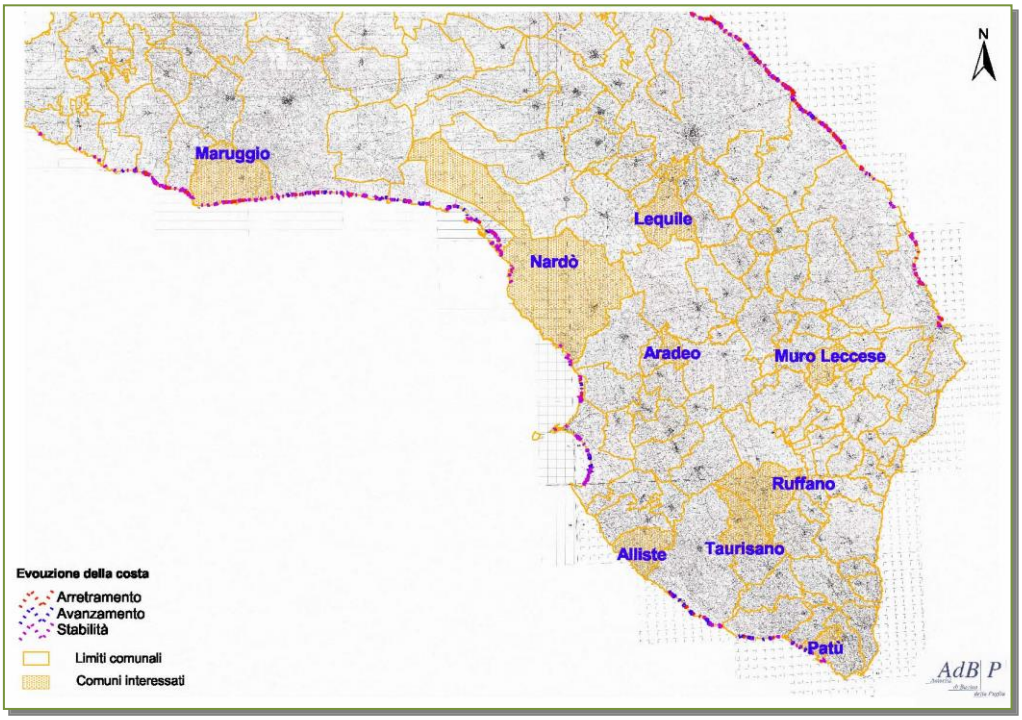


Fig.5.2.1.1_3 – arretramenti e avanzamenti della costa salentina

5.2.1.2 Gli studi sulla Dinamica delle Coste

Come già accennato nei precedenti capitoli, l'impianto iniziale della Legge 183/89 ha subito nel tempo integrazioni dovute soprattutto alla constatazione della difficoltà da parte delle *Autorità di Bacino* e delle Regioni di elaborare un Piano di Bacino con la varietà di contenuti previsti, oltre a situazioni di emergenza determinate da eventi meteoclimatici estremi.

Il ricorso alla pianificazione stralcio si configura, pertanto, quale procedura ottimale per arrivare alla complessità della pianificazione di bacino senza attendere la definizione di un quadro conoscitivo che abbraccia contenuti di estrema vastità, trattandosi di ambiti tematici o territoriali più contenuti.

In merito, la Regione Puglia, ha affidato alla AdBP la redazione dello studio denominato *"Integrazione studi propedeutici per la difesa delle coste"*, di seguito denominato *studio proposto.*

Gli studi e le indagini già svolte in precedenza nell'ambito di specifici progetti di analisi della dinamica costiera in Puglia (con particolare riferimento alla morfologia della spiaggia ed esposizione alle mareggiate) hanno consentito di focalizzare l'attenzione sulle zone di litorale

maggiormente in crisi, costituite ovviamente da spiagge sabbiose particolarmente esposte, benché anche gli altri morfotipi individuati non sono esenti da fenomeni di dissesto.

Fissando l'attenzione sulle spiagge sabbiose si è poi verificato, su base provinciale, la lunghezza degli arenili in più rapido arretramento, ovvero degli arenili ormai del tutto scomparsi.

Questa indagine, a titolo di esempio, nelle province di Taranto e Lecce ha evidenziato una percentuale pari a circa il 20% di litorali in forte erosione a fronte della restante parte in cui gli arretramenti, pur evidenti, risultano ancora contenuti.

Pertanto, il punto di partenza, indispensabile per lo studio delle dinamiche costiere in atto, consiste nell'inquadrare i litorali pugliesi in relazione al grado e tipo di esposizione agli agenti morfogenetici meteomarini: ciò può essere effettuato attraverso la individuazione e caratterizzazione delle unità fisiografiche congiuntamente alla ricostruzione del clima meteomarino locale.

Tra le tematiche affrontate vi è quella di fornire direttive tecniche precise per la realizzazione di interventi pubblici e privati, garantendo criteri di salvaguardia della qualità delle acque e minimizzando le interferenze con l'entroterra (apporti terrigeni, regime delle acque superficiali, ecc.).

In generale, il quadro conoscitivo di partenza in merito alle criticità riscontrate sulla fascia costiera del Salento può riassumersi come segue.

Il litorale compreso fra Torre Specchia Ruggieri ed Alimini si presenta piuttosto frastagliato, con tratti rocciosi spesso incisi da profonde insenature e alternati a spiagge sabbiose; in genere i fondali antistanti presentano una natura mista. Le coste rocciose presenti sono sia alte che basse. In questo tratto di litorale, che non presenta particolari problemi, le uniche strutture che interferiscono con il regime del litorale sono quelle del porto di S. Foca, a Nord del quale si è formata una spiaggia di dimensioni significative.

Il litorale appena descritto si raccorda a Sud con quello antistante i laghi Alimini, di natura prevalentemente sabbiosa che, al contrario del tratto precedente, mostra preoccupanti segnali di sofferenza.

La dinamica del suddetto litorale è complessa e determina evoluzioni di breve e medio periodo piuttosto marcate.

Il tratto di litorale a Sud di Alimini, fino a S. Maria di Leuca, è prevalentemente roccioso ed alto, con presenza di numerose insenature, incisioni e grotte.

Nel tratto in esame va segnalata la presenza di diversi porti, fra cui quello di Otranto, al cui interno, oltre alle infrastrutture portuali, si devono segnalare alcune opere a protezione dell'abitato.

Il tratto successivo, che si apre con il Porto di Leuca, mostra un litorale prevalentemente roccioso che tende a digradare verso Nord, tanto che in questa zona si sono rese necessarie opere di protezione radenti a difesa di coste basse, ubicate a Sud di Torre S. Gregorio.

A Nord di Torre Vado il litorale torna ad essere sabbioso ed a mostrare una evidente tendenza erosiva; a partire da Torre Mozza è stata realizzata una serie di opere sia trasversali, alcune a protezione di foci di e/o di scarichi, altre realizzate per la protezione del litorale, sia longitudinali.

Da Torre S. Giovanni ha inizio un lungo tratto di costa rocciosa che termina a Punta Pizzo e che versa in condizioni di sostanziale equilibrio. Da questo punto parte un grande golfo che si chiude a Gallipoli, con ampi tratti sabbiosi generalmente in arretramento, in parte già protetti con opere trasversali, come ad esempio quelle che si concentrano in corrispondenza del Lido S. Giovanni. Il litorale di questa zona si presenta alquanto articolato, con un equilibrio piuttosto delicato fino a Torre Lapillo, presentando fra l'altro un sistema di isole a breve distanza dalla terra ferma, unico nel suo genere in Puglia.

A Ovest di Torre Lapillo, il litorale si presenta stabile, con alternanza di spiagge e coste rocciose, fino a Punta Prosciutto. Il litorale ad Ovest di tale località presenta lunghi tratti di spiaggia con retrostanti dune, seriamente danneggiate in molti punti ed a tratti ormai del tutto demolite. Il litorale in esame è caratterizzato da importanti fenomeni di trasporto eolico, che spingono la sabbia dell'arenile verso l'entroterra, mescolandola con terreni agricoli. I naturali processi erosivi in atto sono aggravati dalla presenza di agglomerati urbani prossimi alla spiaggia e anche dalla presenza della strada litoranea che a tratti taglia in due la spiaggia, isolando la duna dall'arenile.

A partire da Torre dell'Ovo, il litorale si presenta a tratti roccioso e molto frastagliato, con insenature che proteggono naturalmente le spiagge sabbiose.

Gli studi in corso si propongono, attraverso specifiche analisi e approfondimenti, di fornire risposte esaurienti in rapporto alle criticità emerse e più sopra definite e – in ultimo - di addivenire alla definizione di precise direttive tecniche per la realizzazione degli interventi di ingegneria costiera finalizzati alla protezione dei litorali.

Un aspetto che allo stato appare particolarmente urgente da valutare concerne il complesso equilibrio esistente tra l'efficacia delle opere di protezione della costa e la relativa qualità e fruibilità del territorio nel suo complesso.

In relazione a tali problematiche, appare opportuno fornire ai progettisti delle opere di ingegneria costiera, fondate indicazioni tecniche sui presumibili "effetti collaterali" che la realizzazione delle stesse opere può comportare nel paraggio di riferimento.

Tale analisi, ovviamente, dovrà essere sviluppata sia in rapporto alla specifica tipologia di opera di difesa e sia in rapporto al contesto geografico in cui si inserisce.

Infine, un tema più generale che appare opportuno sviluppare, concerne una approfondita quantificazione degli equilibri esistenti tra gli apporti di trasporto solido dai corsi d'acqua naturali ai litorali e le connesse evoluzioni morfologiche.

Tale argomento, sollevato a seguito dei vistosi effetti di erosione originatisi successivamente alla costruzione di numerose opere di sbarramento sui principali fiumi pugliesi e non, porta alla

necessità di procedere ad opportune analisi, finalizzate alla previsione dei correlati effetti nel medio-lungo termine, anche in rapporto ad altri fattori, quali, ad esempio, il prelievo spesso abusivo di inerti per la costruzione di opere civili.

5.2.2.1 Il crollo di cavità ipogee

Con riferimento alle cavità sotterranee di qualsiasi natura (naturali e/o antropiche) la pericolosità geomorfologica ad esse correlata è da attribuirsi ad una serie di fattori di difficile interpretazione e riconoscimento.

Nel caso della valutazione della pericolosità conseguente al crollo di una cavità sotterranea non è possibile eseguire valutazioni sui tempi di ritorno e quindi valutazioni probabilistiche sul verificarsi dell'evento in un determinato orizzonte temporale.

Infatti, secondo quanto pubblicato nel Periodico di Scienze della Terra dell'Ordine dei Geologi della Puglia n° 4/2006 - 1/2007, redatta anche con la collaborazione della S.T.O. dell'Autorità di Bacino della Puglia, il pericolo di crollo viene a coincidere con il rischio assoluto che in una determinata area, in un intervallo di tempo indefinito, si determini una voragine.

Pertanto, si definisce la pericolosità da voragine con la sola accezione della minore o maggiore possibilità che possano verificarsi voragini e/o subsidenze per crollo delle cavità stesse. Tale definizione è assimilabile alle valutazioni del rischio da frana per le quali non sia possibile giungere alla indicazione temporale della probabile neoformazione e riattivazione dell'evento franoso.

In tale senso, si assume che sia possibile individuare situazioni di maggiore o minore pericolosità (o più classi di pericolosità), attraverso l'analisi di una serie di "indicatori".

In merito, quindi, va assunto che la pericolosità geomorfologica da crollo di cavità sotterranee è un concetto strettamente legato alle interazioni che sussistono fra vari "sistemi" che brevemente si possono riassumere in:

Sistema ipogeo

Il sistema ipogeo è rappresentato dalla presenza di cavità sotterranee, come sono realmente ad oggi esistenti anche in relazione alla loro storia evolutiva e tensionale.

Il livello di equilibrio e/o squilibrio statico di tale sistema, che si esplica con la possibilità di verificarsi di crolli, è l'origine degli impatti negativi e distruttivi sul sovrastante sistema insediativo.

Nell'ambito del sistema ipogeo pertanto il problema è di verificare quali elementi possono essere presi in considerazione per valutare i livelli di stabilità e/o instabilità (pericolosità).

All'interno di detto sistema una prima classificazione finalizzata alla valutazione del pericolo di crollo può essere la seguente:

1. Cavità naturali
   1.1 prodotte da dissoluzione di rocce carbonatiche o gessose

2. Cavità antropiche
   2.1 concepite per essere situate nel sottosuolo
      2.1.1 scavate in roccia (litoide o granulare) senza sostegni
      2.1.2 scavate in roccia (litoide o granulare) con sostegni

   2.2 cavità sotterranee connesse a strutture edificate nel soprassuolo

Per quanto riguarda le cavità naturali, prodotte da fenomeni di dissoluzione carsica o pseudocarsica, si possono avere le morfologie più disparate (inghiottitoi, reti beanti, caverne vere e proprie, ecc.) e con dimensioni molto variabili; queste sono le più difficili da indagare in quanto prodotte da fenomenologie non controllate dall'uomo e con andamenti plano-altimetrici molto variabili da punto a punto.

Per quanto riguarda le cavità antropiche esiste una netta differenza per ciò che riguarda la loro potenziale instabilità tra le cavità concepite per essere situate nel sottosuolo e le cavità sotterranee connesse a strutture edificate nel soprassuolo.

Nel primo gruppo rientrano tutta una serie di strutture che furono ideate e realizzate per essere ipogee e quindi essere "stabili" nel contesto sotterraneo nel quale sono state originariamente inserite. Tuttavia, tali strutture (singole cavità o reti caveali diffuse) ad oggi possono risultare instabili sia per effetto della naturale alterazione e/o degradazione dei materiali scavati sia, a luoghi, per la successiva forte antropizzazione in superficie (carichi statici, ciclici, vibrazioni, infiltrazioni per perdite delle reti idriche, fognarie, ecc.).

A maggiori problemi di stabilità vanno incontro sicuramente quelle cavità che non hanno delle strutture di sostegno o non sono state realizzate in opera muraria come ad esempio le cave sotterranee.

Nel secondo gruppo rientrano quelle cavità dovute all'inglobamento nel sottosuolo di strutture originariamente nate per essere localizzate in superficie e successivamente sepolte (ad esempio, nelle città storiche ciò è dovuto al progressivo innalzamento del livello del suolo per aumento della coltre di riporto antropico).

I problemi di stabilità di queste strutture sono sicuramente maggiori in quanto non progettate esplicitamente per sopportare i pesi e le spinte dovuti alla loro condizione sotterranea.

Sistema insediativo

Il sistema insediativo definisce le attività, la sicurezza, il valore economico e storico-culturale delle infrastrutture di superficie e della popolazione.

Esso rappresenta il bersaglio che può essere colpito da eventi di crollo originati nel sistema ipogeo, ma contiene, come detto, anche elementi di incremento della pericolosità del sistema ipogeo stesso: manufatti con fondazioni dirette al di sopra di cavità (sovraccarichi), vibrazioni del traffico, perdite della rete idrica e/o fognaria, ecc..

I fattori citati possono determinare, rispettivamente, incrementi di carico, tensioni dinamiche e scadimento delle caratteristiche geotecniche dei terreni, causando sostanzialmente un'accelerazione delle evoluzioni delle cavità verso condizioni di maggiore pericolosità ed instabilità.

Sistema idrogeologico

Come spesso verificato, le gallerie sono invase da acque e/o liquami con evidente rischio di inquinamento della falda.

5.2.2.2 - L'Atto di Indirizzo per la messa in sicurezza delle cavità ipogee

L'Autorità di Bacino della Puglia, nell'ambito delle attività di pianificazione dell'assetto idrogeologico del territorio e di prevenzione e mitigazione dei rischi derivanti dalla pericolosità geomorfologica, ha provveduto preliminarmente ad acquisire i dati dei censimenti nazionali e a validare le segnalazioni pervenute dagli Enti locali arrivando, di recente, alla perimetrazione di alcune aree con acclarata presenza di vuoti nel sottosuolo (classificate nel PAI come aree "PG3") e di altre ad alta probabilità di presenza di vuoti nel sottosuolo (classificate "PG2").

Per le predette zone individuate a pericolosità geomorfologica, e di conseguenza soggette alle norme di tutela previste dalle NTA del PAI, l'Autorità di Bacino ha altresì predisposto un *"Atto di indirizzo per la messa in sicurezza dei territori a rischio cavità sotterranee"* approvato dal Comitato Tecnico dell'AdBP nella seduta del 25 luglio 2006.

Il fine ultimo del suddetto Atto di indirizzo, di seguito denominato "Atto", è quello di garantire la messa in sicurezza e il consolidamento delle aree ritenute a rischio di crollo per la presenza di cavità sotterranee.

Tale atto prevede, in primis, l'aggiornamento – da condursi con il diretto coinvolgimento delle Amministrazione Locali - dell'elenco di aree interessate dalla presenza di cavità, o potenzialmente tali

L'"Atto", altresì, definisce, all'art. 3 "*Procedure per interventi eseguiti in aree a Pericolosità Geomorfologica conseguente alla presenza di cavità sotterranee*", al comma 1, che "in riferimento agli interventi consentiti nelle aree PG […], il parere di conformità ai contenuti e alle prescrizioni del PAI dovrà essere richiesto secondo le modalità dell'art. 26 delle NTA..

Il successivo punto 1.1 del medesimo art. 3 specifica che, in riferimento agli interventi consentiti nelle aree PG2, per le opere che prevedono un incremento statico e/o del carico urbanistico, la richiesta di parere di compatibilità al PAI deve contenere oltre agli elaborati

progettuali una perizia giurata, a firma del geologo, riguardante la situazione del sottosuolo, redatta sulla base di specifiche indagini geognostiche eseguite in situ.

Nel caso di individuazione di cavità sotterranee, di qualsiasi natura, la perizia dovrà contenere la planimetria delle stesse nella loro interessa, su aereofotogrammetrico comunale e su base catastale, estesa comunque alle proprietà immediatamente limitrofe, comprese le sedi stradali pubbliche, gli spazi pubblici o aperti al pubblico.

Qualora le cavità siano su vari livelli, la planimetria dovrà rappresentare tutti i livelli esistenti. La perizia dovrà inoltre contenere la descrizione dello stato di conservazione delle cavità ed il tipo di intervento che si intende proporre per le stesse.

Nel caso di rinvenimento di cavità nelle aree PG2 dovrà essere attivata subito, per le aree all'intorno, un'indagine esplorativa; l'area della cavità individuata, estesa su tutti i lati ad una fascia di rispetto di almeno 30 metri, dovrà essere contestualmente ascritta a PG3.

Nell'ipotesi che sia prevista la conservazione delle cavità, in quanto giudicate in buono stato, le stesse dovranno sempre risultare accessibili e ben areate al fine di assicurare eventuali ispezioni e saranno oggetto di apposito impegno formale – riguardante la loro manutenzione nel tempo – da trascrivere come atto pubblico e da trasferirsi ad eventuali acquirenti delle unità immobiliari sovrastanti con i relativi atti pubblici. Detto impegno dovrà estendersi anche alle parti delle cavità ricadenti al di sotto delle sedi stradali pubbliche, degli spazi pubblici o aperti al pubblico; per tali cavità dovrà essere redatto dal Comune un catasto e dovrà essere acquisita annualmente un'attestazione redatta congiuntamente da un Geologo e da un Ingegnere/Architetto sullo stato di conservazione della cavità.

Nel diverso caso in cui le cavità sotterranee, a giudizio dei tecnici firmatari della perizia giurata, non si presentassero in buone condizioni di conservazione, le cavità dovranno essere oggetto di apposito progetto di consolidamento e/o bonifica. Il progetto di consolidamento e/o bonifica sarà oggetto di parere vincolante da parte dell'Autorità di Bacino sulla conformità degli interventi con gli indirizzi dalla setssa fissati. A seguito dell'intervento di consolidamento e/o bonifica, dovrà essere depositata ulteriore perizia giurata riguardante le procedure ed i materiali utilizzati. In particolare, in caso di riempimento la perizia dovrà accertare l'avvenuto totale riempimento, a perfetta regola d'arte e nel rispetto delle norme vigenti in materia, delle cavità ricadenti sia in area privata che al di sotto di arre pubbliche o aperte al pubblico immediatamente limitrofe.

Il Dirigente dell'Ufficio Tecnico Comunale potrà imporre ulteriori prescrizioni che ritenesse necessarie per garantire la pubblica e privata incolumità. In ogni caso, gli interventi di nuova edificazione non potranno adottare sistemi fondali tali da compromettere o alterare l'equilibrio statico delle cavità sottostanti, nonché interagire negativamente con esse".

Solo a seguito dell'intervento di consolidamento, quindi, l'Atto prevede la modifica del vincolo PG3 sul sito d'interesse mediante le procedure individuate dagli artt. 24 e 25 delle N.T.A. del P.A.I..

Il successivo articolo 4 del suddetto “Atto di Indirizzo” (disponibile sul sito dell’AdBP www.adb.puglia.it ed a cui si rimanda per eventuali ulteriori informazioni), definisce le procedure per la redazione dello specifico studio di compatibilità geologica e geotecnica.

5.3 - METODOLOGIE DI INDIVIDUAZIONE DELLE PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICHE

5.3.1.1 Il caso dei dissesti sulla costa

L'individuazione delle pericolosità geomorfologiche insistenti in area costiera è fortemente condizionata dalla conoscenza diretta o indiretta delle situazioni di dissesto conclamate che, spesso, sono oggetto di informative da parte di Amministrazioni ed Enti deputati ad affrontare le situazioni emergenziali, quali le Prefetture, la Protezione Civile e le stesse Amministrazioni Locali.

In assenza di segnalazioni dirette è possibile, al fine di individuare la propensione al dissesto geomorfologico sulla costa, tenere conto di alcuni elementi e fattori registrabili su un dato territorio che la influenzano direttamente in misura maggiore o minore.

Fra questi fattori, ha certamente importanza per il contesto salentino, il rapporto esistente fra i fenomeni di subsidenza e l'idrogeologia riscontrabili in alcuni territori costieri.

Questo fenomeno è strettamente correlato all’estrazione intensiva di acqua di falda, con depressurizzazione negli acquiferi e accelerazione del naturale processo di consolidazione dei livelli argillosi (aquitardi).

Fondamentale, quindi, allo scopo di individuare eventuali propensioni al dissesto geomorfologico del tratto costiero che dovesse presentare le situazioni sopra descritte, sono le attività di censimento e di realizzazione di un *database* delle opere di captazione presenti nelle aree oggetto dell’indagine, nella ricostruzione delle specifiche condizioni litostratigrafiche del sottosuolo, della interpretazione dei rapporti tra litotipi presenti e sostanze naturali liquide e gassose e, infine, nella modellazione matematica degli effetti di costipazione dei sedimenti a seguito dello sfruttamento controllato degli stessi.

Altro tipo di criticità può, invece, riscontrarsi in presenza di coste alte rocciose (le falesie), lì dove le attività preventive che consentano un inquadramento della propensione al dissesto geomorfologico devono essere finalizzate ad una dettagliata analisi morfo-strutturale e geo-strutturale, attraverso l'individuazione delle principali discontinuità (diaclasi, fratture, faglie) e le relative caratteristiche fisico-meccaniche delle litologie in sito.

Dall’insieme delle risultanze ottenute dai rilievi di campo, dalle prove di laboratorio e dalle elaborazioni numeriche, sarà possibile definire la stabilità complessiva degli ammassi rocciosi costituenti una falesia, individuare e caratterizzare in dettaglio le discontinuità “critiche”, ossia quelle che maggiormente potrebbero innescare movimenti gravitativi di massa, ed individuare le

tipologie e le modalità pratiche di intervento al fine di attenuare le relative condizioni di pericolosità esistenti.

Non sono da trascurare, inoltre, i problemi di allagamento presenti nelle aree naturalmente depresse lungo la costa, anche per effetto delle maree e dell'erosione costiera, e che sono state oggetto, in passato, di interventi massicci di bonifica.

In merito, vale la pena ricordare, fra le più importanti, quella tra Porto Cesareo e Torre Lapillo e quelle in località Torre S. Giovanni (Ugento), dove esistono i "Bacini a marea", di forma circolare, tra loro interconnessi e infine connessi al mare.

Queste aree, generalmente retrodunari e naturalmente soggette agli allagamenti a causa del limitato drenaggio dei terreni, sono state in passato sistemate mediante la realizzazione delle opere di bonifica; esse, tuttavia, presentano oggi nuovi problemi legati sia alla forte urbanizzazione delle aree contermini, che ha ridotto ulteriormente la possibilità di drenaggio naturale del terreno, sia al lento ma continuo innalzamento del livello del mare (che ha modificato l'equilibrio idrostatico tra flusso e riflusso della marea), sia infine alla scarsa manutenzione delle opere e all'interrimento dei canali di collegamento.

L'originaria funzione di questi canali è stata inficiata dal fatto che ad oggi molti di essi risultano tombati, deviati o del tutto eliminati.

In definitiva, il delicato equilibrio tra terra e mare in queste aree costiere depresse è stato negli ultimi tempi scarsamente curato e non adeguatamente preservato, con conseguenti problemi all'assetto idraulico complessivo dei territori di difficile ricostituzione.

Caso leggermente diverso è quello dell'area delle Cesine, area umida naturale retrodunale di notevole valore ambientale (tanto da essere diventato parco naturale regionale): qui, pur in assenza di pressioni antropiche, la naturale ingressione del livello del mare espone tale area protetta al rischio di progressiva riduzione.

5.3.1.2 Metodo speditivo per la valutazione della pericolosità geomorfologica sulla costa alta

I tratti di costa esaminati appartengono alle unità come di seguito denominate:

- Carbonati di margine e di scarpata (Paleogene)
- Carbonati di bacino (Giurassico-Cretaceo)
- Carbonati di scarpata (Giurassico-Cretaceo)
- Carbonati di Piattaforma (Giurassico-Cretaceo)

Nei tratti di costa caratterizzati dalla presenza delle suddette unità litologiche, nell'assunto che la consistenza e resistenza di tali categorie di rocce sia elevata e tale da rendere le stesse praticamente poco o nulla vulnerabili (alla scala temporale centennale) all'azione erosiva del

moto ondoso, si possono individuare come aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (PG3), quelle in corrispondenza della presenza di grotte carsiche o altre forme significative di dissoluzione carsica (inghiottitoi, voragini, pozzi di crollo, sprofondameneti, ecc.), e quelle per le quali la debolezza strutturale connessa alla presenza di giunti di discontinuità pervasivi (piani di stratificazione, sistemi di fratturazioni, faglie), documentata dall'esistenza di tracce di crolli o sfettamenti, rendono gli ammassi rocciosi interessati potenzialmente instabili in rapporto all'equilibrio geomorfologico.

In particolare, in presenza di grotte ovvero altre forme di vuoti carsici significativi, ricavati sia dall'analisi dei documenti cartografici e fotografici ufficiali, sia a seguito di sopralluoghi, si è proceduto alla definizione di un poligono cartografico di area a più elevata pericolosità geomorfologica (PG3), che contiene l''impronta cartografica del vuoto carsico (ove noto e disponibile), oltre una fascia esterna di non meno 5 metri.

Quando della grotta sono note solo le coordinate del sito di ingresso, ad essa viene attribuita una fascia perimetrale (rispetto al sito anzidetto) di larghezza di almeno 5m.

In presenza, invece, di testimonianze di fenomeni di crollo o dissesto in genere di un particolare tratto di costa, sulla scorta della analisi e interpretazione dei cinematismi già avvenuti, si individua un poligono cartografico di area a più elevata pericolosità geomorfologica (PG3), comprendente l'intero tratto costiero dissestato, dalle quote più elevate aventi le stesse caratteristiche di acclività fino all'intersezione del versante con il livello del mare (tenuto conto del pericolo conseguente al rotolamento di blocchi rocciosi per gravità fino al mare).

Le aree a pericolosità geomorfologica elevata (PG2), altresì, sono individuate, di regola, secondo il criterio di una fascia esterna di estensione 30 metri, all'intorno delle aree PG3 riferite alla presenza di cavità carsiche, ovvero di profondità almeno uguale all'altezza della falesia, a partire dalle aree perimetrate PG3, nel caso di pericolosità conseguente alla testimonianza di dissesti pregressi, salvo valori inferiori delle suddette fasce, qualora le condizioni morfologiche dei luoghi, opportunamente valutate, portino a ritenere eccessivi i suddetti valori.

Ulteriori aree da classificare a pericolosità geomorfologica elevata (PG2), sono state individuate e definite, dai tecnici dell'Autorità di Bacino, a seguito di analisi specifica dei luoghi, nell'ipotesi che la configurazione morfologica, le caratteristiche litostratigrafiche e quelle strutturali siano tali da rendere potenzialmente probabili fenomeni di dissesto e/o di crollo costiero.

5.3.2.1 Il caso delle cavità ipogee

Al fine di individuare i livelli di pericolosità da crollo degli ipogei e di vulnerabilità territoriale si possono selezionare alcuni indicatori la cui disponibilità e qualità è funzione della scala di lavoro e dei dati effettivamente acquisibili.

Alcuni dei suddetti indicatori che possono essere utilizzati per definire la pericolosità da sprofondamento legato al crollo di una cavità, sono:

- numero di cavità
- profondità del tetto della calotta
- spessore e luce della calotta
- dimensioni planimetriche caveali, cavità unica, rete caveale, ecc.
- percentuale di scavo
- rapporto fra altezza e larghezza dei pilastri e loro stato di conservazione
- rapporto fra profondità e larghezza della cavità
- tipologia (cava, cunicolo idraulico, catacomba, ecc.)
- geologia, litologia, stratigrafia
- idrogeologia
- caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni
- stato tensionale ed evolutivo delle gallerie
- presenza o assenza di strutture di sostegno in sotterraneo
- reti idriche e fognarie lesionate e con perdite (sistema insediativo)
- vibrazioni del traffico (sistema insediativo)
- presenza di sovraccarichi - fondazioni dirette (sistema insediativo)

Qui di seguito invece sono elencati alcuni indicatori per individuare i livelli di vulnerabilità del sistema insediativo:

- presenza o meno di edifici
- tipologie dei manufatti
- tipologie fondazionali
- presenza di reti di sottoservizi (in particolare gas)
- presenza di reti fognarie ed idriche

Le indagini su cavità e gallerie, che si eseguono in genere soltanto dopo il verificarsi di un dissesto localizzato, vengono di solito sviluppate attraverso l'esecuzione di sondaggi, i quali permettono di individuare il tetto e il letto di un vuoto sotterraneo.

