



**Comune di Bolano**  
Provincia della Spezia

Coordinatore Ufficio Speciale di "PUC & A21 L"  
**PROGETTO DEFINITIVO**  
**Arch. Claudia DONATI**

Consulenza tecnico scientifico metodologia  
integrata PUC A 21 L  
(progetto preliminare di PUC)  
**Arch. Paola Milani**

**REDAZIONE PROGETTO DEFINITIVO DI PUC**  
Ufficio Speciale di "PUC & A21 L"  
**Arch. Simona BASSI**  
**Arch. Claudia DONATI**  
**Arch. Roberto PALOMBA**

**Consulenze di settore**

Geologia ed idrogeologia  
**Geol. Gabriele PALUMMO**

risorse boschive ed agricole  
**Dott. Agr. Francesco MARIOTTI**

**P.U.C**  
piano urbanistico comunale

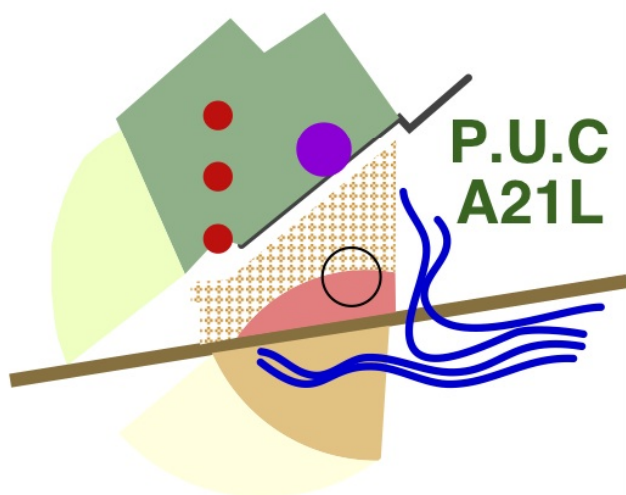
**Progetto Definitivo**

**2013**



**Il Sindaco**  
**Franco RICCIARDI GIANNONI**

**Il Segretario Comunale**  
**Dott. sa Marilena SANI**



**GEOLOGIA**  
**RELAZIONE**

COMUNE DI BOLANO

PIANO URBANISTICO COMUNALE (P.U.C.)

DESCRIZIONE FONDATIVA

Quadro di riferimento paesaggistico e ambientale

Studio di settore riguardante la componente geologica, idrogeologica e sismica

#### METODOLOGIA DI LAVORO

Il presente studio rappresenta la sintesi delle ricerche eseguite sul territorio del Comune di Bolano secondo le normative Nazionali e Regionali, con particolare riferimento all'impostazione metodologica dettata dalla Legge Urbanistica Regionale n. 36 del 4 settembre 1997.

La Descrizione Fondativa di cui all'art. 25 della suddetta Legge Regionale suggerisce infatti, tra le varie tematiche di lavoro, l'analisi conoscitiva e la sintesi interpretativa del territorio comunale riferite "ai caratteri fisici e paesistici dei siti, intendendosi per tali quelli naturali e storico-antropici nei loro aspetti geologici e geomorfologici, vegetazionali ed insediativi, nonché ai principali fattori che costituiscono gli ecosistemi ambientali locali e che ne determinano la vulnerabilità ed il limite di riproducibilità".

Le analisi e le sintesi, predisposte nelle forme e con i mezzi più opportuni, devono rappresentare ed interpretare gli assetti ed i processi individuati, valutare il grado di stabilità ambientale e la suscettività alle trasformazioni, valutare le opportunità di natura economico-sociale rapportate all'uso delle risorse territoriali ed alle prospettive di loro trasformazione, definire la disciplina paesistica di livello puntuale degli ambiti di conservazione e riqualificazione e dei distretti di trasformazione, alimentare il sistema delle conoscenze.

In riferimento alle suddette indicazioni, nel rispetto della normativa Nazionale e Regionale riferita agli aspetti geologici, il lavoro è stato svolto secondo lo schema di seguito esposto, utilizzando quale base di partenza la Descrizione Fondativa contenuta nel Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale.

La prima parte del presente lavoro viene dedicata alla documentazione di base ottenuta dall'analisi sia dei dati bibliografici specifici sia dalla documentazione fornita dagli Uffici Tecnici del Comune di Bolano sia anche da nuovi rilevamenti eseguiti sul terreno.

In questa fase si forniscono ulteriori informazioni riguardanti i lineamenti geografici e climatici, l'assetto geologico e strutturale, le osservazioni geomorfologiche, gli studi idrogeologici e la caratterizzazione litotecnica del territorio.

Nella seconda parte vengono affrontati approfondimenti specifici sul reticolo idrografico e la pericolosità idraulica, sulla vulnerabilità degli acquiferi, sulla pericolosità idrogeologica, sulla pericolosità sismica e sulla sicurezza del territorio.

Quanto sopra esposto, portato avanti mediante la raccolta di documentazione specifica, i rilievi di campagna, i rilievi aerogeologici e di fotointerpretazione su fotografie aeree della Regione Liguria, viene esplicitato tramite la stesura della presente relazione e la realizzazione delle seguenti carte tematiche:

- la Carta Geologica (TAV. GEO1);
- la Carta Geomorfologica (TAV. GEO2);
- la Carta Idrogeologica (TAV. GEO3);
- la Carta dell'Acclività dei Versanti (TAV. GEO4).
- la Carta dei Vincoli Geomorfologici ed Idraulici (TAV. GEO5);
- la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (TAV. GEO6);
- la Carta di Zonizzazione Geologica del Territorio (TAV. GEO7).

## PARTE I

### 1. INQUADRAMENTO GENERALE DELLE CARATTERISTICHE DEL TERRITORIO

#### 1.1 Lineamenti geografici e climatici

Il Comune di Bolano, posto nella Regione Liguria in Provincia di La Spezia, ha una superficie di 14,68 Km<sup>2</sup>.

E' situato a circa 15 Km a Nord-Est della Spezia e si pone in sponda sinistra del Fiume Vara ed in sponda destra del Fiume Magra, trovandosi alla confluenza degli stessi.

Posto sul versante occidentale dell'Appennino Settentrionale, tra la Valle del Vara ed i territori della Lunigiana, è compreso fra le latitudini di circa 4.889.630 e 4.895.609 e le longitudini di circa 1.569.169 e 1.574.566 (coordinate del sistema Gauss-Boaga).

Trovandosi dunque tra due regioni confina con i Comuni Liguri di Follo, Santo Stefano di Magra, Vezzano Ligure e con i Comuni Toscani di Aulla, Podenzana e Tresana.

Prevalentemente collinare e con una limitata fascia di pianura, il Comune di Bolano, presenta un clima submediterraneo con solo alcuni giorni di gelo in media all'anno e circa un mese di aridità estiva.

Da rilievi effettuati in sito, dall'elaborazione dei dati forniti dal Centro Meteo-Idrologico della Regione Liguria (CMIRL) e dalla consultazione degli Annali Idrologici dell'Ufficio Idrografico di Genova (Ministero dei Lavori Pubblici) è stato possibile ottenere valutazioni sulla meteorologia locale.

I valori delle temperature medie mensili presentano un massimo estivo, con temperature prossime ai 20°C, nei mesi di luglio e agosto ed un minimo invernale, con temperature di circa 5°C, nel mese di gennaio.

Il numero di giorni di pioggia annuale è pari a circa 90-100 mentre le precipitazioni presentano minimi prossimi ai 1.000 mm e massimi anche superiori ai 2.000 mm, con una media che si aggira attorno ai 1.300-1.400 mm.

#### 1.2 Assetto geologico e strutturale

Il territorio in esame, appartenendo all'Appennino Settentrionale, è stato oggetto dei processi che hanno condotto alla formazione dello stesso.

L'attuale assetto del territorio è il risultato di lunghe e complesse fasi geologiche che hanno coinvolto tutto l'Appennino Ligure – Toscano.

L'Appennino infatti fu oggetto di varie fasi compressive a partire dal Cretaceo superiore fino al Miocene medio-superiore con conseguenti accorciamenti cristallini e formazione di falde.

In seguito si ebbe un regime distensivo caratterizzato dalla deposizione di sequenze sedimentarie (in discordanza sopra le rocce precedenti fortemente compresse) e dalla formazione di faglie dirette aventi direzione preferenziale Nord-Ovest Sud-Est.

L'Appennino Settentrionale presenta dunque una struttura molto complessa con diverse falde sovrapposte e, per questo motivo, nel territorio in esame affiorano sia sequenze appartenenti alla Falda Toscana sia Unità Liguri.

## 2. STRATIGRAFIA DELLE UNITÀ TETTONICHE

### 2.1 DOMINIO LIGURE

Le unità tettoniche derivate da questo dominio paleogeografico sono successioni depostesi originariamente nell'area oceanica tetidea compresa tra il paleomargine continentale africano e quello europeo. Esse sono state intensamente coinvolte nell'orogenesi appenninica tanto da avere perso spesso non solo il substrato oceanico, ma anche buona parte dell'originaria successione litostratigrafica.

Le unità tettoniche riconosciute, secondo l'ordine di sovrapposizione dall'alto verso il basso, sono le unità del M. Antola, del M. Gottero (Dominio Ligure Interno) e di Ottone (Dominio Ligure Esterno).

#### 2.1.1 DOMINIO LIGURE INTERNO

### 2.1.1.1 UNITA' TETTONICA DEL M. ANTOLA

#### - ARGILLITI DELLA VAL LAVAGNA (**LVG**)

Affioramenti tipici: strada Ceparana-Bolano nei pressi di Ca de Negri.

Caratteri litologici di terreno: argilliti grigio-brune, raramente verdi chiare e talora rosse, con patine mangesifere, marne siltose e alternati rari livelli siltitici.

Spessore dell'unità: quello affiorante è di poche decine di metri.

Attribuzione cronologica: Santoniano-Campaniano.

Ambiente deposizionale: piana bacinale.

#### - FORMAZIONE DEL M. ANTOLA (**FAN**)

Affioramenti tipici: in aree limitate a Ceparana, buone esposizioni si osservano nei pressi di Ca de Negri.

Caratteri litologici di terreno: torbiditi calcareo-marnose e calcarenitiche in strati spessi anche più di 1 metro.

Spessore dell'unità: spessore massimo di circa 200 metri.

Attribuzione cronologica: Campaniano superiore-Maastrichtiano.

Ambiente deposizionale: piana bacinale al di sopra del CCD (Carbonate Compensation Depth).

### 2.1.1.2 UNITA' TETTONICA DEL M. GOTTERO

#### - GABBRI (**G**)

Caratteri litologici di terreno: gabbri con pirosseni talora fino a diversi centimetri di lunghezza, subordinatamente olivinici.

Attribuzione cronologica: Giurassico medio.

#### - ARENARIE DEL M. GOTTERO (**GOT**)

Caratteri litologici di terreno: depositi torbiditici in strati di spessore anche notevole che raggiungono talora i 7 metri (in media circa 3); la parte basale degli strati varia da grossolana a medio-fine, ma non sono rari i livelli basali microconglomeratici e le amalgamazioni; il rapporto arenaria/pelite è superiore a 4; frequenti i filoni sedimentari arenacei nella frazione pelitica degli strati più potenti; nella successione sono state distinte due litofacies: quella più ricorrente è essenzialmente arenaceo-pelitica, e in molti casi caratterizza da sola ampie porzioni della formazione (**GOT<sub>a</sub>**).

Litofacies arenaceo-pelitica e pelitico-arenacea (**GOT<sub>a</sub>**): lo spessore medio degli strati è di circa 30 centimetri e raramente supera il metro, con un rapporto arenite/pelite generalmente inferiore a 1; la granulometria della porzione basale è generalmente arenacea fine, talora siltitica.

Spessore dell'unità: spessore complessivo stimato di circa 1200 metri.

Attribuzione cronologica: Campaniano superiore-Paleocene inferiore.

Ambiente deposizionale: porzione esterna di conoide sottomarina, sedimentazione al di sotto della CCD (Carbonate Compensation Depth).

### 2.1.2 DOMINIO LIGURE ESTERNO

#### 2.1.2.1 UNITA' TETTONICA DI OTTONE

##### - ARENARIE DI CASANOVA (**CSU**)

Affioramenti tipici: poco a sud-est di Bolano.

Caratteri litologici di terreno: torbiditi arenaceo-pelitiche generalmente fini o medie (in alcuni casi grossolane) con strati generalmente sottili e talora medi; il colore varia dal grigio al grigio-verdastro, in quanto frequentemente sono costituite da clasti di derivazione ofiolitica, ma sono frequenti anche altri tipi di arenarie classificabili come grovacche feldspatiche, organizzate in strati generalmente più spessi (fino al metro); alla base degli

strati a volte sono presenti controimpronte biologiche a da corrente; talora si possono osservare livelli di argilliti verdastre (area a sud-est di Bolano).

Spessore dell'unità: l'unità è intensamente deformata ed inoltre base e tetto non sono affioranti; spessore stimato intorno al centinaio di metri.

Attribuzione cronologica: Campaniano inferiore.

Ambiente deposizionale: piana bacinale.

#### - COMPLESSO DI M. VERI (**MVE**)

Sinonimi: argille a Palombini, scisti a galestrini.

Affioramenti tipici: in peggiori condizioni su una fascia in sinistra orografica del Magra a Montebello.

Caratteri litologici di terreno: prevalenti marne e marne argillose grigio chiare e nocciola, con stratificazione da indistinta ad apprezzabile e fatturazione in scaglie centimetri che appiattite o a saponetta; occasionalmente sono presenti sottili strati di argilliti rosse e blocchi di strati calcareo-marnosi; i clasti variano da pochi centimetri ad alcuni decimetri, sono prevalentemente calcarei, calcareo-marnosi e subordinatamente diasprini e basaltici, con abbondante matrice argillitica; ad altezze stratigrafiche variabili sono intercalati olistoliti di dimensioni cartografabili di GABBRI (Γ) (è stato individuato un solo affioramento nei pressi di Botti di Sotto a sud-est di Bolano, rappresentato da un olistolite di poche decine di metri, costituito da gabbri pegmatoidi).

Spessore dell'unità: circa 200 metri.

Attribuzione cronologica: Campaniano.

Ambiente deposizionale: piana bacinale.

#### - FLYSCH DI OTTONE (**OTO**)

Sinonimi: calcari di Ottone, flysch ad elmintoidi, flysch di M. Caio.

Affioramenti tipici: Bolano.

Caratteri litologici di terreno: successione torbidity costituita da strati calcareo-marnosi e calcarenitici grigio-scuri, intercalati da argille marnose scure; lo spessore degli strati è in genere notevole e supera frequentemente alcuni metri; sono presenti anche orizzonti in cui gli strati sono mediamente sottili e la porzione pelitica abbondante.

Spessore dell'unità: lo spessore, mal valutabile a causa della tettonizzazione, non dovrebbe superare il migliaio di metri, mentre gli spessori minimi risultano di circa 2-300 metri.

Attribuzione cronologica: Campaniano – Maastrichtiano.

Ambiente deposizionale: piana bacinale.

## 2.2 DOMINIO SUBLIGURE

Costituito prevalentemente da argilliti e calcari ad assetto spesso scompaginato nei quali sono intercalati, con contatto tettonizzato, livelli talora cartografabili di arenarie (Arenarie di Ponte Bratica **ARB**) e di calcari (Calcari di Groppo del Vescovo **CGV**), risulta tettonicamente sovrapposto al Dominio Toscano.

### 2.2.1 UNITA' TETTONICA DI CANETOLO

Rappresentata prevalentemente dalle Argille e Calcari di Canetolo (**ACC**) all'interno dei quali, nella parte inferiore, sono ricorrenti intercalazioni di Calcari di Groppo del Vescovo (**CGV**) mentre nella parte alta sono invece ricorrenti le intercalazioni di Arenarie di Ponte Bratica (**ARB**); i contatti tra tutte queste unità sono tettonizzati.

#### - ARGILLE E CALCARI DI CANETOLO (**ACC**)

Sinonimi: formazione argilloso-calcareo nummulitifera.

Affioramenti tipici: Bolano.

Caratteri litologici di terreno: prevalgono argilliti fissili scure, talora leggermente carbonatiche, spesso nere, alle quali si intercalano frequenti torbiditi calcareo-marnose di colore grigio chiaro o verdastre e torbiditi siltoso-arenacee; si presenta molto tettonizzata e i livelli più competenti mostrano frequentemente un boudinage accentuato.

Spessore dell'unità: spessore massimo 250 metri.

Attribuzione cronologica: Paleogene.

Ambiente deposizionale: piana bacinale.

#### - CALCARI DI GROppo DEL VESCOVO (**CGV**)

Caratteri litologici di terreno: torbiditi calcaree e calcareo-marnose, talora a base calcarenitica, in cui sono stati rinvenuti rari noduli di selce nera; gli strati hanno spessore medio di circa 15-30 centimetri, talora superano il metro, spesso gradati e di colore generalmente chiaro; l'unità è costituita da livelli generalmente lenticolari.

Attribuzione cronologica: Eocene inferiore e medio.

Ambiente deposizionale: piana bacinale.

#### - ARENARIE DI PONTE BRATICA (**ARB**)

Affioramenti tipici: Montebello di Sopra.

Caratteri litologici di terreno: arenarie torbiditiche, micacee, a granulometria medio-fine, grigie, in strati spessi mediamente 15-20 centimetri; comuni gli interstrati argillitici grigio-chiari o avana, spessi in genere sui 5-20 centimetri, mentre sono occasionali gli strati calcarenitici alterati.

Spessore dell'unità: di poco superiore a 250 metri.

Attribuzione cronologica: Oligocene superiore.

Ambiente deposizionale: piana bacinale.

### 2.2.2 UNITA' TETTONICA DI MARRA

#### - MARNE DEL TORRENTE PIGNONE (**MTP**)

Affioramenti tipici: Bolano (M. Zecchino)

Caratteri litologici di terreno: marne e marne siltose prevalenti, grigie e massive; talora sono presenti lamine millimetriche di siltiti con ripple, generalmente di colore più scuro; nella porzione superiore si possono osservare rari orizzonti costituiti da siltiti e/o arenarie fini leggermente carbonati che e livelli di argilliti nere.

Spessore dell'unità: spessore massimo di circa 200 metri con frequenti riduzioni.

Attribuzione cronologica: Oligocene.

Ambiente deposizionale: margine interno di avanfossa.

### 3.1 DOMINIO TOSCANO

Formato da potenti successioni affioranti estesamente nell'Appennino settentrionale smembrate in unità tettoniche sovrapposte in seguito alla collisione con il margine continentale europeo.

#### 3.1.1 FALDA TOSCANA

##### - MACIGNO (**MAC**)

Caratteri litologici di terreno: strati torbiditici da sottili a molto potenti; prevalgono arenarie medie o grossolane, talora con superfici basali erosive o amalgamate; gli strati sottili e medi sono gradati e la sequenza di Bouma è talora completa; negli strati più spessi o grossolani ricorre la tessitura massiva alla base, cui si accompagnano frequentemente livelli molto discontinui di arenarie conglomeratiche e clasti appiattiti argillitici o calcareo-marnosi; nella parte inferiore dell'unità e verso il tetto sono presenti strati conglomeratici lateralmente discontinui, spesso marcatamente lenticolari e canalizzati o amalgamati, con ciottoli arrotondati da centimetrici a decimetrici.

Litofacies della Arenarie Zonate (**MAC<sub>a</sub>**): peculiare zonatura legata all'alternanza di arenarie medio-fini e siltiti in strati da decimetrici a centimetrici avana o grigi, e siltiti argilliti che grigio-scure; il rapporto arenite/pelite è in genere compreso tra 1/3 e 1/10; le superfici di base delle arenarie e delle siltiti sono piatte, talora leggermente erosive mentre la parte inferiore degli strati ha strutture a laminazione incrociata o, subordinatamente, a laminazione piana e parallela; negli strati a granulometria più fine, la parte inferiore, relativamente più grossolana, è caratterizzata dalla presenza di ripple passanti con gradualità alla frazione argillitico-siltosa.

Spessore dell'unità: prossimo ai 2400 metri.

Attribuzione cronologica: Oligocene superiore.

Ambiente deposizionale: avanfossa.

#### 4.1 COPERTURE NEOGENICO-QUATERNARIE

##### 4.1.1 DEPOSITI DEL MIOCENE SUPERIORE-PLEISTOCENE

###### 4.1.1.1 BACINO DI SARZANA

###### - SINTEMA DELLA BASSA VALDIMAGRA (**BVM**)

Affioramenti tipici: in sinistra dei fiumi Magra e Vara.

Caratteri litologici di terreno: conglomerati prevalenti su sabbie e limi, variamente pedogenizzati.

Spessore dell'unità: spessore massimo circa 100 metri.

Attribuzione cronologica: Pleistocene.

Ambiente deposizionale: sistemi di conoide alluvionale alimentati dai tributari di sinistra dei fiumi Vara e Magra.

Nell'unità si distinguono i seguenti sub sintemi:

###### - SUBSINTEMA DI SAN BARTOLOMEO (**BVM<sub>1</sub>**)

Caratteri litologici di terreno: alternanze di conglomerati prevalenti, sabbie e limi; i conglomerati sono polimodali, con clasti di diametro massimo fino a 25 centimetri, a tessitura clasto-sostenuta con abbondante matrice sabbioso-siltosa, embriciamento da scarso a moderatamente sviluppato; si organizzano in strati lenticolari a base erosiva di spessore decimetrico-metrico massivi o grossolanamente gradati, frequentemente amalgamati; le sabbie sono in genere medio-grossolane, massive e intercalate ai conglomerati mentre i limi, massivi e fortemente alterati, caratterizzano il tetto dell'unità.

Spessore dell'unità: spessore massimo intorno ai 15-20 metri.

Attribuzione cronologica: Pleistocene.

Ambiente deposizionale: conoide alluvionale.

###### - SUBSINTEMA DI SANTO STEFANO MAGRA (**BVM<sub>2</sub>**)

Caratteri litologici di terreno: alternanze di conglomerati prevalenti, sabbie e limi; i conglomerati sono polimodali, con clasti di diametro massimo fino a 15 centimetri, a tessitura clasto-sostenuta con abbondante matrice sabbioso-siltosa, embriciamento da scarso a moderatamente sviluppato; si organizzano in strati lenticolari a base erosiva di spessore decimetrico-metrico massivi o grossolanamente gradati, frequentemente amalgamati; le sabbie sono in genere medio-grossolane, massive e intercalate ai conglomerati mentre i limi, massivi e alterati, caratterizzano il tetto dell'unità.

Spessore dell'unità: spessore massimo intorno ai 10-15 metri.

Attribuzione cronologica: Pleistocene.

Ambiente deposizionale: conoide alluvionale.

###### - SUBSINTEMA DI CEPARANA (**BVM<sub>3</sub>**)

Caratteri litologici di terreno: alternanze di conglomerati prevalenti, sabbie e limi; i conglomerati sono polimodali, con clasti di diametro massimo fino a 15 centimetri, a

tessitura clasto-sostenuta con abbondante matrice sabbioso-siltosa, embriciamento da scarso a moderatamente sviluppato; si organizzano in strati lenticolari a base erosiva di spessore decimetrico-metrico massivi o grossolanamente gradati, frequentemente amalgamati; le sabbie sono in genere medio-grossolane, massive e intercalate ai conglomerati mentre i limi, massivi e alterati, caratterizzano il tetto dell'unità.

Spessore dell'unità: spessore massimo intorno ai 10 metri.

Attribuzione cronologica: Pleistocene.

Ambiente deposizionale: conoide alluvionale.

#### 4.1.2 DEPOSITI QUATERNARI

Comprendono gran parte dei sedimenti attuali e quelli che li hanno preceduti in tempi relativamente recenti.

##### - DEPOSITI DI FRANA ( $a_1$ , $a_{1a}$ )

Sono distinti in depositi di frana ( $a_1$ ) e in depositi di frana antica ( $a_{1a}$ ) in base alla presenza o meno di segni di attività in atto o recente (nicchia di distacco e di scoscendimento, area di accumulo); frane antiche sono considerati quegli accumuli al momento stabilizzati, nei quali tuttavia è possibile riconoscere una morfologia di area in dissesto, già sottoposta a fenomeni di rimodellamento con incisioni o smantellamenti. I depositi sono caratterizzati da accumuli di materiale eterometrico ed eterogeneo, in relazione alle litologie che questi fenomeni di instabilità hanno coinvolto.

##### - COLTRI ELUVIO COLLUVIALI ( $b_2$ )

Caratteri litologici di terreno: coperture detritiche dovute ad alterazione in situ, in seguito mobilizzate da processi di versante, costituite da clasti eterometrici di varia litologia in matrice pelitica e/o sabbiosa.

Spessore dell'unità: da pochi metri a 10-15 metri.

Attribuzione cronologica: Quaternario.

##### - DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI ( $b_{n1-2}$ )

Caratteri litologici di terreno: rappresentati lungo le valli dei principali corsi d'acqua, sono costituiti da conglomerati, ghiaie, sabbie e limi distribuiti a varie quote lungo le valli fluviali; i vari ordini di superfici terrazzate vengono indicati con numeri crescenti a partire dal più basso e recente fino al più alto e antico.

Spessore dell'unità: non superiori a 5-6 metri.

Attribuzione cronologica: Olocene.

Ambiente deposizionale: pianure alluvionali e sistemi fluviali.

##### - DEPOSITI ALLUVIONALI DEI CORSI D'ACQUA ATTUALI (b)

Caratteri litologici di terreno: depositi degli alvei fluviali e torrentizi attuali, depositi ghiaiosi, sabbiosi e limosi accumulati lungo le principali aste fluviali e torrentizie, soggette ad evoluzione dai processi fluviali.

Spessore dell'unità: da pochi decimetri a pochi metri.

### 3. OSSERVAZIONI GEOMORFOLOGICHE

Per fornire un inquadramento del territorio evidenziamo subito che circa un terzo di questo è pianeggiante o subpianeggiante, occupa prevalentemente la porzione meridionale e presenta pendenze inferiori al 15%.

La restante area è decisamente più acclive e può essere ulteriormente suddivisa in terreni con 11 pendenze medie e terreni con pendenze elevate: i primi rappresentando la porzione maggiore, si concentrano prevalentemente sui versanti meridionali e presentano



valori compresi tra il 15 ed il 35%, mentre i secondi, con valori superiori al 35%, li ritroviamo prevalentemente sui versanti settentrionali.

Le quote variano da un minimo di circa 16 m sul livello del mare, in corrispondenza della confluenza tra i fiumi Vara e Magra, ad un massimo di poco inferiore ai 600 m sulla cima del Monte Grosso.

Nel complesso il territorio di Bolano presenta una vasta area meridionale pianeggiante o subpianeggiante, un'altrettanto vasta area di versanti a media acclività (rivolti a Sud-Ovest) e una linea di crinali che, partendo dall'estremo confine Ovest del comune, si estende fino al Monte Grosso e da qui fino al Monte Zecchino per terminare a Sud-Est del territorio.

Di minore estensione sono due ulteriori aree di versante: una, con pendenze notevoli, rivolta a Nord-Est e l'altra, di estensione decisamente minore rispetto alla prima e con pendenze medie, rivolta a Sud-Est.

Dopo questo primo inquadramento generale passiamo ad osservare l'aspetto geomorfologico più significativo del territorio in studio che è rappresentato dai movimenti franosi, intendendo con questo termine le frane attive, quelle quiescenti e le deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV).

Per frana attiva intendiamo una massa di terreno in movimento solitamente caratterizzata dalla freschezza degli elementi quali il ciglio, la nicchia e l'accumulo.

Il ciglio è generalmente netto, la nicchia presenta talvolta superfici nude, intatte o solo in parte modellate dall'erosione successiva e l'accumulo mostra rigonfiamenti spesso accompagnati da crepe trasversali e/o radiali.

Questa tipologia di dissesto indica una pericolosità molto elevata in quanto, ad esempio, un accumulo non stabilizzato o stabilizzato solo in parte potrebbe mobilitarsi sia per cause naturali sia per interventi antropici.

Dei suddetti fenomeni, quelli di dimensioni maggiori, si presentano nelle Località Gorpara, Salani, Molino, Caroggiano e Tirolo mentre quelle di dimensioni modeste interessano diverse aree del territorio comunale.

Con la definizione di frana quiescente si intendono le paleofrane che da anni non mostrano più segnali di ripresa di movimento e che hanno quindi raggiunto una certa stabilità, stabilità che comunque può ridursi per varie cause quali, ad esempio, interventi antropici, degrado ambientale, ecc.

Queste frane si presentano generalmente con ciglio, nicchia ed accumulo ancora riconoscibili ma con una morfologia modellata dall'erosione.

I fenomeni di cui sopra e di notevole estensione interessano le aree di Giammartino, Carbonara-Tassonara e C.Cavanon-C.Salani mentre quelli di dimensioni minori interessano diffusamente il territorio collinare.

Le deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV), interessano l'area di C.Cavanon-C.Laghi-Castello e l'area di Solegnana-Tirolo.

Altri aspetti geomorfologici importanti sono le aree soggette a erosione per ruscellamento diffuso ed i corsi d'acqua interessati da erosione concentrata di fondo o spondale.

L'erosione concentrata di fondo così come quella spondale sono forme erosive dovute all'acqua di scorrimento superficiale quando si concentra in incisioni già esistenti o formate dalla stessa.

L'erosione per ruscellamento è una forma di erosione superficiale diffusa nelle zone con poca vegetazione, attiva, molto rapida e con un degrado che appare irreversibile senza l'intervento dell'uomo essendo stata asportata la coltre superficiale di humus.

Anche questi fenomeni, soprattutto il secondo, sono diffusi in tutta l'area collinare del territorio in studio.

Ulteriori aspetti geomorfologici degni di nota sono, in fine, gli orli di terrazzo alluvionale che si sviluppano nei depositi fluviali delle valli maggiori essendo il risultato della successione di fasi deposizionali ed erosive legate a movimenti ritmici di sollevamento eustatico ed i

cigli di svuotamento, arretramento morfologico e rotture di pendio che derivano dalla degradazione erosiva delle aree con pareti rocciose subverticali oppure sono impostati sugli accumuli di paleofrane, nei quali sono sintomo di collassi gravitativi.