Se per una singola galleria o cunicolo ciò appare ancora accettabile (ma dovrebbe essere prima verificato che esista una sola galleria o camera), in presenza di una rete di gallerie, come è il caso di Altamura, Canosa di Puglia, Gallipoli e Cutrofiano tale metodologia appare insufficiente.

Infatti risulta alquanto problematica, sulla base di una maglia di fori i quali hanno o meno intercettato i vuoti, l'estrapolazione dei risultati fino alla costruzione di un attendibile andamento

della rete di gallerie; inoltre in tal modo non si ottengono informazioni circa la larghezza delle cavità, lo stato fisico delle pareti degli ipogei e le evoluzioni tensionali in atto.

Altre metodologie meno invasive, sono rappresentate da indagini geofisiche indirette (geoelettrica, georadar, ecc.); tali metodologie raramente però danno risultati accettabili in quanto la geoelettrica trova evidenti limiti di operatività in aree urbanizzate (senza considerare le diverse fonti di disturbo da parte di correnti vaganti), mentre il georadar, in terreni umidi e argillificati (per esempio a causa della copertura di “terre rosse” a matrice argillosa), difficilmente riesce ad investigare terreni oltre pochi decimetri dal piano campagna (mentre le gallerie sono localizzate di solito entro i primi 10-20 metri di profondità).

Una ulteriore metodologia di indagine consiste nell’esplorazione delle gallerie con tecniche speleologiche; in tale maniera sarebbe possibile, con la visione diretta degli ipogei, acquisire una maggiore mole di misure e dati di rilevamento geostrutturale, ma nella realtà i rischi evidenti per tali esplorazioni, nonché il fatto che sovente le gallerie sono invase da liquami, interrotte da crolli ed altri dissesti o ostruite dall'accumulo abusivo di materiali antropici, impediscono un uso efficace e continuo delle esplorazioni speleologiche.

Pertanto, riassumendo quanto fin qui detto, le metodologie di studio ed individuazione di cavità sotterranee, in generale, si possono dividere fra metodi indiretti e diretti, di cui nel seguito si fornisce una elencazione meramente indicativa e non asaustiva:

METODI INDIRETTI che sono basati sulla misura di una proprietà specifica dei vuoti, che si presentano come oggetti a bassa o nulla densità, rigidità nulla ed alta resistività elettrica:

- geoelettrici
- georadar
- microgravimetrici

METODI DIRETTI che permettono, per quanto possibile, di individuare il reale andamento plano-altimetrico ipogeo, e ciò è particolarmente importante soprattutto qualora siano coinvolte problematiche di stabilità di edifici, fognature, ecc.; inoltre si sottolinea la necessità di una “Interpretazione Diagnostica” delle gallerie per addivenire a realistiche valutazioni della stabilità e del pericolo geologico ad esse associato, che possono essere fornite anche attraverso l'analisi visiva dello stato di conservazione dei pilastri e delle calotte. Le indagini dirette che possono essere eseguite sono così elencate:

- sondaggi meccanici
- rilievi speleologici
- rilievi topografici
- indagini televisive o laser in foro

In prima analisi, sono senz'altro da preferirsi le indagini meno invasive, ossia le indagini indirette o, dove le condizioni consentano lo svolgimento delle attività in totale sicurezza per gli operatori, le ispezioni dirette da parte di speleologici, preferibilmente con specifica competenza geologica.

L'esperienza diretta acquisita dalla Segreteria Tecnica Operativa dell'AdBP negli ultimi anni, con riferimento alla problematica connessa alla presenza di cavità (singole o con sviluppo a rete), ha infatti evidenziato come le perforazioni dirette, oltre a fornire un indicazione approssimativa perché puntuale e monodirezionale (ossia capace di identificare esclusivamente lo spessore del vuoto in corrispondenza della specifica verticale investigata senza consentirne, se non con l'utilizzo di strumentazioni di videoispezione o similari, la ricostruzione tridimensionale delle cavità rinvenute né tanto meno la valutazione dello stato di conservazione e/o degradazione), possono, se non eseguite con procedure si massima cautela, risultare dannose per l'equilibrio complessivo delle cavità medesime. E', infatti, fondamentale una valutazione estremamente prudente sia nella fase di progettazione delle campagne geognostiche (con particolare riferimento alla ubicazione delle perforazioni, affinché le stesse non vadano ad intercettare le calotte delle camere sottostanti in punti di particolare criticità quali, ad esempio, quelli di minore spessore delle calotte medesime o di peggior grado di conservazione, in termini geomeccanici, dei terreni che le costituiscono), sia nella successiva fase esecutiva. I fori di sondaggio, di fatto, se non opportunamente rivestiti in fase di realizzazione possono ingenerare il richiamo di eventuali terreni meno coerenti sovrastanti i materiali lapidei oggetto delle attività di cavazione, e, successivamente, se non idoneamente cementati, possono costituire dei canali preferenziali di infiltrazione delle acque superficiali, con derivanti fenomeni di allagamento oltre che incremento del tasso di umidità e, di conseguenza, accelerazione dei naturali processi di alterazione e/o degradazione dei materiali interessati dalla presenza delle cavità.

E' evidente che massima cautela, nel caso di acclarata o presunta presenza di cavità ipogee in ambito urbano, è raccomandata nella posa in opera di infrastrutture a rete (acquedotti, reti fognarie, reti elettriche o del gas, ecc.), in quanto ciò potrebbe, soprattutto laddove della passata attività di scavo in sotterraneo si è del tutto persa la memoria storica, portare alla creazione di vere e proprie trincee, che andando a secare le calotte delle cavità, ne comprometterebbero irreparabilmente le condizioni di staticità (basti pensare, ad esempio, al caso di Gallipoli). Medesima cura è necessaria nella realizzazione di tipologie fondazionali puntuali per le nuove edificazioni. Caso esemplare, a riguardo, è quello di Canosa di Puglia, in provincia di Bari, dove sono stati rinvenuti di sovente pali di fondazione che hanno attraversato per l'intero spessore le calotte delle camere ipogee, danneggiando le calotte stesse, ma anche facendo perdere funzionalità alle fondazioni per effetto della dispersione del materiale iniettato e, nei casi più estremi, perché tali pali risultano attestati nei vuoti.

5.3.2.2 Metodo speditivo per la valutazione della pericolosità geomorfologica delle cavità ipogee

L'esperienza acquisita dalla Segreteria Tecnica Operativa dell'AdBP, dalla data di approvazione dell'Atto di Indirizzo ad oggi, derivante dall'approccio diretto (per effetto di studi di maggiore dettaglio, talora anche a seguito della segnalazione diretta da parte di alcune Amministrazioni comunali) con situazioni di pericolosità connesse alla presenza di cavità ipogee rientranti in una rosa estremamente variegata di tipologie, si è di fatto tradotta in una applicazione delle linee guida tracciate dal più volte citato "Atto di Indirizzo" calibrata in funzione delle specifiche casistiche riscontrate.

Un ruolo fondamentale, ad esempio, giocano, nella delimitazione delle aree da assoggettarsi a vario grado di Pericolosità Geomorfologica (P.G.3 o P.G.2), sia la tipologia delle cavità (ad esempio, mentre le cavità non naturali, salvo interventi antropici diretti o spinti processi di degradazione, potrebbero non subire significative evoluzioni geometriche nel tempo; nella maggioranza dei casi, i fattori incidenti sull'eventuale ulteriore sviluppo delle cavità naturali possono essere molteplici e difficilmente prevedibili), sia il grado di conoscenza dello sviluppo plano-altimetrico e di conservazione o degradazione delle singole cavità o delle reti caveali. E', infatti, evidente che, a meno di studi specialistici, le geometrie delle cavità antropiche sono in genere meglio conosciute rispetto a quelle delle cavità naturali, anche in ragione della maggiore accessibilità (anche se non sempre) delle prime rispetto alle seconde.

Alla luce di quanto detto, il principio generale che l'AdBP ha adottato nella perimetrazione delle aree a Pericolosità Geomorfologica da cavità è stato quello della consapevole prudenza, in accordo con le finalità fondanti il PAI.

Tuttavia, se in alcuni casi, sulla base di valutazioni oggettive e laddove le condizioni al contorno lo consentivano, si è ritenuto opportuno giungere ad una delimitazione più circoscritta delle aree classificate quali soggette ad pericolosità "molto elevata" (P.G.3), in ragione anche del fatto che all'intorno di tali aree restano vigenti le vincolistiche connesse alle contermini aree a pericolosità "elevata" (P.G.2); in altri casi, la presenza di un maggior grado di incertezza nell'informazione di base e/o la coalescenza di più aree a Pericolosità "molto elevata" e/o "elevata" ha portato l'AdBP alla delimitazione delle aree a diverso grado di Pericolosità Geomorfologica da cavità, mediante inviluppo geometrico dei poligoni relativi alle singole aree.

CAPITOLO 6 - Valutazione della Pericolosità Idraulica nel Salento - Metodologia e Perimetrazione

6.1 - PRINCIPALI FASI DI REDAZIONE DELL'ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO

La normativa principalmente impiegata come riferimento per la definizione delle metodologie da utilizzare per l'analisi del rischio idrogeologico è il DPCM del 29.09.1998. In conformità a tale normativa l'analisi del rischio idrogeologico deve essere strutturata in 3 fasi:

fase uno: individuazione delle aree soggette a rischio idrogeologico, attraverso l'acquisizione delle informazioni disponibili sullo stato del dissesto;

fase due: perimetrazione, valutazione dei livelli di rischio e definizione delle conseguenti misure di salvaguardia;

fase tre: programmazione della mitigazione del rischio.

Le attività previste nelle tre fasi variano in funzione della tipologia di rischio, idraulico o da frana, che si sta esaminando. Nel seguito saranno descritte le procedure da utilizzare per l'analisi del rischio idraulico e, come introdotto dalla legge 183/1989, è necessario che l'analisi del rischio idrogeologico sia condotta a scala di bacino, ciò è valido in particolar modo per il rischio idraulico.

La prima fase dell'analisi del rischio idraulico prevede una raccolta dei dati storici di esondazioni ed allagamenti che hanno interessato l'area oggetto di studio.

In secondo luogo, assume un'importanza fondamentale l'analisi diretta dei siti mediante sopralluoghi sul posto, nonché ogni utile e possibile informazione rinveniente dalle conoscenze delle criticità locali da parte delle Amministrazioni comunali interessate.

A tal proposito, svolgono una importante funzione nella definizione delle aree più soggette a rischio idraulico, anche le informazioni, di ogni genere e tipo, provenienti da Enti e Amministrazioni preposte alla gestione a al superamento delle fasi emergenziali quali: Prefettura, Protezione Civile, Vigili del Fuoco, ecc.

Occorre quindi condurre uno studio morfologico, con l'ausilio della cartografia più aggiornata e di maggiore dettaglio possibile e delle foto aree, se disponibili; nonché di carattere idrologico e idraulico.

In merito allo studio morfologico, di rilevante importanza è la produzione della nuova cartografia CTR 1:5.000 ad opera della Regione Puglia che, soprattutto con riferimento al Salento (che fino al 2007 ha avuto come unico supporto topografico ufficiale e di estensione omogenea su tutto il territorio la cartografia tecnica provinciale in scala 1:10.000) consente oggi di effettuare elaborazioni morfologiche il più aderenti possibile al reale stato dei luoghi.

Tale fase preliminare ha lo scopo di individuare le aree di pertinenza fluviale o lacuale, le zone di depressione morfologica e le zone che già in passato sono state interessate da eventi alluvionali.

In questa fase occorre, inoltre, evidenziare tutti i possibili punti di crisi lungo il reticolo idraulico principale, rappresentati da ostacoli al deflusso, come restringimenti di sezione e attraversamenti (ponti), nonché le zone depresse che, per estensione delle proprie aree di drenaggio e che per propria massima profondità, possono rappresentare i siti di potenziale alluvionamento.

Nella seconda fase si devono svolgere le seguenti attività:

- *studio idrologico* a livello di bacino per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica riferite ad eventi con tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, che mediante l'individuazione delle altezze di pioggia per i differenti tempi di durata dell'evento, restituiscano, nelle fasi successive delle elaborazioni, le portate attese e/o i volumi di accumulo nelle aree individuate come idraulicamente critiche. Tale studio deve essere condotto, ove possibile, in conformità a quanto previsto dal progetto Valutazione Piene (VaPi) del Gruppo Nazionali Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche (GNDCI -CNR) e deve, in ogni caso, tener conto dei dati raccolti dagli Uffici periferici dell'ex Servizio Mareografico e Idrografico Nazionale e da eventuali elaborazioni dei dati prodotti dagli stessi Uffici;
- qualora le caratteristiche del bacino idrografico e/o le condizioni del reticolo idraulico siano tali da prevedere la possibilità che in occasione di una piena si verifichi un importante deflusso di materiale solido, tale da pregiudicare la capacità del tronco di smaltire le portate liquide attese, allora occorre condurre anche *un'analisi dell'evoluzione geomorfologica* del corso d'acqua, tesa ad individuare sia la capacità di produzione di sedimenti da parte del bacino idrografico sotteso che la capacità di trasporto di sedimenti nel tratto del corso d'acqua oggetto d'analisi;
- *studio morfologico* per l'interpretazione della conformazione morfologica del territorio in esame, onde definirne la presenza e la geometria di eventuali depressioni morfologiche, che potenzialmente possano essere soggette ad alluvionamento, per la definizione dei bacini contribuenti alle stesse depressioni, nonché per l'individuazione di solchi erosivi, assimilabili ad alvei fluviali naturali, altrimenti noti come lame e/o gravine;
- *studi idraulici* condotti sulla rete idrografica che è potenzialmente soggetta a criticità. Questi devono di norma essere condotti in condizioni di moto permanente e/o vario, monodimensionale o bidimensionale, a seconda che si possa o meno definire una direzione preferenziale del deflusso concentrato o esistano condizioni morfologiche tali da individuare delle aree di espansione delle eventuali esondazioni, nelle quali le traiettorie delle stesse possono distribuirsi su un piano, più che lungo una direzione preferenziale. Nel caso di bacini endoreici, nei quali non è possibile definire una direzione preferenziale e i deflussi più

che concentrati possono definirsi diffusi, lo studio idraulico ha la finalità di individuare le altezze idriche che, per i diversi tempi di ritorno degli eventi, si instaurano all'interno delle depressioni morfologiche del territorio in esame;

- a seguito delle valutazioni dei punti precedenti, *individuazione delle criticità* lungo il reticolo idraulico: in pratica occorre individuare i tratti del reticolo idraulico principale in cui la sezione idraulica non è sufficiente a smaltire la portata attesa, e quindi procedere alla perimetrazione delle aree allagabili con diversi tempi di ritorno. Nel caso di bacini endoreici, le criticità da individuare si riferiscono più che altro alle intersezioni delle aree perimetrabili per effetto di allagamento stanziale di aree depresse in corrispondenza di centri abitati (sottopassi stradali e/o ferroviari, quartieri e/o zone industriali, commerciali depressi, ecc.) e/o di infrastrutture viarie e ferroviarie, nonché di qualsiasi forma di infrastruttura pubblica e/o di interesse pubblico e/o privato.

La terza ed ultima fase è invece volta all'individuazione delle tipologie di interventi da mettere in atto per la mitigazione del rischio.

In tale fase devono essere fornite delle indicazioni di carattere generale sulle caratteristiche degli interventi strutturali (creazione di zone di laminazione, rialzamenti d'argine, adeguamento della rete idrografica, rimozione di ostacoli al deflusso, scolmatori, ecc.) e non strutturali (limitazione dell'edificabilità nelle zone a rischio, piani di protezione civile, ecc.).

Tali indicazioni devono essere comunque sufficienti a determinare quali sono gli interventi prioritari da attuare ed inoltre devono essere forniti tutti gli elementi utili per procedere ad una progettazione di massima di tali interventi.

Nell'individuazione degli interventi strutturali da attuare, occorre ricordare che ogni intervento va ad interagire con il bacino idrografico nel suo complesso, occorre quindi evitare che esso, pur mitigando il rischio in una zona, possa fare aumentare il livello di rischio in altre zone del bacino.

E' necessario, inoltre, evitare che, al termine della sistemazione del bacino nel suo complesso, gli interventi realizzati abbiano l'effetto di peggiorare le caratteristiche di risposta del bacino in termini di aumento di portata massima o di volumi di accumulo e di diminuzione del suo tempo di risposta.

Un'attenzione particolare va riservata ai bacini endoreici, per i quali occorre, oltre che tener conto delle indicazioni date in precedenza, prestare la massima attenzione alla sistemazione della zona in cui le acque si infiltrano (inghiottitoio o voragine) in modo da evitare, per quanto possibile, problemi di intasamento e quindi di riduzione della capacità di smaltimento delle acque nel sottosuolo; inoltre è necessario condurre un'analisi approfondita del sottosuolo in modo da valutare la capacità di assorbimento da parte dei detti sistemi di smaltimento naturale.

In ogni caso, tutta la zona depressa posta in prossimità dell'inghiottitoio va opportunamente salvaguardata.

6.1.1 - Lo studio idrologico

Lo studio idrologico a livello di bacino per la determinazione delle portate attese con diversi tempi di ritorno è da condurre in conformità a quanto previsto dal progetto Valutazione Piene (VaPi) del Gruppo Nazionali di Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del CNR (GNDCI) e deve in ogni caso tener conto dei dati raccolti dagli Uffici periferici dell'ex Servizio Mareografico e Idrografico Nazionale e da eventuali elaborazioni dei dati prodotti dagli stessi Uffici.

Conformemente al già citato DPCM del 29.09.1998, l'Autorità di Bacino della Puglia ha individuato i tempi di ritorno 30, 200 e 500 anni per l'individuazione, rispettivamente, delle aree soggette ad Alta Probabilità (AP), Media Probabilità (MP) e Bassa Probabilità (BP) di esondazione.

Per quanto concerne l'analisi pluviometrica, "*l'analisi regionale delle piogge massime annuali di durata compresa tra 1 ora e 1 giorno è stata effettuata per il territorio della Puglia centro-meridionale ad integrazione di quanto effettuato in Puglia settentrionale da Claps et al. (1994). Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione TCEV (Rossi et al., 1984) con regionalizzazione di tipo gerarchico (Fiorentino et al., 1987). Per l'individuazione delle regioni omogenee di primo e secondo livello si è fatto ricorso a generazioni sintetiche Montecarlo in grado di riprodurre la struttura correlativa delle serie osservate (Gabriele e Iiritano, 1994). I risultati hanno evidenziato (Castorani e Iacobellis, 2001) per l'area esaminata la consistenza di zona unica di primo e secondo livello. L'intero territorio di competenza del compartimento di Bari del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale risulta quindi diviso, al primo e secondo livello, in due sottozone. La prima comprende la Capitanata, il Sub-appennino Dauno, il Gargano e l'Alta Murgia, la seconda include la restante parte del Tavoliere e della Murgia e la Penisola Salentina. L'analisi di terzo livello basata sull'analisi di regressione delle precipitazioni di diversa durata con la quota ha portato alla individuazione, oltre alle quattro zone omogenee in Claps et al. (1994), di altre due zone e delle rispettive curve di possibilità climatica*."[1]

In definitiva, dal punto di vista dell'approccio pluviometrico, il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia è stato suddiviso in 6 aree pluviometriche omogenee, per ognuna delle quali è possibile calcolare la Curva di Possibilità Pluviometrica sulla base delle seguenti equazioni:

---

[1] *Da **rapporto sintetico** sulla Valutazione Piene redatto dal CNR-GNDCI, a cui si rimanda per ogni opportuno approfondimento e confronto (http://caronte.gndci.cs.cnr.it/GNDCI/rapporti/Bari.htm)*

Zona 1: $x(t,z) = 26.8\ t^{[(0.720+0.00503\ z)/3.178]}$

Zona 2: $x(t) = 22.23\ t^{0.247}$

Zona 3: $x(t,z) = 25.325\ t^{[(0.0696+0.00531\ z)/3.178]}$

Zona 4: $x(t) = 24.70\ t^{0.256}$

Zona 5: $x(t,z) = 28.2\ t^{[(0.628+0.0002\ z)/3.178]}$

Zona 6: $x(t,z) = 33.7\ t^{[(0.488+0.0022\ z)/3.178]}$

Come si può osservare, per 4 aree omogenee sulle 6 totali, è preso in considerazione il parametro geomorfologico “z” della quota assoluta sul livello del mare (espressa in metri).

Figura 6.1.1.1 -Sottozone omogenee

Ai valori così ottenuti, vanno applicati coefficienti moltiplicativi relativamente al Fattore di Crescita K_T (funzione del tempo di ritorno dell’evento di progetto, espresso in anni), ed al Fattore di Riduzione Areale K_A (funzione della superficie del bacino espressa in kmq, e della durata dell’evento di progetto espressa in ore).

Per quanto concerne il Fattore di Crescita per le zone 5-6 (Puglia Centro-Meridionale e Salento)

$K_T = 0.1599+0.5166\ \ln T$

Di seguito si riportano i valori singolari riportati in Castorani e Iacobellis (2001) e, in grassetto, i valori ricavati dalla formula su esposta il cui uso consente un stima del fattore di crescita con errore inferiore al 5% solo per tempi di ritorno superiori a 100 anni:

		Tempo di Ritorno (anni)									
		5	10	20	30	40	50	100	200	500	1000
Tabella	K_T	1.26	1.53	1.82	2.00	2.13	2.23	2.57	**2.90**	**3.38**	**3.73**

Nel caso in cui si debba condurre uno studio idrologico in una area estesa, la precipitazione può essere ragguagliata alla superficie del bacino idrografico considerato per tener conto del fatto che la precipitazione, calcolata come descritto in precedenza, è un valore puntuale e quindi va opportunamente ridotta di un valore (Fattore di Riduzione Areale) che dipende dall'estensione dell'area studiata e dalla durata dell'evento.

Si ritiene sempre opportuno affiancare la analisi pluviometrica appena descritta, basata sulla regionalizzazione, con analisi di tipo locale (in caso di disponibilità di dati e serie storiche corpose) secondo alcune distribuzioni di probabilità (Tipo Gumbel, Frechet, Lognormale, ecc), la cui efficacia deve essere valutata sulla base di test statistici.

Nel caso in cui nell'area oggetto dello studio siano avvenute precipitazioni eccezionali rispetto alla serie storica registrata ed utilizzata nella analisi di regionalizzazione, questa deve essere aggiornata, o, in alternativa, devono essere effettuate analisi localizzate secondo almeno due distribuzioni di probabilità la cui efficacia deve essere valutata sulla base di test statistici. I risultati così ottenuti devono essere raffrontati criticamente con l'analisi pluviometrica descritta precedentemente.

Nel caso in cui l'area oggetto dello studio ricada a ridosso di due zone omogenee, oltre alla analisi pluviometrica descritta (effettuata per entrambe le zone omogenee), devono essere effettuate analisi locali secondo almeno due distribuzioni di probabilità la cui efficacia deve essere valutata sulla base di test statistici. I risultati così ottenuti devono essere raffrontati criticamente.

Dovranno in ogni modo essere ampiamente giustificati eventuali coefficienti di ragguaglio o di riduzione o modificatori in genere.

Nell'individuazione delle caratteristiche pluviometriche dell'evento di progetto occorre tener conto delle indicazioni date in precedenza per quanto riguarda l'altezza di pioggia in relazione alla durata dell'evento.

Particolare cura va utilizzata nella scelta della durata dell'evento pluviometrico di progetto che di norma deve essere pari al tempo critico di risposta (es.: tempo di corrivazione) del bacino idrografico oggetto di studio, nel caso di "aste fluviali"; mentre deve essere scelto in base all'evento che massimizza i volumi di accumulo, nel caso in cui si stiano valutando gli effetti dell'evento in corrispondenza di un bacino endoreico.

Quando lungo il reticolo idrografico il deflusso è caratterizzato da importanti fenomeni di laminazione dell'onda di piena dovuti ad esondazioni del corso d'acqua in vaste aree golenali o in ogni caso di pertinenza del corso d'acqua, oppure artificiali, cioè dovuti alla presenza di casse d'espansione, la durata dell'evento pluviometrico di progetto va opportunamente prolungata utilizzando varie durate in modo da evidenziare quale sia quella che da origine alle condizioni più critiche nella sezione di interesse.

6.1.1.1 I metodi di calcolo della pioggia efficace

Il metodo da utilizzare per la determinazione delle caratteristiche della piena di progetto dipende, in primo luogo, dal tipo di verifica idraulica che si intende condurre.

Come illustrato nei precedenti paragrafi, infatti, in alcuni casi può essere sufficiente condurre un'analisi in moto permanente o addirittura uniforme per cui è sufficiente conoscere la portata massima che transita all'interno di un'asta fluviale.

In questi casi lo studio idrologico può essere condotto con metodi che consentono la determinazione della portata al colmo di piena (es.: metodo cinematico o razionale).

Nel caso in cui sia richiesta una verifica idraulica in moto vario, occorre invece conoscere la forma completa dell'idrogramma di piena: in questo caso si potrà fare riferimento, ad esempio, al metodo dell'idrogramma unitario istantaneo (IUH).

Ancora, nel caso in cui si stiano trattando bacini endoreici, è necessario conoscere la curva dei volumi di pioggia caduti nel tempo, decurtati dell'aliquota di volumi eventualmente assorbita dalle diverse litologie costituenti i bacini contribuenti.

In ogni caso, il metodo utilizzato deve dapprima prevedere un metodo per la separazione delle piogge nella componente che partecipa al deflusso ed in quella che invece risulta persa (trattenuta dal suolo o dalla vegetazione, evaporata o infiltrata), ***calcolo della pioggia efficace***, e quindi per la trasformazione afflussi-deflussi per il calcolo delle caratteristiche della piena.

Vari sono i metodi riportati in letteratura per la stima della pioggia efficace e nel seguito vengono brevemente descritti il metodo della perdita iniziale e costante ed il metodo del Curve Number del Soil Conservation Service che sono tradizionalmente quelli più utilizzati, nonché il metodo di Horton.

Perdita iniziale e costante

Come accennato in precedenza, è necessario determinare la pioggia netta per utilizzare un qualunque metodo di trasformazione afflussi-deflussi, cioè quella parte di precipitazione che effettivamente partecipa al deflusso. La parte di pioggia che non partecipa al deflusso è quella che si perde per evaporazione, durante l'evento, più quella che si infiltra nel terreno e quella che rimane immagazzinata in piccole depressioni del suolo o viene assorbita inizialmente dalla vegetazione e che, per la maggior parte, viene rilasciata per traspirazione in un secondo tempo, non contribuendo al deflusso.

Per la determinazione della pioggia netta occorre quindi prendere in considerazione vari fattori quali:

- capacità di infiltrazione e ritenzione del terreno (litologia), che può anche essere influenzata da precipitazioni precedenti quella considerata;
- uso de suolo e copertura vegetale;

- caratteristiche della superficie del suolo (presenza di depressioni, tipo di sistemazione, ecc.).

  Per la separazione della pioggia si possono utilizzare diversi metodi:

  - *metodo del phi*: che valuta costante nel tempo la quantità di pioggia che non partecipa al deflusso attraverso la seguente relazione

  phi = Pt (1-K)/n

  dove:

  Pt è la precipitazione totale;

  K è il coefficiente di deflusso;

  n è il numero di intervalli di tempo dello ietogramma,

  e quindi

  $Pnetta_i = P_i$ – phi (P_i e $Pnetta_i$, altezze di pioggia nell'intervallo i-mo).

  - *Metodo della soglia temporale tau*: consiste nel supporre che tutte le perdite si abbiano all'inizio della precipitazione fino ad esaurire la capacità di invaso del bacino, quindi in seguito tutta la precipitazione partecipa al deflusso.

  - *Metodo percentuale:* che considera che la pioggia che si perda per ogni intervallo di tempo sia pari in percentuale a quella persa in totale, per cui si ha che la

  $Pnetta_i = K P_i$

La situazione reale risulta, in generale, da una composizione dei primi due metodi, cioè all'inizio tutta la pioggia viene assorbita ma con il passare del tempo la capacità di infiltrazione del terreno diminuisce e quindi aumenta la componente di pioggia netta. Il metodo di questo tipo più utilizzato consiste nel considerare una perdita iniziale (Ia) che dipende esclusivamente dall'uso del suolo ed una perdita costante (k) che dipende esclusivamente dalla litologia.

Curve Number

Il Curve Number è un parametro adimensionale decrescente in funzione della permeabilità, intesa come caratteristica globale del tipo e dell'uso del suolo. La sua determinazione è ottenuta in base al grado di umidità del terreno prima dell'evento meteorico esaminato, alla tipologia pedologica e litologica dei suoli ed all'uso del suolo. Il suo valore è compreso tra 0 e 100 ed è diffusamente tabulato, specialmente nella letteratura scientifica americana, come frutto dell'analisi di molti esempi applicativi.

Nell'applicazione del metodo sono previste tre classi, rispettivamente la I, la II, e la III del grado di umidità del terreno, in funzione dell'altezza di pioggia caduta nei 5 giorni precedenti

l'evento esaminato (Antecedent Moisture Condition): molto asciutto (<50 mm), standard (tra 50 e 110 mm) e molto umido (oltre 110 mm). Poiché lo studio è rivolto al calcolo delle portate di piena e considerato che in occasione di queste ultime molto spesso il terreno del bacino in questione si presenta in condizioni di elevato imbibimento, si è preferito adottare il valore di CN corrispondente alla classe AMC-tipo III, legato a quella normale dalla relazione:

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.43 + 0.0057 CN_{II}}$$

La classificazione dei tipi di suolo è funzione delle caratteristiche di permeabilità secondo la suddivisione proposta dal Soil Conservation Service che prevede quattro classi aventi, rispettivamente, potenzialità di deflusso scarsa (A), moderatamente bassa (B), moderatamente alta (C) e molto alta (D). La suddivisione in base al tipo di copertura o uso del suolo comprende, invece, diverse situazioni di aree caratterizzate da differenti morfologie (pascoli, terrazzamenti, ecc.) varie coperture vegetali (boschi, praterie, parchi), condizioni di conservazione e destinazione d'uso (coltivazioni, parcheggi, distretti industriali o altro).