#### 4. STUDI IDROGEOLOGICI

Per poter affrontare il discorso sulla circolazione delle acque nel territorio in esame occorre anzi tutto dare un quadro completo della permeabilità delle rocce presenti considerando che si rinvengono sia rocce impermeabili sia rocce permeabili per fessurazione sia anche rocce permeabili per porosità.

Le rocce impermeabili sono rappresentate dalle Argilliti della Val Lavagna (**LVG**), dal Complesso di M. Veri (**MVE**) e dalle Argille e Calcari di Canetolo (**ACC**).

In queste rocce, impermeabili per la loro natura di tipo prevalentemente argillitico-marnosa, le zone di permeabilità sono localizzate in corrispondenza di intercalazioni di altra natura quali arenarie e, soprattutto, calcari.

Le rocce permeabili per fessurazione sono rappresentate dal Macigno (**MAC**), dal Flysch di Ottone (**OTO**), dalle Arenarie del M. Gottero (**GOT**) e dalle Arenarie di Ponte Bratica (**ARB**).

La permeabilità di queste rocce è determinata dal numero, ampiezza e continuità delle fratture.

Nel caso dei litotipi arenacei e marnosi, come nelle Arenarie di Casanova (**CSV**) e nelle Marne del Torrente Pignone (**MTP**), l'occlusione delle fessure da parte dei materiali argillosi prodotti dall'alterazione della roccia stessa comporta una progressiva riduzione della permeabilità.

Nel caso di litotipi calcarei, come nella Formazione del M. Antola (**FAN**) e nei Calcari di Groppo del Vescovo (**CGV**), il fenomeno è opposto in quanto l'instaurarsi, all'interno delle fratture, di fenomeni di dissoluzione carsica, porta ad un progressivo aumento della permeabilità.

In dettaglio possiamo associare alle Arenarie di Ponte Bratica (**ARB**) e alle Arenarie del M. Gottero (**GOT**) una permeabilità medio-bassa ed al Flysch di Ottone (**OTO**) una permeabilità media.

Le rocce permeabili per porosità sono rappresentate dai corpi detritici, dai depositi alluvionali, dai depositi alluvionali in terrazzi di vario ordine e dai depositi fluviolacustri.

La permeabilità in questo caso è funzione della percentuale, ampiezza e continuità dei pori nonché da locali fenomeni di alterazione.

Tali condizioni sono influenzate dalle frazioni granulometriche presenti e dal grado di cementazione dell'ammasso, infatti la percentuale di frazioni granulometriche fini e una forte cementazione tendono a far diminuire il grado di permeabilità.

Per questo motivo possiamo associare ai depositi alluvionali una permeabilità molto elevata-elevata, ai depositi alluvionali in terrazzi una permeabilità elevata-media, ai depositi fluviolacustri una permeabilità medio-bassa ed ai corpi detritici una permeabilità bassa.

La circolazione idrica subsuperficiale quando interessa le aree di versante è spesso concordante con l'andamento topografico, le portate sono generalmente modeste con tempi di corrivazione delle acque relativamente lunghi.

La circolazione idrica sotterranea ai piedi dei versanti attraversa i depositi alluvionali in terrazzi di vario ordine e i depositi fluviolacustri alimentando, assieme alle acque di deflusso superficiale, la falda acquifera di subalveo ospitata nei depositi alluvionali dei fiumi Vara e Magra.

In particolare, le linee di flusso partono a raggiera dall'area Nord della piana di Ceparana per giungere ortogonalmente ad incontrare il corso dei suddetti fiumi.

Il livello della falda, che oscilla durante l'arco dell'anno, andando da un minimo estivo ad un massimo autunno-invernale, si pone, mediamente, ad una quota di circa – 4 metri dal piano di campagna.

## PARTE II

### APPROFONDIMENTI

#### 5. IL RETICOLO IDROGRAFICO E LA PERICOLOSITÀ IDRAULICA

##### 5.1 Stato del reticolo idrografico e pericolosità da esondazione

La carta che riassume i dati sullo stato del reticolo idrografico e la pericolosità da esondazione (TAV. GEO5 – Carta dei vincoli Geomorfologici ed Idraulici) si divide sostanzialmente in due parti: una riguardante i corsi d'acqua e le aree inondabili di fondovalle e una relativa alle zone collinari.

Per quanto riguarda l'individuazione delle aree inondabili di fondovalle sono stati utilizzati gli studi dell'Autorità di Bacino del Fiume Magra.

Per quanto riguarda le zone collinari è stato effettuato un censimento di tutti i corsi d'acqua con la suddivisione del territorio in bacini di secondo, terzo e quarto ordine ed una gerarchizzazione di tutti i corsi d'acqua secondo il metodo di Strahler.

Per il centro urbano sono stati, in oltre, rilevati i tratti canalizzati dei corsi d'acqua.

##### 5.2 Reticolo idrografico

Nel territorio del Comune di Bolano il reticolo idrografico è così suddivisibile:

Corsi d'acqua principali

- Fiumi Vara e Magra.

Corsi d'acqua minori

- Torrente Cisolagna, Fosso di Campolungo, Canale della Costa Lunga, Torrente Servola, Canale della Bandita Grande, Canale di Capanno, Fosso di Montebello, Canale Torchi, Rio di Panigale, Canale della Vaneda, Canale della Fontana, Canale Canevella, Canale della Rizzola, Canale Villa Greci, Canale dei Molini, Canale Casesa, Fosso del Brusco, Canale Barcora (tratto di monte) e Canale del Lovo (tratto di monte).

Corsi d'acqua minuti

- Tutti gli affluenti e tributari, dei suddetti corsi d'acqua.

Per quanto riguarda i principali bacini idrografici presenti nel territorio rileviamo:

- all'estremo margine Nord: la porzione meridionale del bacino del Torrente Cisolagna con i suoi affluenti di destra (Fosso di Campolungo e Canale della Costa Lunga) ed i relativi tributari;

- sul margine Nord orientale: la porzione meridionale del bacino del Torrente Servola con i suoi affluenti di destra (Canale della Bandita Grande e Canale di Capanno) ed i relativi tributari;

- lungo il suo margine occidentale: la quasi totalità del bacino del Fosso di Montebello con i suoi affluenti (Canale Torchi, Rio di Panigale, Canale della Vaneda e Canale della Fontana) ed i relativi tributari;

- nella parte centrale: i bacini del Canale Canevella e del Canale della Rizzola con i relativi affluenti e tributari;

- immediatamente ad Est dei suddetti bacini; il bacino del Canale Villa Greci con i suoi affluenti (Canale dei Molini, Canale Casesa e Fosso del Brusco) ed i relativi tributari;

- all'estremo margine orientale: le porzioni sommitali dei bacini del Canale Barcora, del Canale del Lovo e di altri corsi d'acqua privi di denominazione ma identificati con le relative località (M. Zecchino Est, M. Zecchino Sud, Casa Botti e Debbio).

L'elaborazione dei dati morfometrici, eseguita rapportando la lunghezza totale di tutti i corsi d'acqua con l'area totale del bacino sotteso, mette in evidenza valori medi della densità di reticolo idrografico.

L'area studiata, presentando valori della densità di reticolo idrografico compresi tra poco più di 3 e circa 7 Km/Kmq, con una media pari a circa 5,5 Km/Kmq, può dunque essere descritta come territorio con reticolo idrografico mediamente sviluppato.

I valori più bassi si concentrano in corrispondenza di terreni molto permeabili e coperti da fitta vegetazione mentre i valori maggiori vengono rilevati nelle aree dove sono presenti rocce tenere, impermeabili e con scarsa vegetazione.

La densità di reticolo idrografico viene assunto quale indicatore ambientale in quanto fornisce un indice di determinazione dello stato e della sostenibilità dei bacini idrografici.

### 5.3 Aree soggette ad allagamento

La regionalizzazione delle portate di piena con assegnato periodo di ritorno è stata ottenuta con il metodo della simulazione facendo riferimento ad un modello afflussi - deflussi di tipo semi - distribuito, tarato e validato sulla base di eventi storici di piena e dei relativi dati sulle precipitazioni e sulle misure idrometriche.

La portata al colmo di piena per assegnato tempo di ritorno è ottenuta a partire dalla conoscenza delle precipitazioni intense regionalizzate, delle caratteristiche morfometriche dei bacini imbriferi e delle proprietà di assorbimento dei suoli.

L'elaborazione di quanto sopra esposto, per la trattazione della quale si rimanda agli studi eseguiti dall'Autorità di Bacino del Fiume Magra, ha definito, per il territorio del Comune di Bolano, le seguenti classi di pericolosità idraulica:

- Molto elevata – elevata (PI4)

Aree inondabili per portate di massima piena con tempi di ritorno di 30 anni.

- Media (PI3)

Aree inondabili, esterne alle precedenti, per portate di massima piena con tempi di ritorno di 200 anni.

- Bassa (PI2)

Aree inondabili, esterne alle precedenti, per portate di massima piena con tempi di ritorno di 500 anni.

Il Progetto di Piano Stralcio Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Magra ha individuato nel territorio del Comune di Bolano diverse aree soggette ad allagamento.

Le aree a pericolosità idraulica molto elevata – elevata sono presenti:

- lungo il Fosso di Montebello, a partire da poco a monte della confluenza con il Canale della Fontana e fino al confine comunale, in fascia ristretta sia in sponda destra sia in sponda sinistra;

- lungo il Canale Villa Greci, a partire da poco a valle della confluenza con il Canale Casesa e fino all'innesto con il Fiume Magra, in forma di cuspidi che da monte si allarga procedendo verso valle occupando prevalentemente una porzione dell'abitato di Ceparana posto in sponda destra;

- in sponda sinistra del Fiume Vara ed in sponda destra del Fiume Magra occupando ristrette aree rispettivamente lungo il margine sud occidentale e sud orientale del territorio comunale.

Le aree a pericolosità idraulica media sono presenti:

- lungo i suddetti tratti del Fosso di Montebello e del Canale Villa Greci, in fascia ristretta sia in sponda destra sia in sponda sinistra del primo sia anche in sponda sinistra del secondo ed in forma di cuspidi che da monte si allarga procedendo verso valle in sponda destra sempre del secondo corso d'acqua;

- nell'area meridionale dell'abitato di Ceparana, alla confluenza tra i Fiumi Vara e Magra, tra le Località Carlinetto, Cambra e Piano di Ceparana.

Le aree a pericolosità idraulica bassa sono limitate ad una fascia perimetrale, esterna a quelle con pericolosità media.

Nel complesso le aree inondabili sopra descritte costituiscono l'8% dell'intera superficie comunale essendo il 3,6% a pericolosità molto elevata – elevata (PI4), il 3,7% a pericolosità media (PI3) e lo 0,7% a pericolosità bassa (PI2).

La rilevante incidenza delle aree soggette ad allagamento induce ad assumere le aree inondabili come indicatore ambientale atto a determinare la vulnerabilità ambientale e fornire le basi per gli studi di mitigazione.

#### 5.4 Regimazione della rete idrografica

Gli interventi strutturali previsti sul territorio del Comune di Bolano dal Progetto di Piano Stralcio Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Magra e per i quali l'Amministrazione Comunale ha proposto alcune piccole modifiche, riguardano sia l'adeguamento di opere trasversali sia l'adeguamento o la nuova realizzazione di strutture arginali.

Per quanto riguarda l'adeguamento delle opere trasversali sono previste modifiche ai seguenti manufatti:

- tutti gli attraversamenti del Canale Villa Greci compresi tra quota 75 e quota 45 metri s.l.m.;
- il ponte, sul Canale Villa Greci, di Via Dante;
- il ponte sul Canale Villa Greci, presente all'incrocio tra Via Romana e Via Veneto;
- l'attraversamento, sul Canale Villa Greci, di Piazza IV Novembre;
- il ponte, sul Canale Villa Greci, di Via Italia – Via Cisa.

Per quanto riguarda gli adeguamenti arginali sono previsti interventi nei seguenti tratti di corsi d'acqua:

- in sponda destra del Canale Villa Greci, dall'altezza del bivio di Via Garibaldi per Località Casa Salani fino alla confluenza dello stesso con il Fiume Magra;
- in sponda sinistra del Canale Villa Greci, dall'altezza di Piazza Novellini fino alla confluenza dello stesso con il Fiume Magra;
- segmento di pennello fluviale in sponda sinistra del Fiume Vara, presso la Località Carlinetto.

Per quanto riguarda la realizzazione di strutture arginali sono previsti interventi nelle seguenti zone:

- in Località Carlinetto, breve tratto in sponda sinistra del Fiume Vara, tra il confine con il Comune di Follo ed il pennello fluviale esistente;
- in Località Cambra – Piani di Ceparana, tratto che partendo dall'incrocio con la Strada Statale N. 330 si estende in sponda sinistra del Fiume Vara fino alla confluenza con il Fiume Magra e da qui, proseguendo in sponda destra dello stesso, giunge fino alla confluenza con il Canale Villa Greci;
- sempre in Località Piani di Ceparana, tratto in sponda destra del Fiume Magra, tra la confluenza con il Canale Villa Greci ed il confine con il Comune di Aulla.

Si sottolinea come le opere di messa in sicurezza idraulica siano riferite all'intero piano degli interventi di mitigazione del rischio e di messa in sicurezza alla scala di bacino e suddivisibili in due fasi: le opere di prima fase che assumono carattere prioritario e quelle di seconda fase, che comportano un maggiore impatto ambientale e che dovranno essere verificate a seguito dell'efficienza delle opere già realizzate.

Tra le opere di prima fase troviamo gli arginamenti del Canale di Villa Greci, gli interventi di adeguamento o nuova realizzazione delle strutture arginali in Località Carlinetto e tutti gli attraversamenti del Canale Villa Greci con la sola esclusione dei ponti di Via Dante e Via Italia – Via Cisa.

Tra le opere di seconda fase troviamo gli interventi di nuova realizzazione di strutture arginali, alla confluenza dei Fiumi Vara e Magra, tra le Località Cambra e Piani di Ceparana ed i ponti di Via Dante e Via Italia – Via Cisa posti sul Canale Villa Greci.

Le opere di cui sopra vengono individuate quali interventi strutturali di mitigazione del rischio idraulico e rappresentano un indicatore ambientale per l'utilizzo compatibile nelle aree vulnerabili.

Oltre ai suddetti interventi strutturali dovranno essere messi in atto ulteriori interventi non strutturali estesi a tutto il territorio. Gli interventi non strutturali tendono alla manutenzione del territorio attraverso azioni mirate principalmente all'adeguamento e la manutenzione del reticolo idrografico e sue pertinenze. Andranno pertanto perseguite politiche di manutenzione del reticolo idrografico, con particolare riguardo ai fossi e canali presenti nel territorio extraurbano, al fine di assicurarne lo stato di funzionalità pianificandone i necessari adeguamenti ed i sistemi di manutenzione.

Andrà favorito, nei corsi d'acqua che costituiscono il reticolo idrografico, lo sviluppo della vegetazione autoctona al fine di formare corridoi ecologici continui e stabili nel tempo e nello spazio, di incrementare l'ampiezza delle fasce tampone (filtrazione dei sedimenti, rimozione dei nutrienti e degli inquinanti d'origine diffusa) e di stabilizzare le sponde.

Le azioni per la diffusione di interventi di ingegneria naturalistica per la manutenzione degli alvei e delle sponde dei corsi d'acqua sono pertanto individuate quale indicatore ambientale per il miglioramento qualitativo dei corsi d'acqua.

Al fine di perseguire quanto sopra andranno applicati e recepiti nelle NTA del PUC i seguenti indirizzi, fatto salvo, come ovvio, quant'altro di più restrittivo stabilito dalla vigente normativa:

#### Assetto della rete

- La manutenzione ordinaria degli alvei deve assicurare principalmente il mantenimento, il più diversificato possibile, della struttura e della morfometria del corso d'acqua e della fascia di vegetazione riparia, favorendo la biodiversità, la diversificazione strutturale e le specie autoctone.

- Al fine di riportare gli ambiti fluviali alle condizioni di diversità ecologica e di funzionalità di autodepurazione e conseguentemente sviluppare una coerente ed efficace tutela dell'ambiente fluviale e del paesaggio, le scelte progettuali degli interventi di manutenzione e di sistemazione idraulica degli alvei devono tenere conto degli impatti connessi alle varie tipologie di intervento, sia di tipo strutturale che manutentorio.

- I progetti di nuove opere, relativi ad interventi nei corsi d'acqua, devono seguire gli indirizzi, raccomandazioni e gli orientamenti indicati dall'Autorità di Bacino.

- La realizzazione degli interventi di sistemazione è subordinata, per quanto possibile, alla rinaturalizzazione degli alvei dei corsi d'acqua e all'impiego di tecniche di opere di ingegneria naturalistica.

- I ponti e gli attraversamenti devono essere di norma realizzati ad arcata unica mentre gli interventi di consolidamento delle pile dei ponti esistenti devono avvenire in profondità, evitando l'utilizzo di plateazioni in alveo che possano interferire con la continuità del trasporto solido di fondo.

- Non è ammessa la realizzazione di nuove coperture e tombinature definitive dei corsi d'acqua, se non riconducibili a ponti o attraversamenti.

- Non sono ammesse nuove difese di sponda che comportino il restringimento della sezione dell'alveo.

- Non sono ammessi nuovi guadi sommergibili, anche temporanei se per periodi superiori a 12 mesi, che modifichino il profilo dell'alveo.

- Non sono ammesse nuove inalveazioni e rettificazioni dell'alveo dei corsi d'acqua, che non si rendano indispensabili per garantire la pubblica o privata incolumità o quelle per consentire la bonifica di scariche di rifiuti.

- Non sono ammesse nuove pavimentazioni cementizie o, comunque, sostanzialmente continue del fondo degli alvei, che non si rendano indispensabili per garantire la pubblica o privata incolumità.

Vegetazione riparia ed in alveo

- Deve essere promossa e/o mantenuta, sia in sinistra che in destra idrografica, una fascia di vegetazione riparia comprendente specie arboree, arbustive ed erbacee.
- E' vietato il taglio a raso della vegetazione, ad eccezione dei tratti di alveo che attraversano centri urbani o che siano interessati da attraversamenti e nei quali tale attività si renda indispensabile per garantire la pubblica e privata incolumità.
- Il taglio della vegetazione posta in alveo deve essere limitato ad interventi selettivi di ringiovanimento, finalizzati alla funzionalità idraulica e alla tutela della pubblica incolumità.

#### 5.5 Grado di compatibilità per attività e insediamenti

Quanto segue viene esplicitato, in relazione agli effetti di pianificazione sovraordinata, dalla normativa dall'Autorità di Bacino Interregionale del Fiume Magra relativa al Progetto di Piano Stralcio Assetto Idrogeologico.

Per le aree limitrofe ai tratti di corsi d'acqua che non sono stati oggetto di studi finalizzati all'individuazione delle aree inondabili viene stabilita una fascia di rispetto all'interno della quale vengono disciplinati gli interventi realizzabili. La larghezza di tale fascia varia a seconda che il corso d'acqua appartenga al reticolo idrografico principale, minore o minuto ed è modificabile sulla base di studi idraulici specifici.

Per quanto riguarda le aree inondabili di fondovalle è consentito ogni tipo di intervento coerente con le misure di protezione civile in corrispondenza delle aree a pericolosità idraulica bassa mentre per le aree a pericolosità idraulica molto elevata – elevata ed a pericolosità idraulica media gli interventi ammessi sono funzione del grado di pericolosità idraulica stesso.

Per gli interventi sui manufatti edilizi esistenti si dovranno assumere tutte le misure opportune per ridurre il rischio della pubblica incolumità e per favorire la realizzazione delle previsioni del suddetto Piano Stralcio dell'Autorità di Bacino, da attivarsi prioritariamente per le strutture altamente vulnerabili, dettando norme o comunque emanando atti che consentono e/o promuovono, anche mediante incentivi:

- le variazioni di destinazione d'uso al fine di rendere i manufatti edilizi esistenti il più possibile compatibili con la loro collocazione;
- la realizzazione di opere o misure, finalizzate a ridurre le condizioni di rischio rispetto a fenomeni di inondazione e di ridurre il pericolo di inquinamento delle acque;
- le procedure di ricollocazione degli edifici, prioritariamente per quelli ubicati in aree a pericolosità idraulica molto elevata-elevata.

#### 5.6 La vulnerabilità degli acquiferi

Tra le tipologie di vulnerabilità ambientale che interessano il territorio del Comune di Bolano, rilevante, quella relativa alla vulnerabilità degli acquiferi; viene quindi trattata la tutela delle risorse idriche in relazione alle diverse forme di inquinamento agenti sulle acque superficiali e profonde, con particolare riguardo a quelle idropotabili, dedicando specifica attenzione alle politiche di salvaguardia del ciclo integrale delle acque.

Nella carta del PTC provinciale, detta La Salubrità, sono evidenziate le aree a diversa esposizione della risorsa idrica al pericolo di inquinamento attraverso una puntuale classificazione della vulnerabilità degli acquiferi, vulnerabilità dalla quale sono derivate le varie classi di sensibilità alle sollecitazioni superficiali.

Alla luce di quanto premesso sono stati eseguiti, all'interno delle aree individuate nella suddetta carta del PTC provinciale, gli approfondimenti specifici destinando la classe di vulnerabilità maggiore (classe estremamente elevata) alle Zone di Tutela Assoluta e Zone di Rispetto (Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche ed integrazioni) relative alle opere di captazione delle acque destinate al consumo umano.

La vulnerabilità degli acquiferi è qui intesa come indipendente dall'esistenza di attività antropiche inquinanti proprio perché la consapevolezza dell'esistenza di un'area vulnerabile può consentire di non programmare attività di insediamenti antropici inquinanti

e questo in accordo con il fatto che le carte di vulnerabilità sono nate come strumento per una corretta programmazione dell'uso del territorio e per conseguire, quindi, l'obiettivo della prevenzione dell'inquinamento.

L'indice di vulnerabilità degli acquiferi viene assunto quale indicatore ambientale in quanto estremamente significativo in relazione alla sostenibilità delle politiche urbanistiche e dei processi di urbanizzazione.

### 5.7 Vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi

La carta della vulnerabilità all'inquinamento degli acquiferi (allegato cartografico 2G) nasce attraverso:

- la verifica, mediante l'approfondimento di studi geologici ed idrogeologici, ad una scala di maggior dettaglio, delle aree vulnerabili;
- le verifiche dello stato ambientale e le azioni di monitoraggio delle Valli Magra e Vara effettuate dall'ARPAL;
- il censimento dei punti d'acqua soggetti ad inquinamento, quali: pozzi e sorgenti, suddivisi in base all'uso, con particolare riguardo a quelli captati per uso potabile, nonché fossi e canali che attraversano i centri abitati nelle prime quattro classi di vulnerabilità;
- il censimento dei preventori e/o riduttori di inquinamento, nella fattispecie impianti di depurazione delle acque reflue;
- il censimento dei potenziali ingestori di inquinamento, nella fattispecie cave abbandonate a cielo aperto;
- il censimento dei centri di pericolo (fattori certi o potenziali di degrado quali - quantitativo della risorsa acqua), suddivisi in: depositi di carburante, attività produttive del settore oleario, attività produttive del settore vinicolo, attività produttive del settore alimentare, attività produttive del settore chimico, attività produttive del settore elettronico, attività industriali dismesse, deposito merci, lavorazioni del settore lapideo, lavorazioni del settore della falegnameria, vivai piante, tintorie e lavanderie, riparazioni autoveicoli, allevamenti zootecnici, aree industriali dei comuni limitrofi, discariche dismesse, cimiteri e strade;
- l'indicazione dei monitoraggi ambientali e delle misure di prevenzione, tramite rappresentazione delle aree vulnerate e sottoposte a ordinanze comunali di divieto di utilizzo a scopo umano, irriguo e zootecnico dell'acqua emunta dai pozzi di privati nonché il censimento dei pozzi monitorati sia contaminati sia non contaminati.

Le classi di vulnerabilità sono:

- Estremamente elevata (Ee)

Zona di Tutela Assoluta e Zona di Rispetto delle opere di captazione delle acque destinate al consumo umano.

- Elevata (E)

Zona di protezione delle risorse idriche in situazioni litologiche ad alta permeabilità.

- Alta (A)

Zona in cui la risorsa idrica considerata presenta un grado di protezione mediocre.

- Media (M)

Zone comprendenti acquiferi di modesta importanza generalmente con copertura poco permeabile.

- Bassa (B)

Zone praticamente prive di circolazione idrica sotterranea.

Nel territorio comunale non vengono individuate aree a vulnerabilità estremamente elevata in quanto non è presente alcuna opera di captazione delle acque destinate al consumo umano.

Poiché il campo pozzi che alimenta l'acquedotto di Bolano è ubicato sul territorio del comune limitrofo (Follo) le aree a vulnerabilità estremamente elevata vengono destinate alle Zone di Tutela Assoluta e Zone di Rispetto di tali opere di captazione.



Nelle aree pianeggianti o subpianeggianti del settore meridionale, dove le falde acquifere sono associate ad acquiferi liberi in terreni alluvionali oppure dove è presente una rete acquifera in complessi calcarenitici, senza o con scarsa protezione e dove si concentra la maggiore pressione antropica, di tipo residenziale e produttiva, si riscontra un'elevata propensione al degrado della risorsa idrica con aree a pericolosità elevata e forte criticità per l'impiego idropotabile, irriguo e zootecnico.

Sui versanti collinari troviamo, per lo più, aree isolate e distribuite sia a pericolosità alta sia a pericolosità media. Si tratta di zone, con falde libere presenti in corpi detritici superficiali e zone con circolazione idrica all'interno di acquiferi liberi in litotipi fratturati, quali arenarie in facies di flysch e complessi calcarenitici. Il differente grado di vulnerabilità è dettato prevalentemente dall'entità delle falde presenti, dal grado di protezione della risorsa idrica e dalle pendenze dei versanti interessati.

Concentrate prevalentemente sui versanti rivolti a nord, ma anche in talune altre zone collinari, si rilevano aree a pericolosità bassa per la presenza di arenarie in facies di flysch con più che modesta circolazione idrica sotterranea o complessi delle argilliti fissili praticamente privi di circolazione idrica sotterranea.

Come raffigurato nel grafico riportato sulla carta tematica prodotta (allegato cartografico 2G), le aree a vulnerabilità elevata (E) costituiscono il 21,0% dell'intera superficie comunale mentre le aree a vulnerabilità alta (A) rappresentano il 18,1%, quelle a vulnerabilità media (M) il 17,9% e quelle a vulnerabilità bassa (B) il 43,0%.

#### 5.8 Censimento pozzi e sorgenti, problematiche e criticità principali

In ottemperanza a quanto stabilito dal PTC provinciale è stato portato a termine il censimento dei pozzi e delle sorgenti presenti sul territorio bolanese. Tale censimento è stato eseguito in base all'uso delle acque ed esteso, nelle aree più significative e solo per i pozzi, anche ai territori di due comuni confinanti: Follo e Vezzano Ligure.

Le sorgenti, individuate tramite l'analisi di carte in possesso dell'Amministrazione Comunale e ricognizioni sul terreno, sono circa 30 e tutte non captate. I pozzi, per l'individuazione dei quali è stato utilizzato il censimento eseguito dagli Uffici Tecnici del Comune per la Località Ceparana ed eseguita una ricerca presso l'archivio censimento pozzi dell'Ufficio Difesa del Suolo della Provincia di La Spezia (dove sono state analizzate tutte le schede delle singole opere di captazione e le relative mappe catastali) sono complessivamente 191 di cui 179 ricadenti nel territorio del Comune di Bolano.

Nell'area di Bolano sono stati rilevati 5 pozzi ad uso industriale (tipo B), 158 pozzi ad uso irriguo (tipo C) e 16 pozzi inattivi mentre nelle aree indagate dei comuni limitrofi sono presenti 6 pozzi ad uso potabile (tipo A), 3 pozzi ad uso industriale e 3 pozzi ad uso irriguo. Il basso numero di pozzi ad uso industriale deriva dalla modesta entità di tale attività mentre l'elevato numero di pozzi ad uso irriguo è legato alla presenza di molti orti e giardini circostanti le abitazioni.

La completa assenza di pozzi ad uso potabile è dovuta all'infiltrazione di trielina e tricloroetilene che, negli anni precedenti il 1986, è avvenuta ai danni della falda acquifera che alimentava i pozzi di approvvigionamento idrico dell'acquedotto pubblico.

Numero e tipologia pozzi viene assunto quale indicatore ambientale in quanto indice delle aree da sottoporre a misura di tutela della risorsa idrica.

##### 5.8.1 Pozzi e inquinamento chimico

Nel Comune di Bolano i centri di pericolo (fattori certi o potenziali di degrado qualitativo della risorsa acqua) sono in numero modesto e distribuiti sul territorio mentre le aree industriali vere e proprie appartengono ai comuni confinanti e si pongono nella piana alluvionale posta in sponda sinistra del Fiume Vara, a monte dell'abitato di Ceparana.

I pozzi che alimentano l'acquedotto comunale, ubicati a monte delle predette zone industriali, si trovano nelle vicinanze di un insediamento industriale e comunque a valle di una grande discarica dismessa ricadente nel territorio della Regione Toscana.

La presenza dei pozzi dell'acquedotto fuori dal territorio comunale, l'impossibilità di amministrare la discarica dismessa, le aree e gli insediamenti industriali di altri comuni crea una situazione di disagio e questo è accentuato dal fatto che non è possibile realizzare altri pozzi in territorio bolanese né conveniente prelevare acqua dalle sorgenti collinari. Queste infatti, un tempo captate per usi potabili, sono state abbandonate in quanto talvolta soggette ad inquinamento e comunque fonte di una bassa percentuale d'acqua rispetto al fabbisogno totale mentre la realizzazione di altri pozzi veniva esclusa, già dagli studi di idrogeologia eseguiti negli anni 1986-87 dal Prof. G. Raggi, per la mancanza di siti idonei.

Gli originari pozzi dell'acquedotto comunale in seguito all'evento inquinante avvenuto negli anni ottanta non sono più attivi e sono stati oggetto di campionamenti, assieme ad altri pozzi limitrofi, da parte dell'Azienda USL e dell'ARPAL.