In generale, ogni sottobacino scolante viene analizzato suddividendo l'intera superficie, in base al tipo e all'uso del suolo, in zone omogenee caratterizzate dal medesimo valore del parametro stesso: si ottengono così varie sub-aree isoparametriche la cui somma fornisce la superficie complessiva del sottobacino. Per ogni sottobacino viene ricavato poi un valore medio del parametro *CN,* ottenuto come "media pesata" dei valori singolari imposti sulle i-esime sub-aree:

$$CN = p_1 CN_1 + p_2 CN_2 + ... + p_n CN_n$$

dove p_1, p_2,..., p_n sono le percentuali dell'area totale del bacino caratterizzate da un valore del parametro rispettivamente pari a CN_1, CN_2, ..., CN_n.

Analogamente, la valutazione del CN equivalente per le aree scolanti risultanti dalla somma di altre, per la confluenza di due o più corsi d'acqua, viene effettuata sommando via via le aree ad uguale caratterizzazione del Curve Number. Nella individuazione e caratterizzazione delle zone omogenee si fa riferimento alla Carta dell'uso del suolo ed alle Carte litologiche. Le zone omogenee individuate sono riportate nella Tabella 1.

Il calcolo della precipitazione efficace al fine dello scorrimento superficiale viene quindi effettuato depurando gli ietogrammi dalle perdite per infiltrazione e per immagazzinamento nelle depressioni superficiali.

Tipo di copertura	A	B	C	D
Aree agricole con presenza di spazi naturali	62	71	78	81
Aree Urbane	98	98	98	98
Area residenziale	77	85	90	92
Cava	60	60	60	60
Distretti industriali	81	88	91	93
Bacini di acqua	100	100	100	100
Colture erbacee da pieno campo a ciclo primaverile estivo	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo estivo-autunnale/primaverile	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo primaverile-estivo	72	81	88	91
Colture temporanee associate a colture permanente	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori non irrigui	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori irrigui	72	81	88	91
Oliveti irrigui	72	81	88	91
Oliveti non irrigui	62	71	78	81
Prati stabili non irrigui	30	58	71	78
Seminativi in aree non irrigue	62	71	78	81
Sistemi colturali e particellari complessi	72	81	88	91
Vigneti irrigui	72	81	88	91
Vigneti non irrigui	62	71	78	81
Zone boscate	45	66	77	83

TABELLA 1 -ZONE OMOGENEE PER CURVE NUMBER

Come noto, tale procedura consente di calcolare il volume di pioggia defluito nella sezione di chiusura sulla base dell'espressione:

$$h_n = \frac{(h_r - I_a)^2}{h_r - I_a + S}$$

dove:

- h_n [mm] è il volume specifico complessivamente defluito durante l'evento;
- h_r [mm] è il volume specifico di pioggia lorda;
- S [mm] è il potenziale specifico massimo di assorbimento del terreno, cioè il volume immagazzinabile a saturazione nello stesso;
- I_a [mm] rappresenta la quota parte del volume affluito che si infiltra prima che il deflusso abbia inizio.

La determinazione di *S* viene effettuata sulla base della relazione:

$$S = 254\left(\frac{100}{CN} - 1\right)$$

La stima del parametro *CN* è stata effettuata secondo le procedure già descritte al paragrafo precedente. Quale valore di *Ia*, la relazione suggerita dal Soil Conservation Service fornisce I_a = *0,2S* (SCS-USDA, 1968).

Metodo di Horton

L'applicazione del modello di Horton per la valutazione della pericolosità idraulica nei bacini endoreici persegue il fine di valutare il valore della capacità di infiltrazione reale nel tempo f(t) per ogni litologia costituente l'area di bacino drenante affluente al recapito finale endoreico.

Secondo tale modello, la variazione della capacità di infiltrazione potenziale nel tempo risulta proporzionale alla differenza tra il valore attuale e quello relativo alle condizioni di saturazione fc.

La suddetta condizione di saturazione viene raggiunta asintoticamente a partire da un valore iniziale fo, secondo modalità temporali essenzialmente dettate da una costante k che rappresenta la rapidità di esaurimento di f secondo una legge esponenziale di equazione (Fig.6.1.1.1.1)

f(t) = fc + (fo-fc)e-t/k

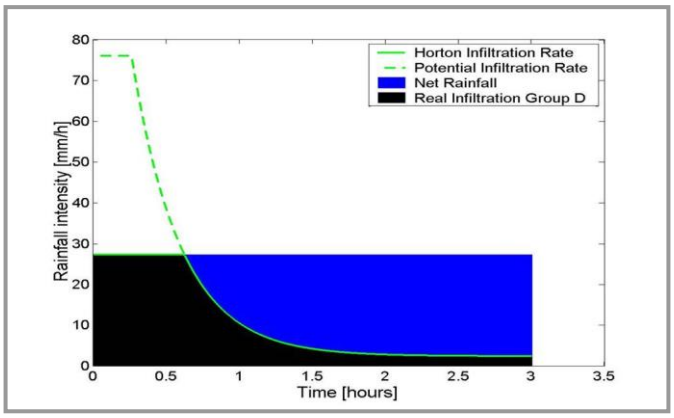


fig. 6.1.1.1.1 - Curva di infiltrazione di Horton

I tre parametri del modello sono in linea di principio tarati sulla base di osservazioni dirette effettuate sul bacino di interesse e, come già accennato, sui suoli ivi presenti.

Nella implementazione del modello semidistribuito si fa riferimento, per i parametri fo ed fc, ai valori di letteratura (riportati in tabella) associati ai gruppi di permeabilità del SCS.

GRUPPO SCS	fo [mm/h]	fc [mm/h]	k [h-1]
A	250	25.4	0.5
B	200	12.7	0.5
C	125	6.3	0.5
D	76	2.5	0.5

La valutazione della capacità di infiltrazione reale viene effettuata, in corrispondenza dei diversi ietogrammi di ingresso, sulla base del confronto della intensità di pioggia con la capacità di infiltrazione potenziale, attraverso la valutazione del tempo di ponding tp (Fig. 6.1.1.1.2), ed effettuata tramite la soluzione del sistema:

$$\int_0^{t_p} i(t)dt = F(t_p - t_o)$$

con i(t) = f(tp-to)

ove i(t) è l'intensità di precipitazione considerata variabile nel tempo, F(t) è l'infiltrazione cumulata potenziale e to è una costante di tempo tale che sia, posto Fr(t) la infiltrazione cumulate reale:

Fr(tp) = F(tp-to)

Naturalmente nel caso in cui la precipitazione è costante il sistema si riduce al seguente sistema di equazioni:

$$\begin{cases} itp = F(tp-to) \\ i = f(tp-to). \end{cases}$$

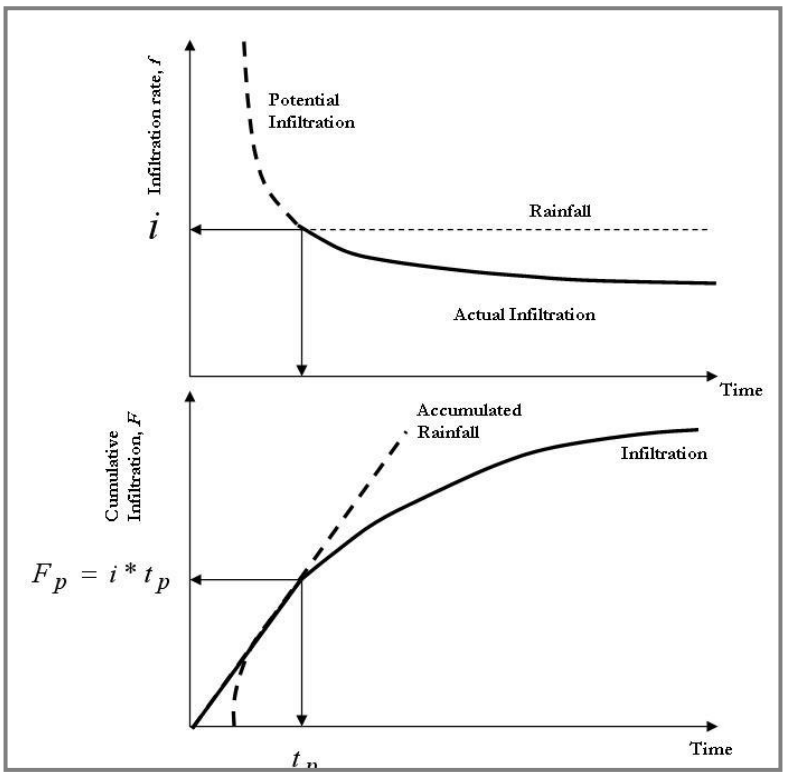


fig. 6.1.1.1.2 - Valutazione del tempo di ponding

L'applicazione del modello appena descritto, consente di valutare l'aliquota dei volumi di precipitazione atmosferica che, decurtati della parte dei volumi totali che si infiltra nelle diverse tipologie di suolo, ruscella superficialmente e converge verso le depressioni morfologiche del territorio in esame, riempendole.

In seconda analisi, dalle caratteristiche morfologiche di dette depressioni e dalle quantità volumetriche di accumulo nelle stesse, è possibile risalire al tirante idrico che si realizza all'interno delle depressioni per ogni evento alluvionale caratterizzato da differente tempo di ritorno (30, 200 e 500 anni) e, di conseguenza, all'estensione e alla geometria planimetrica delle corrispondenti perimetrazioni in Alta, Media e Bassa Perciolosità Idraulica.

6.1.2 - Lo studio Morfologico

L'analisi morfologica, si suddivide anch'essa in fasi successive che possono così riassumersi:

1. acquisizione dei dati topografici di base;
2. delimitazione dei bacini di riferimento e analisi delle loro caratteristiche morfometriche e fisiografiche;
3. individuazione delle aree morfologicamente più depresse;
4. individuazione dei percorsi preferenziali delle linee di ruscellamento diffuso e/o concentrato.

L' acquisizione di dati, è probabilmente la fase più delicata poiché, in corrispondenza di un dato quanto più possibile preciso e rappresentativo delle aree oggetto di analisi, essa consente una rappresentazione il più aderente possibile allo stato dei luoghi.

Ove, infatti, non fossero disponibili dei dati di partenza affidabili e/o aggiornati, le successive fasi dello studio risentirebbero di tali imprecisioni, fotografando una situazione di potenziale rischio non rappresentativo delle condizioni reali del territorio.

Pertanto, il dato di partenza deve essere rappresentato dalla cartografia ufficiale quale la cartografia IGM 1:25.000 e/o le ortofoto.

A tal proposito, al momento è disponibile la nuova cartografia della Regione Puglia, CTR 1:5.000, che copre l'intero territorio regionale e che, specie per la penisola salentina, rappresenta un importante approfondimento delle informazioni topografiche sostituendo l'informazione della CTR 1:10.000 della Provincia di Lecce, fino ad ora unica informazione omogeneamente distribuita su tutto il territorio provinciale.

Altra tipologia di dati, imprescindibile ai fini di una corretta modellazione matematica del fenomeno in analisi, sono le cartografie rappresentative dell'uso del suolo, della litologia e della geologia, nonché della permeabilità dei suoli; che devono necessariamente coprire un'area sufficientemente rappresentativa della zona di interesse.

A questo pacchetto di informazioni di base, possono essere aggiunti piani quotati di dettaglio di particolari zone di interesse locale, che contribuiscono a migliorare le basi di partenza di una corretta modellazione.

L'elaborazione dei dati così acquisiti, consente di rappresentare, nel modo migliore possibile, la conformazione del territorio in analisi mediante realizzazione di Modelli Digitali del Terreno (DTM) che vengono, successivamente, utilizzati per rappresentare il fenomeno dello scorrimento superficiale delle acque meteoriche, e le loro linee preferenziali di deflusso, nonché le aree morfologicamente più depresse in cui tali deflussi confluiscono.

Una volta che si è proceduto all'elaborazione dell'informazione topografica, e che si è, quindi, realizzato il modello digitale del terreno, è possibile definire le aree morfologicamente più depresse, che spesso e volentieri coincidono con la presenza di vore o doline già rilevate su territorio mediante sopralluoghi o acquisizione di data base ufficiali.

Di conseguenza, l'analisi morfologica viene completata con l'individuazione delle linee di preferenziale deflusso e dei bacini afferenti ad ogni singola depressione morfologica, unitamente alle caratteristiche morfometriche e fisiografiche dello stesso, quali:

- ✓ Superficie del bacino
- ✓ Lunghezza dell’asta principale (L)
- ✓ Altezza, massima, media (H) e minima del bacino
- ✓ Altezza media dell’asta principale (Hm)
- ✓ Pendenza media dell’asta (pa)
- ✓ Pendenza media del bacino (im)

6.1.3 - Lo studio Idraulico

6.1.3.1 Modelli di propagazione

Il caso esoreico

Una volta completati gli studi morfologici e idrologici, ed aver eventualmente valutato l'importanza del trasporto solido nell'area oggetto di studio, è necessario condurre le verifiche idrauliche sia sulla rete idrografica, se esistente, che è potenzialmente soggetta a criticità, nonché in corrispondenza dei recapiti finali endoreici individuati nell'analisi morfologica.

In presenza di reticoli idrografici, tale verifica idraulica deve di norma essere condotta in condizioni di moto permanente.

Nondimeno, in situazioni di particolare criticità, quando i fenomeni esondativi assumono una importanza rilevante nella propagazione della piena è necessario l'utilizzo di una modellistica idraulica di moto vario.

In tal caso è importante anche distinguere le situazioni in cui il percorso di attraversamento dell'onda di piena possa riferirsi ad una direzione principale del deflusso, per l'utilizzo di modellazioni monodimensionali, oppure se la propagazione dell'onda avviene prevalentemente sulle direzioni di un piano, per l'utilizzo di modelli bidimensionali.

I modelli matematici di propagazione dell'onda di piena si propongono di definire in ogni istante le condizioni idrometriche di un corso d'acqua interessato da un evento di piena.

Molto spesso ad essi non si richiede la ricostruzione minuta dell'intero fenomeno, ma soltanto la riproduzione di alcune caratteristiche particolarmente importanti dal punto di vista applicativo, quali la celerità e l'entità della riduzione dei colmi di piena.

La maggior parte dei modelli noti in letteratura si fondano su una descrizione idraulica del fenomeno di piena basato sulle equazioni differenziali del moto e della continuità e differiscono l'uno dall'altro a seconda delle semplificazioni apportate alle dette equazioni differenziali del moto vario (equazioni di De Saint Venant) e ai vari metodi di risoluzione delle stesse.[2]

Come già accennato, a seconda delle caratteristiche geometriche dell'alveo in studio e delle aree ad esso contermini e in riferimento al tipo di fenomeno che si sta analizzando e alle semplificazioni che si possono applicare allo stesso, i modelli di propagazione dell'onda di piena possono distinguersi in ***modelli monodimensionali*** e ***modelli bidimensionali.***

I modelli monodimensionali vengono per lo più applicati lì dove il territorio che si sta analizzando ha una conformazione morfologica tale da consentire la propagazione della piena lungo una direzione preferenziale del deflusso (l'asse dell'alveo) e l'applicabilità dell'ipotesi che

[2] *da Le Piene Fluviali - Ugo Maione - Ed. La Goliardica Pavese*

le grandezze che definiscono la corrente idrica in analisi (portata e tirante idraulico) siano funzioni continue del tempo e della sola coordinata spaziale riferita al verso del moto.

Diversamente, i modelli bidimensionali sono in grado di rappresentare anche le componenti della velocità ortogonali alla direzione dell'asse dell'alveo e quindi sono in grado di descrivere fenomeni di flusso che si sviluppano nel piano, fornendo in ogni punto la direzione e l'intensità della velocità media.

Tracciamento dei profili di corrente in moto permanente

Prima di fornire la descrizione dei due modelli appena descritti, appare opportuna una breve parentesi sull'applicazione del moto permanente per la determinazione dei profili idraulici in alveo, nelle seguenti condizioni della corrente:

1. corrente lineare in cui le traiettorie sono caratterizzate da curvatura trascurabile e le sezioni trasversali possono considerarsi piane e con distribuzione idrostatica delle pressioni;
2. le sezioni trasversali possono considerarsi verticali, e cioè la pendenza dell'alveo molto piccola.

Trattandosi di moto permanente, inoltre, la corrente varia in funzione dello spazio ma non del tempo; pertanto, si assume la portata costante nel tempo in ingresso alla sezione di riferimento.

La figura successiva (fig. 6.1.3.1) riassume il bilancio di energia fra la sezione di monte e la sezione di valle nel tratto considerato.

Il profilo della corrente, e cioè il pelo libero della corrente, in ogni sezione del canale si determina risolvendo iterativamente, per ogni tronco elementare, l'equazione del bilancio dell'energia nel modo seguente:

$$ids + e = e + \frac{de}{ds}ds + \lambda ds$$

con:

λ = cadente della linea totale dei carichi

ds = tronco elementare considerato

e = energia totale della corrente

i = pendenza dell'alveo

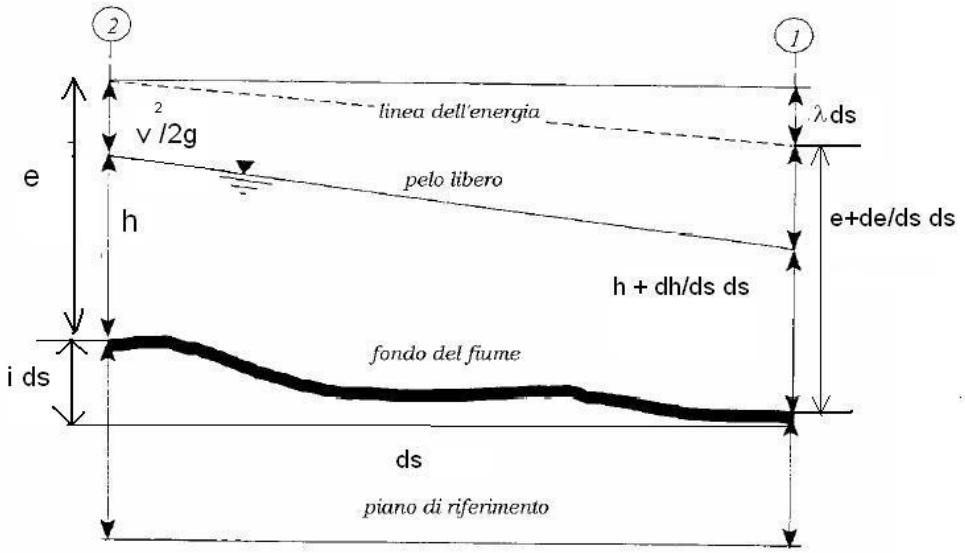


fig. 6.1.3.1 - bilancio di energia fra sezione di monte e sezione di valle nel tronco di riferimento

Risolvendo la precedente equazione si ottiene:

$$\frac{de}{ds} = i - \lambda$$

Il carico totale della corrente varia con la coordinata s, rappresentativa della direzione del flusso, in dipendenza della variazione del tirante idraulico h, il quale varia anch'esso con la coordinata s.

Pertanto, sussiste la relazione:

$$\frac{de}{ds} = \frac{de}{dh}\left(\frac{dh}{ds}\right)$$

L'equazione differenziale per la determinazione del profilo della corrente in moto permanente non uniforme di una corrente a pelo libero, risulta, pertanto:

$$\frac{dh}{ds} = \frac{i - \lambda}{\frac{de}{dh}}$$

L'integrale generale h = h(s) dell'equazione precedente definisce l'andamento del profilo di corrente e prende il nome di *profilo di rigurgito.*

Modelli monodimensionali di propagazione dell'onda di piena

Come già precedentemente accennato, i modelli monodimensionali della propagazione dell'onda di piena partono dal presupposto che le grandezze che definiscono la corrente idrica in analisi (portata e tirante idraulico) siano funzioni continue del tempo e della sola coordinata spaziale riferita al verso del moto.

Pertanto, il regime di moto della corrente è vario e la portata è da considerarsi variabile nel tempo e nello spazio lungo una sola direzione spaziale: quella dell'asse dell'alveo.

Anche in questa schematizzazione valgono le seguenti ipotesi:

1. la corrente è da considerarsi gradualmente variata: le sezioni trasversali sono sensibilmente piane e verticali;
2. la pressione è distribuita idrostaticamente sulle sezioni trasversali.

I modelli monodimensionali, nelle precedenti condizioni, si applicano mediante equazione di continuità ed equazione dell'equilibrio idrodinamico definite lungo un tronco di canale di lunghezza elementare.

Pertanto:

$$\frac{\delta Q}{\delta s} + \frac{\delta A}{\delta t} = 0 \qquad \text{(eq. di continuità)}$$

Q = portata che all'istante t defluisce attraverso la sezione di ascissa x e di area A

$$\frac{\delta H}{\delta s} + \left(\frac{1}{g} \frac{\delta V}{\delta t} \right) + J = 0 \qquad \text{(equazione del moto)}$$

H = carico totale della corrente misurato rispetto ad un riferimento orizzontale
J = perdita di carico unitaria per resistenze continue
V = velocità media della corrente
g = accelerazione di gravità

Tenuto conto della seguente schematizzazione (fig. 6.1.3.2):

$h = Z - Z_0$

$$\frac{\delta h}{\delta s} = \frac{\delta z}{\delta s} - \frac{\delta z_0}{\delta s} = \frac{\delta z}{\delta s} + i$$

(i = pendenza dell'alveo)

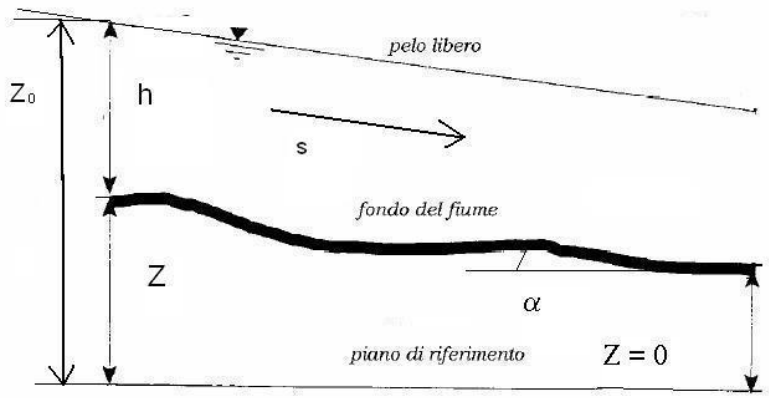


fig. 6.1.3.2 - schematizzazione delle grandezze geometriche in gioco

Poiché $H = h + \frac{V^2}{2g}$

l'equazione del moto diventa:

$$\frac{1}{g}\frac{\delta V}{\delta t} + \frac{V}{g}\frac{\delta V}{\delta s} + \frac{\delta h}{\delta s} = i - J$$

Tutte le grandezze sono funzioni del tempo t e dell'ascissa s, sia quelle cinematiche V(s,t) e Q(s,t), che quelle geometriche z(s,t), h(s,t) e A(s,t)

Poiché l'area bagnata è funzione del tirante idrico per ogni sezione del tronco considerato, allora A(s,t), potrà scriversi anche come:

A = A[s, h(s,t)]

ovviamente, per alveo prismatico in cui la sezione idrica rimane costante lungo tutto il tronco considerato, potrà, invece, scriversi:

A = A[h(s,t)]

Infine, indicando con B la larghezza della corrente in corrispondenza del pelo libero, potrà scriversi:

$$\frac{\delta A}{\delta s} = B\frac{\delta z}{\delta s} + \frac{\delta A}{\delta s}_{z=\cos t}$$

$$\frac{\delta A}{\delta t} = B\frac{\delta z}{\delta t}$$

Pertanto, le equazioni di De Saint Venant nelle variabili dipendenti Q e z che descrivono la propagazione dell'onda di piena monodimensionale, possono scriversi come segue:

$$\frac{\delta Q}{\delta t} + \frac{\delta}{\delta s}\left(\frac{Q^2}{A}\right) + gA\left(\frac{\delta z}{\delta s} + J\right) = 0$$

$$\frac{\delta Q}{\delta s} + B\frac{\delta z}{\delta t} = 0$$

Modelli bidimensionali di propagazione dell'onda di piena

I modelli idraulici bidimensionali per la propagazione dell'onda di piena, sono in grado di considerare, a differenza dei modelli monodimensionali, anche le componenti della velocità ortogonali alla direzione dell'asse dell'alveo e quindi sono in grado di descrivere fenomeni di flusso che si sviluppano nel piano, fornendo in ogni punto la direzione e l'intensità della velocità media sulla verticale.

Le equazioni di De Saint Venant assumono, in tal caso, la propria forma completa e vengono impiegate per modellare onde lunghe, come quelle delle alluvioni e delle onde oceaniche, in quanto si basano sulla ipotesi che la componente orizzontale della velocità sia uniforme lungo la verticale e sulla ipotesi di mancanza di accelerazione verticale (ipotesi di distribuzione idrostatica delle pressioni).

Tali assunzioni sono valide, per l'appunto, dove la lunghezza delle onde è decisamente maggiore del tirante idrico.

Ponendo a base dell'analisi l'assunzione che la propagazione dell'onda di piena nel caso bidimensionale non avviene più solamente lungo la direzione preferenziale di deflusso coincidente con l'asse dell'alveo (precedentemente indicata con l'ascissa s), ma su un piano di coordinate x,y e ampliando l'esame precedentemente affrontato, le equazioni differenziali parziali della continuità della massa e della conservazione della quantità di moto nella direzione X, parallela all'asse dell'alveo, e Y, normale all'asse dell'alveo, in moto vario, assumono la seguente forma:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial (Hu)}{\partial x} + \frac{\partial (Hv)}{\partial y} = 0$$

(Eq. di continuità 2D)

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u\frac{\partial u}{\partial x} + v\frac{\partial u}{\partial y} - c_f v + g\frac{\partial \zeta}{\partial x} + g\,u\frac{\sqrt{u^2+v^2}}{C^2 H} - \mu\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right) + \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x} = F_x$$

(Eq. di moto X)

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u\frac{\partial v}{\partial x} + v\frac{\partial v}{\partial y} + c_f u + g\frac{\partial \zeta}{\partial y} + g\,v\frac{\sqrt{u^2+v^2}}{C^2 H} - \mu\left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right) + \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y} = F_y$$

(Eq. di moto Y)

dove ζ = elevazione del pelo libero

u e v = componenti della velocità mediate lungo la verticale nelle direzioni X e Y

H = tirante del pelo libero

t = tempo

x e y = distanze nelle direzioni X e Y

c_f = coefficiente di Coriolis

C = coefficiente di Chezy

μ = coefficiente di viscosità

p = pressione atmosferica

ρ = densità dell'acqua

Fx e Fy = somma delle componenti delle forze esterne nelle direzioni X e Y.

Il caso endoreico

Diversamente, in corrispondenza di recapiti finali endoreici, è necessario utilizzare metodi di calcolo in grado di valutare le quantità volumetriche di acqua meteorica che, defluendo verso il punto più depresso del bacino endoreico, si accumulano e riempiono tali depressioni.

In tal senso, osservato che la pericolosità legata ai bacini endoreici è rappresentata dal tirante idrico che si realizza all'interno delle depressioni morfologiche e il tempo necessario affinché il volume d'acqua in esse accumulato venga smaltito dal terreno, diventa prioritaria, nel corso dell'analisi, la valutazione del tempo critico dell'evento pluviometrico che massimizza i volumi netti di accumulo.

Con il termine volumi netti ci si riferisce, naturalmente, alla quantità volumetrica di acqua meteorica che, caduta in corrispondenza dell'area contribuente al recapito finale endoreico, defluisce verso quest'ultimo perdendo, lungo il tragitto, una percentuale per evaporazione, una percentuale per infiltrazione e una percentuale per evapotraspirazione.

La preparazione del modello matematico di riferimento deve, quindi, necessariamente contenere tutte le informazioni di tipo morfologico e idrologico indispensabili per la rappresentazione del fenomeno fisico appena descritto.

La modellazione idraulica, pertanto, viene affrontata, concettualmente, come un fenomeno di riempimento della prima depressione morfologica, che si trova in testata dei bacini contribuenti all'area in studio, e che, man mano che si riempie, può evolvere in due possibili e distinte configurazioni:

1. la prima: i volumi ad essa defluiti sono inferiori della capacità di contenimento. In questo caso la pericolosità idraulica di tale depressione morfologica è rappresentata dal livello idrico raggiunto all'interno della depressione (Fig. 6.1.3.3 successiva);
2. la seconda: i volumi ad essa defluiti sono maggiori della capacità di contenimento. In questo caso la pericolosità idraulica di tale depressione è rappresentata dal ciglio morfologico della stessa che, raggiunto e superato dal livello idrico in essa realizzatosi, contribuisce al riempimento delle depressioni successive che si trovano sulla stessa linea di preferenziale deflusso (Fig. 6.1.3.4 successiva).

Fig.6.1.3.3 – Individuazione livelli di pericolosità interni alla depressione morfologica in ambito urbano del comune di Andrano (LE)

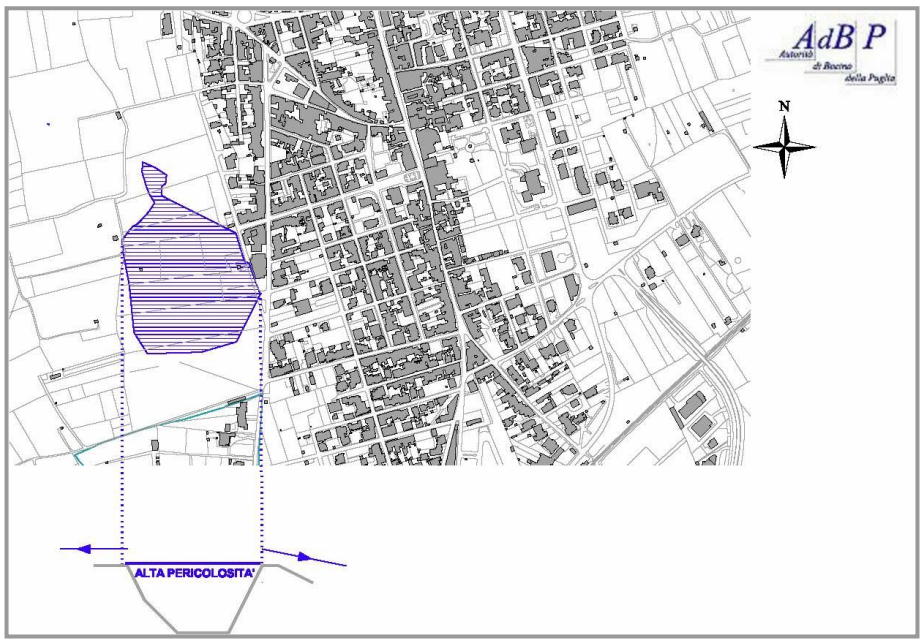


Fig.6.1.3.4 – Individuazione livelli di pericolosità sul bordo morfologico della depressione in ambito urbano del comune di Montesano S. (LE)

6.2 - INDIVIDUAZIONE DELLE CRITICITÀ E PERIMETRAZIONE DELLE AREE ALLAGABILI

A seguito delle valutazioni di carattere morfologico, idrologico e idraulico, occorre passare all'individuazione delle criticità lungo il reticolo idraulico e in corrispondenza delle aree di depressione allagabili.