Gli ultimi studi effettuati, nonostante siano ormai trascorsi ben oltre quindici anni dalle infiltrazioni di composti clorurati, danno la falda acquifera sempre inquinata. Gli esiti ottenuti mediante i monitoraggi eseguiti dall'ARPAL hanno indotto l'amministrazione comunale di Bolano, Follo e Vezzano Ligure ad emanare, nell'estate 2002, ordinanze di divieto d'impiego a scopo umano, agricolo e zootecnico delle acque emunte da pozzi di privati esistenti nelle aree indagate e risultate contaminate. Successivi referti analitici del monitoraggio dei pozzi hanno evidenziato una situazione in continua evoluzione del fenomeno portando l'Amministrazione Comunale di Bolano ad emanare una successiva ordinanza (n. 23 del 03/03/2003) con la quale si estendeva l'area indagata e risultata inquinata.

I pozzi privati, ricadenti nel territorio del comune di Bolano, giudicati inquinati e oggetto di ordinanza appartengono ad un'area compresa tra il confine con il Comune di Vezzano Ligure, il Fiume Vara, il Fiume Magra, l'ultimo tratto del Canale Villa Greci, Piazza IV Novembre, Via Romana, Via Giustiniana, Via Magellano, Strada Provinciale Ceparana – Piano di Madrignano ed il confine con il Comune di Follo.

Rimandando alle tabelle ARPAL, relative alle analisi effettuate, si fa notare che nell'anno 2002 le percentuali più alte di sostanze inquinanti quali Tetracloroetilene e Tricloroetilene furono rilevate in Località Carlinetto, area di ubicazione dei vecchi pozzi dell'acquedotto, mentre la presenza di Cloroformio fu rilevata in corrispondenza dell'abitato di Ceparana. Dal campionamento sulle acque sotterranee di pozzi esistenti nella Piana di Ceparana effettuato in data 15/07/03 dai Tecnici del Dipartimento Provinciale ARPAL è stata rilevata, fra l'altro, la presenza di un nuovo composto denominato tetracloruro di carbonio; le concentrazioni più alte di tale sostanza sono state rilevate in Località S. Bartolomeo. L'estensione dell'area contaminata, la tipologia delle sostanze inquinanti e le relative quantità potrebbero derivare non soltanto dall'evento inquinante degli anni ottanta ma da successive e diverse fonti di inquinamento.

Regolamentazione d'uso del territorio: vocazione alla trasformazione in relazione alla vulnerabilità La regolamentazione d'uso del territorio, relativamente alle prime quattro classi di vulnerabilità, si basa sugli studi integrativi svolti in questa sede nel rispetto degli indirizzi normativi forniti dal PTC provinciale, del Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche ed integrazioni.

Prima di passare alla trattazione delle prime quattro classi di vulnerabilità si fa notare che, in accordo con quanto dettato anche dal PTC provinciale, per la classe di vulnerabilità bassa (B) non si prevedono particolari limitazioni all'uso del territorio in quanto la bassa permeabilità non consente il trasferimento idrogeologico dell'eventuale inquinante e quindi rende limitato il pericolo di inquinamento delle riserve idriche, che in ogni caso sono di limitata importanza.

Tuttavia una buona gestione del territorio è richiesta anche per le zone ricadenti in tale classe in quanto tale bassa permeabilità favorisce il ruscellamento delle acque e quindi il trasferimento degli eventuali inquinanti con l'acqua di superficie.

#### Zona a vulnerabilità estremamente elevata (Ee)

Si tratta di una zona adibita al prelievo delle acque ai fini potabili, da parte dei pozzi dell'acquedotto pubblico, appartenente ad un acquifero di elevata vulnerabilità intrinseca.

Qui la vigente normativa (Decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche ed integrazioni) individua una Zona di Tutela Assoluta avente un'estensione di almeno 10 metri di raggio dal punto di captazione e una Zona di Rispetto che, in assenza dell'individuazione da parte della Regione, ha un'estensione di 200 metri di raggio sempre rispetto al punto di captazione o di derivazione.

La suddetta normativa prevede che la Zona di Tutela Assoluta debba essere adeguatamente protetta e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio mentre per la Zona di Rispetto vieta l'insediamento di una serie di centri di pericolo e lo svolgimento di talune attività dettando le misure per l'allontanamento o la messa in sicurezza di quelli preesistenti.

La delimitazione delle Zone di Rispetto delle captazioni potabili, ai sensi della Legge Regionale della Liguria n. 18 del 1999 e successive modifiche ed integrazioni, rientra nelle competenze dei comuni. Visto che l'area di prelievo delle acque che alimentano l'acquedotto bolanese appartiene al territorio del Comune di Follo è auspicabile che l'Amministrazione dello stesso trovi un accordo con quella del Comune di Bolano per la tutela della qualità delle acque e l'individuazione delle aree di salvaguardia delle risorse idriche come dettato dalla Conferenza Permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province autonome con accordo del 12 dicembre 2002.

#### Zona a vulnerabilità elevata (E)

Si tratta di zone all'interno delle quali un eventuale sversamento di inquinante sul suolo può raggiungere la falda in tempi anche molto brevi, senza possibilità di azione di degradazione da parte del materiale di copertura. Al basso grado di protezione delle falde si aggiunge la buona permeabilità degli acquiferi che favorisce la migrazione degli inquinanti. L'elevata vulnerabilità intrinseca di questi acquiferi e la presenza di numerosi pozzi rende elevato il danno da inquinamento.

In queste aree occorre dissuadere l'insediamento di infrastrutture e/o attività potenzialmente inquinanti, quali: discariche di prima categoria, di seconda categoria (Tipo B e Tipo C) e di terza categoria; stoccaggio di sostanze inquinanti; depuratori, depositi di carburanti; pozzi neri a dispersione; spandimenti di liquami.

Nota a parte meritano le aree vulnerate ricadenti all'interno della suddetta zona di vulnerabilità elevata. Si tratta di aree all'interno delle quali sono stati rinvenuti pozzi contenenti concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti di legge e per le quali sono stata emanate, quale misura di prevenzione per la popolazione, ordinanze finalizzate al divieto d'uso irriguo e/o domestico delle acque prelevate nei pozzi ricadenti in tale zona. In quest'area è vietato, fino all'eventuale revoca delle suddette ordinanze, l'utilizzo a scopo umano (alimentazione, igiene personale, lavaggio stoviglie), irriguo e zootecnico (solo nel caso in cui le acque siano destinate all'abbeveraggio) dell'acqua emunta da pozzi privati esistenti.

I soggetti destinatari dell'ordinanza potranno ottenere, limitatamente all'uso irriguo di orti e colture a scopo alimentare, la revoca del divieto di utilizzo dell'acqua emunta dai pozzi di proprietà, previa produzione all'Autorità Sindacale della documentazione e delle analisi comprovanti l'idoneità a tali fini delle acque. La documentazione verrà inoltrata a cura del Comune all'Azienda USL competente (n. 5 "Spezzino") per le debite valutazioni specifiche e l'adozione degli eventuali atti conseguenti.

#### Zona a vulnerabilità alta (A)

Il minor grado di vulnerabilità di queste zone è soprattutto dovuto alla limitata importanza delle falde acquifere presenti e quindi al minor danno in caso di eventuale inquinamento. Le falde acquifere presenti non sono generalmente alimentate da acque fluviali per cui non sono esposte al trasferimento di eventuali inquinanti da parte di queste ultime.

Anche in queste aree occorre, comunque, dissuadere l'insediamento di infrastrutture e/o attività potenzialmente inquinanti, quali: discariche di prima categoria, di seconda categoria (Tipo B e Tipo C) e di terza categoria; stoccaggio di sostanze inquinanti; depuratori, depositi di carburanti; pozzi neri a dispersione; spandimenti di liquami.

Zone a vulnerabilità media (M)

Queste zone non presentano acquiferi o presentano acquiferi solo di modesta importanza, con scarsa continuità areale e, generalmente, copertura poco permeabile.

In queste aree occorre subordinare a specifiche indagini idrogeologiche, finalizzate alla valutazione della locale situazione in rapporto all'inquinamento eventuale, la realizzazione di tutte quelle infrastrutture e opere potenzialmente inquinanti.

#### 5.9 Vincoli ed interventi di bonifica

Per le acque di falda delle aree vulnerate si propone di continuare, di concerto con l'ARPAL, il controllo sulle stesse tramite monitoraggio da eseguirsi su pozzi campione, applicando tutte le possibili misure di prevenzione nei confronti della popolazione. Quale possibile misura di prevenzione, peraltro già utilizzata dall'Amministrazione Comunale, viene individuata l'emanazione di eventuali ulteriori ordinanze, previa valutazione ed espressione da parte della competente Azienda USL, finalizzate al divieto dell'uso irriguo e/o domestico delle acque prelevate nei pozzi ricadenti nelle aree indagate e risultate contaminate.

Per gli scarichi fognari esistenti, che siano autorizzati o meno, occorre informare gli utenti sugli eventuali adeguamenti alla nuova normativa. Ai sensi del decreto legislativo 11 maggio 1999 n. 152 e successive modifiche ed integrazioni è vietata la possibilità di recapitare al suolo gli scarichi fognari, i quali, in generale, devono essere convogliati in corpi idrici superficiali, in reti fognarie o riutilizzati, se possibile. I termini per l'adeguamento degli scarichi di cui sopra sono stabiliti dalla Legge n. 200 dell'1 agosto 2003. Per tutti gli scarichi situati a meno di 300 metri di distanza dalla pubblica fognatura e/o con dislivello minore o uguale a 20 metri rispetto ad essa sussiste l'obbligo di allacciamento alla stessa; fanno eccezione gli scarichi degli edifici la cui abitabilità è stata rilasciata prima del 7 ottobre 1982, per i quali la distanza da considerare è di 150 metri ed il dislivello di 10 metri. Come previsto dal PTC provinciale per le fosse Imhoff private, la cui inefficienza è spesso riconducibile ad una mancata asportazione del fango prodotto, il Comune provvederà, di concerto con l'ARPAL, ad una programmazione di controllo sulle stesse per accertarne lo stato di funzionalità, indicando forme di convenzionamento o programmi di intervento in cui, a diverso titolo, siano coinvolti proprietari e amministratori condominiali da una parte, operatori di autospurgo e smaltitori dall'altra. Andrà accertato lo stato dei corpi ricettori dell'affluente delle fosse Imhoff e, nell'ipotesi di corso d'acqua di modesta entità, previste forme di affinamento dell'affluente tramite sistemi "naturali" a bassa tecnologia che concilino un ragionevole costo gestionale con il giusto impatto impiantistico. L'accertamento dell'eventuale presenza di fosse Imhoff in aree ad elevata vulnerabilità degli acquiferi comporterà la prescrizione, ai gestori, di rimozione e allontanamento. Per i trattamenti ecotecnologici, ove la matrice del trattamento depurativo delle acque è costituita dal terreno, le tecniche di impiego sono fondamentalmente riconducibili a: subirrigazione in trincea; subirrigazione in trincea drenata; sistemi confinati; vassoio assorbente e sistemi di evapotraspirazione; fitodepurazione.

I fanghi residui dell'attività di depurazione del territorio della provincia spezzina, di natura prevalentemente civile, vengono definiti "rifiuti speciali non pericolosi" ai sensi dell'articolo 7, comma 3, lettera g del D.Lgs 5 febbraio 1997, n. 22 per cui, nel PTC provinciale, ne

viene suggerito il riutilizzo in agricoltura o, in alternativa, in silvicoltura e floricoltura, nel recupero e nella bonifica dei terreni, nell'impiego in terreni destinati ad aree verdi. Prima di un eventuale impiego in agricoltura, il rischio derivato dalla presenza di metalli, microrganismi patogeni, ammoniaca ed altri fattori, induce a dover sottoporre i fanghi a test di fitotossicità e ad un'attenta analisi del terreno in termini di composizione e di dosaggi applicabili. Il PTC provinciale indica come "più sicuro e adatto alla realtà agricola spezzina per condizioni morfologiche e conseguente vocazione orticola ed intensiva della produzione agricola, il trattamento dei fanghi con tecniche di compostaggio e/o co-compostaggio (miscela dei fanghi e rifiuti solidi urbani) atto a migliorare il potere ammendante dei fanghi in misura tale da migliorare le caratteristiche del terreno su cui viene applicato senza costituire un pericolo per la salute dell'uomo e degli animali". Per quanto riguarda l'utilizzo alternativo dei fanghi i riferimenti sono dati: dall'impiego in silvicoltura e floricoltura, per piantumazioni in terreni sterili; dal recupero e dalla bonifica dei terreni in termini sia di miglioramento di terreni danneggiati sia di fertilizzazione di suoli abbandonati quali, ad esempio, cave dismesse, terreni assoggettati a coltura intensiva prolungata o terreni industriali da bonificare; dall'impiego in terreni destinati ad aree verdi quali, ad esempio, parchi, giardini e campi sportivi, avendo particolare attenzione all'effettiva stabilità del fango data la facilità di contatto con la popolazione.

## 6. LA PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA

Questo studio è stato condotto seguendo gli standard proposti dalla Regione Liguria per la formazione dei Piani di Bacino prendendo, come base di partenza, le indicazioni del PTC provinciale e le aree interessate da movimenti franosi rilevate dall'Autorità di Bacino e riportate nel Progetto Piano Stralcio Assetto idrogeologico.

L'indagine, eseguita tramite ricerche bibliografiche, rilevamento aerogeologico, fotointerpretazione e rilievi sul terreno delle aree instabili, viene corredata da una carta tematica (TAV. GEO2 – Carta Geomorfologica).

Oltre agli studi di approfondimento operati sulle aree già individuate dall'Autorità di Bacino e riportate nel suddetto Piano Stralcio è stato eseguito un rilevamento geologico di dettaglio che ha consentito l'individuazione di ulteriori movimenti franosi compresi i dissesti di dimensioni limitate ed aventi area inferiore ai 5.000 mq.

Tutte le aree instabili individuate, come prescritto dal PTC provinciale, sono state perimetrate dettagliatamente sulla cartografia prodotta individuando per ogni fenomeno franoso: la tipologia, lo stato di attività, l'area, la corona della nicchia di distacco, la direzione di movimento e l'unghia della zona di accumulo.

### 6.1 Dissesto geomorfologico e pericolosità da fenomeni franosi

Nella carta prodotta vengono riportati i seguenti dettagli sui dissesti geomorfologici:

- Frane attive e zone di pertinenza.
- Piccole frane attive non cartografabili.
- Frane quiescenti e zone di pertinenza.
- Deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV).
- Coltri detritiche potenti.
- Cigli di frane attivi.
- Cigli di frane quiescenti.
- Trincee di deformazione gravitativa profonda di versante (DGPV)
- Erosione per ruscellamento diffuso.
- Erosione concentrata di fondo.
- Erosione spondale.
- Perimetrazione area a vincolo idrogeologico (Art. 1, R.D. n° 3267 del 30.12.1923).
- Aree individuate dall'Autorità di Bacino del Fiume Magra e relative classi di pericolosità geomorfologica.

Le classi di pericolosità geomorfologica sono:

- Molto elevata (PG4)

Frane attive e le zone di pertinenza.

- Elevata (PG3).

Frane quiescenti e zone di pertinenza, coltri detritiche potenti assimilabili.

- Media (PG2).

Frane inattive e zone di pertinenza deformazioni gravitative profonde di versante (DGPV), coltri detritiche potenti e le zone di pertinenza, conoidi alluvionali, detrito di falda, aree interessate da ruscellamento diffuso.