In pratica occorre individuare: per i tratti del reticolo idraulico principale in cui la sezione idraulica non è sufficiente a smaltire la portata attesa, la perimetrazione delle aree allagabili con diversi tempi di ritorno per effetto dell'eventuale esondazione; per i recapiti endoreici, le aree depresse in cui si accumulano i volumi, le loro potenziali capacità di contenimento e gli eventuali sversamenti a valle, qualora l'altezza dal fondo della depressione al ciglio morfologico delle stesse non fosse sufficiente a contenere tutti i volumi ivi confluiti determinandone l'alluvionamento.

Il tracciamento delle aree inondabili avviene sulla base dei livelli di piena stimati, per i reticoli idrografici, e sulla base dell'altezza idrica raggiunta all'interno della depressione morfologica, per i recapiti endoreici; riferendosi alle risultanze delle modellazioni idrologiche ed idrauliche per i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

Per la perimetrazione si utilizzano le seguenti cartografie:

1. carta I.G.M. scala 1:25.000;
2. ortofotocarte AIMA alla scala 1:10.000;
3. Carta Tecnica Regionale della Puglia in scala 1:5.000;
4. eventuali piani quotati di dettaglio locale, ove disponibili.

Le aree alluvionabili da portate e/o da accumulo di volumi associate a diversi tempi di ritorno sono da tracciare e colorare in maniera distinta secondo le seguenti indicazioni:

per il reticolo idrografico

- la prima fascia, colorata in blu, rappresenta il limite di esondazione della portata con tempo di ritorno 30 anni (AP: area ad alta pericolosità idraulica);
- la seconda fascia, segnata in azzurro, riporta l'inviluppo dei fenomeni di esondazione per la portata duecentennale (MP: area a moderata pericolosità idraulica);
- la terza fascia, la più esterna, in celeste, rappresenta il limite raggiungibile in caso di esondazione della portata di piena con tempo di ritorno 500 anni (BP: area a bassa pericolosità idraulica).

per i recapiti endoreici

- una prima fascia, in blu, rappresenta il livello di alluvionamento della depressione morfologica con tempo di ritorno 30 anni (AP: area ad alta pericolosità idraulica);
- la seconda fascia, segnata in azzurro, riporta il livello di alluvionamento della depressione morfologica con tempo di ritorno 200 anni (MP: da media ad alta pericolosità idraulica);
- la terza fascia, la più esterna, in celeste, rappresenta il livello di alluvionamento della depressione morfologica con tempo di ritorno 500 anni (BP: area a bassa pericolosità idraulica).

Per il tracciamento delle suddette perimetrazioni si deve far ricorso, oltre che al mero calcolo idraulico, anche all'esame critico di documenti storici sia di tipo tecnico (relazioni e studi) che di tipo descrittivo (estratti di articoli comparsi sui giornali e/o documentazione fotografica, filmati, ecc), ma soprattutto al controllo sul posto, dello stato attuale dei luoghi, mediante sopralluoghi tecnici.

CAPITOLO 7 - Analisi della Pericolosità Geomorfologica

7.1 - PREMESSA

Il presente capitolo rende conto delle risultanze degli studi condotti dalla S.T.O. di questa AdBP ai fini della redazione della Nuova Bozza di Progetto di P.A.I. - Assetto Geomorfologico per l'intero territorio comunale di Ruffano (LE), riferita ai contenuti della Delibera di Comitato Istituzionale di questa AdBP n. 11 del 30.05.2016.

Detta Delibera fa seguito ad un complesso procedimento che ha portato, di fatto, all'annullamento in autotutela del Progetto di P.A.I. - Assetto Idraulico - Assetto Geomorfologico e Reticolo Idrografico per l'intero territorio comunale di Ruffano, già adottato con precedente Delibera di C.I. n.09 del 08.04.2015.

La procedura di adozione del Progetto di PAI per il territorio in esame fa seguito della Sentenza del TSAP n. 127/2009 di annullamento della Delibera C.I. n. 39 del 30.11.2005, limitatamente ai territori comunali di Lequile, Patù, Muro Leccese, Alliste, Ruffano, Taurisano, Aradeo e Nardò, in provincia di Lecce. La predetta sentenza ha fatto salvi gli ulteriori atti e provvedimenti di questa Autorità, così come le Norme Tecniche del PAI, approvate con Delibera n. 39 del 30.11.2005, che hanno nella presente fase di Approvazione del Progetto di Piano valore di “Norme di Salvaguardia”.

Ad avvenuta adozione del Progetto di P.A.I. con la citata Delibera n. 09/2015, si è proceduto con la fase di acquisizione delle osservazioni tecniche da parte sia dei privati cittadini che da parte della stessa Amministrazione comunale.

Le uniche osservazioni prodotte per l'Assetto geomorfologico dall'Amministrazione comunale di Ruffano, sono state ritenute meritevoli di accoglimento da parte della S.T.O. di questa Autorità e tale scelta è stata ratificata sia dalla Commissione Provinciale di Lecce del 25.02.2016 (chiamata ad esprimersi per il caso in esame in applicazione della determinazione segretariale n. 8 del 15 gennaio 2014) che dalla Disposizione Segretariale conseguente, n. 02 del 18.03.2016.

Tale decisione è stata ribadita anche dal Comitato Istituzionale che, con la Delibera n. 11 del 30.05.2016, ha di fatto annullato in autotutela il Progetto di Piano P.A.I. nel suo complesso, stabilendo di riprendere le attività dalla concertazione iniziale con l’Amministrazione Comunale, tenuto conto dei nuovi studi condotti dalla S.T.O. per l'intero territorio comunale di Ruffano, redatti, per l'Assetto Idraulico, sulla base del rilievo Lidar 2015 acquisito successivamente al deposito delle osservazioni al Progetto di Piano P.A.I.; mentre, per l'Assetto geomorfologico, sulla base dell'accoglimento delle osservazioni tecniche prodotte dall'Amministrazione comunale a seguito dell'adozione del Progetto di P.A.I. originario.

In generale, la pericolosità geomorfologica è legata essenzialmente a due caratteristiche intrinseche del territorio salentino: la presenza di coste rocciose interessate, a luoghi, da fenomeni di erosione e/o di crollo e la più o meno diffusa presenza di cavità, sia di origine naturale che di origine antropica.

Naturalmente l'influenza dell'uno o dell'altro fattore, o di entrambi, varia da comune a comune. Per il territorio comunale di Ruffano, che non possiede affacci sulla costa, la pericolosità geomorfologica è funzione soltanto della risultante delle valutazioni condotte, su tutto il territorio comunale, in merito alla presenza di cavità naturali e/o antropiche, nonché sulla presenza della cosiddetta Serra, le cui caratteristiche morfologiche possono in qualche modo determinare delle criticità geomorfologiche locali legate alla presenza di acclività notevoli.

Per chiarire brevemente l'incidenza degli elementi su citati sulla pericolosità del territorio studiato e sui criteri adottati per la determinazione del diverso grado di pericolosità ad essi connesso, si procede di seguito ad una breve analisi di carattere generale in relazione a ciascun fattore preso singolarmente.

La presenza diffusa, in tutto territorio salentino, di numerose cavità di origine naturale, è essenzialmente legata ai fenomeni carsici che interessano le formazioni calcaree e calcareo-dolomitiche che, oltre a costituire il basamento di questo particolare dominio strutturale pugliese, rappresentano il litotipo dominante in affioramento.

Le manifestazioni carsiche più evidenti in superficie sono rappresentate, soprattutto nelle zone più interne, da inghiottitoi naturali o voragini, che nel sottosuolo possono avere uno sviluppo notevole sia in direzione verticale che orizzontale, non noto nella maggior parte dei casi. Le forme carsiche sotterranee più diffuse sono invece rappresentate dalle grotte, spesso associate in complessi e articolati sistemi caveali di difficile individuazione e restituzione cartografica, che talora vengono messe in evidenza anche in superficie, in particolare nelle zone costiere, da fenomeni di crollo localizzati in corrispondenza della volta.

Accanto alle cavità di origine naturale si rileva la non meno diffusa presenza di cavità di origine antropica di svariata origine natura, che si contestualizzano in relazione alle vocazione naturale del territorio connessa alle attività commerciali, e principalmente all'attività estrattiva, e alle peculiarità storico-culturali e religiose del popolo salentino.

A tale proposito, si possono menzionare tra le tipologie più diffuse, le cave in sotterraneo, i frantoi ipogei, le cripte, i depositi sotterranei e le cantine. La pericolosità geomorfologica connessa alle cavità, sia di origine naturale che antropica, è legata essenzialmente alla presenza o al potenziale sviluppo di fenomeni di subsidenza e/o di crollo.

Una ricognizione dei dati disponibili per il territorio in esame (Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia; Catasto Regionale delle Grotte e delle Aree Carsiche della Regione Puglia (L.R. 32/86 L.R. 33/2009); censimento effettuato nell'ambito di una specifica

convenzione sottoscritta dall'AdBP con l'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IRPI-CNR) finalizzata alla "*Attività di predisposizione dell'elenco aggiornato dei Comuni dell'intero territorio della Regione Puglia, sulla base di dati storici, bibliografici ed inediti, interessati da cavità antropiche*"; elenco dei fenomeni di dissesto censiti dalla Protezione Civile; segnalazioni anche delle Amministrazioni locali e studi vari) ha condotto alla raccolta di informazioni essenzialmente di tipo puntuale e talora di tipo poligonale (rappresentazione reale dello sviluppo in pianta) di alcune tra le tipologie di cavità in precedenza menzionate.

In funzione dei dati disponibili, che non sempre consentono di effettuare particolari valutazioni sullo sviluppo e l'estensione delle cavità e di condurre valutazioni di tipo geotecnico sulla stabilità delle pareti e della volta delle stesse, nonché in considerazione dell'incompletezza del dato in sé, la determinazione della pericolosità legata alle cavità è stata condotta sulla base di criteri essenzialmente fisici, ascrivendo ad aree PG3 le zone caratterizzate dalla presenza di cavità, siano esse individuate dalla posizione geografica di un punto o da un'area poligonale, e ad aree PG2, quali ulteriori aree di attenzione, le zone adiacenti le PG3 per una fascia di ampiezza adeguata. Nelle aree dove la presenza di cavità è nota ma non è certa la loro ubicazione e il loro stato di conservazione si è adottato il criterio di precauzione considerando le aree come PG2.

Si sottolinea in questa sede che, con riferimento alle risultanze degli studi di seguito esposti, le cartografie della presente Bozza di Progetto di P.A.I. Assetto geomorfologico saranno sottoposte alle necessarie verifiche non appena saranno disponibili i contributi forniti dall' Amministrazione locale e dei portatori di interessi coinvolti.

A seguito dell'adozione, per le aree individuate quali soggette a diverso grado di Pericolosità Geomorfologica, varranno le N.T.A. attualmente vigenti e riferite al P.A.I. approvato con Delibera di C.I. n. 39 del 30/11/2005.

In particolare, sulle aree in cui compaiono perimetrazioni in Pericolosità Geomorfologica Molto Elevata (P.G.3), Elevata (P.G.2) e Media e Moderata (P.G.1), varranno le disposizioni di cui agli artt., rispettivamente, 13, 14 e 15 delle N.T.A. del P.A.I.

Nei paragrafi successivi vengono brevemente riportate le risultanze degli studi condotti sul territorio comunale di Ruffano in cui sono state individuate aree a vario grado di pericolosità geomorfologica in relazione ai criteri sinora esposti e in conseguenza delle informazioni successivamente acquisite in fase di osservazioni tecniche al Progetto di Piano P.A.I. adottato originario.

7.2 - Comune di Ruffano

(*Paragrafo curato in occasione della redazione della Bozza di Progetto PAI – Assetto Geomorfologico*)

In data 07.08.2015, L'Amministrazione comunale di Ruffano ha depositato presso l'Autorità di Bacino, acquisita con protocollo n. 11490 del 12.08.2015, il Quaderno delle Osservazioni Tecniche al P.A.I. adottato. Relativamente alla variazione della Pericolosità Geomorfologica, l'Amministrazione comunale ha commissionato un rilievo georadar al fine di individuare la presenza dì cavità nel sottosuolo del centro abitato. Lo studio ha evidenziato la presenza di alcune anomalie radar, ascrivibili alla presenza di cavità, collocate a profondità variabile da circa l fino a oltre 3 metri nel sottosuolo di Piazza Monumento, ad ovest della cripta basiliana già censita, e di Piazza Meraglia.

Alla luce delle considerazioni fatte, l'Amministrazione comunale di Ruffano propone di definire un livello di pericolosità geomorfologica anche per queste aree con potenziale presenza di cavità. Nessuna osservazione è pervenuta sui livelli di pericolosità geomorfologica già censiti nel territorio comunale di Ruffano e riportati nel P.A.I. vigente.

In accoglimento della richiesta dell'Amministrazione comunale di seguito sono illustrati i criteri che hanno consentito di ridefinire il livello di pericolosità geomorfologica nel Comune di Ruffano.

L'analisi della documentazione inviata all'AdBP dal Comune di Ruffano evidenzia la presenza di anomalie radar collocate nel sottosuolo di Piazza Monumento e nei pressi di Piazza Meraglia, in corrispondenza di via Ten. Quaranta. Altre piccole anomalie sono state riscontrate lungo Corso Margherita di Savoia. Considerando la geologia dell'area, costituita da calcari cretacei, e i risultati dei sopralluoghi condotti dalla STO dell'AdBP nel Comune di Ruffano in data 25 e 26/02/2014, le anomalie radar identificate nello studio commissionato dall'Amministrazione comunale dì Ruffano sono probabilmente ascrivibili a cavità naturali di origine carsica.

Pertanto, alla luce delle informazioni acquisite da questa Autorità, in accoglimento della richiesta del Comune di Ruffano di definire un livello dì pericolosità geomorfologica per le aree in cui sono state rilevate delle anomalie radar, si è deciso di perimetrare in PG2 "Aree a elevata pericolosità geomorfologica" un'area che inviluppa tutte le anomalie cartografate nello studio commissionato dal Comune di Ruffano. Nel caso in esame, data la relativa vicinanza della cripta basiliana già censita nel Progetto di P.A.I. adottato, la sovrapposizione di aree ascritte in PG2 ha reso necessario la fusione dei perimetri e la creazione di un unico inviluppo che includesse tutte le aree in cui sussiste una potenziale pericolosità da crollo delle cavità sotterranee.

Si riporta di seguito un inquadramento delle Pericolosità Geomorfologiche del territorio comunale di Ruffano (Fig. 7.2.1) che rappresentano la Nuova Bozza di Progetto di P.A.I. - Assetto Geomorfologico.

Fig. 7.2.1 - Nuova Bozza di Progetto P.A.I. - Assetto Geomorfologico per il territorio comunale di Ruffano

7.3 – Aggiornamento Aprile 2017
(*Paragrafo curato in occasione della redazione del Progetto di PAI – Assetto Geomorfologico*)

Con nota prot. n. 8668 del 23.06.2016, questa Autorità ha trasmesso la Nuova Bozza di P.A.I. del comune di Ruffano richiedendo all'Amm.ne comunale di esaminare i medesimi elaborati al fine di trasferire eventuali informazioni e dati puntuali relativi al territorio di competenza utili ad ogni doveroso approfondimento, contestualmente convocando la prima seduta del tavolo di concertazione, così come espressamente previsto dall'art. 9 comma 5 della L.R. 19/02.

Il suddetto tavolo di concertazione, tenutosi nelle date del 05.07.2016 (giusto verbale prot. AdB n. 9540 del 12.07.2016) e del 02.02.2017 (giusto verbale prot. n. . 1451 del 06.02.2017), si è concluso in assenza di ulteriori informazioni relativamente all'assetto geomorfologico territoriale e, pertanto, il Progetto di PAI – Assetto Geomorfologico conferma complessivamente le informazioni territoriali già complessivamente contenute all'interno della Bozza di Progetto di PAI di cui alla precedente Fig. 7.2.1.

CAPITOLO 8 -Analisi della Pericolosità Idraulica

8.1 – PREMESSA

Il presente capitolo rende conto delle risultanze degli studi condotti dalla S.T.O. di questa AdBP ai fini della redazione della Nuova Bozza di Progetto di P.A.I. - Assetto Idraulico e Reticolo Idrografico per l'intero territorio comunale di Ruffano (LE), riferita ai contenuti della Delibera di Comitato Istituzionale di questa AdBP n. 11 del 30.05.2016.

Detta Delibera fa seguito ad un complesso procedimento che ha portato, di fatto, all'annullamento in autotutela del Progetto di P.A.I. - Assetto Idraulico - Assetto Geomorfologico e Reticolo Idrografico per l'intero territorio comunale di Ruffano, già adottato con precedente Delibera di C.I. n.09 del 08.04.2015.

La procedura di adozione del Progetto di PAI per il territorio in esame fa seguito della Sentenza del TSAP n. 127/2009 di annullamento della Delibera C.I. n. 39 del 30.11.2005, limitatamente ai territori comunali di Lequile, Patù, Muro Leccese, Alliste, Ruffano, Taurisano, Aradeo e Nardò, in provincia di Lecce. La predetta sentenza ha fatto salvi gli ulteriori atti e provvedimenti di questa Autorità, così come le Norme Tecniche del PAI, approvate con Delibera n. 39 del 30.11.2005, che hanno nella presente fase di Approvazione del Progetto di Piano valore di “Norme di Salvaguardia”.

Ad avvenuta adozione del Progetto di P.A.I. con la citata Delibera n. 09/2015, si è proceduto con la fase di acquisizione delle osservazioni tecniche da parte sia dei privati cittadini che da parte della stessa Amministrazione comunale.

Tutte le osservazioni dei privati cittadini sono state ritenute non meritevoli di accoglimento da parte della S.T.O. di questa Autorità e tale scelta è stata ratificata sia dalla Commissione Provinciale di Lecce del 25.02.2016 (chiamata ad esprimersi per il caso in esame in applicazione della determinazione segretariale n. 8 del 15 gennaio 2014) che dalla Disposizione Segretariale conseguente, n. 02 del 18.03.2016.

Con specifico riferimento alle osservazioni dell'Amm.ne comunale, deve essere rilevato che le stesse si componevano di una prima parte a carattere qualitativo e di una seconda parte a carattere tecnico, con la quale si affrontava una disamina complessiva degli studi condotti da questa AdBP sul territorio comunale. Le osservazioni a carattere qualitativo sono state sostanzialmente ritenute non meritevoli di accoglimento per le motivazioni lungamente discusse e analizzate nel corso dell'iter procedurale che ha condotto alla Disposizione Segretariale già citata, la n. 02 del 18.03.2016; mentre con riferimento alla parte tecnica devono essere sottolineati i seguenti aspetti.

Lo studio alternativo proposto dall'Amministrazione di Ruffano, redatto partendo dall'informazione topografica di un rilievo Lidar del territorio comunale, prodotto nel mese di Luglio 2015, non è stato ritenuto meritevole di accoglimento da parte di questa Autorità di Bacino per le ragioni che di seguito si riassumono brevemente:

1. con riferimento agli studi prodotti dall'Amministrazione comunale per addivenire alle aree di alluvionamento con tempo di ritorno solo di 200 anni, va rilevato che sono stati trasmessi a questa Autorità meramente gli elaborati grafici e cartacei delle risultanze delle elaborazioni morfologiche condotte (individuazione delle depressioni e dei bacini su base lidar esclusivamente per il territorio comunale) e le risultanze della modellazione bidimensionale condotta mediante software Flo-2d; sono infatti assenti elaborati scritto-grafici (in formato cartaceo e digitale) delle analisi preliminari condotte, degli studi idrologici e idraulici effettuati per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica e per la trasformazione afflussi-deflussi che ha condotto all'individuazione degli idrogrammi di ingresso al modello bidimensionale e alle aree di perimetrazione in ambito endoreico. E' assente anche la descrizione generica della geometria del modello utilizzato al fine di rappresentare l'effettivo stato dei luoghi, dichiarato e non tecnicamente basato;
2. la cartografia dei bacini rilevati dall'Amministrazione comunale sulla base del Lidar non è ritenuta da questa Autorità affidabile, tenuto conto che individua gli spartiacque degli stessi alla sola scala territoriale comunale, tralasciando a priori gli eventuali contributi volumetrici provenienti dall'esterno del limite amministrativo;
3. con riferimento al reticolo idrografico adottato da questa AdBP, le osservazioni mosse nel merito dall'Amministrazione comunale sono state ritenute non meritevoli di accoglimento e, pertanto, non condivisibile il nuovo inquadramento proposto dalla stessa Amministrazione comunale nella tavola grafica di riferimento trasmessa.

Tuttavia, questa Autorità ha ritenuto quantomeno opportuno acquisire il citato rilievo Lidar al fine di approfondire le conoscenze generali del territorio comunale di Ruffano, a quel momento riferibili, per quanto riguarda i dati in possesso di questa Autorità, alla cartografia ufficiale CTR 1:5.000, redatta dalla Regione Puglia sulla base di un volo datato 2006 / 2007, e al DTM8x8 da essa derivato. Pertanto, con nota prot. AdBP n. 11876 del 27.08.2015 è stata richiesta l'acquisizione del rilievo Lidar 2015, successivamente trasmesso dall'Amministrazione comunale di Ruffano con nota prot. n. 11775 del 27.08.2015, acquisita da questa AdBP al prot. n. 11995 del 31.08.2015.

Pertanto, vengono qui illustrate, le analisi condotte dalla S.T.O. di questa Autorità sulla base delle nuove informazioni rinvenenti dall'acquisizione del rilievo Lidar in data successiva all'acquisizione delle osservazioni tecniche al Progetto di P.A.I. adottato e che ha sostanzialmente cambiato il quadro delle conoscenze territoriali fino a quel momento acquisite.

Tale circostanza ha determinato che la Commissione di Lecce (chiamata ad esprimersi per il caso in esame in applicazione della determinazione segretariale n. 8 del 15 gennaio 2014) nella seduta del 25.02.2016, "*ha all'unanimità deciso di rigettare tutte le osservazioni proposte al progetto di PAI esaminate e tuttavia, alla luce delle risultanze dello studio condotto sulla base del rilievo Lidar dalla STO, vengono a decadere, nella loro effettiva congruenza con la realtà, gli studi posti alla base del progetto di PAI adottato, tanto da determinare la proposta di annullamento in autotutela del medesimo progetto di PAI adottato del Comune di Ruffano riprendendo le attività dalla concertazione iniziale con l'Amministrazione Comunale. La nuova bozza di progetto di PAI, da sottoporre alla concertazione con l'Amministrazione Comunale di Ruffano, sarà costituita per l'Assetto Idraulico dal nuovo studio redatto dalla STO sulla base del rilievo Lidar 2015".*

Tale decisione, ratificata anche dalla Disposizione Segretariale n. 02 del 18.03.2016, è stata ribadita anche dal Comitato Istituzionale che, con la Delibera n. 11 del 30.05.2016, ha di fatto annullato in autotutela il Progetto di Piano P.A.I. nel suo complesso, stabilendo di riprendere le attività dalla concertazione iniziale con l'Amministrazione Comunale, tenuto conto dei nuovi studi condotti dalla S.T.O. per l'intero territorio comunale di Ruffano, redatti sulla base del rilievo Lidar 2015 acquisito successivamente al deposito delle osservazioni al Progetto di Piano P.A.I., per effetto dei quali gli studi posti alla base del Progetto di PAI adottato vengono a decadere nella loro effettiva congruenza con la realtà.

Pertanto, con riferimento alle risultanze degli studi di seguito esposti, le cartografie della presente Bozza di Progetto di P.A.I. Assetto Idraulico saranno sottoposte alle necessarie verifiche non appena saranno disponibili ultieriori contributi forniti dall'Amministrazione locale e dei portatori di interessi coinvolti.

A seguito dell'adozione, per le aree individuate quali soggette a diverso grado di Pericolosità Idraulica, varranno le N.T.A. attualmente vigenti e riferite al P.A.I. approvato con Delibera di C.I. n. 39 del 30/11/2005.

In particolare, sulle aree in cui compaiono perimetrazioni in Alta (A.P.), Media (M.P.) e Bassa (B.P.) Pericolosità Idraulica, varranno le disposizioni di cui agli artt., rispettivamente, 7, 8 e 9 delle N.T.A. del P.A.I..

In fine, per le aree contigue ai reticoli idrografici varranno le disposizioni di cui agli artt. 6 e 10 delle N.T.A. del P.A.I. vigenti.

Con riferimento alle procedure di Valutazione Ambientale Strategica (VAS), e alle procedure di

Valutazione di Incidenza, si rappresenta in questa sede che per la prima l'art. 67, comma 1 del D.Lgs. 152/06 prevede che la procedura di adozione dei progetti di piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico, non è sottoposta a valutazione ambientale strategica; per la seconda, invece, non si sono individuate interferenze con i siti della Rete Natura 2000 della Regione Puglia. Pertanto, nelle more dell'avvio dell'attività di concertazione con l' Amministrazione comunale territorialmente competente, non sarà necessario avviare le procedure per la verifica della compatibilità e/o dell'assoggettabilità della presente Bozza di Progetto di Piano con le pianificazioni territoriali regionali e ministeriali e, in particolare, non si procederà alla Valutazione di Incidenza mediante procedura di Screening.

8.2 - STUDI IDROLOGICO-IDRAULICI

(Paragrafo curato in occasione della redazione della Bozza di Progetto di PAI)

Il dato Lidar acquisito si estende all'intorno del limite amministrativo del territorio comunale di Ruffano (Fig.1) circostanza, questa, che ha determinato la necessità di integrare le informazioni del rilievo Lidar con quelle derivate dal DTM 8x8 della Regione Puglia, attraverso operazioni di mosaico delle stesse in ambiente GIS.

Si riporta, pertanto, in Fig. 2 successiva il risultato dell'operazione di mosaico (effettuata ponendo come base il dtm 8x8 della regione puglia e come layer sovrapposto il Lidar fornito dall'Amministrazione comunale) conservando l'informazione topografica del Lidar, dove disponibile, e integrandola con l'informazione topografica del dtm 8x8 della Regione Puglia, dove assente. La risoluzione scelta per il modello digitale risultante è una cella 2x2, pari a quella di risoluzione originaria del Lidar trasmesso.

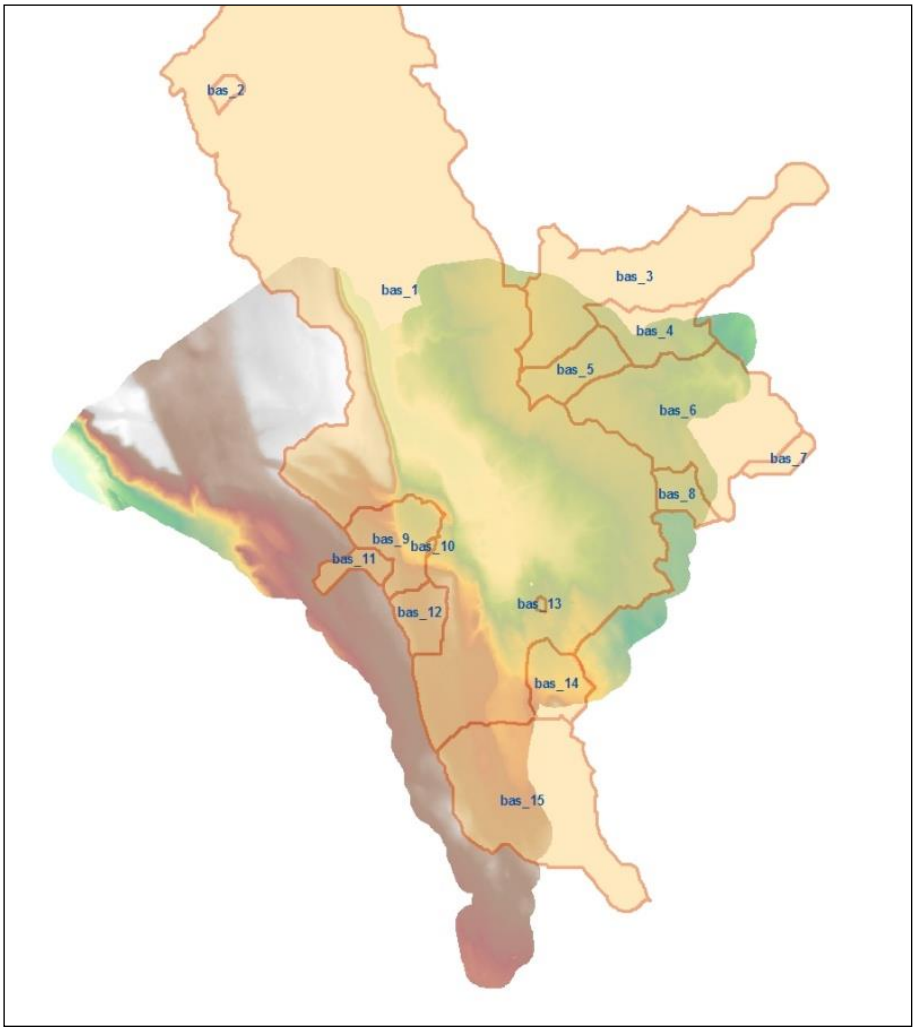


Fig.1 - sovrapposizione del Lidar 2015 con i bacini studiati per l'adozione del Progetto di PAI - Assetto Idraulico del territorio comunale di Ruffano

Sempre in ambiente GIS, è stato possibile ridefinire le linee di deflusso preferenziale sulla base del mosaico ricostruito e sulla base di questo, è stato possibile individuare le depressioni endoreiche significative in termini di criticità idraulica riferibile ai tematismi del Piano di Assetto Idrogeologico (Figg.3 - 4 e 5).