Tranne la grande area in frana che coinvolge i versanti collinari compresi tra le Località Tirolo e La Villa, le ulteriori aree interessate da movimenti franosi sono di estensione nettamente inferiore e ripartite su quasi tutto il territorio di collina.

L'area franosa che si estende tra Tirolo e La Villa è composta da una parte centrale rappresentata da una frana quiescente e due lobi laterali interessati da deformazioni gravitative profonde di versante. All'interno del corpo centrale si rilevano due importanti frane attive, così come altre piccole frane attive, non cartografabili, sono distribuite in tutta l'area franosa stessa.

Tra le tante frane rilevate sui versanti, quelle attive e più estese, si trovano:

una in Località Salani, due in Località Gorpara e quattro in Località Tirolo.

La presenza di ulteriori piccole frane attive non cartografabili si rileva prevalentemente su tratti di versanti posti in corrispondenza di strade o di corsi d'acqua

Le aree in frana perimetrate dall'Autorità di Bacino rappresentano il 13,0% dell'intera superficie comunale mentre le aree in frana esterne a tale perimetrazione ne rappresentano il 5,3%. Si precisa che in questo calcolo restano escluse le aree interessate da piccole frane attive non cartografabili.

La presenza di aree in frana, anche di dimensioni rilevanti, induce ad assumere le stesse quale indicatore ambientale atto a determinare la vulnerabilità dei versanti collinari e fornire le basi per gli studi di mitigazione e messa in sicurezza.

## 6.2 Relazione tra movimenti franosi e precipitazioni atmosferiche

Il periodo di innesco delle frane, ricavato da informazioni reperite presso il Servizio Lavori Pubblici del Comune di Bolano e da testimonianze della popolazione locale, è riferito a quelle storicamente note, comprendendo tra queste anche quelle derivanti da riattivazione di frane già esistenti.

Per la raccolta e l'archiviazione dei dati pluviometrici è stato utilizzato un foglio elettronico che ha permesso una rapida gestione delle osservazioni e la possibilità di realizzare un grafico sulla piovosità media mensile. Poiché all'interno del territorio non sono presenti stazioni di rilievo pluviometrico la ricerca è stata rivolta alle stazioni limitrofe.

I dati analizzati, derivanti dalla consultazione degli Annali Idrologici dell'Ufficio Idrografico di Genova (Ministero dei Lavori Pubblici), sono dunque relativi alle stazioni di Calice al Cornoviglio (Comune di Calice al Cornoviglio) e Piana Battolla (Comune di Follo). In particolare i dati pluviometrici riportati nel grafico realizzato riguardano la stazione di Piana Battolla in quanto, per ubicazione, è la più rappresentativa tra le due. Purtroppo tale stazione non è stata sempre in funzione negli anni e attualmente non è più attiva. Nonostante ciò è stato possibile reperire dati per un periodo temporale di 15 anni e precisamente dal 1967 al 1981.

I dati rilevati e le informazioni reperite hanno permesso di correlare la pluviometria con i periodi di innesco delle frane storicamente note.

E' possibile osservare la presenza di due massimi e due minimi di piovosità annuale. I massimi li troviamo in febbraio e novembre ed i minimi in gennaio e luglio.

Nella maggior parte dei casi le frane si innescano sia in corrispondenza del massimo secondario di piovosità annuale sia nei giorni seguenti il massimo assoluto di piovosità

annuale. Tale fenomeno è imputabile al fatto che in febbraio la saturazione è più rapida considerando i terreni già imbibiti dalle piogge dei mesi precedenti mentre nel periodo fine novembre - inizio dicembre le condizioni di saturazione sono raggiunte con maggior lentezza in quanto a ridosso del periodo estivo con scarse precipitazioni ed in condizioni di scarsa permeabilità del substrato.

I casi di dissesto si concentrano dunque prevalentemente nel mese di febbraio (massimo secondario di piovosità annuale) e, in modo particolare, a fine novembre - inizio dicembre (alcuni giorni dopo il massimo assoluto di piovosità annuale).

Le precipitazioni atmosferiche vengono assunte come indicatore ambientale in quanto definiscono un indice di determinazione della vulnerabilità delle aree collinari sulle quali promuovere azioni di tutela.

### 6.3 Manutenzione dei versanti collinari

Gli interventi strutturali previsti sul territorio del Comune di Bolano dal Progetto Piano Stralcio Assetto Idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Magra riguardano il grande movimento franoso censito con il codice area 1041 dalla stessa Autorità di Bacino. Questi interventi strutturali, che verranno definiti in seguito ad una campagna geognostica con successivo monitoraggio, almeno quinquennale, facendo uso della geofisica, di sondaggi, inclinometri, piezometri e posa in opera di copisaldi, potranno consistere in:

1. Drenaggi e/o corrivazioni superficiali con canalette variamente armate.
2. Drenaggi sub-superficiali con trincee e canalette di coronamento.
3. Sistemazione di alvei.
4. Generale ridisegno della disciplina delle acque intercettate dalle opere umane.
5. Pozzi drenanti.

Le tecniche che vengono ritenute opportune da utilizzare sono quelle dell'ingegneria naturalistica.

L'intervento n. 1 consisterà nel realizzare canalette destinate ad intercettare e corrivare sia acque di precipitazione sia acque di ristagno ed impregnazione superficiale.

L'intervento n. 2 consisterà nel realizzare alcune trincee drenanti profonde circa 3,5-4 metri a doppia sezione con canaletta di coronamento e pozzetti di scarico e raccordo.

Gli interventi di cui al punto n. 3 potranno essere integrati da un generale abbassamento del profilo di fondo del Canale dei Molini e del Canale Casesa, con regolarizzazione di alcune soglie in pietrame e legname e modesti rinforzi arginali, sempre in legname e pietrame.

L'intervento n. 4 consisterà in un'attenta analisi delle direzioni di defluenza di tutte le canalette a monte delle strade che interessano la frana, nonché di ogni altra opera destinata all'allontanamento di acque intercettate da tetti e altre strutture impermeabili, in modo da garantire che tutte queste acque pervengano direttamente nel solco principale più prossimo; l'analisi potrà comportare la realizzazione di modesti tratti sia di canalette e cunette sia di attraversamenti e tratti intubati.

L'intervento n. 5 consisterà nella realizzazione di tre pozzi, drenanti e/o per alimentazione, di profondità media di 45 metri, diametro 440 mm, corredati con pompe adeguate, quadri di controllo e comando, allacci e tubazioni.

Gli interventi non strutturali tendono alla manutenzione del territorio attraverso azioni mirate principalmente all'adeguamento ed alla manutenzione della rete stradale e sentieristica e al presidio umano in ambito rurale.

Andranno pertanto perseguite politiche di conservazione ed efficienza del sistema di smaltimento delle acque superficiali canalizzate sul reticolo stradale che attraversa il territorio e quindi pianificati i necessari adeguamenti funzionali e regolamentati i regimi di manutenzione, con particolare riguardo alla viabilità comunale e vicinale. Andranno perseguite politiche di incentivazione delle attività agro-silvo-pastorali e del connesso

presidio umano in ambito rurale, con particolare riguardo all'impiego della concessione convenzionata per le aree di effettiva produzione agricola.

Le azioni per incentivare le attività agrosilvopastorali e il connesso presidio antropico sul territorio vengono assunte quale indicatore ambientale in quanto forniscono l'indicazione sul risparmio dei suoli da usi impropri.

Nella fattispecie si subordinano gli interventi edilizi ed urbanistici ammissibili in aree instabili del territorio rurale ad una sorta di contratto di manutenzione, che individua e regola le puntuali prestazioni del concessionario in funzione del recupero e della riqualificazione agro-silvo-forestale del territorio a fini idrogeologici (regimazione del reticolo idrografico, piantumazioni compatibili, stabilizzazione dei pendii, opere di consolidamento, ecc.) asservito alla concessione edilizia ed eventualmente di quello assegnato in uso ed individuato dall'Amministrazione Comunale attraverso il censimento delle terre incolte o semiabbandonate.

Al fine di consentire la conservazione dei suoli, l'aumento della loro capacità di ritenzione delle acque piovane e la tutela della pubblica e privata incolumità nel territorio devono essere applicati i seguenti indirizzi, fatto salvo, come ovvio, quanto di più restrittivo stabilito dalla vigente normativa:

Aree non edificate

- La trasformazione del bosco è consentita nei casi e modi previsti dalla normativa di settore vigente in funzione della riqualificazione idrogeologica dei versanti e comunque deve rivestire carattere di eccezionalità.

- Il taglio a raso dei boschi di alto fusto, ad eccezione dei casi espressamente previsti dalla normativa di settore vigente, è vietato.

- Andrà incentivato il recupero delle superfici interessate da fenomeni degradativi, denudate o con vegetazione diradata tramite rivegetazione, mediante inerbimento, rimboschimento, etc. con essenze opportune, con particolare riferimento alla provenienza ed alle condizioni ecostazionali, graduando l'intervento in relazione ai fenomeni degradativi localmente in atto.

- Nelle aree percorse da incendi boschivi dovranno essere incentivate misure di contenimento dell'erosione del suolo, anche mediante l'utilizzo del materiale legnoso a terra e di quello ricavato dal taglio dei fusti in piedi gravemente compromessi e/o in precarie condizioni di stabilità.

- Dovrà essere promosso il recupero di aree boschive e agricole in abbandono purché tale recupero sia effettuato con modalità che concorrono alla prevenzione dei dissesti ed al miglioramento dell'efficienza idrogeologica del suolo e del sovrasuolo.

- Devono essere promosse le attività dirette a mantenere efficiente la rete scolante generale (fossi, cunette stradali) e la viabilità minore (interpodereale, podereale, forestale, carrarecce, mulattiere e sentieri), che a tal fine deve essere dotata di cunette taglia acqua e di altre opere simili.

- Nella lavorazione dei terreni a coltura agraria si raccomanda il rispetto degli alberi isolati e a gruppi, nonché delle siepi e dei filari a corredo della rete idrica esistente o in fregio ai limiti confinari, preservandone in particolare l'apparato radicale; tali formazioni devono essere ricostituite anche a protezione di compluvi soggetti ad erosione.

- Nei terreni agrari situati in pendio devono essere evitate le lavorazioni lungo le linee di massima pendenza (rittochino), privilegiando quelle in orizzontale lungo le linee di livello.

Aree interessate da edificazione

- Nelle zone di espansione o trasformazione o comunque nelle zone soggette a intervento urbanistico attuativo dovrà essere introdotta la realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane, quali verde pensile, pavimentazioni drenanti e bacini di ritenzione delle acque meteoriche urbane, per un volume complessivo di almeno 500 metri cubi per ettaro di superficie territoriale interna alle suddette zone.



- I sistemi di raccolta di cui sopra devono essere localizzati in modo tale da raccogliere le acque piovane prima della loro immissione nel corso d'acqua o collettore di bonifica ricevente, individuato dalla Autorità idraulica competente; la definizione delle modalità di restituzione delle acque, fatta anche per classi tipologiche di intervento, è stabilita dall'Autorità idraulica competente su richiesta del Comune. Qualora tali sistemi siano centralizzati in bacini di ritenzione delle acque meteoriche urbane, questi vanno realizzati con opportuni accorgimenti di inserimento naturalistico e paesaggistico.
- Dovranno essere dettate norme o comunque emanati atti che consentano e/ o promuovano, anche mediante incentivi, la realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane anche nelle aree già edificate.
- Qualora possibile, le nuove opere stradali minori dovranno essere realizzate seguendo i criteri progettuali indicati dall'Autorità di Bacino al fine di non interferire con la stabilità dei versanti e di favorire l'aumento del tempo di corrivazione delle acque meteoriche. In caso di impossibilità, anche parziale, di impiegare le tipologie costruttive consigliate si dovranno comunque adottare tutti gli accorgimenti tecnico-costruttivi atti alla regimazione delle acque di pioggia.

#### 6.4 Grado di compatibilità per attività e insediamenti

Per la disciplina da applicare all'interno delle aree a diversa pericolosità geomorfologica, individuate dall'Autorità di Bacino del Fiume Magra, si rimanda, in quanto pianificazione sovraordinata, a quanto dettato nel Progetto Piano Stralcio Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino stessa.

Per gli interventi sui manufatti edilizi esistenti si dovranno assumere tutte le misure opportune per ridurre il rischio della pubblica incolumità e per favorire la realizzazione delle previsioni del suddetto Piano Stralcio dell'Autorità di Bacino, da attivarsi prioritariamente per le strutture altamente vulnerabili e per quelle ricadenti nelle aree a pericolosità geomorfologica molto elevata (PG4), dettando norme o comunque emanando atti che consentono e/o promuovono, anche mediante incentivi:

- Le variazioni di destinazione d'uso al fine di rendere i manufatti edilizi esistenti il più possibile compatibili con la loro collocazione.
- La realizzazione di opere o misure, finalizzate a ridurre le condizioni di rischio rispetto a fenomeni di dissesto.
- Le procedure di ricollocazione degli edifici, prioritariamente per quelli ubicati in aree a pericolosità geomorfologica molto elevata.

Le norme dettate dal sopra citato Progetto dell'Autorità di Bacino prevedono, tra l'altro, che le aree classificate a pericolosità geomorfologica molto elevata, elevata e media, vengano, sottoposte a vincolo idrogeologico, ai sensi del Regio Decreto 30 dicembre 1923, n° 3267. Le aree a vincolo idrogeologico di cui alla perimetrazione del R.D. 30/12/1923 n° 3267 e successive modifiche ed integrazioni costituiscono il 57,3% dell'intero territorio comunale mentre le aree esterne a tale perimetrazione e ricadenti in classi di pericolosità PG4, PG3 e PG2 ne rappresentano il 4,6%. La rilevante incidenza delle aree a vincolo idrogeologico induce ad assumere le stesse come indicatore ambientale atto a fornire un indice della vulnerabilità ambientale per favorire utilizzi sostenibili e difendere il suolo dall'erosione e dal degrado.

La documentazione sui movimenti franosi rilevati in questa sede andrà tempestivamente trasmessa all'Autorità di Bacino competente affinché, di quelli significativi alla scala di bacino, ne venga stabilita, anche in seguito a eventuali studi e/o indagini di maggiore dettaglio, la definitiva classificazione e la relativa disciplina.

Nelle aree interessate dai movimenti franosi minori (inferiori ai 5.000 mq) si dovrà prevedere una disciplina basata sulla relativa classificazione. Nelle aree di frana quiescente ogni intervento edilizio andrà fortemente limitato mentre nelle aree di frana attiva si dovranno ammettere solo gli interventi conservativi e di ripristino delle strutture ed

infrastrutture esistenti. Ogni intervento andrà preceduto da indagini specifiche a livello di area nel suo complesso, in base alle quali andrà verificata la compatibilità geologico-progettuale e predisposti interventi di consolidamento dei terreni e/o l'adozione di fondazioni speciali. Per le aree in frana che comportano elevati livelli di rischio per le persone, loro presidi e attività si dovranno operare interventi o comunque emanare norme o atti per la mitigazione del rischio fino alla definitiva messa in sicurezza.

## 7. LA PERICOLOSITÀ SISMICA

Le indagini eseguite individuano sia la pericolosità sismica di base sia la pericolosità sismica locale evidenziando le condizioni geologiche e geomorfologiche che possono produrre alterazioni importanti della risposta sismica locale. Tra queste assumono particolare importanza sia quelle che producono amplificazione della risposta sismica senza deformazioni permanenti del suolo, sia quelle nelle quali l'anomalia sismica è rappresentata da una deformazione permanente quale l'attivazione o riattivazione di movimenti franosi, la liquefazione di terreni ed il fenomeno dei cedimenti.

Il sisma produce una serie di onde che, in funzione del genere di vibrazione trasmessa la mezzo in cui si propagano, si possono distinguere in tre diversi tipi:

- onde P (onde longitudinali), sono onde di pressione che fanno comprimere e dilatare la roccia lungo la propria direzione di propagazione; raramente causano danni agli edifici;
- onde S (onde trasversali), sono onde di stiramento che fanno vibrare la roccia di taglio lateralmente rispetto alla direzione di propagazione, di ampiezza più grande e frequenza più bassa;
- onde L (onde superficiali), si propagano soltanto in superficie producendo uno scuotimento orizzontale del terreno (onde di Love) e oscillazioni ellittiche (onde di Rayleigh), producono effetti nocivi sulle opere strutturali.

Nella nuova mappa sismica il territorio italiano è stato suddiviso in 4 zone sismiche alle quali è associato il valore della massima accelerazione sismica al suolo prevista.

In base alla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (O.P.C.M. del 28.04.2006 n. 3519, All. 1b) la zona sismogenetica espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/sec, cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005) risulta di 0.125-0.150g.

La suddivisione in essa contenuta è stata reinterpretata e modificata in funzione di valutazioni legate alla natura locale del territorio mediante la Nuova Classificazione Sismica della Regione Liguria (D.G.R. n. 1308 del 24.10.2008 pubblicata su BURL n. 47 del 19.11.2008) in cui la zona sismica viene identificata come ZONA 3S con  $a_{gmax} = 0.180g$ .

### 7.1 Microzonazione sismica e valutazione della risposta sismica locale

#### MICROZONAZIONE SISMICA (MS)

Per microzonazione sismica (MS) si intende la valutazione della pericolosità sismica locale attraverso l'individuazione di zone del territorio caratterizzate da comportamento sismico omogeneo.

La microzonazione sismica (MS) individua e caratterizza le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità.

Le condizioni locali dei terreni di fondazione condizionano in modo importante gli effetti del terremoto.

Gli effetti del terremoto in termini di scuotimento (deformazioni reversibili) e deformazioni permanenti sono collegate fortemente alle caratteristiche locali dei terreni.

La microzonazione sismica (MS) ha lo scopo di riconoscere ad una scala sufficientemente grande (scala comunale) le condizioni locali che possono modificare sensibilmente le

caratteristiche del moto sismico atteso o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture.

Lo studio di microzonazione sismica (MS) è stato sintetizzato in una carta del territorio nella quale sono state indicate:

- le zone in cui il moto sismico non viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante (categoria di suolo di tipo A della norma nazionale) e, pertanto, gli scuotimenti attesi sono equiparati a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;
- le zone in cui il moto sismico viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di roccia rigida e pianeggiante a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e/o geomorfologiche del territorio;
- le zone in cui sono presenti o suscettibili di attivazione fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazione, fagliazione superficiale, cedimenti differenziali, ecc.).

Gli studi di microzonazione sismica (MS) possono essere effettuati a vari livelli di approfondimento, con complessità di impegno crescenti, passando dal livello 1 (quello del presente studio) fino al livello 3:

- il livello 1 è un livello propedeutico ai veri e propri studi di microzonazione sismica in quanto consiste in una raccolta di dati preesistenti, elaborati per suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee rispetto alle fenomenologie sopra descritte (carta delle microzone omogenee);
- il livello 2 introduce l'elemento quantitativo associato alle zone omogenee, utilizzando allo scopo ulteriori e mirate indagini, ove necessarie, e definisce la carta di microzonazione sismica;
- il livello 3 restituisce una carta di microzonazione sismica con approfondimenti su tematiche o aree particolari.

Nella pianificazione territoriale gli studi di microzonazione sismica (MS) sono condotti su quelle aree per le quali le condizioni normative consentono o prevedono l'uso a scopo edificatorio o per infrastrutture, o la loro potenziale trasformazione a tali fini, o prevedono l'uso ai fini di protezione civile.

Gli studi di microzonazione sismica (MS) sono di fondamentale importanza nella pianificazione ai fini di:

- orientare la scelta di aree per nuovi insediamenti;
- definire gli interventi ammissibili in una data area;
- programmare le indagini e i livelli di approfondimento;
- stabilire orientamenti e modalità di intervento nelle aree urbanizzate;
- definire priorità di intervento.

Nella progettazione di nuove opere o di interventi su opere esistenti, gli studi di microzonazione sismica (MS) evidenziano l'importanza di fenomeni quali le possibili amplificazioni dello scuotimento legate alle caratteristiche litostratigrafiche e morfologiche dell'area e dei fenomeni di instabilità e deformazione permanente attivati dal sisma.

Per opere ordinarie esistenti sulle quali si eseguiranno interventi di modesto impatto potranno essere utilizzate le informazioni qualitative del livello 1.

Per opere ordinarie di nuova realizzazione i risultati di livello 1 potranno orientare nella scelta degli approfondimenti specifici da effettuare, mentre per le opere strategiche per finalità di protezione civile sarà necessario raggiungere un approfondimento conoscitivo proprio del livello 3.

		Livello 1	Livello 2	Livello 3
Pianificazione comunale L.R. 36/1997	Componente strutturale PUC	X		
	Componente operativa PUO	X	X	
	Componente attuativa-esecutiva PrA			X
Progettazione di opere	Edilizia ordinaria nuova	X	X	X

	Edilizia ordinaria esistente	X	X	X
	Edilizia strategica nuova			X
	Edilizia strategica esistente			X

Per effettuare lo studio di MS è stata indispensabile la raccolta, l'archiviazione organizzata dei dati pregressi, facenti parte di varie discipline (geologia, geomorfologia, geologia tecnica, geofisica), e di dati provenienti da nuove e specifiche indagini, dove necessario.

Questi dati di base hanno contribuito a costruire il modello del sottosuolo volto alla ricostruzione delle unità litologiche superficiali (coperture recenti) e delle loro geometrie, del loro grado di fatturazione, del loro rapporto con le unità del substrato, delle loro caratteristiche geotecniche e geofisiche.

La rappresentazione cartografica che ne deriva individua le zone nelle quali non sono previste significative modifiche dello scuotimento che l'evento causerebbe su terreni rigidi e pianeggianti, le zone nelle quali lo scuotimento è amplificato, le zone suscettibili di frane in terreni e in roccia, le zone suscettibili di liquefazioni, le zone interessate da faglie attive e le zone interessate da cedimenti differenziali.

Per la valutazione delle amplificazioni in superficie sono indispensabili dati relativi alla pericolosità sismica di base per definire l'input sismico di riferimento (analisi di pericolosità di base e/o dati strumentali), alla morfologia superficiale del sito (modello digitale del terreno, cartografia topografica di dettaglio), alla litostratigrafia del sito (rilevamento geologico, sondaggi), in particolare alla profondità e alla morfologia del bedrock sismico (sondaggi, sezioni geologiche, indagini geofisiche), alla falda acquifera (sondaggi, indagini geoelettriche), alla caratterizzazione geotecnica e geomeccanica dei terreni e degli ammassi rocciosi fratturati (analisi geomeccanica, prove in sito, prove di laboratorio, correlazioni con SPT e CPT), al profilo delle velocità delle onde S ( $V_s$ ) (down hole, cross hole, sismica a rifrazione, MASW, correlazioni con proprietà geotecniche), al periodo fondamentale di vibrazione (misure di microtremori) a alla caratterizzazione dei terreni in condizioni dinamiche (colonna risonante, taglio torsionale ciclico e semplice ciclico).

Per le valutazioni di instabilità di versante sono indispensabili dati sullo scuotimento in superficie in termini di accelerazione massima al suolo  $a_g$  (analisi di pericolosità di base e locale e/o dati strumentali), sul profilo topografico e sulla geometria del versante (carta delle pendenze, rilevamento topografico, modello digitale del terreno, cartografia topografica di dettaglio), sulla litostratigrafia (rilevamento geologico, sondaggi), sulla caratterizzazione geotecnica (prove di laboratorio, correlazioni con SPT e CPT), sul modello di frana, materiale coinvolto, geometria e profondità della superficie di rottura, cinematiso (foto interpretazione, rilevamento geologico e geomorfologico, indagini geotecniche e geofisiche), sulle condizioni idrogeologiche e della falda acquifera (sondaggi, indagini piezometriche), sulle caratteristiche di resistenza al taglio dei terreni (prove di laboratorio, correlazioni con SPT e CPT, prove triassiali cicliche, prove di taglio semplice).

Per la valutazione della suscettibilità alla liquefazione sono indispensabili dati sullo scuotimento in superficie in termini di accelerazione massima del suolo PGA (analisi di pericolosità di base e locale e/o dati strumentali), sulla magnitudo degli eventi attesi (catalogo dei terremoti), sulla litostratigrafia (sondaggi), sulla granulometria e geotecnica (prove di laboratorio, correlazioni con SPT e CPT, prove triassiali cicliche, prove di taglio semplice), sulla profondità della falda (indagini piezometriche), sulla resistenza dei terreni sotto carico ciclico (prove di laboratorio, correlazioni con SPT e CPT, prove triassiali cicliche, prove di taglio semplice).

Per la valutazione delle faglie attive e capaci sono indispensabili dati sulla traccia della faglia in superficie (rilevamento, foto aeree), sulla litostratigrafia (sondaggi, analisi geotecniche, analisi paleosismologiche), sull'entità delle dislocazioni e rotture (analisi paleosismologiche), sulla geometria del piano di faglia in profondità (analisi

paleosismologiche, indagini geofisiche), sulle datazioni dei movimenti della faglia (radiometria).

Per le valutazioni dei cedimenti differenziali sono indispensabili dati sulla traccia del contatto stratigrafico o tettonico dei terreni a diversa competenza (rilevamento, foto aeree), sulla litostratigrafia di dettaglio dei due terreni (sondaggi, prove geotecniche), sulla geometria del piano di contatto in profondità (indagini geotecniche, geofisiche e sismica a rifrazione).

Il livello 1 ha per obiettivo l'individuazione delle microzone a comportamento sismico omogeneo attraverso la messa a punto di un quadro conoscitivo generale che ha portato alla realizzazione della Carta delle indagini dell'area in studio che indica la localizzazione delle indagini pregresse raccolte, il tipo di indagine e le eventuali aree dove si ritiene opportuno effettuare ulteriori nuove indagini.

A questo elaborato è seguita la CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (TAV. GEO6) la quale individua le microzone ove, sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e della valutazione dei dati litostratigrafici è prevedibile l'occorrenza di diversi tipi di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ...), identifica le geometrie di microzone potenzialmente caratterizzate da specifici effetti sismici.

Le microzone della carta sono classificate in tre categorie principali:

A – ZONE STABILI nelle quali non si ipotizzano effetti locali di rilievo di alcuna natura (substrato geologico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata pendii con inclinazione inferiore a 15°):

- 1a = substrato lapideo, stratificato, con  $jv < 13$ ;
- 1b = substrato lapideo, stratificato, con  $14 < jv < 23$ ;
- 1c = substrato lapideo, stratificato, con  $24 < jv < 31$ ;
- 2 = substrato lapideo, non stratificato.

B – ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale:

- 6 = ghiaia;
- 8a = dt1 detrito.

C – ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA' nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio o anche a fenomeni di amplificazione del moto (instabilità di versante, liquefazioni, faglie attive e capaci, cedimenti differenziali):

- fr-s= instabilità di versante per frana stabilizzata (inattiva);
- fr-q = instabilità di versante per frana quiescente;
- fr-a = instabilità di versante per frana attiva.

Lo studio di MS necessita di essere aggiornato a seguito di un evento sismico, sulla base delle analisi sulla distribuzione dei danni, a seguito di importanti campagne di acquisizione dati e a seguito di nuove determinanti scelte strategiche o di localizzazione nella pianificazione territoriale e urbanistica.

La normativa nazionale (NTC) prevede che ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto sia valutato l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi che consentano di definire le modifiche che un segnale sismico, relativo ad un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A) subisce a causa delle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e delle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono.

In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica, si può fare riferimento alle categorie di sottosuolo alle quali le NTC associano valori di parametri numerici, che modificano gli spettri di risposta per tenere conto dell'effetto stratigrafico.

Il riconoscimento della categoria si effettua in base ai valori della velocità equivalente  $V_{s30}$  di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

Quando tale determinazione non sia disponibile, la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi della prova penetrometrica dinamica (SPT)  $N_{SPT30}$  nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente  $Cu_{30}$  nei terreni prevalentemente a grana fine.

Nel caso di edilizia ordinaria di nuova edificazione o esistente la CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (TAV. GEO6) di livello 1 offre al progettista elementi di immediato utilizzo.

Nelle zone stabili è possibile attribuire la categoria di riferimento del sottosuolo, che sarà A o B nel caso in cui una coltre di alterazione o una fatturazione intensa e pervasiva determinino proprietà meccaniche riferibili a tale categoria.

Nelle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali la conoscenza della stratigrafia può orientare nella scelta degli eventuali approfondimenti da effettuare per l'identificazione delle categorie di sottosuolo previste dalla norma in termini di spessori e descrizione litologica.

Nelle zone suscettibili di instabilità sono necessari approfondimenti sin dalle prime fasi della progettazione.

Per la progettazione su opere strategiche per fini di protezione civile o rilevanti per l'uso è necessario attingere livelli di conoscenza paragonabili a quelli di livello 2 per opere esistenti e a quelli di livello 3 per quelle di nuova edificazione.

Per quanto riguarda la componente operativa (PUO) della pianificazione comunale è bene evidenziare che nelle aree da urbanizzare comprese nelle zone suscettibili di amplificazione la definizione dei parametri qualitativo-prestazionali richiede elementi conoscitivi propri del livello 2.

Scheda descrittiva delle indagini raccolte nelle aree di indagine del Comune di Bolano

Le aree sono state individuate considerando esclusivamente le zone insediate e di espansione del PTCP nell'ambito del progetto per la realizzazione della cartografia conoscitiva inerente la microzonazione sismica di livello 1 per specifiche aree relative ai comuni liguri classificati in zona sismica 3S (tra Regione Liguria ed il Comune di Bolano è in atto un accordo di collaborazione per la realizzazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica conforme agli ICMS08).