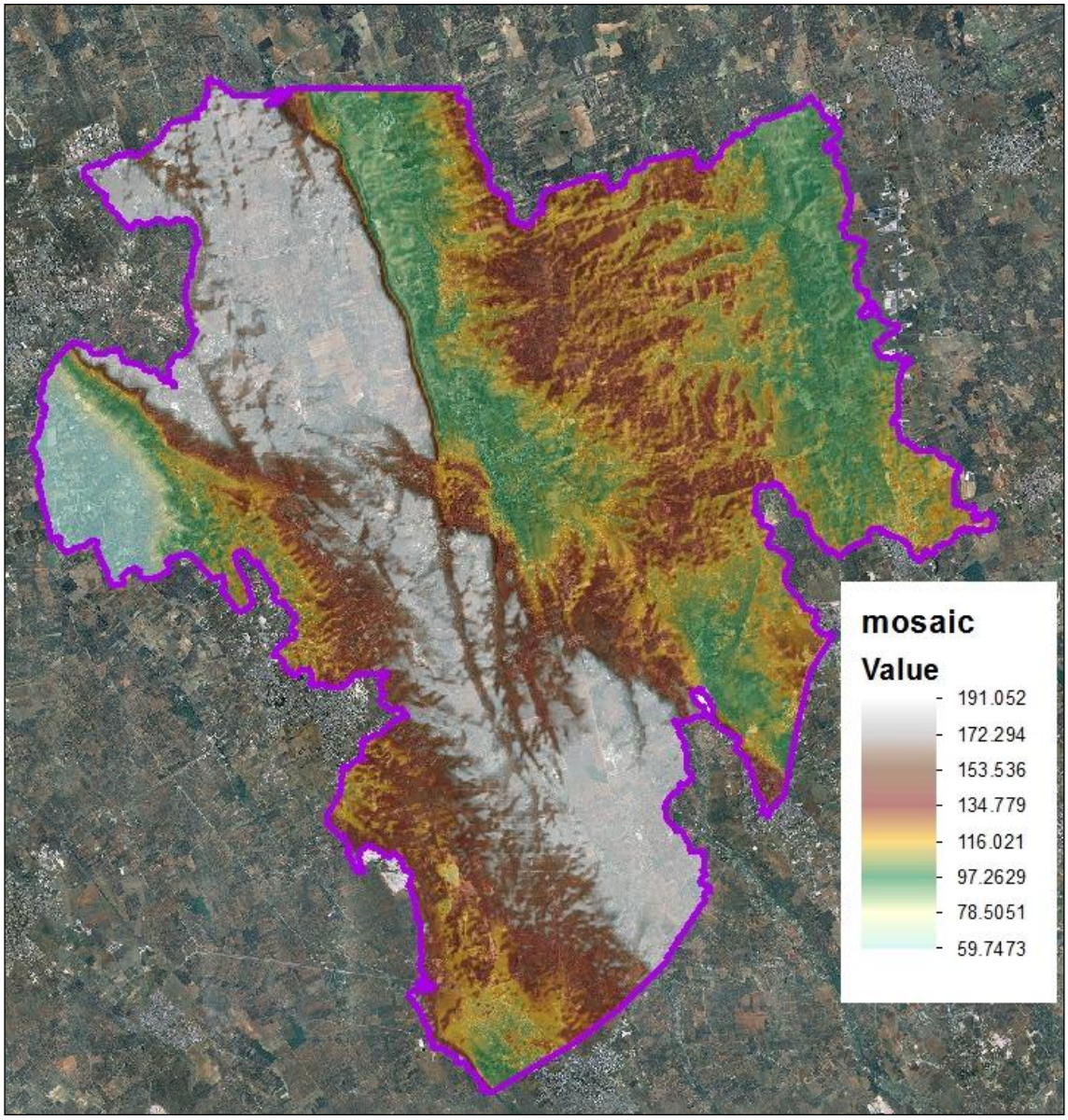


Fig.2 - Risultato dell'operazione di mosaico in ambiente GIS, fra il Lidar 2015 trasmesso dall'Amm.ne comunale e il DTM 8x8 della Regione Puglia

Si rappresenta in questa sede, inoltre, che prima di procedere alla selezione delle depressioni morfologiche significative, si è reso necessario operare una "pulizia" dell'informazione topografica rinveniente dai dati lidar, in termini di esclusione di tutte quelle microdepressioni che,

per proprie caratteristiche morfologiche, avrebbero reso l'analisi morfologica inopportunamente complessa e articolata portando a risultati inefficaci dal punto di vista delle criticità idrauliche locali. All'uopo, pertanto, attraverso una operazione in ambiente GIS di "SinKPrescreening", è stato possibile individuare le depressioni endoreiche significative rappresentate nella successiva Fig. 4. Ad ogni depressione significativa è stata successivamente associata la propria area di drenaggio con la numerazione riportata nella successiva Fig. 5.

Con riferimento alla medesima figura, si rappresenta sin d'ora che il bacino indicato come n.1 è stato analizzato separatamente per le ragioni di seguito riportate. Pertanto, non si riportano, in questa fase, risultati riferiti al bacino n. 1 per l'analisi a carattere endoreico.

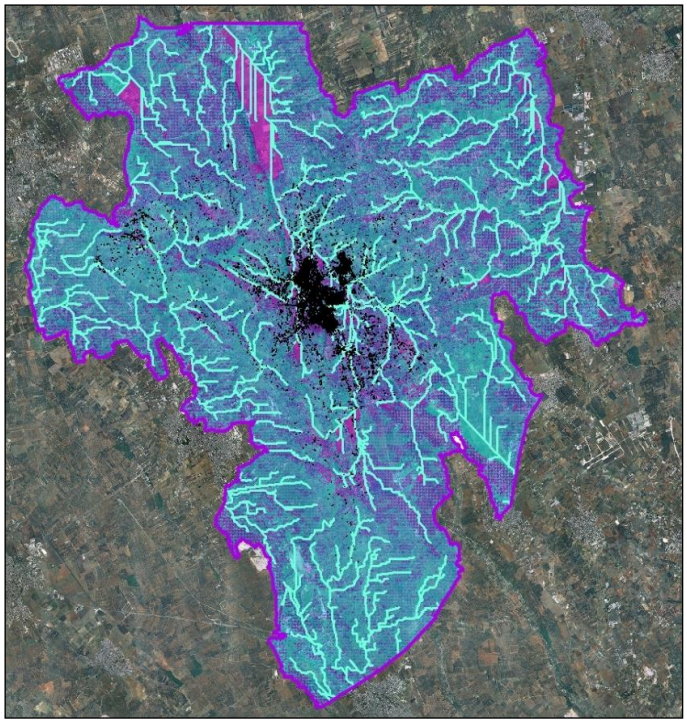


Fig.3 - Individuazione delle nuove linee di deflusso preferenziale

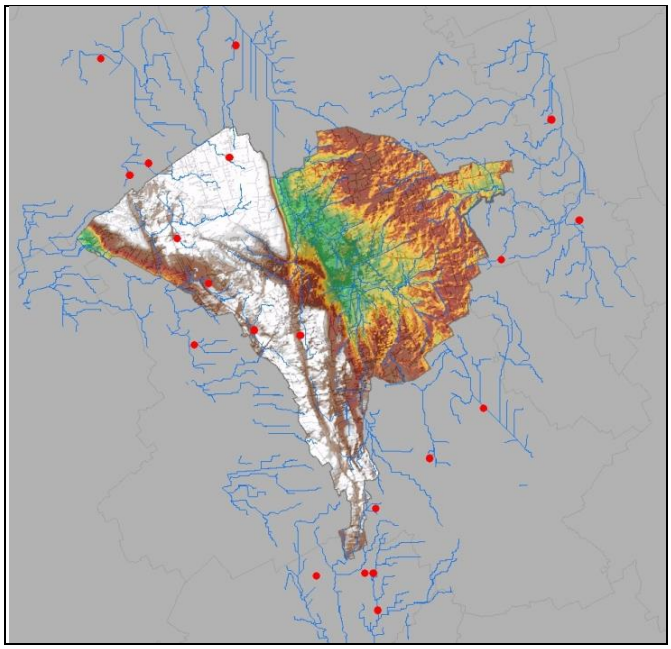


Fig.4 - Individuazione delle depressioni significative

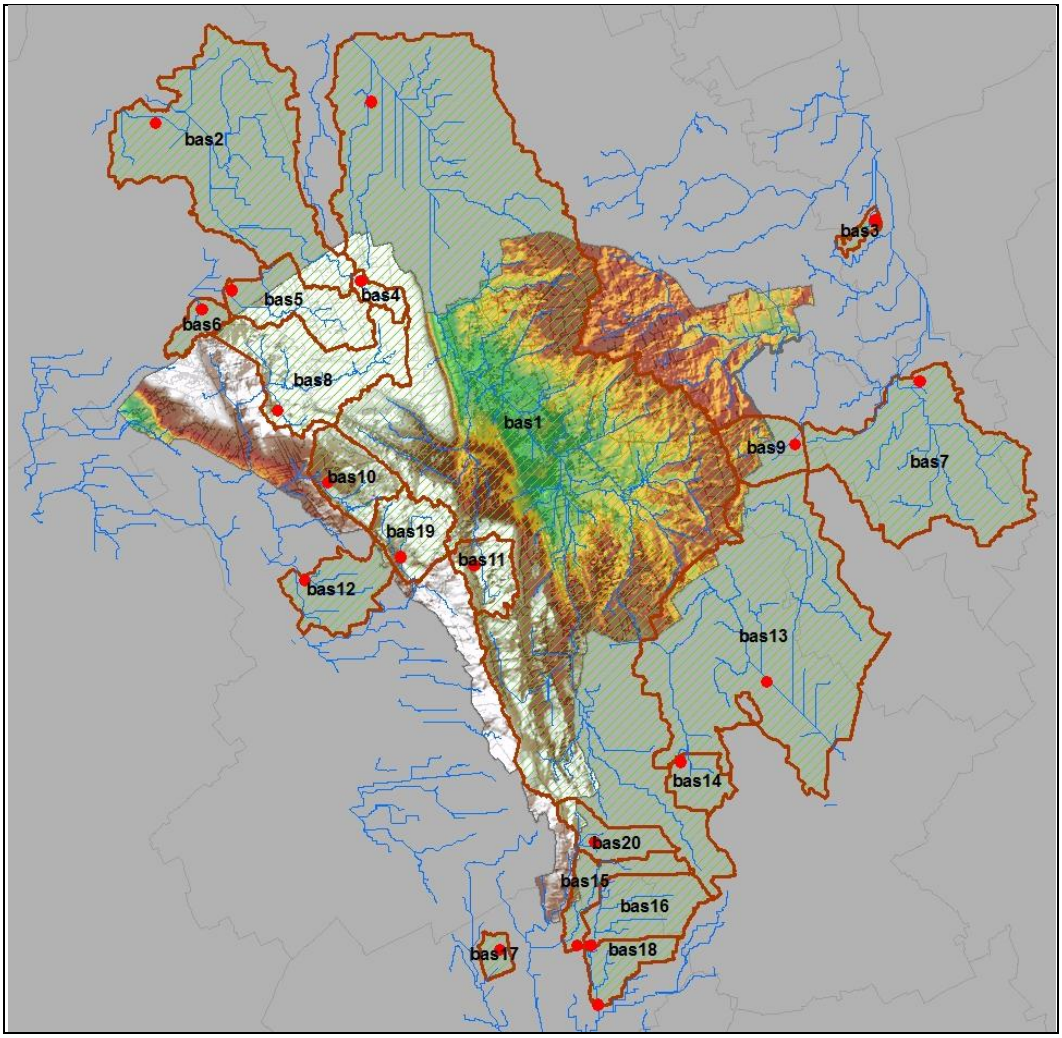


Fig.5 - Individuazione delle aree di drenaggio

Si rappresenta in questa sede, che parte dei Sink e delle rispettive aree di drenaggio risultano esterne al territorio comunale di Ruffano, ma comunque indispensabili per la corretta analisi a scala di bacino in ambito endoreico (Fig. 5).
Nel prosieguo della presente trattazione, pertanto, si riporta l'elaborazione complessiva a carattere endoreico, effettuata per i 19 bacini rappresentati nella precedente fig. 5, partendo dalla applicazione del modello di Horton, così come nel prosieguo riassunto.
Pertanto, per le depressioni individuate, applicando la trasformazione afflussi-deflussi mediante modello di infiltrazione di Horton, è stato possibile valutare il tempo critico dell'evento pluviometrico che massimizza i volumi di accumulo nelle medesime depressioni, partendo dal bacino idraulicamente posto più a monte e proseguendo lungo le linee di preferenziale deflusso e di collegamento idraulico con le ulteriori depressioni poste più a valle.

L'analisi idrologica, per la valutazione degli eventi pluviometrici critici che con tempo di ritorno 30, 200 e 500 anni, che massimizzano i volumi defluiti all'interno delle depressioni morfologiche individuate, è stata effettuata mediante applicazione del metodo Va.Pi. Puglia.
Per l'area di interesse è stata applicata la formula della curva di possibilità pluviometrica della zona 6 : $h(mm) = 33.7\ t^{[(0.488+0.0022z)/3.178]}$.
A valle del calcolo delle intensità di pioggia derivanti dalla detta C.P.P. per i diversi tempi di durata dell'evento (1, 3, 6, 9, 12, 18, 24 ore), si è valutato l'evento che produce il massimo volume di accumulo all'interno delle depressioni morfologiche.
Il modello afflussi-deflussi di riferimento, infatti, persegue il fine di valutare il valore della capacità di infiltrazione reale nel tempo f(t) ed utilizza il classico modello di Horton secondo il quale la variazione della capacità di infiltrazione potenziale nel tempo risulta proporzionale alla differenza tra il valore attuale e quello relativo alle condizioni di saturazione fc, che viene raggiunto asintoticamente a partire da un valore iniziale fo, secondo modalità temporali essenzialmente dettate da una costante k, che rappresenta la rapidità di esaurimento di f, che avviene secondo una legge esponenziale di equazione:

$$f(t) = fc + (fo-fc)e-t/k$$

I tre parametri del modello dovrebbero in linea di principio essere tarati sulla base di osservazioni dirette effettuate sul bacino di interesse e sui suoli ivi presenti, tuttavia nella implementazione del modello semidistribuito si è fatto riferimento per i parametri fo ed fc ai valori di letteratura (riportati in tabella 1) associati ai gruppi di permeabilità del SCS precedentemente definiti lasciando il solo parametro k disponibile per la calibrazione del modello.

GRUPPO SCS	$\mathbf{f_o}$ [mm/h]	$\mathbf{f_c}$ [mm/h]
A	250	25.4
B	200	12.7
C	125	6.3
D	76	2.5

Tab. 1 - parametri modello di Horton

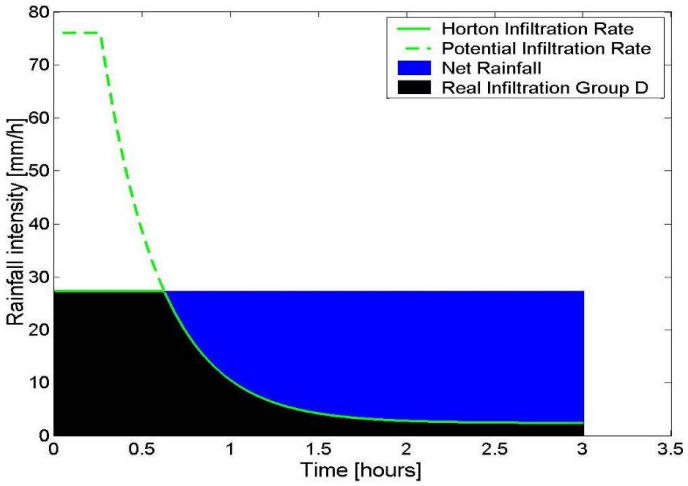


Fig.6 - **curva di infiltrazione**

La valutazione della capacità di infiltrazione reale è stata effettuata, in corrispondenza dei diversi ietogrammi utilizzati, sulla base del confronto della intensità di pioggia con la capacità di infiltrazione potenziale attraverso la valutazione del tempo di ponding tp effettuata tramite la soluzione del sistema:

$$\int_0^{t_p} i(t)dt = F\left(t_p - t_o\right)$$

$i(t) = f(t_p\text{-}t_o)$

ove i(t) è l'intensità di precipitazione considerata variabile nel tempo, F(t) è l'infiltrazione cumulata potenziale e to è una costante di tempo tale che sia

Fr(tp) = F(tp-to)

ove Fr(t) è la infiltrazione cumulate reale.

Naturalmente nel caso in cui la precipitazione è costante il sistema si riduce al seguente sistema di equazioni (Fig.6):

$it_p = F(t_p\text{-}t_o)$

$i = f(t_p\text{-}t_o)$.

Per pervenire al grado di riempimento delle singole depressioni morfologiche, si è partiti dall'analisi morfometrica dei bacini contribuenti alle singole depressioni morfologiche nel loro complesso, a prescindere dal territorio comunale interessato (analisi a scala di bacino).
Pertanto, a partire dal bacino contribuente alla depressione più a monte, una volta calcolati i volumi effettivi defluiti alla depressione morfologica e analizzata la sua capacità volumetrica di contenimento, si è calcolata la eventuale quantità volumetrica in esubero non contenuta dalla stessa ed, eventualmente, sversata in direzione delle depressioni morfologiche di valle .
Si riportano in tab. 2 le elaborazioni riferite alle trasformazioni degli afflussi in deflussi netti, nonchè delle capacità di contenimento e degli eventuali sversamenti delle depressioni significative incidenti sul territorio analizzato, oltre al report delle quote raggiunte dai volumi calcolati per eventi di 30, 200 e 500 anni di tempo di ritorno, per le depressioni ricadenti esclusivamente in territorio comunale di Ruffano(tab.3).

Id_bac	Volume accumulo Tr= 30 anni (m^3)	Volume accumulo Tr= 200 anni (m^3)	Volume accumulo Tr= 500 anni (m^3)	sversamento valle (m^3) Tr = 30 anni	sversamento valle (m^3) Tr = 200 anni	sversamento valle (m^3) Tr = 500 anni	bacino valle
bas2	0	2229	38903	0	0	0	Bacino esterno
bas3	0	2004	4409	0	0	0	Bacino esterno
bas4	0	97	1684	0	0	0	bas2
bas5	0	554	9678	0	0	0	Bacino esterno
bas6	1587	3034	4062	0	0	0	Bacino esterno
bas7	26019	102985	183732	12232	89199	169945	Bacino esterno
bas8	249	1163	16725	0	0	0	Bacino esterno
bas9	0	14143	29856	0	0	0	Bacino esterno
bas10	0	397	6933	0	0	0	Bacino esterno
bas11	1902	3644	6936	0	0	0	bas1
bas12	15057	29282	42446	4747	18972	32136	Bacino esterno
bas13	24009	157958	299075	0	0	0	Bacino esterno
bas14	0	219	3825	0	0	0	bas13
bas15	0	292	5101	0	0	0	Bacino esterno
bas16	0	494	8630	0	0	2607	bas18
bas17	0	3693	7716	0	0	0	Bacino esterno
bas18	0	263	7199	0	0	2043	Bacino esterno

bas19	3927	7526	10791	0	0	0	Bacino esterno
bas20	0	269	4692	0	0	0	Bacino esterno

Tab. 2 - analisi afflussi-deflussi mediante applicazione del modello di Horton per le depressioni individuate

Si riporta nella successiva figura Fig. 7 la rappresentazione grafica delle pericolosità idraulica a carattere endoreico analizzate in territorio comunale di Ruffano, rimandando ai successivi paragrafi l'analisi del bacino n.1.

Id_bac	quota Tr =30	quota Tr =200	quota Tr =500
bas4	/	167.47	168.66
bas8	149.42	149.73	151.00
bas10	/	133.48	133.77
bas11	145.65	145.82	146.05
bas19	142.67	143.20	143.54

Tab. 3 - tiranti idraulici raggiunti per gli allagamenti corrispondenti a Tr= 30, 200 e 500 anni di tempo di ritorno, corrispondenti alle depressioni ricadenti in territorio comunale di Ruffano

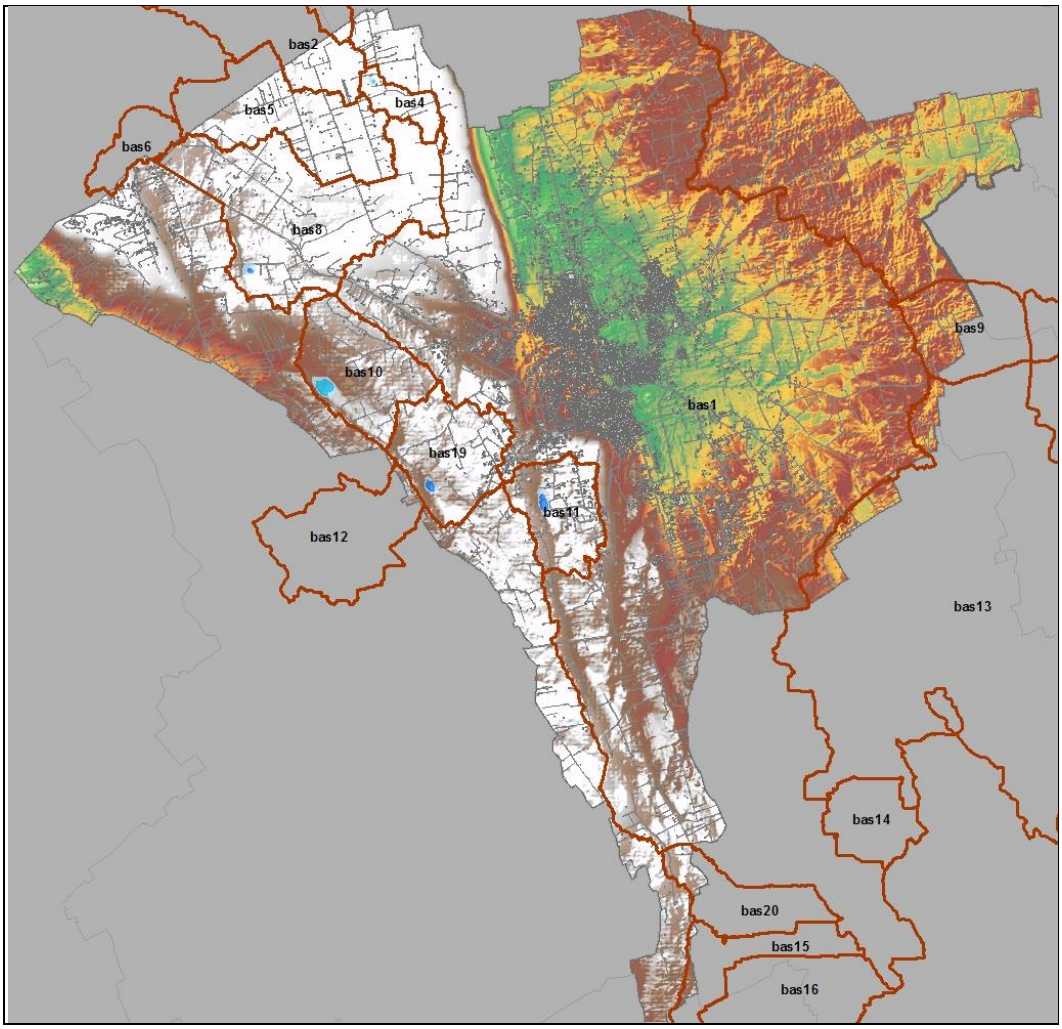


Fig.7 - Rappresentazione delle pericolosità idrauliche a carattere endoreico individuate in territorio comunale di Ruffano su base topografica Lidar 2015.

ANALISI SPECIFICA PER IL BACINO N.1

L'analisi del bacino n.1 è stata volutamente estrapolata dai precedenti studi, sia perchè interessa l'intero centro abitato di Ruffano (oggetto principale delle osservazioni tecniche prodotte tanto dai privati cittadini, quanto dall'Amministrazione comunale nella fase di adozione del Progetto di P.A.I. originario), sia perchè su di esso incide il reticolo idrografico individuato per il territorio comunale e adottato, in uno alle cartografie rappresentative del Progetto di P.A.I. - Assetto Idraulico e Assetto geomorfologico, per l'intero territorio comunale (Fig. 8).

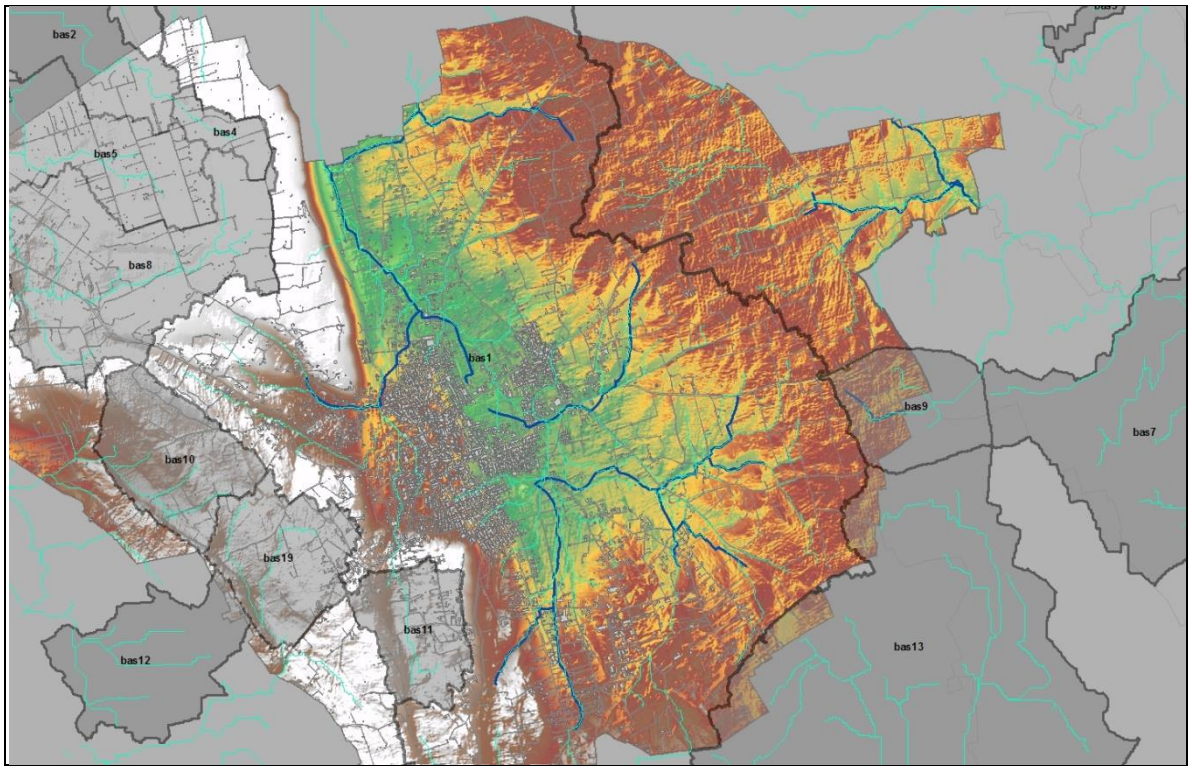


Fig.8 - Rappresentazione del reticolo idrografico adottato per il territorio comunale di Ruffano in sovrapposizione alle linee di principale deflusso, allo spartiacque del bacino indicato come n.1 e al modello digitale del terreno da rilievo Lidar 2015.

L'AdBP ha scelto di approcciare all'individuazione delle criticità idrauliche territoriali attraverso la modellazione idraulica mono-bidimensionale a parametri distribuiti, cioè dando come input non delle portate concentrate in punti specifici del dominio computazionale, ma sollecitando lo stesso con la pioggia netta, calcolata per Tr = 30, 200 e 500 anni, su tutta l'estensione del bacino 1, note le caratteristiche topografiche derivanti dal modello digitale del terreno ricostruito su base Lidar.
Pertanto, dovendo individuare il corretto andamento del reticolo idrografico per dare risposta certa alle diverse proposte di tracciamento dello stesso, si è scelto di interpretare la risposta del modello idraulico alle sollecitazioni delle precipitazioni di pioggia imposte come input, partendo dal presupposto che un rilievo lidar contiene già in sè le informazioni topografiche riferite alla presenza di incisioni (naturali e non) su territorio in grado di captare e convogliare le onde di piena che, via via, si vanno formando nel corso di un evento pluviometrico eccezionale.