Numero totale di indagini pregresse	142
SONDAGGI meccanici	16
DCPT – Penetrometria dinamica	4
DH – Down Hole	0
DPM – Penetrometria dinamica medio-leggera	11
DPSH - Penetrometria dinamica super-pesante	82
MASW – Multichannel Analysis of Surface Waves	8
REMI - Refractor Microtremor	3
SEV – Sondaggi elettrici verticali	0
SPT – Standard penetration test	2
STESA SISMICA a rifrazione	14
TOMOGRAFIA ELETTRICA	2
POZZETTI GEOGNOSTICI	0
ANALISI H/V DI MICROTREMORE (NAKAMURA)	0

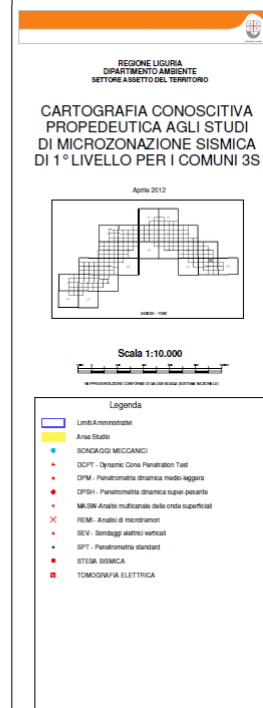
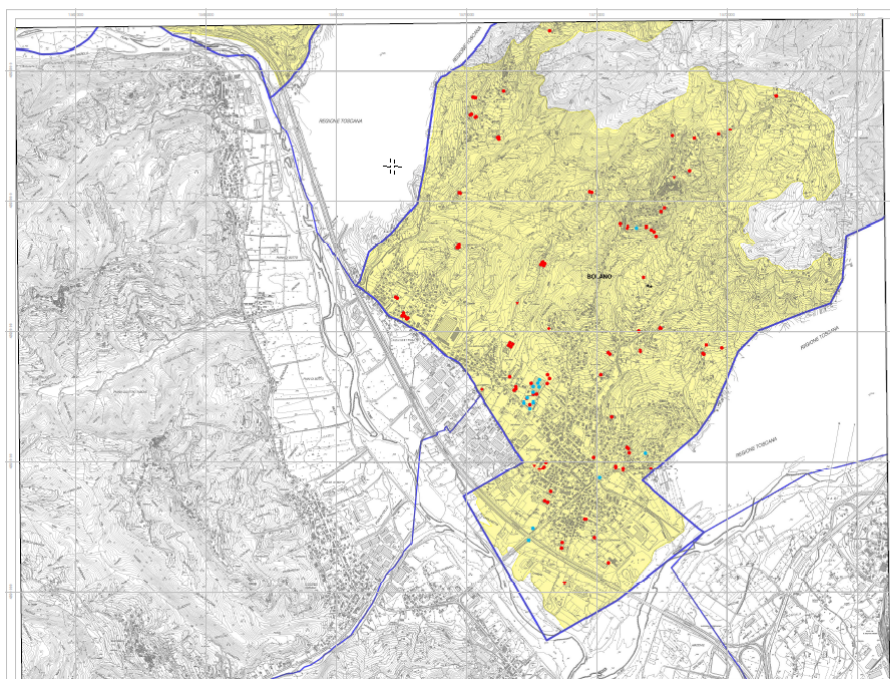
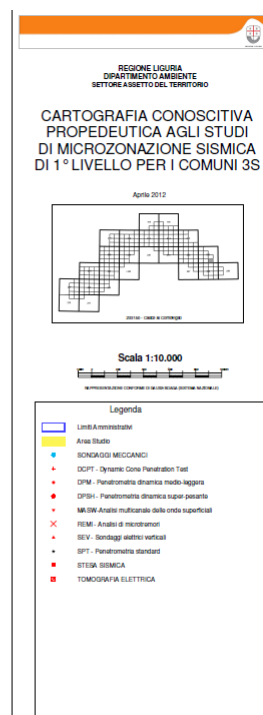
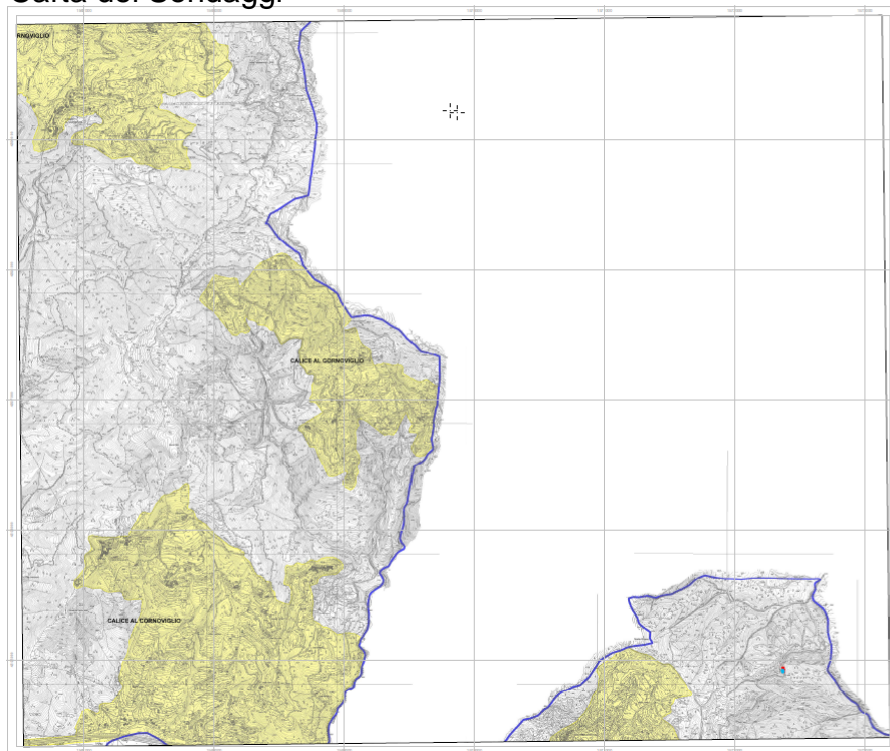
Il substrato roccioso che caratterizza l'area di studio è costituito prevalentemente dall'affioramento di rocce riferibili alle seguenti unità tettoniche: l'Unità Ottone–S.Stefano, l'Unità di Canetolo e l'Unità del M. Gottero. La prima è costituita da un complesso detritico basale, denominato in letteratura come complesso di M. Penna-Casanova e dal Flysch ad Elmintoidi di Ottone-S.Stefano; la seconda dalle formazioni delle Argille e Calcari di Canetolo e delle Arenarie di Ponte Bratica; e la terza rappresentata dalla Formazione della Val Lavagna e dalle Argille a Palombini.

Estesi fenomeni franosi interessano l'area di studio, e sono dovuti alla presenza di formazioni a prevalente composizione argilloso-argillitica dalle scadenti qualità geomeccaniche (Argille e Calcari di Canetolo, Argille a Palombini, complesso di M.Penna-Casanova).

Il settore meridionale è invece caratterizzato dalla presenza di coltri alluvionali dagli spessori potenti, da decametrici a pluridecametrici.

Le zone di versante che caratterizzano il resto del territorio, e che mediamente si presentano con acclività >15°, presentano aree di accumuli detritici.

## Carta dei Sondaggi









Il suddetto problema non riguarda solamente le opere realizzate da privati ma anche quelle pubbliche. Oltre il 70% dei manufatti comunali utilizzati per uffici, ambulatori e simili, scuole e palestre delle scuole, attività ricreative e sportive, polifunzioni, abitazioni e loro pertinenze, cimiteri, hanno struttura non sismicamente idonea. In particolare i manufatti pubblici rilevanti ai fini della viabilità quali ponti e canalizzazioni coperte risultano avere tutti struttura sismicamente non idonea.

Il Servizio Sismico Nazionale nella carta di rischio stimava per il territorio di appartenenza del Comune di Bolano una percentuale compresa tra lo 0,1 e l'1% dei crolli in 100 anni sul totale delle abitazioni del comune.

#### 7.2.1 Indicazioni normative

Come riportato nel PTC provinciale il Comune di Bolano è inserito nell'area progetto di uno studio promosso dalla Provincia della Spezia per accertare l'incidenza del fenomeno sismico sull'amplificazione delle probabilità di dissesto idrogeologico.

Tale studio si farà carico di individuare gli abitati da consolidare e fornirà ai comuni una normativa edilizia adottabile nei PUC per normare le diverse fattispecie edilizie sottoposte a interventi di messa in sicurezza dal rischio sismico in aree instabili e nel rispetto delle tipologie architettoniche locali.

Il Comune, quindi, sulla base di tale studio adotterà i criteri di regolamentazione delle diverse fattispecie edilizie sottoposte a interventi di messa in sicurezza dal rischio sismico in aree instabili.

#### 7.2.2 Indicazioni programmatiche e proposte di azioni

Il rischio sismico è generato da un fenomeno fisico associato alla vulnerabilità sismica del patrimonio edilizio ed all'esposizione agli effetti del terremoto.

Il fenomeno fisico è funzione dalle caratteristiche del territorio, la vulnerabilità sismica del patrimonio edilizio è la propensione a subire danni in occasione di una scossa sismica mentre l'esposizione agli effetti del terremoto dipende dalle caratteristiche del sistema sociale. La vulnerabilità può essere considerata a livello di singolo edificio, di sistema urbano e di sistema infrastrutturale.

Le strategie da adottare per la riduzione del rischio sismico devono essere rivolte ad approfondire la conoscenza del fenomeno fisico a livello locale, a sensibilizzare la popolazione tramite maggiore informazione sui fenomeni sismici ed a ridurre la vulnerabilità del patrimonio edilizio e l'esposizione di persone e di beni agli effetti del terremoto.

Per ottenere un'efficace azione di prevenzione del rischio sismico è necessaria una attività di formazione ed informazione volta a sensibilizzare la popolazione, anche con il coinvolgimento delle associazioni di volontariato operanti in materia di protezione civile e delle scuole.

La riduzione della vulnerabilità del patrimonio edilizio deve essere perseguita con modalità di progettazione del recupero urbanistico-edilizio e con modalità di adeguamento delle infrastrutture. Si dovrà sia ridurre la vulnerabilità sismica diretta di edifici e infrastrutture che costituiscono i sistemi di funzioni urbane quali ad esempio quella abitativa, produttiva, dei servizi della mobilità veicolare e pedonale, sia ridurre la vulnerabilità sismica indotta a edifici e infrastrutture da altri manufatti particolarmente sensibili al sisma quali ad esempio torri, campanili, ciminiere e serbatoi.

Si dovrà ridurre l'influenza sui sistemi di funzioni urbane dei fattori geologici e geomorfologici che causano amplificazioni sismiche locali ed operare il controllo degli incrementi di esposizione agli effetti del terremoto di persone e beni.

Oltre agli edifici ed infrastrutture di nuova costruzione, per i quali è doveroso costruire con criteri antisismici, bisogna rivolgere particolare attenzione all'edilizia più antica e all'edilizia illegale.

Per quest'ultima occorre intraprendere azioni per contrastare il dilagare del fenomeno mentre per l'edilizia più antica bisogna puntare sulla qualità del recupero anche con incentivi economici e/o riduzioni fiscali.

Per un recupero di qualità dell'edilizia antica gli interventi non devono essere indirizzati tanto alle singole abitazioni quanto alle unità abitative nel loro insieme, devono essere risolutivi delle qualità urbane, conservativi dei caratteri storico-architettonici dell'edificio e, soprattutto, devono fare in modo che l'abitazione "recuperata" non rientri in tempi brevi nel ciclo del degrado.

Il Comune, per indirizzare gli interventi, dovrà verificare la potenziale resistenza sismica di tutte le strutture pubbliche o di rilevante uso pubblico quali, ad esempio, poliambulatori, scuole, chiese, ponti, viadotti ed evidenziare i quartieri o i contesti urbani a maggiore rischio sismico per le loro specifiche caratteristiche edilizio-strutturali.

## 8. LA SICUREZZA DEL TERRITORIO

La prevenzione del rischio, pur riguardando principalmente la protezione civile, deve coinvolgere la pianificazione territoriale in quanto interessa fortemente ed in vario modo l'uso e la trasformazione del territorio.

Spetta al PUC non programmare gli interventi specificamente rivolti a prevenire gli eventi calamitosi ma indirizzare le previsioni urbanistiche alla luce della consapevolezza del rischio nonché fornire gli elementi di natura urbanistica e territoriale finalizzati all'uso razionale delle risorse del territorio.

### 8.1 La pianificazione territoriale e la protezione civile

I rischi che vengono presi in considerazione nel Piano di Protezione Civile del Comune di Bolano, in fase di approvazione, sono: rischio idrogeologico (frane), rischio sismico, rischio esondazione, rischio industriale e rischio incendio boschivo. Tutti sono oggetto di specifiche norme che definiscono le cautele attive e passive da adottare al fine di minimizzare il rischio di eventi calamitosi o di limitarne le conseguenze dannose.

Il PUC non deve sovrapporsi a tali discipline specifiche né interferire con esse ma, partendo dalla distribuzione spaziale delle diverse tipologie di rischio, orientare sia le azioni di prevenzione e tutela, sia le politiche urbanistiche.

Le norme che disciplinano la gestione delle singole categorie di rischio sono definite separatamente le une dalle altre e, nella maggior parte dei casi, prescindono dalla considerazione di altri valori o interessi rilevanti del territorio.

Il PUC pur non potendo avere alcun effetto immediato su oggettive contraddizioni tra interessi ugualmente meritevoli di tutela deve tuttavia, attraverso proprie rappresentazioni e descrizioni, offrire uno strumento per consentire la comparazione dei valori e quindi il superamento delle separatezze normative e disciplinari.

### 8.2 Azioni strategiche per mitigazione o eliminazione del rischio

L'obiettivo della pianificazione è di mitigare o eliminare i fattori di rischio che sono: pericolosità, vulnerabilità ed esposizione. La pericolosità è la probabilità che si verifichi un evento calamitoso, la vulnerabilità è intesa come tipologia ed entità del danno e l'esposizione è la sommatoria dei valori prevedibilmente colpiti dal danno al verificarsi dell'evento. Il raggiungimento degli obiettivi previsti è strettamente collegato a due tipi di politiche di intervento che sono le azioni progettuali e le azioni normative.

Con le azioni progettuali la mitigazione dei fattori di rischio viene correlata ad una politica di programmi di intervento infrastrutturali che devono essere pianificati e interagire con i fattori fisici che determinano la pericolosità del territorio, tenendo conto della fattibilità tecnico-economica relazionata al beneficio conseguibile.

Le azioni normative entrano in gioco, qualora non sia possibile incrementare il livello di sicurezza del territorio attraverso interventi economicamente sostenibili, riducendo il

rischio complessivo tramite interazione con i parametri di esposizione. Le azioni normative possono riguardare prescrizioni relative al regime dei suoli e imporre vincoli di inedificabilità o consentire la realizzazione di determinate opere solo in seguito ad approfondimenti di indagini specifiche per valutare i parametri tecnico-costruttivi necessari per garantire un adeguato livello di sicurezza.

Le azioni strategiche per la riduzione dei fattori di rischio, da intendersi come possibili interazioni tra strumento di pianificazione e protezione civile, sono così riassumibili:

- Adozione di sistemi di attenuazione ed isolamento degli inquinanti in caso di versamento nella rete idrica superficiale o nelle acque profonde
- Verifica della compatibilità delle presenze insediative nelle zone esondabili
- Vincoli con limiti di edificabilità delle aree a rischio di alluvione o degli abitati situati in zone di elevata fragilità (ottenuta come incrocio del rischio sismico ed idrogeologico)
- Individuazione delle fasce di rispetto del campo pozzi dell'acquedotto
- Verifica della compatibilità delle aree produttive ed industriali ed in assenza di specifico piano, predisposizione di vincoli tecnologici e costruttivi rivolti alla sicurezza
- Individuazione di aree e fabbricati da destinare alla gestione dell'emergenza e proporzionate al probabile bacino di popolazione esposta al rischio, da ubicarsi preferibilmente in prossimità di vie di comunicazione sicure.