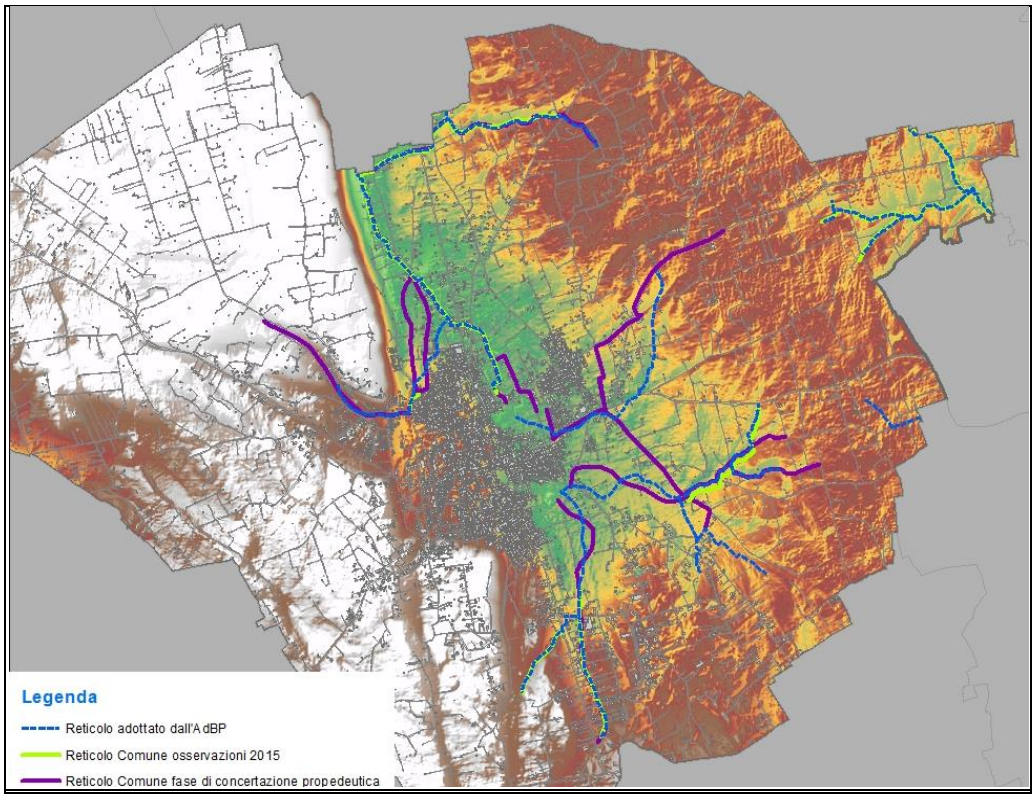


Fig.9 - Confronto fra reticolo adottato dall'AdBP e proposte di reticolo dell'Amm.ne comunale in fase di concertazione propedeutica e in fase di osservazione al Progetto di PAI.

Si è ritenuto, in questa fase, opportuno implementare una sola geometria rappresentativa del reticolo idrografico adottato e riconosciuto dall'Amm.ne comunale, che è indicata nella successiva Fig. 10.
Si tratta del tratto di canale a cielo aperto che dal confine nord dell'abitato di Ruffano si dirama verso il limite amministrativo fra Ruffano e Supersano; la geometria delle sezioni trasversali, di dimensioni apprezzabili in termini di capacità di contenimento e trasporto delle portate di calcolo, sono state implementate nel modello geometrico in modo da valorizzare la traccia dell'asta fluviale, già presente e visibile all'interno del modello digitale del terreno da rilievo Lidar.

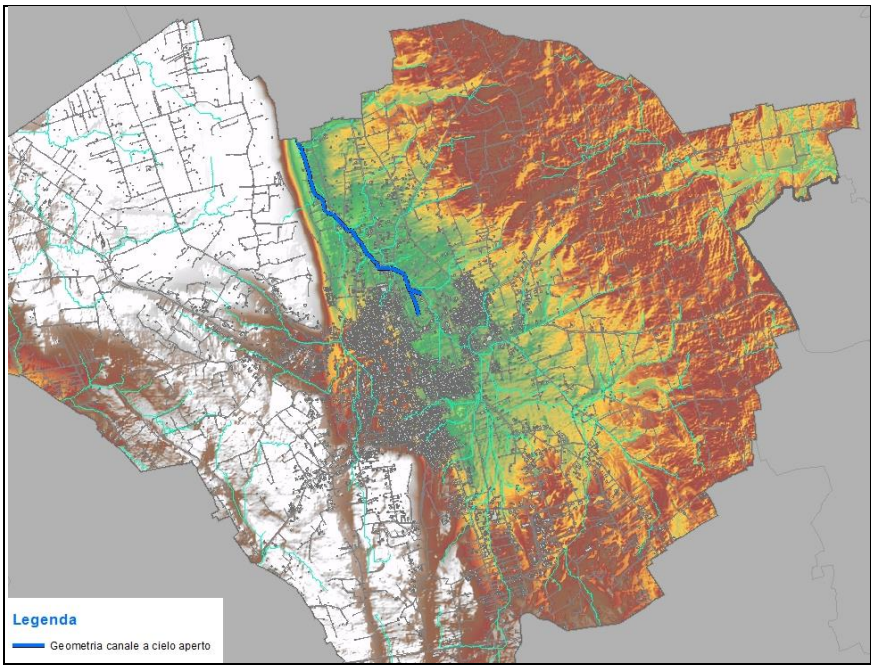


Fig. 10 - geometria del canale a cielo aperto implementata nelle simulazioni

Tornando, quindi, al bacino indicato come n. 1 e alle sue caratteristiche (Fig. 11), si riporta nella seguente Tab. 4 l'analisi morfometrica del medesimo bacino e i risultati dell'applicazione del modello di trasformazione afflussi-deflussi con il metodo SCS-CN, partendo dalle condizioni iniziali medie di imbibizione del suolo riferibili alla classe AMC II del metodo in esame (Tabb. 5 - 6a - 6b - 6c).

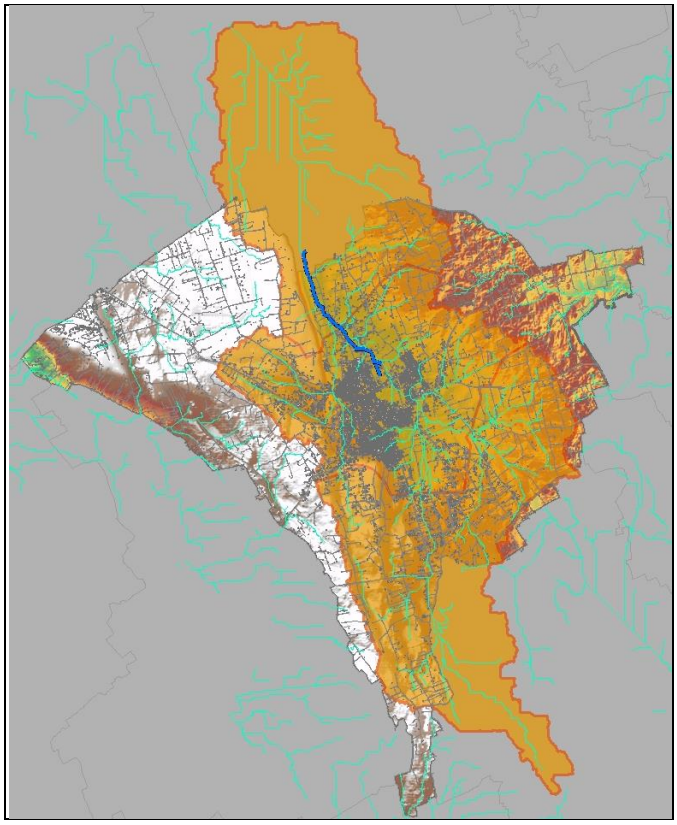


Fig. 11 - rappresentazione del Bcino n.1

dati bacino	
A = Area di bacino [Kmq]	**33.640**
Hmax = H massima del bacino	**191.050**
H = H media del bacino [m]	**123.490**
H min = H minima del bacino [m]	**84.890**
Lp = Flowlength MAX [Km]	**13.570**
L = lungh. dell'asta princ. [Km]	**12.213**
im = Pendenza media del bacino [%]	**5.540**
ia = Pendenza media dell'asta principale [m/m]	**0.008**
Ha = H media dell'asta princ. [m]	**123.490**
CN = Curve Number	**76.570**

Tab. 4 - Caratteristiche morfometriche del bacino n.1

Curva di Possibilità Pluviometrica			
Zona Omogenea	**Tempo di Ritorno**	**a**	**n**
6	**30**	**64.6015**	**0.2390**
6	**200**	**97.6293**	**0.2390**
6	**500**	**113.5814**	**0.2390**

Tab. 5 - parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica del bacino n.1 per i diversi tempi di ritorno degli eventi

METODO SCS-CN

P [mm]	TL [h]		Area [Kmq]	Lp [Km]	imb [%]	Tc [h]
78.384	5.202	3.121	33.64	13.57	5.54	**3.297**

CNII	S	Ia	Pnet	I	VP [mc x 1000]	Qp [mc/s]	Cdefl
76.57	77.723	15.545	62.839	677.310	**945.039**	41.214	0.36
CNI							
60.259	167.511	33.502	44.882	483.754	**319.046**	13.914	0.12
CNIII							
88.86	31.840	6.368	72.016	776.218	**1679.884**	73.262	0.64

Tab. 6a - applicazione del metodo SCS-CN per Tr = 30 anni

METODO SCS-CN

P [mm]	TL [h]		Area [Kmq]	Lp [Km]	imb [%]	Tc [h]
118.458	5.202	3.121	33.64	13.57	5.54	**3.297**

CNII	S	Ia	Pnet	I	VP [mc x 1000]	Qp [mc/s]	Cdefl
76.57	77.723	15.545	102.913	1109.245	**1972.395**	86.019	0.49
CNI							
60.259	167.511	33.502	84.956	915.690	**961.692**	41.941	0.24
CNIII							
88.86	31.840	6.368	112.090	1208.154	**2936.542**	128.067	0.74

Tab. 6b - applicazione del metodo SCS-CN per Tr = 200 anni

METODO SCS-CN								
P [mm]	**TL [h]**		**Area [Kmq]**	**Lp [Km]**	**imb [%]**	**Tc [h]**		
137.813	5.202	3.121	33.64	13.57	5.54	**3.297**		
CNII	**S**	**Ia**	**Pnet**	**I**	**VP [mc x 1000]**	**Qp [mc/s]**	**Cdefl**	
76.57	77.723	15.545	122.268	1317.866	**2514.631**	109.667	0.54	
CNI								
60.259	167.511	33.502	104.311	1124.311	**1346.577**	58.726	0.29	
CNIII								
88.86	31.840	6.368	131.445	1416.774	**3559.569**	155.238	0.77	

Tab. 6c - applicazione del metodo SCS-CN per Tr = 500 anni

Per poter definire uno ietogramma netto e costante di pioggia, riferito ai diversi tempi di ritorno degli eventi, si è partiti dall'idrogramma adimensionale di Mockus che mette in relazione la generica portata Q (t), calcolata al tempo t, con la portata al colmo di piena Qp, che si verifica al tempo ta (tempo di accumulo: durata della fase di crescita di un idrogramma triangolare approssimato), con il rapporto t/ta.
Ricostruito, quindi, l'idrogramma di Mockus per gli eventi considerati a Tr = 30, 200 e 500 anni caratteristici del bacino in esame, noto il volume sotteso da detti idrogrammi e l'area di bacino su cui la pioggia si distribuisce, è stato possibile definire l'intensità di pioggia caratteristica dei tre tempi di ritorno degli eventi considerati, come rapporto fra l'altezza di pioggia caduta sul bacino in esame e il tempo di corrivazione caratteristico del medesimo bacino.
A titolo di esempio, si riporta la ricostruzione dello ietogramma netto e costante di pioggia effettuato per evento con tempo di ritorno di 200 anni (tabb. 7 - 8).

Tenuto conto, quindi, dei tre ietogrammi di pioggia così ricostruiti e riportati nelle seguenti tabella 9, si è passati alla costruzione del modello geometrico e del dominio di calcolo da implementare nel software SMS-Tuflow per la modellazione mono-bidimensionale a parametri distribuiti.

Qp	**86.0190**
tc	**3.2967**
Tl	**3.1210**
Ta	**4.7694**

		onda di piena			
t/ta	**Q/Qp**	**t**	**portate(t)**	**volumi(t)**	**volumi totali**
0	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.2	0.1	0.9539	8.6019	14769.2927	14769.2927
0.25	0.13	1.1923	11.1825	8492.3433	23261.6360
0.3	0.16	1.4308	13.7630	10707.7372	33969.3732
0.4	0.31	1.9078	26.6659	34707.8378	68677.2109
0.45	0.3975	2.1462	34.1925	26123.1864	94800.3974
0.5	0.485	2.3847	41.7192	32584.7520	127385.1493
0.6	0.66	2.8616	56.7725	84554.2006	211939.3499
0.8	0.93	3.8155	79.9976	234831.7535	446771.1034
0.85	0.97	4.0540	83.4384	70154.1402	516925.2436
1	1	4.7694	86.0190	218216.2993	735141.5429
1.2	0.93	5.7233	79.9976	285047.3486	1020188.8915
1.4	0.78	6.6771	67.0948	252554.9047	1272743.7962
1.6	0.56	7.6310	48.1706	197908.5218	1470652.3181
1.8	0.39	8.5849	33.5474	140308.2804	1610960.5985
2	0.28	9.5388	24.0853	98954.2609	1709914.8594
2.2	0.2135	10.4927	18.3650	72886.4593	1782801.3187
2.4	0.147	11.4465	12.6448	53243.3001	1836044.6188
2.6	0.107	12.4004	9.2040	37514.0034	1873558.6222
2.8	0.077	13.3543	6.6235	27175.4985	1900734.1207
3	0.055	14.3082	4.7310	19495.4663	1920229.5871
3.2	0.04	15.2621	3.4408	14030.8280	1934260.4151
3.4	0.029	16.2159	2.4945	10190.8119	1944451.2270
3.6	0.021	17.1698	1.8064	7384.6463	1951835.8734
3.8	0.015	18.1237	1.2903	5316.9454	1957152.8187
4	0.011	19.0776	0.9462	3840.0161	1960992.8348
4.2	0.0075	20.0314	0.6451	2732.3191	1963725.1540
4.6	0.005	21.9392	0.4301	3692.3232	1967417.4772
4.8	0.0025	22.8931	0.2150	1107.6970	1968525.1741
5	0	23.8470	0.0000	369.2323	**1968894.4064**

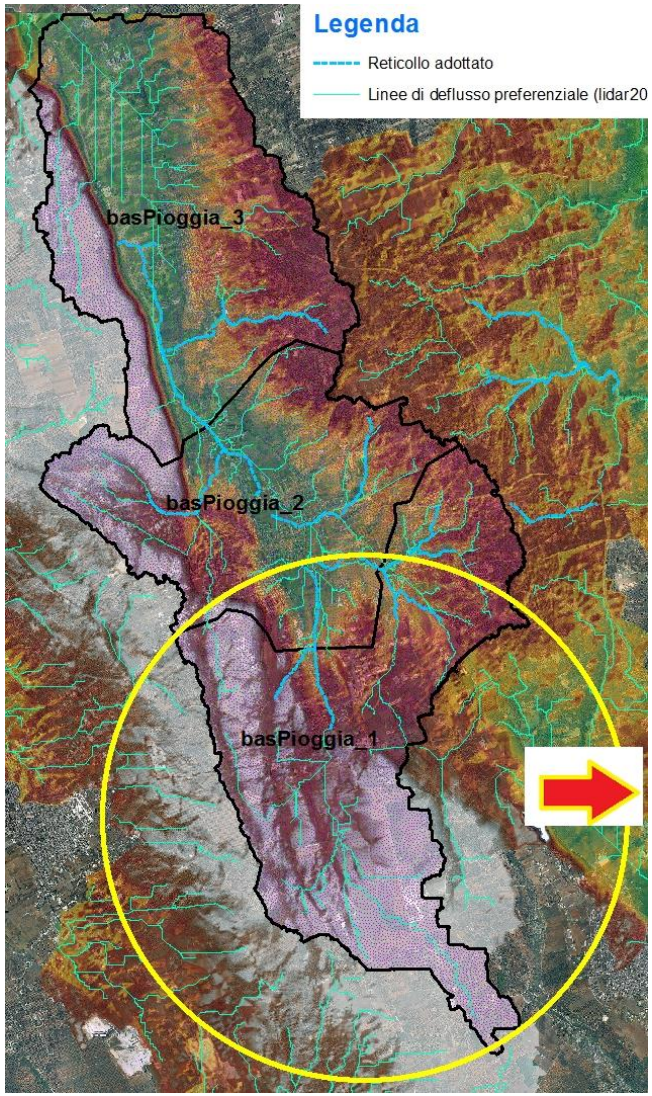
Tab. 7 - ricostruzione dell'idrogramma adimensionale di Mockus (Tr=200 anni)

tempo di ritorno	200	
Volume pioggia	1968894.4064	
Area bacino (mq)	33640000	
altezza pioggia (mm)	58.52837118	(Abac/Vol Piog)*10^3
tempo corrivazione (h)	3.2967	
intensità pioggia (mm/h)	17.75358918	Altezza Piog/tempo corrivazione

Tab. 8 - ricostruzione dello ietogramma costante di pioggia di volume pari al volume sotteso dall'idrogramma di Mockus corrispondente all'evento considerato (Tr = 200 anni)

BACINO TOTALE					
Pioggia Tr=30		Pioggia Tr=200		Pioggia Tr=500	
t (ore)	mm/h	t (ore)	mm/h	t (ore)	mm/h
0	8.5	0	17.75	0	22.63
3.3	8.5	3.3	17.75	3.3	22.63
3.4	0	3.4	0	3.4	0

Tab. 9 - ietogrammi costanti di pioggia per Tr = 30, 200 e 500 anni implementati in SMS



Con riferimento al dominio di calcolo, si rileva in questa sede che l'intero bacino di riferimento è stato suddiviso in tre sottodomini al fine di poter utilizzare celle di dimensioni differenti a seconda che l'elaborazione fosse riferita ad ambiti prevalentemente agricoli e/o urbanizzati.

Di conseguenza, nei due dei tre domini riferiti ad aree agricole (Fig. 12 e 14), si è scelto di utilizzare una cella di dimensione 10mx10m, mentre nell'unico dominio a carattere urbano (Fig. 13) si è scelto di utilizzare una cella 5mx5m.

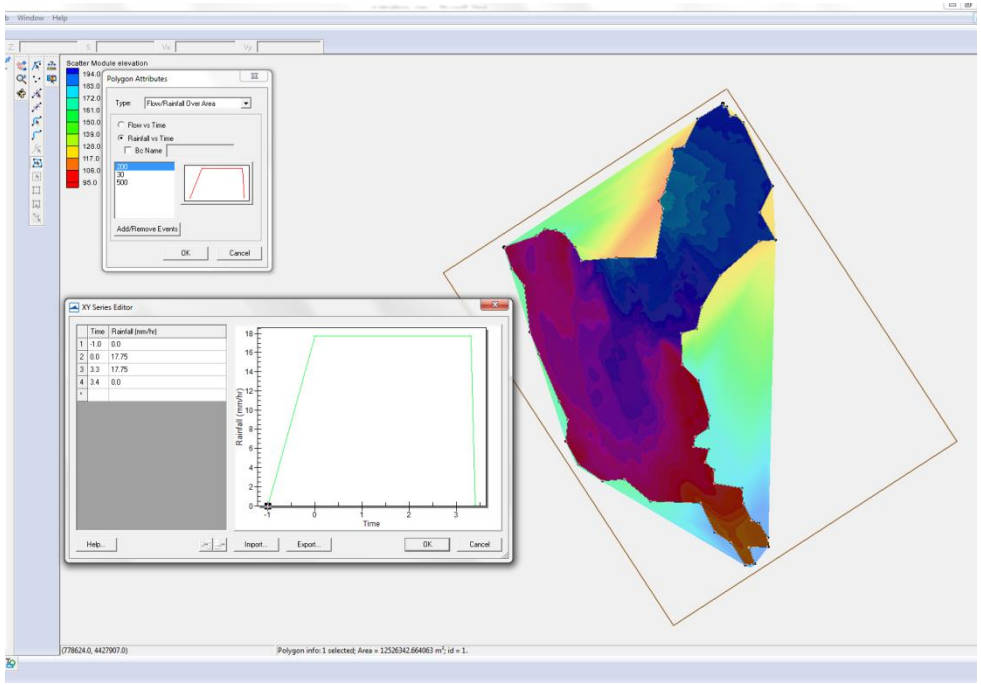
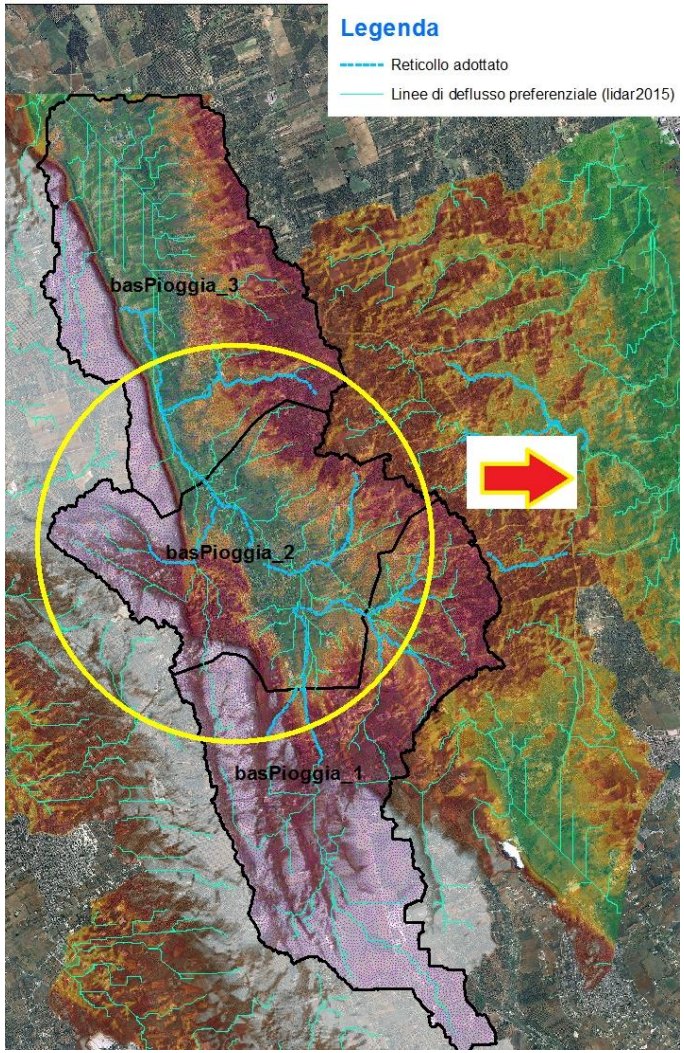


Fig. 12 - Bacino 1 zona sud prevalentemente agricola. Dominio di calcolo con celle di 10mx10m



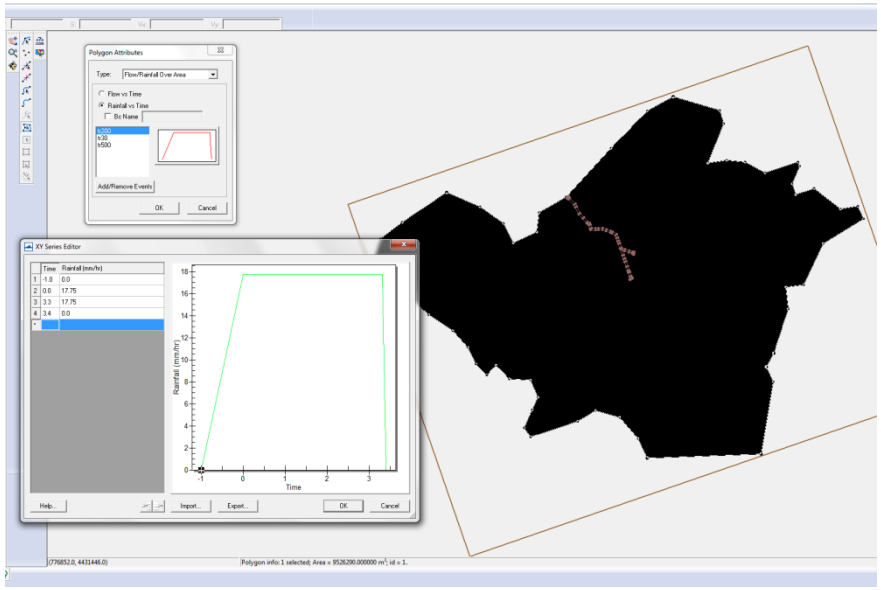
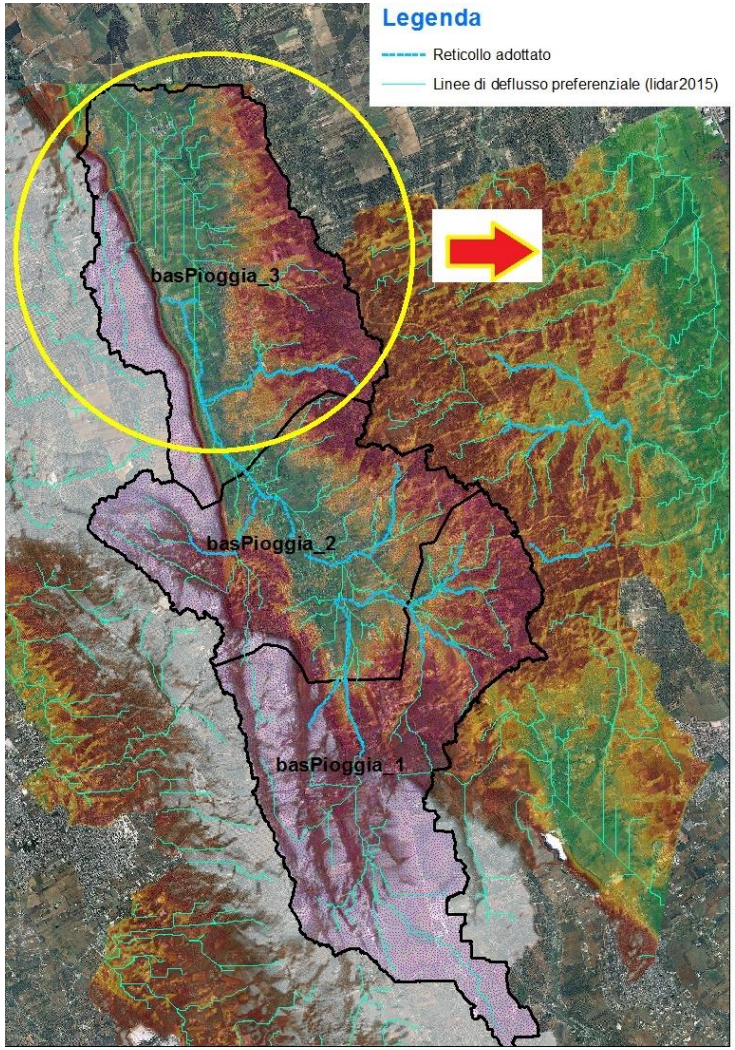


Fig. 13 - Bacino 1 zona centro prevalentemente urbana. Dominio di calcolo con celle di 5mx5m



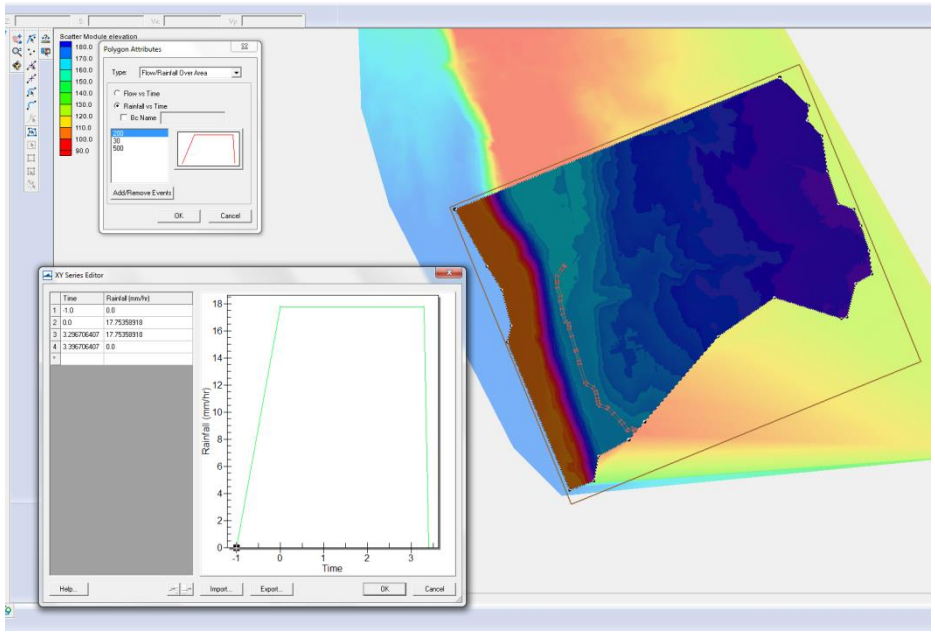


Fig. 14 - Bacino 1 zona nord prevalentemente agricola. Dominio di calcolo con celle di 10mx10m

Il modello di calcolo riferito sia al bacino indicato come bacino 1 centro che al bacino indicato come bacino 1 nord, sono stati implementati anche con contributi di portata concentrati derivanti dai risultati della simulazione a parametri distribuiti riferita al bacino indicato come bacino 1 sud.

Infatti, lungo le linee di deflusso preferenziale, peraltro in punti ben definiti del contorno del dominio di calcolo esattamente coincidenti con le linee di deflusso preferenziale, i risultati della simulazione condotta a parametri distribuiti sul bacino 1 sud, hanno restituito mappe dei tiranti idraulici significative che sono state assunte, nei modelli di valle, come input concentrati (Fig. 15).

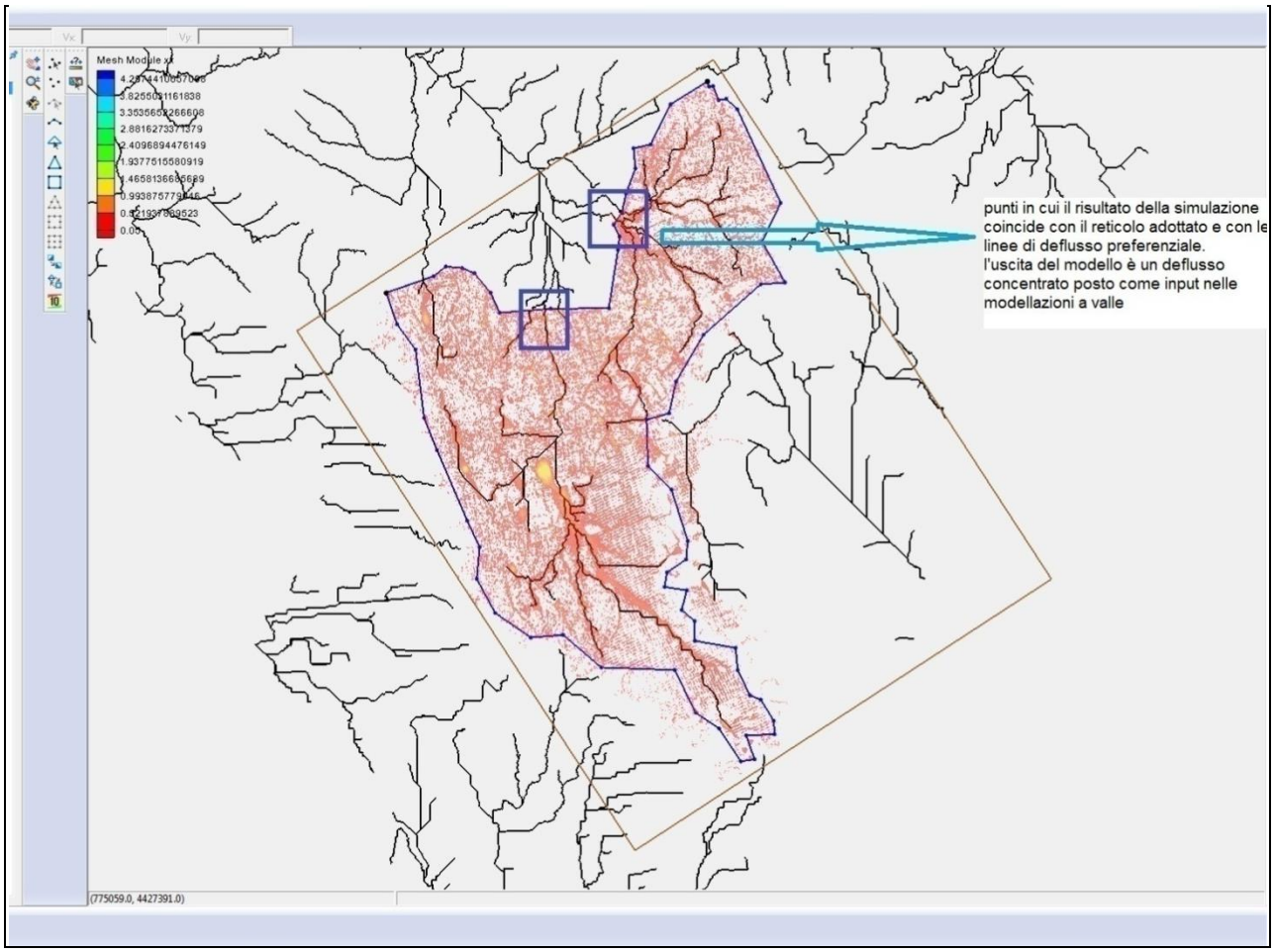


Fig. 15 - output per Tr = 200 anni del bacino 1 sud che, lungo le linee di deflusso preferenziale, ha restituito un deflusso concentrato. Tale deflusso è stato posto in input nel modello di valle del bacino 1 centro.

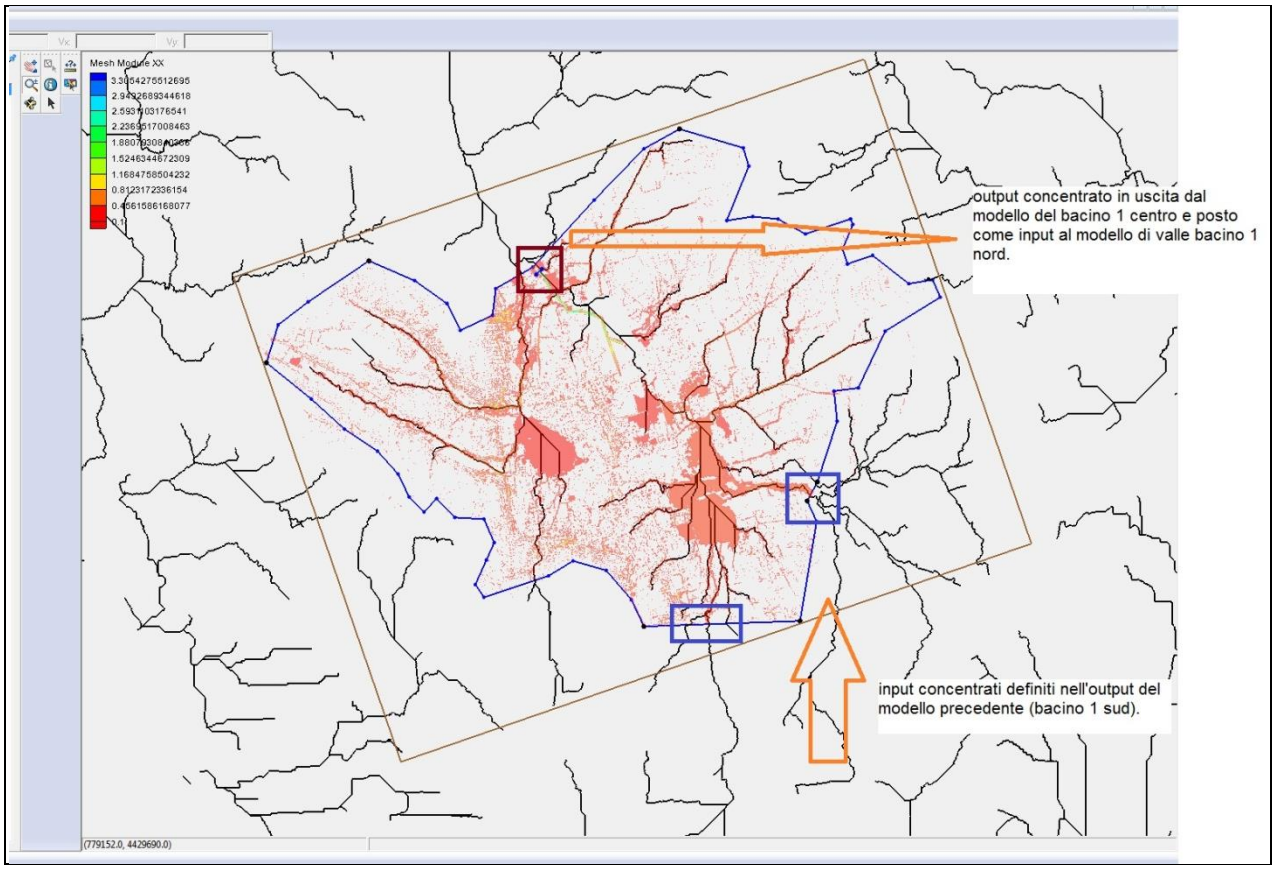


Fig. 16 - output per Tr = 200 anni del bacino 1 centro che, lungo le linee di deflusso preferenziale, ha restituito un deflusso concentrato. Tale deflusso è stato posto in input nel modello di valle del bacino 1 nord.

Gli idrogrammi concentrati riferiti alle sezioni di output (sez.A a destra nella figura e sez.B a sinistra nella figura) di cui alla Fig. 17 per i diversi tempi di ritorno degli eventi sono riassunti in Tabb. 10a - 10b - 10c; mentre gli idrogrammi concentrati della sezione di output di cui alla Fig. 16 per i diversi tempi di ritorno degli eventi sono riassunti in Tab. 11.

Sezione A		Sezione B		Sezione A		Sezione B		Sezione A		Sezione B	
t	Q30	t	Q30	t	Q200	t	Q200	t	Q500	t	Q500
0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.25	0.01	0.25	0.50	0.25	0.01	0.25	1.19	0.25	0.05	0.25	1.90
0.5	0.01	0.5	0.99	0.5	0.36	0.5	3.01	0.5	0.56	0.5	3.83
0.75	0.11	0.75	2.05	0.75	0.68	0.75	3.63	0.75	0.84	0.75	4.93
1	0.26	1	2.19	1	0.99	1	4.57	1	2.31	1	5.49
1.25	0.33	1.25	2.49	1.25	2.97	1.25	4.81	1.25	4.64	1.25	5.92
1.5	0.60	1.5	2.62	1.5	4.30	1.5	4.88	1.5	7.98	1.5	6.04
1.75	0.60	1.75	2.70	1.75	6.54	1.75	5.23	1.75	11.44	1.75	6.09
2	1.77	2	2.77	2	9.26	2	5.29	2	13.26	2	8.44
2.25	2.43	2.25	2.90	2.25	10.10	2.25	5.42	2.25	14.61	2.25	8.56
2.5	3.11	2.5	3.15	2.5	11.56	2.5	6.97	2.5	15.38	2.5	8.84
2.75	3.90	2.75	3.19	2.75	12.08	2.75	7.36	2.75	16.49	2.75	9.99
3	4.29	3	3.26	3	12.41	3	7.55	3	22.32	3	10.25
3.25	4.58	3.25	2.60	3.25	12.03	3.25	5.85	3.25	21.78	3.25	7.99

Sezione A		Sezione B		Sezione A		Sezione B		Sezione A		Sezione B	
t	Q30	t	Q30	t	Q200	t	Q200	t	Q500	t	Q500
3.5	4.48	3.5	1.50	3.5	14.13	3.5	4.29	3.5	19.63	3.5	5.11
3.75	4.19	3.75	1.09	3.75	13.76	3.75	2.96	3.75	16.25	3.75	3.43
4	3.51	4	0.76	4	11.65	4	2.22	4	13.97	4	3.64
4.25	2.82	4.25	0.49	4.25	9.68	4.25	1.63	4.25	11.36	4.25	5.93
4.5	2.26	4.5	0.40	4.5	7.50	4.5	1.35	4.5	9.70	4.5	7.06
4.75	1.78	4.75	0.34	4.75	6.41	4.75	1.06	4.75	7.04	4.75	7.07
5	1.45	5	0.17	5	5.37	5	0.72	5	5.96	5	6.93
5.25	1.21	5.25	0.12	5.25	4.31	5.25	0.58	5.25	5.12	5.25	6.57
5.5	0.95	5.5	0.08	5.5	3.68	5.5	0.58	5.5	4.29	5.5	6.32
5.75	0.72	5.75	0.09	5.75	3.30	5.75	0.56	5.75	3.53	5.75	5.77
6	0.66	6	0.08	6	2.90	6	0.72	6	3.07	6	5.34
6.25	0.52	6.25	0.06	6.25	2.56	6.25	1.03	6.25	2.87	6.25	4.99
6.5	0.61	6.5	0.06	6.5	2.29	6.5	1.23	6.5	2.42	6.5	4.51
6.75	0.65	6.75	0.05	6.75	2.06	6.75	1.36	6.75	2.12	6.75	4.13
7	0.56	7	0.04	7	1.84	7	1.42	7	1.92	7	3.82
7.25	0.52	7.25	0.03	7.25	1.76	7.25	1.43	7.25	1.67	7.25	3.58
7.5	0.46	7.5	0.04	7.5	1.52	7.5	1.43	7.5	1.55	7.5	3.28
7.75	0.45	7.75	0.03	7.75	1.47	7.75	1.42	7.75	1.47	7.75	3.05
8	0.42	8	0.05	8	1.23	8	1.39	8	1.40	8	2.86
8.25	0.39	8.25	0.03	8.25	1.34	8.25	1.36	8.25	1.38	8.25	2.42
8.5	0.35	8.5	0.03	8.5	1.18	8.5	1.31	8.5	1.26	8.5	2.25
8.75	0.35	8.75	0.04	8.75	1.06	8.75	1.29	8.75	1.10	8.75	2.11
9	0.27	9	0.03	9	0.99	9	1.24	9	1.03	9	1.97
9.25	0.31	9.25	0.03	9.25	0.90	9.25	1.19	9.25	0.95	9.25	1.82
9.5	0.30	9.5	0.03	9.5	0.83	9.5	1.17	9.5	0.82	9.5	1.71
9.75	0.25	9.75	0.02	9.75	0.76	9.75	1.12	9.75	0.77	9.75	1.60
10	0.23	10	0.03	10	0.67	10	1.09	10	0.73	10	1.48
10.25	0.21	10.25	0.02	10.25	0.61	10.25	1.06	10.25	0.67	10.25	1.33
10.5	0.22	10.5	0.02	10.5	0.60	10.5	1.02	10.5	0.65	10.5	1.35
10.75	0.22	10.75	0.02	10.75	0.61	10.75	1.00	10.75	0.57	10.75	1.24
11	0.21	11	0.02	11	0.61	11	0.96	11	0.58	11	1.16
11.25	0.20	11.25	0.02	11.25	0.53	11.25	0.93	11.25	0.53	11.25	1.12
11.5	0.19	11.5	0.02	11.5	0.48	11.5	0.90	11.5	0.57	11.5	1.07
11.75	0.20	11.75	0.02	11.75	0.46	11.75	0.86	11.75	0.45	11.75	1.02
12	0.27	12	0.02	12	0.46	12	0.83	12	0.46	12	0.98
Tab 10a - idrogrammi concentrati per Tr=30 anni				**Tab 10b - idrogrammi concentrati per Tr=200 anni**				**Tab 10c- idrogrammi concentrati per Tr=500 anni**			

sezione valle					
t	Q30	t	Q200	t	Q500
0	0.000	0	0.000	0	0.000
0.25	0.001	0.25	0.004	0.25	0.007
0.5	0.006	0.5	0.224	0.5	0.448
0.75	0.111	0.75	0.766	0.75	1.061
1	0.425	1	1.144	1	1.664
1.25	0.627	1.25	1.762	1.25	3.134
1.5	0.697	1.5	2.824	1.5	5.370
1.75	1.015	1.75	4.329	1.75	6.982
2	1.222	2	5.457	2	7.931
2.25	1.434	2.25	6.180	2.25	8.810
2.5	1.729	2.5	6.730	2.5	9.748
2.75	2.206	2.75	7.212	2.75	10.968
3	2.545	3	7.807	3	11.702

sezione valle					
t	**Q30**	**t**	**Q200**	**t**	**Q500**
3.25	2.562	3.25	7.572	3.25	11.185
3.5	2.280	3.5	6.989	3.5	10.287
3.75	2.147	3.75	6.535	3.75	9.388
4	1.983	4	5.811	4	9.166
4.25	1.816	4.25	5.208	4.25	9.260
4.5	1.563	4.5	4.962	4.5	9.429
4.75	1.401	4.75	4.861	4.75	9.219
5	1.380	5	4.929	5	9.040
5.25	1.132	5.25	4.934	5.25	8.961
5.5	1.110	5.5	4.935	5.5	8.771
5.75	1.056	5.75	4.910	5.75	8.553
6	1.011	6	4.889	6	8.268
6.25	0.954	6.25	4.728	6.25	8.030
6.5	0.955	6.5	4.576	6.5	7.800
6.75	0.937	6.75	4.341	6.75	7.378
7	0.891	7	4.093	7	7.041
7.25	0.847	7.25	3.905	7.25	6.685
7.5	0.836	7.5	3.786	7.5	6.359
7.75	0.810	7.75	3.580	7.75	5.985
8	0.798	8	3.375	8	5.711
8.25	0.820	8.25	3.181	8.25	5.339
8.5	0.862	8.5	2.924	8.5	4.840
8.75	0.838	8.75	2.750	8.75	4.278
9	0.845	9	2.586	9	3.892
9.25	0.779	9.25	2.428	9.25	3.679
9.5	0.787	9.5	2.293	9.5	3.425
9.75	0.772	9.75	2.195	9.75	3.190
10	0.756	10	2.091	10	2.996
10.25	0.752	10.25	1.998	10.25	2.842
10.5	0.729	10.5	1.923	10.5	2.677
10.75	0.724	10.75	1.915	10.75	2.513
11	0.704	11	1.825	11	2.354
11.25	0.700	11.25	1.775	11.25	2.253
11.5	0.691	11.5	1.725	11.5	2.173
11.75	0.662	11.75	1.731	11.75	2.045
12	0.660	12	1.650	12	1.947

Tab 11 - idrogrammi concentrati di output del modello bacino 1 centro lungo l'asta del canale a cielo aperto esistente

Con riferimento agli idrogrammi riportati nelle precedenti tabelle 10a, 10b, 10c e 11, è necessario in questa sede precisare quanto segue.

Gli idrogrammi di output dei domini di monte, utilizzati poi come input per i domini di valle, sono ovviamente riferiti alle specifiche sezioni rappresentate nelle Figg. 15 e 16. Si ravvisa, infatti, che i volumi sottesi dai detti idrogrammi, e le portate al colmo degli stessi, si riferiscono alle specifiche sezioni considerate, attraverso le quali passa solo una parte dei volumi di output del dominio complessivo. Il volume complessivo di output della simulazione, infatti, andrebbe calcolato sull'intera linea di frontiera del dominio e non in una specifica porzione della stessa.

I risultati delle simulazioni così condotte (Figg.17a - 17b - 17c), vengono nel seguito riportati, tenendo in debito conto il fatto che si è scelto di dare valenza, in termini di pericolosità idrauliche riferibili ai tematismi del Piano di Assetto Idrogeologico, a quelle aree investite da tiranti idraulici superiori a 0.2m e contestualmente a velocità di trascinamento della corrente superiori a 0.52m/s, rappresentate nel triangolo azzurro del grafico successivo.

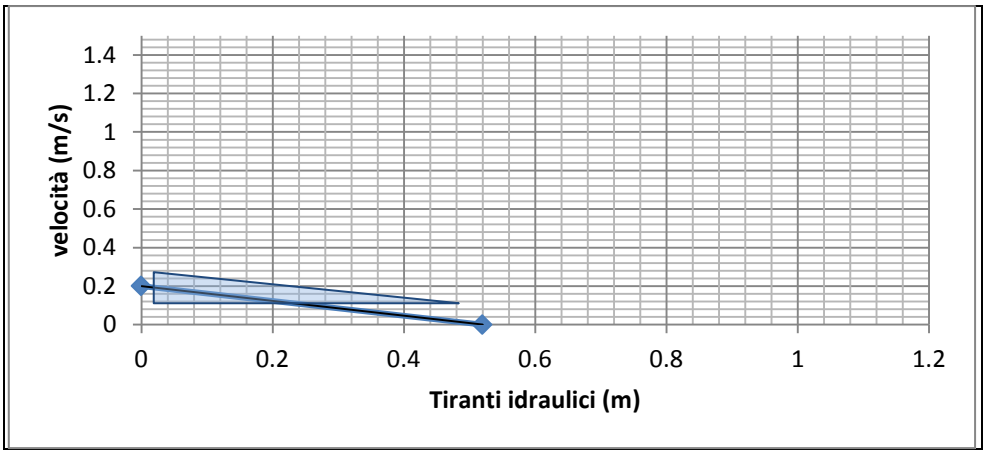


Grafico rappresentativo delle aree (in azzurro) non rappresentabili nel P.A.I. - Assetto Idraulico

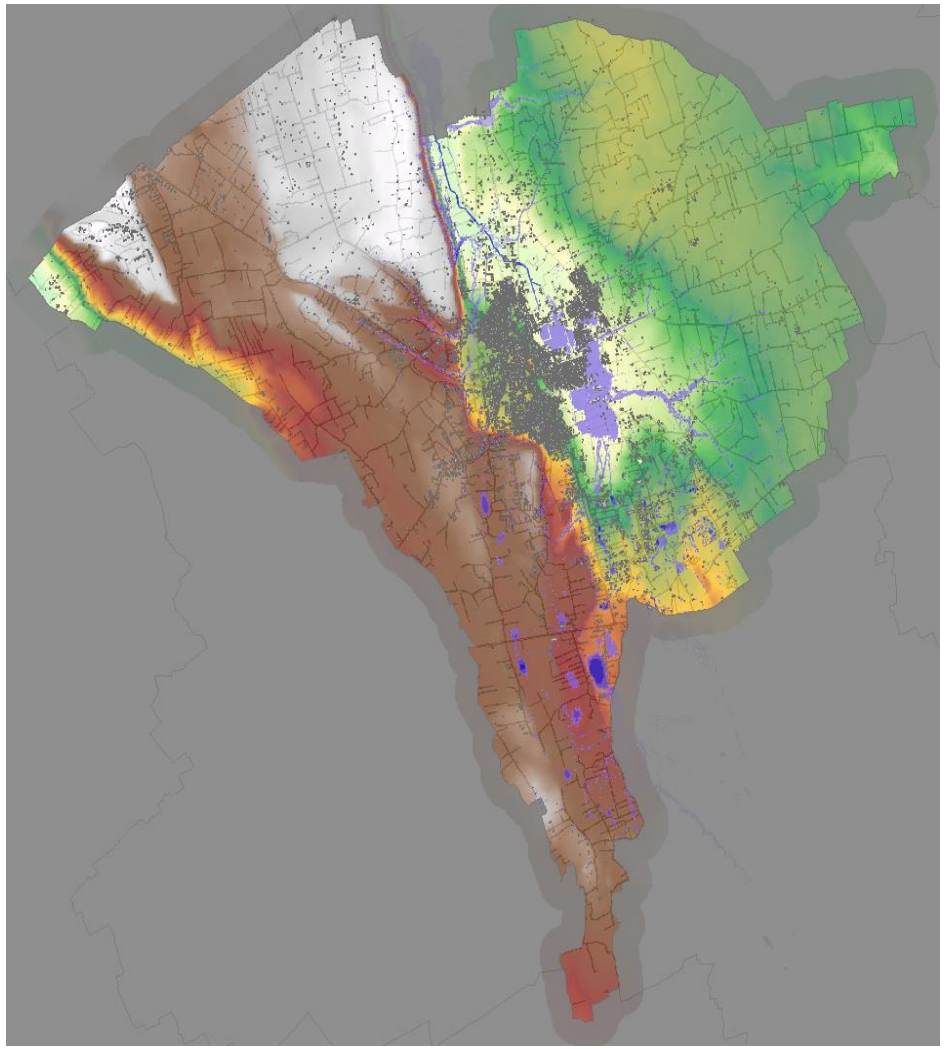


Fig. 17a - output della simulazione complessiva di Bacino 1 per Tr = 30 anni -

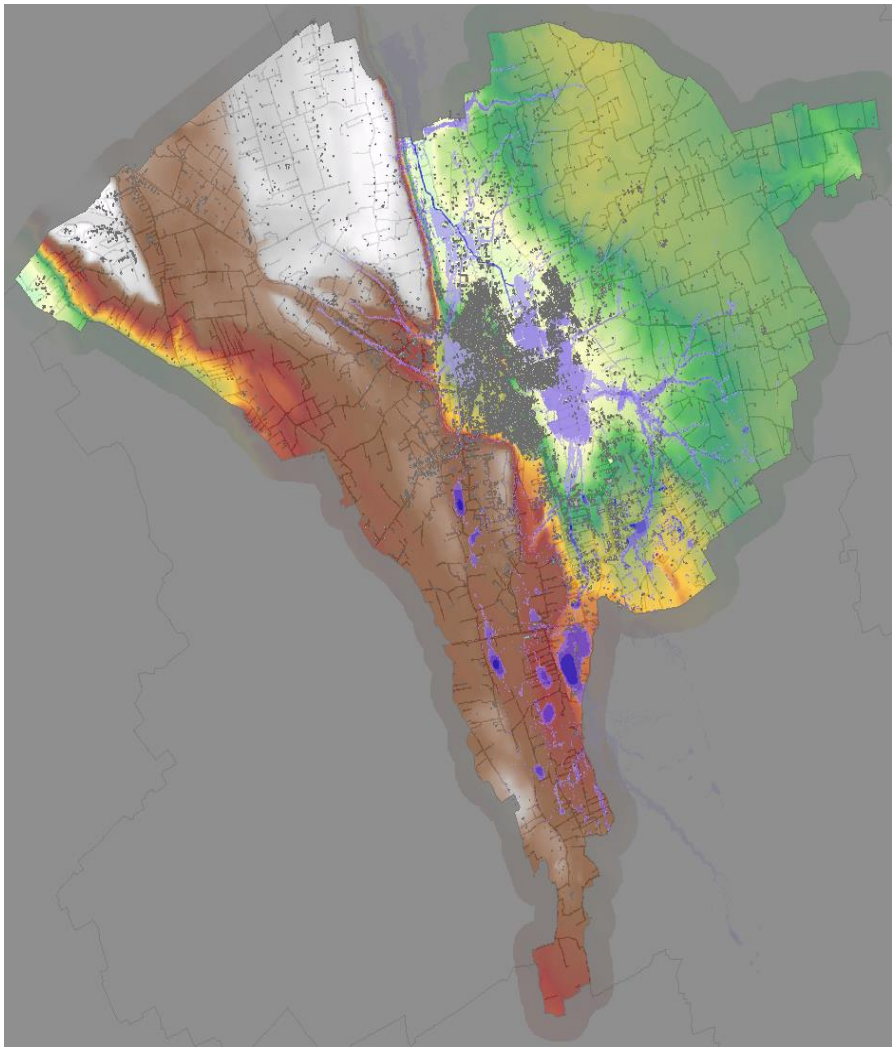


Fig. 17b - output della simulazione complessiva di Bacino 1 per Tr = 200 anni -

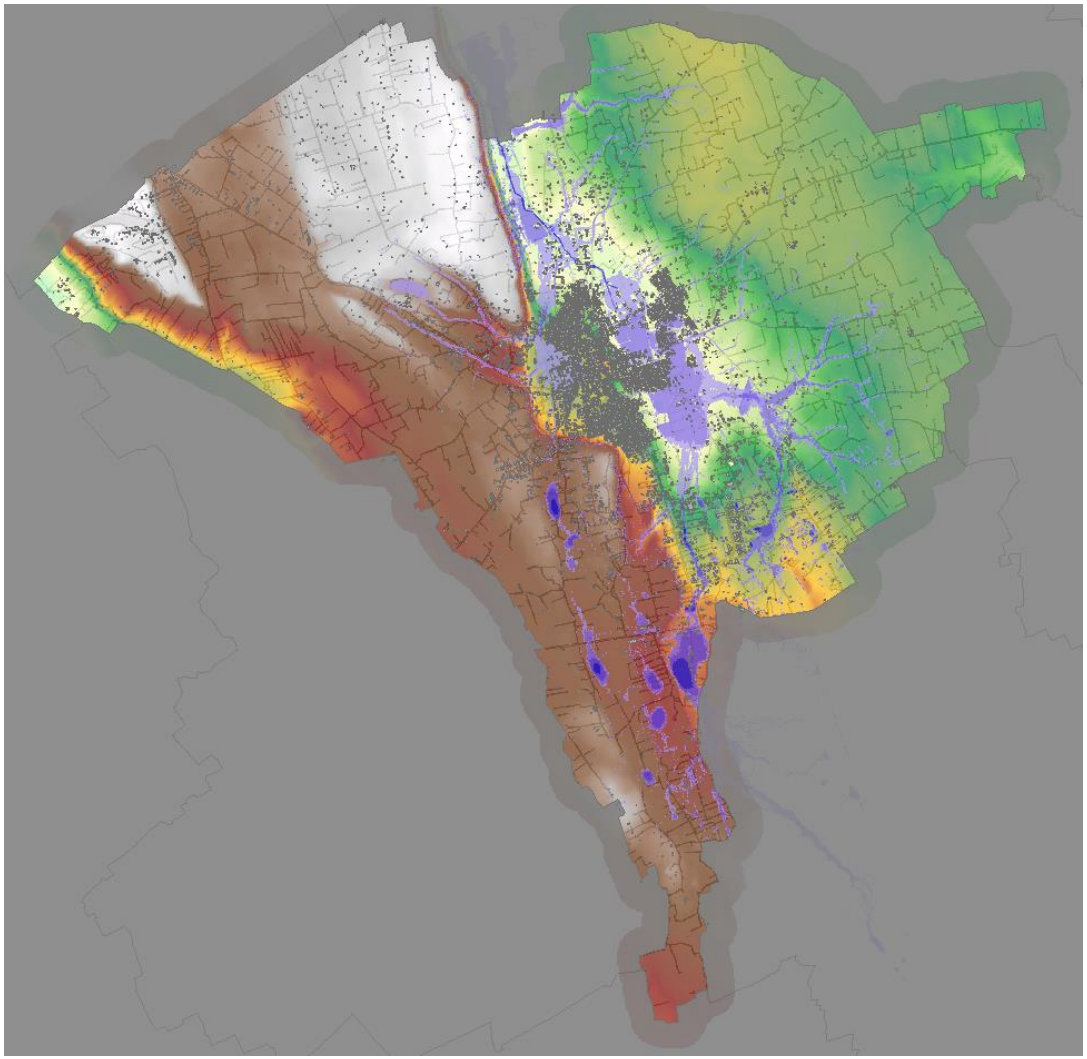


Fig. 17c - output della simulazione complessiva di Bacino 1 per Tr = 500 anni

Pertanto, il nuovo inquadramento delle pericolosità idrauliche territoriali, individuato per i diversi tempi di ritorno degli eventi pluviometrici di Tr = 30, 200 e 500 anni che rappresenta la Nuova Bozza di Progetto di P.A.I. - Assetto Idraulico (derivante dall'acquisizione delle informazioni topografiche di dettaglio del Lidar nel corso del periodo di osservazioni al Progetto di P.A.I. adottato per il territorio comunale di Ruffano) è rappresentato nella successiva Fig. 18, per tutta l'estensione territoriale, e in Fig. 19 con riferimento all'ambito prettamente urbano.

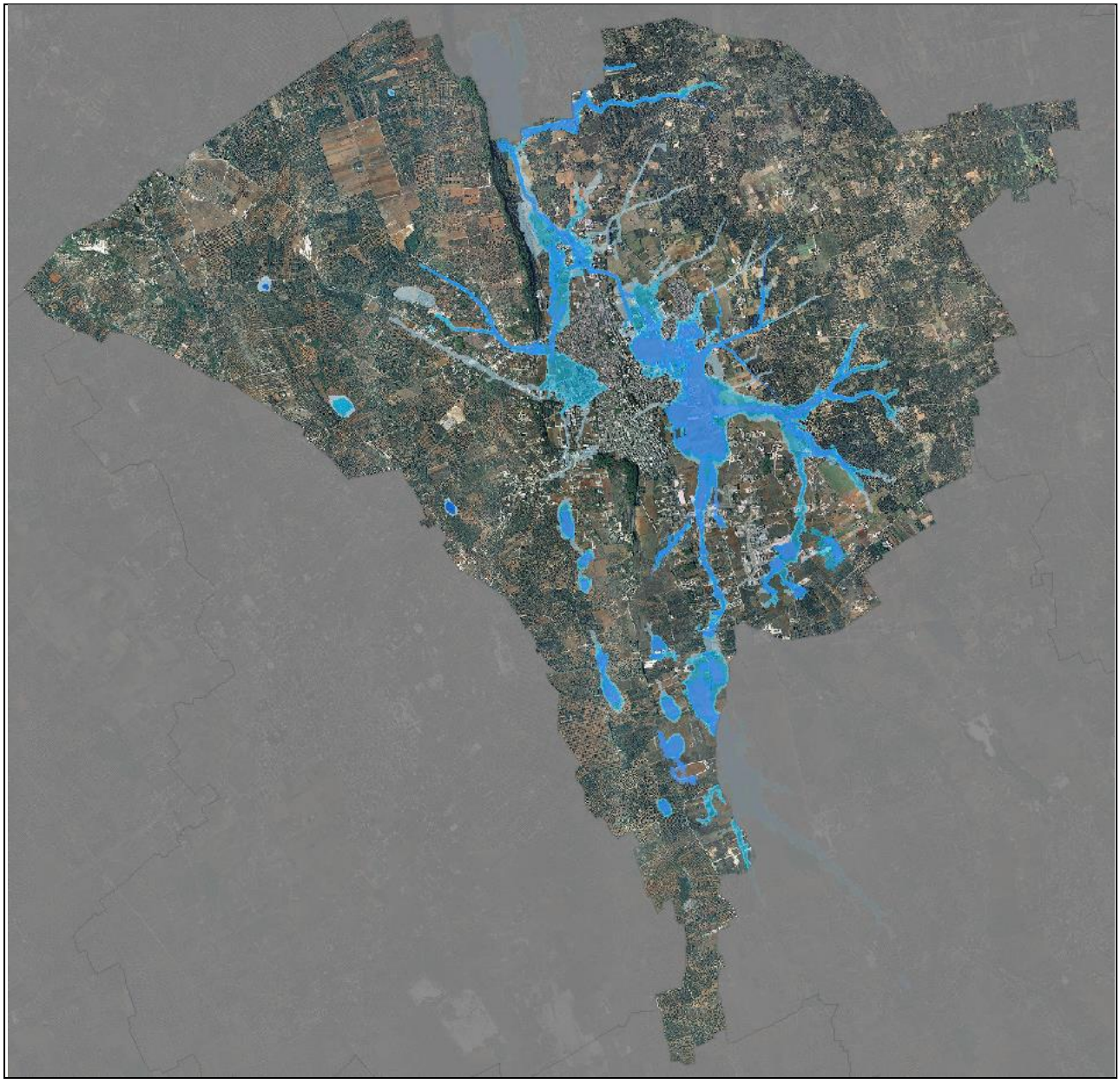


Fig. 18 - Nuova Bozza di Progetto di P.A.I. - Assetto Idraulico per il territorio comunale di Ruffano - Inquadramento generale delle pericolosità idrauliche ridefinite su base topografica Lidar 2015 per eventi con tempo di ritorno di 30, 200 e 500 anni

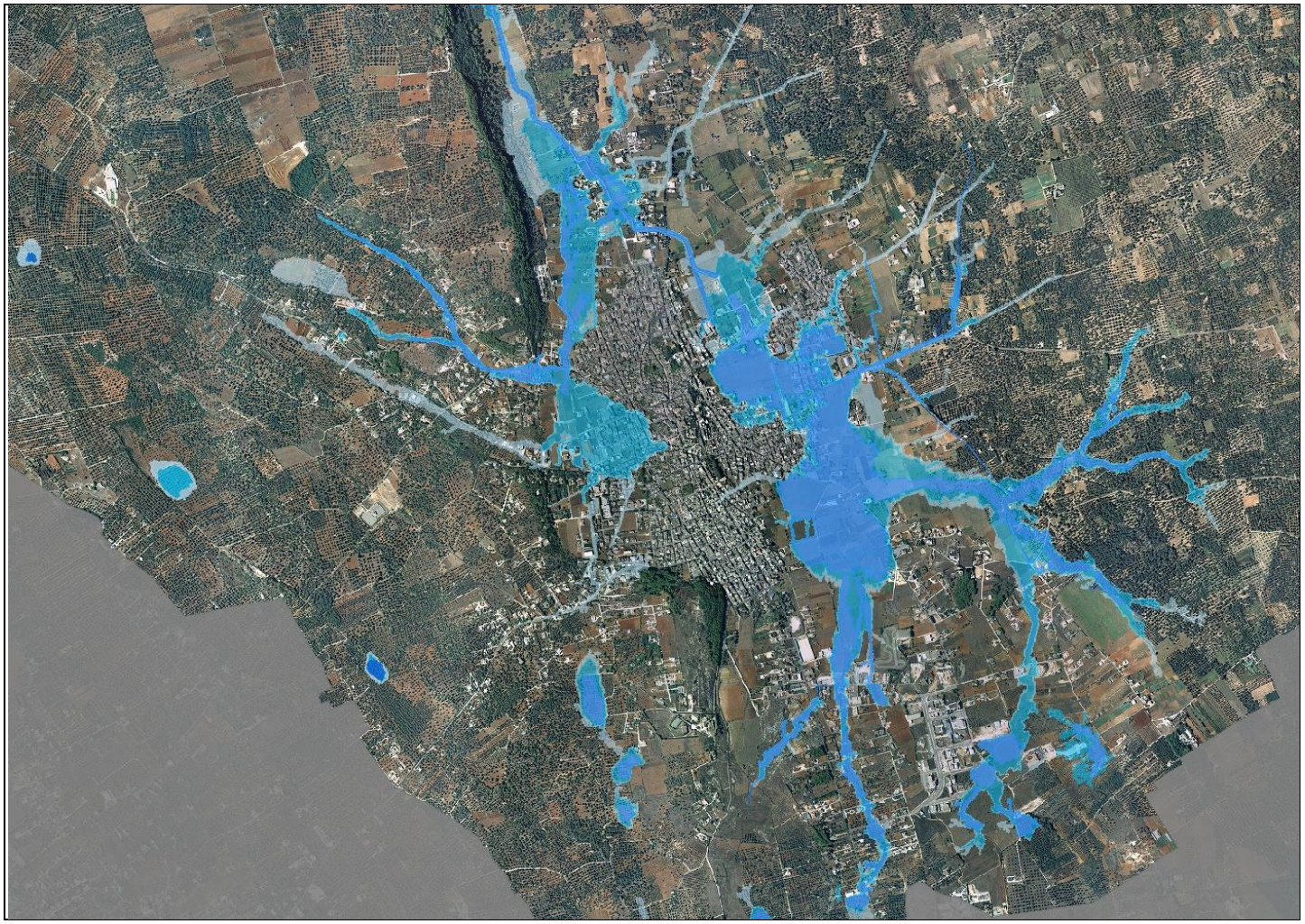


Fig. 19 - Nuova Bozza di Progetto di P.A.I. - Assetto Idraulico - Inquadramento delle pericolosità idrauliche ridefinite su base topografica Lidar 2015 - centro abitato- per eventi con tempo di ritorno di 30, 200 e 500 anni-

Sulla base, in fine, dell'inviluppo delle informazioni rivenienti dall'evidenza morfologica, estratta da ortofoto 2015 (Google earth), dalla morfologia dei luoghi, estratta da rilievo lidar 2015 e da output della simulazione mono-bidimensionale a parametri distribuiti, è stato in fine possibile ridefinire la Nuova Bozza di progetto di P.A.I. - Reticolo Idrografico come rappresentato nella successiva Fig. 20.

Fig. 20 - Nuova Bozza di Progetto di P.A.I. - Reticolo Idrografico ridefinito a seguito del presente studio (in azzurro) sovrapposto al reticolo idrografico adottato (in giallo).

8.2.1 – Aggiornamento Aprile 2017

(Paragrafo curato in occasione della redazione del Progetto di PAI)

Con nota prot. n. 8668 del 23.06.2016, questa Autorità ha trasmesso la Nuova Bozza di P.A.I. del comune di Ruffano richiedendo all'Amm.ne comunale di esaminare i medesimi elaborati al fine di trasferire eventuali informazioni e dati puntuali relativi al territorio di competenza utili ad ogni doveroso approfondimento, contestualmente convocando la prima seduta del tavolo di concertazione, così come espressamente previsto dall'art. 9 comma 5 della L.R. 19/02.

Il suddetto tavolo di concertazione, tenutosi nelle date del 05.07.2016 (giusto verbale prot. AdB n. 9540 del 12.07.2016) e del 02.02.2017 (giusto verbale prot. n. . 1451 del 06.02.2017), si è concluso in assenza di ulteriori informazioni relativamente all'assetto idraulico territoriale e, pertanto, il Progetto di PAI – Assetto Idraulico conferma complessivamente le informazioni territoriali già complessivamente contenute all'interno della Bozza di Progetto di PAI di cui alla precedente Fig. 20.

Si rileva, in questa sede, tuttavia, che il tavolo di concertazione ha riguardato non solo l'inquadramento del Progetto di PAI ai fini dell'adozione dello stesso, ma anche la contemporanea stesura, da parte dei tecnici incaricati dall'Amm.ne comunale, della documentazione scritto – grafica relativa al P.U.G. comunale, in via di adozione, e del Progetto Preliminare complessivo e di primo stralcio delle Opere di Mitigazione del rischio idrogeologico territoriale.

Al momento della redazione della presente relazione risulta finanziato il primo stralcio funzionale delle opere di mitigazione del rischio idrogeologico ed è stato depositato agli atti di questo ufficio il PUG comunale ai fini dell'acquisizione del parere di competenza di questa AdB.

Con riferimento alle opere di mitigazione del rischio idrogeologico, nel verbale dell'ultimo incontro del tavolo di concertazione (prot. AdB n. 1451 del 06.02.2017) si è condiviso che l'inquadramento pre-intervento di mitigazione possa proseguire il proprio iter finalizzato alla adozione del Progetto di P.A.I., così come già rappresentato complessivamente (Assetto Idraulico, Assetto geomorfologico e Reticolo Idrografico) all'interno della Bozza di Progetto di P.A.I., già nelle disponibilità dell'Amm.ne comunale di Ruffano. Con riferimento, invece, ad un possibile inquadramento post-intervento di mitigazione del rischio idraulico, si è convenuto di ritenere in linea generale condivisibile l'inquadramento proposto dai progettisti (riferito agli eventi con tempo di ritorno di 200 anni), ferma restando la facoltà dell'AdBP di approfondire detto inquadramento post-intervento man mano che le singole parti funzionali della proposta progettuale generale siano sottoposte al parere preventivo di competenza di questa Autorità, previa adozione del Progetto di P.A.I. e delle relative Norme di Salvaguardia.

CAPITOLO 9 - Programmazione degli Interventi e Piano Triennale degli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico

9.1 - METODOLOGIE DI ANALISI E SCELTA DEGLI INTERVENTI - LINEE GUIDA PER LA PREDISPOSIZIONE DEL PTI

L'AdB Puglia, al fine di fornire indicazioni riguardo l'elaborazione del Piano Triennale degli Interventi (di seguito denominato PTI) e nell'ottica di rafforzare le attività regionali di programmazione e di attuazione degli interventi di difesa del suolo, ha ravvisato l'esigenza di redigere il documento denominato *"Linee guida per la predisposizione del Programma Triennale degli Interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico"*.

Attraverso tale documento vengono introdotti dei criteri di valutazione atti a giudicare gli interventi proposti da parte degli Enti, a vario titolo competenti in materia di difesa del suolo, in modo tale da consentire l'individuazione di una graduatoria di priorità degli interventi dell'AdB Puglia ai sensi dell'art. 10 della Legge Regionale n. 19/2002 della Puglia.

Infatti, in forza della legge 27 febbraio 2009 n. 13 di conversione, con modificazioni, del D.L. n. 208/2008, nelle more della costituzione dei distretti idrografici di cui al Titolo II della Parte III del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (GU 14.04.06) recante *"Norme in materia ambientale",* e quindi in regime di proroga delle Autorità di Bacino, transitoriamente e fino alla data di entrata in vigore del decreto correttivo del D.Lgs. 152/06 che definisca la disciplina delle Autorità di Bacino Distrettuali (art. 170, comma 2 bis), si applicano le disposizioni previste dalla L. 183/89 (art. 170, comma 11).

In attuazione della legge 183/89 e ss.mm. è stata emanata la L.R. n. 19 del 2002 (legge istitutiva dell'AdB Puglia), le cui disposizioni sono attualmente vigenti per le ragioni di cui sopra.

Pertanto, il PTI è redatto dall'AdB Puglia, ai sensi dell'art. 10 della legge istitutiva L.R. Puglia n. 19/2002, in attuazione del PAI tenendo conto degli indirizzi e delle finalità del piano medesimo e in modo da garantire una piena coerenza con gli obiettivi previsti dalla Legge n. 183/1989 e successive modifiche.

Pertanto, sulla base di un'attenta analisi delle specificità del territorio dell'AdB Puglia e, soprattutto, delle criticità evidenziate dagli studi sinora condotti e dalle segnalazioni degli enti competenti in materia di difesa del suolo, si dovrà pervenire ad un'articolazione del quadro di definizione delle priorità d'intervento distinto per macrosettori:

- Interventi finalizzati alla difesa dalla pericolosità idraulica;
- Interventi finalizzati alla difesa dalla pericolosità geomorfologica;
- Interventi finalizzati alla difesa dall'erosione costiera.

Nella predisposizione del PTI si terrà prioritariamente conto delle perimetrazioni delle aree a diversa pericolosità descritte nel Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico di questa Autorità (PAI) e del Piano Regionale delle Coste della Puglia (PRC), nonché dei risultati di studi che si rendano necessari per meglio definire il PTI stesso.

La procedura di valutazione degli interventi proposti consisterà prevalentemente nella verifica della sussistenza di condizioni di rischio, intesa nell'accezione classica di contestuale esistenza di pericolosità o probabilità di accadimento dell'evento calamitoso e di presenza di elementi a rischio (centri abitati, infrastrutture, attività produttive, elementi di rilevante valore ambientale, storico-culturale).

Il PTI è realizzato sulla base di una sintesi delle informazioni disponibili al fine di inquadrare il fenomeno di dissesto e individuare gli interventi prioritari tesi a limitarne gli effetti.

Gli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico devono essere progettati e realizzati anche in funzione della salvaguardia e della promozione della qualità ambientale.

Per ciascun intervento proposto è predisposto uno studio del fenomeno che determina le condizioni di rischio: questa impostazione consente di assicurare la massima omogeneità e confrontabilità delle proposte di interventi, ordinandole secondo una scala di priorità.

Nel momento della progettazione preliminare devono essere esaminate diverse soluzioni, tenendo conto nella valutazione costi-benefici anche dei costi e dei benefici di tipo ambientale, optando per la soluzione che realizza il miglior grado di integrazione tra i diversi obiettivi.

Il PTI è predisposto sulla base della riduzione della pericolosità idraulica e/o geomorfologica e/o costiera all'interno del tessuto insediativo appartenente al territorio di applicazione del PAI.

All'interno del PTI, gli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico saranno suddivisi in tre macrosettori:

1. Idraulico: interventi che mitigano i dissesti provocati da fenomeni di esondazione o allagamenti. Essi, a loro volta, sono stati suddivisi in:
   - ✓ Idraulico-strutturale: si riferisce a interventi di natura prettamente idraulica (strutturale);
   - ✓ Idraulico-forestale: si riferisce a interventi idraulici di natura forestale mediante l'utilizzo di tecniche di Ingegneria Naturalistica;
2. Frana(*): interventi che vanno a mitigare dissesti provocati da movimenti di pendio. Si distinguono in:
   - ✓ Frane di crollo: consistono nel distacco improvviso di grosse masse di roccia disposte su pareti molto ripide; nonché crolli da falesia: dissesti lungo scarpate molto ripide della costa rocciosa dovuti all'intensa e continua azione erosiva del

mare;

- ✓ Frane di scivolamento: si dividono in movimenti per scivolamento planare o rotazionale;
- ✓ Frane per colamento: si hanno in presenza di saturazione e successiva fluidificazione di masse siltoso-argillose in terreni di alterazione ad opera dell'acqua;
- ✓ Smottamenti, si parla di piccole frane di tipo superficiale, composte principalmente di materiali incoerenti o resi tali dall'effetto dell'acqua.
- ✓ Cavità: crolli di cavità sotterranee.

(*) In merito va sottolineato in questa sede che il Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia individua la pericolosità geomorfologica da frana, ma non classifica tale pericolosità sulla base della tipologia del fenomeno di dissesto.

3. Costa: interventi che vanno a mitigare dissesti provocati da fenomeni di instabilità costiera, ovverosia provocati dall'invasione della terra da parte del mare come risultato di una combinazione di fattori, sia naturali che indotti dall'uomo, operanti a diversa scala.

9.2 - METODOLOGIA DI SELEZIONE E CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

Per supportare metodologicamente la predisposizione del PTI si è ritenuto utile adottare l'analisi multicriteriale che permette di sintetizzare tutte le informazioni in matrici di valutazione facilmente leggibili anche a chi non è esperto in materia, «scomponendo un macro-problema in micro-problemi di più facile soluzione e gestendo una certa dose di incoerenza del decisore entro limiti giudicati accettabili, per cui non richiede perfetta razionalità» (Giangrande).

Il macro-problema in questione riguarda la valutazione degli interventi proposti per la mitigazione del rischio idrogeologico; i microproblemi, invece, sono rappresentati dai *criteri*, detti anche *campi di valutazione*, che sono l'aspetto misurabile del giudizio al quale le alternative sono sottoposte.

In particolare, tali criteri di valutazione sono lo strumento attraverso il quale gli interventi proposti vengono comparati l'un l'altro rispetto all'obiettivo che si vuole raggiungere, ovverosia rispetto all'individuazione delle priorità d'intervento (cfr. tabella n.1 seguente).

I campi di valutazione che rivestono un'importanza strategica ai fini della predisposizione del PTI sono quelli che appartengono ai cluster della "Pianificazione a scala di bacino" e del "Rischio dell'area", perché raggruppano i criteri di valutazione che giudicano il progetto sulla

base dei fattori che concorrono direttamente alla definizione del rischio idrogeologico dell'area.

Il peso dipende dal grado di influenza del campo di valutazione sulla priorità d'intervento. Per esempio il campo "Pericolosità Idrogeologica" (PG3, AP, etc.) influisce sulla priorità d'intervento in misura maggiore (forte grado di influenza) rispetto al criterio "Stato di Avanzamento" (Progetto Esecutivo, Definitivo, ecc). In pratica i pesi misurano le criticità dei vari aspetti del problema e non hanno mai valore assoluto, ma solo relativo.

Per i campi di valutazione "Pericolosità Idrogeologica" ed "Entità" saranno previsti dei coefficienti integrativi, che tengano conto della concomitanza di più fattori di criticità. Essi dovranno concorrere ad aumentare il valore del peso.

Ad esempio, intervenire per mitigare il rischio idrogeologico in un'area sulla quale è presente un edificio scolastico risulta, per ovvie ragioni, più urgente rispetto ad uno monofamiliare.

Se non ci fosse tale coefficiente integrativo i due edifici, a parità di tutte le altre condizioni, otterrebbero lo stesso punteggio, pertanto avrebbero, per assurdo, la stessa priorità.

Per quanto riguarda il voto, esso viene assegnato in merito alle caratteristiche dell'area e del progetto.

Il voto, per ogni criterio di valutazione, è, a parità del valore del peso e del coefficiente integrativo, tanto più alto quanto più l'intervento risulterà essere prioritario rispetto ad un altro.

Ad esempio, il valore economico di un'area (Entità) sulla quale è presente un centro abitato è maggiore (pertanto assumerà un voto più alto) rispetto a quello di un'altra area a vocazione agricola.

Ad ogni criterio di valutazione viene assegnato un punteggio ottenuto dal prodotto algebrico del peso, del coefficiente integrativo e del voto.

La fase finale della metodologia consiste nell'applicare a ciascun progetto la sommatoria dei punteggi e, rispetto a tale sommatoria, nell'elencare i progetti in ordine decrescente, ottenendo così una graduatoria d'interventi.

Pertanto le priorità di intervento rappresentano quei progetti che si sono posizionati nella parte alta della graduatoria, ovverosia quei progetti che hanno massimizzato il punteggio.

Tuttavia potranno essere ammessi in graduatoria interventi finalizzati alla sistemazione di aree per le quali sia dimostrata la sussistenza di condizioni di elevata pericolosità, pur non risultando esse incluse nelle perimetrazioni PAI.

Ciò costituirà elemento di aggiornamento del quadro conoscitivo della pericolosità e, pertanto, l'eventuale ammissione a finanziamento dell'intervento proposto costituirà contestuale e formale recepimento della perimetrazione dell'area come soggetta a pericolosità geomorfologica, idraulica o costiera negli strumenti di pianificazione.

La fase finale della metodologia consiste nello stilare una graduatoria per ognuna delle

otto Province Amministrative che ricadono, in parte o totalmente, sotto la competenza dell'AdB Puglia e, per ciascun macrosettore, della natura degli interventi.

Per ogni ulteriore approfondimento si rimanda al documento *"Linee Guida per la predisposizione del Programma Triennale degli Interventi per la Mitigazione del Rischio Idrogeologico".*

	CLUSTER			
	1 - Pianificazione di Bacino	**2 - Rischio dell'Area**	**3 - Capacità Amministrativa dell'Ente proponente**	**4 - Caratteristiche complementari della Progettazione**
Campi	*Inquadramento dell'intervento nella Pianificazione*	*Pericolosità*	*Completamento*	*Tecniche Ingegneria Naturalistica*
	Studio A scala di Bacino	*Entità*	*Stato di Avanzamento*	*Interventi di Post operam*
	\	*Stato di Emergenza*	*Cofinanziamento del Soggetto Attuatore*	\
	\	*Rapporto Riduzione Rischio/Importo*	*Compatibilità Programmazione Territoriale*	\
	\	\	*Consorzio Comuni*	\

TABELLA 1 MATRICE DEI CONFRONTI A COPPIE A QUATTRO CLASSI DI GENERE

CAPITOLO 10 - Azione di Adeguamento del Piano e Informazione del Pubblico

10.1 - AZIONI DI ADEGUAMENTO

Ai sensi dell'art. 17 della Legge 183/1989, il Piano di Bacino ha valore di piano territoriale ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo e la corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato.

Il comma 6-ter dell'art. 17 della Legge 183/1989 prevede che i piani di bacino idrografico possano essere redatti ed approvati anche per sottobacini o per stralci relativi a settori funzionali che in ogni caso devono costituire fasi sequenziali e interrelate rispetto alle finalità e ai contenuti del Piano. Deve comunque essere garantita la considerazione sistemica del territorio e devono essere disposte, ai sensi del comma 6-bis, le opportune misure inibitorie e cautelative in relazione agli aspetti non ancora compiutamente disciplinati.

Il presente Progetto di Piano costituisce il *Progetto di Piano Stralcio Innovato*, perché riguarda l'assetto idrogeologico e considera esclusivamente l'area territoriale dei Comuni della Provincia di Lecce e Taranto che, a seguito di ricorso collettivo, sono stati toccati dall'annullamento della Delibera di Comitato Istituzionale n. 39 del 30.11.2005 di approvazione del Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI), disposto dal Tribunale Superiore delle Acque Pubbliche con sentenze nn. 127/09 per i comuni della Provincia di Lecce e 128/09 per il Comune di Mareggio in Provincia di Taranto.

Pertanto, l'AdBP provvede a ripetere, secondo le prescrizioni dettate dal TSAP nelle succitate sentenze, il procedimento istruttorio di valutazione del rischio idrogeologico e della pericolosità idraulica del territorio dei Comuni di Alliste, Ruffano, Taurisano, Muro Leccese, Lequile, Patù, Nardò e Aradeo, per la Provincia di Lecce e Maruggio per la Provincia di Taranto, in ottemperanza alle citate Sentenze ai punti 2.4 in motivazione.

In particolare, l'attenzione è stata riposta sui seguenti aspetti:

-acquisizione delle osservazioni e partecipazione della Regione al procedimento;

-conduzione dell'istruttoria per individuare il territorio da vincolare sulla base di parametri relativi ad eventi e condizioni geomorfologiche, idrologiche nonché climatiche propri del territorio considerato.

A tal proposito, si evidenzia che, nella prima stesura del PAI (dicembre 2004), il lavoro è stato condotto su due binari paralleli che, da un lato, hanno tenuto conto delle informazioni cartografiche disponibili, dall'altro, della individuazione di una metodologia estensibile all'intero territorio, ed il cui risultato si è concretizzato nella scelta di bacini pilota sia per il rischio idraulico che per il rischio

frana. D'altronde, le recenti acquisizioni conoscitive relativamente al territorio di competenza consentono una copertura cartografica basata su carte di dettaglio a maggior scala e, dunque, una caratterizzazione precisa della natura e consistenza dei fenomeni di dissesto.

- valutazione del rischio idrogeologico sulla scorta dei parametri individuati nel D.P.C.M. 29 settembre 1998.

Ciò premesso, si riporta qui di seguito l'iter di approvazione del presente " Progetto di Piano" in applicazione del combinato disposto di cui all'art. 9 della L.R. 19/2002, istitutiva dell'Autorità di Bacino della Puglia, e dell'art. 19 della Legge 183/1989, relativo ai piani di bacino di rilievo interregionale, il quale a sua volta rimanda alle disposizioni dettate dall'art. 18 per la elaborazione ed adozione dei piani di bacino di rilievo nazionale.

1. Terminato il lavoro di redazione da parte della S.T.O. dell'AdBP degli studi di carattere morfologico, idrologico, idraulico e geomorfologico dei territori comunali coinvolti dall'annullamento del P.A.I., di cui alle citate sentenze TSAP, e posti a base della Bozza di Progetto di Piano, sarà dato avvio all'attività di concertazione con le Amministrazioni comunali coinvolte al fine sia di informare le stesse degli esiti degli studi condotti sia al fine di raccogliere ogni dato e/o informazione locale utile all'approfondimento tecnico degli studi medesimi; così come espressamente previsto dall'art. 9 comma 5 della L.R. 19/02, che testualmente recita: "5. *al fine di pervenire a una pianificazione unitaria nella redazione sia dei piani di bacino che dei piani stralcio, l'Autorità di Bacino deve prevedere specifici strumenti e attività di concertazione con gli enti territoriali. I contenuti di tale attività, indispensabili al fine dello snellimento delle procedure e di approvazione del piano, fanno parte integrante del progetto di piano e del piano."*

2. Sulla base delle risultanze dell'attività di concertazione, di cui al punto precedente, viene redatto il "Progetto di Piano" che, qualora occorra l'incidenza delle previsioni dello stesso piano con Aree naturali protette inserite nell'elenco del Progetto Natura 2000 (aree SIC, aree ZPS, Parchi Naturali Regionali, Riserve Naturali Orientate, ecc.), sarà sottoposto alla valutazione dell'Ufficio Parchi della Regione Puglia, mediante procedura di Valutazione di Incidenza (Fase di Screening ed eventuali Fasi successive).

3. Conclusa, se occorrente, la procedura di Valutazione di Incidenza, il "Progetto di Piano" viene adottato mediante Delibera di Comitato Istituzionale, su proposta del Segretario Generale, sentito il Comitato Tecnico.

4. Successivamente, l'AdBP promuove la partecipazione attiva di tutte le parti coinvolte,

pubbliche e private, attraverso la pubblicazione della Delibera di C.I. di adozione del "Progettodi Piano" e il deposito, presso le strutture competenti (Regioni, Province e AdBP), di copie dello stesso, onde consentire la consultazione e la presentazione di osservazioni scritte, così come esplicitamente previsto dall'art. 9, comma 6 della L.R. 19/2002 che recita: " *6. Il progetto di piano, sia esso generale, relativo ad un singolo bacino idrografico o ad un settore funzionale, è adottato dal Comitato istituzionale e dell'adozione del progetto di piano è data notizia alle Regioni Puglia, Basilicata e Campania, con la precisazione dei tempi e dei luoghi e delle modalità per la consultazione della documentazione. Il progetto di piano e la relativa documentazione sono depositati presso le sedi delle regioni e province per l'eventuale consultazione per trenta giorni. Presso ogni sede di consultazione è predisposto un registro sul quale sono annotate le richieste di visione e copia degli atti."*.

5. Acquisite le osservazioni, nei modi e nei tempi previsti dall'art. 66, comma 7 del D.Lgs 152/06, di esse sarà fatta partecipe la Regione Puglia, che provvederà a convocare apposita Conferenza Programmatica finalizzata all'espressione dei pareri di tutti gli Enti e le Amministrazioni coinvolte in merito alla coerenza tra pianificazione di bacino e pianificazione territoriale a tutti i livelli; così come espressamente previsto dall'art. 18, comma 9 della Legge 183/89, come sostituito dall'art. 1-bis del DL 279/00, successivamente convertito in Legge 365/00.

6. Il Comitato Istituzionale, tenendo conto del parere espresso dalle Regioni e dalle Province territorialmente competenti sulle osservazioni pervenute e sulla coerenza con le altre pianificazioni territoriali, approverà, nei modi e nei tempi stabiliti dall'art. 68 del D.Lgs. 152/06, il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) (così come rielaborato sia a seguito delle Sentenze nn. 127/09 e 128/09 del TSAP, sia a seguito della fase delle osservazioni e sulla base delle indicazioni emerse a seguito dello svolgimento della Conferenza Programmatica) che verrà pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale e sui Bollettini Regionali delle Regioni Puglia, Campania e Basilicata (art. 9 comma 8 L.R. 19/02).

Secondo la procedura per l'adozione dei Progetti di Piano Stralcio, prevista dall'art. 67 del D.Lgs. 152/06, i Progetti di Piano Stralcio per la Tutela dal Rischio Idrogeologico, di cui al comma 1 del articolo 67, non sono sottoposti a Valutazione Ambientale Strategica (VAS).

10.2 - INFORMAZIONE DEL PUBBLICO

Una copia integrale del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) Innovato, con i relativi allegati grafici, è depositata a permanente e libera visione del pubblico presso la sede della Segreteria Tecnico – Operativa dell'Autorità di Bacino, sita in Valenzano (BA), Str. Prov. per Casamassima Km 3.

Una copia del piano su CD-rom sarà trasmessa a tutti gli enti territoriali interessati.

E', inoltre, prevista la diffusione informatizzata del PAI attraverso la pubblicazione *on-line* sul sito ufficiale dell'Autorità di Bacino della Puglia (www.adb.puglia.it) delle cartografie relative al Piano e agli atti di modifica degli stessi.