



# PIANO STRUTTURALE

LR 65/2014 Norme per il governo del territorio

Articolo 20

## Comune di Orbetello:

Sindaco: Andrea Casamenti

Assessore urbanistica: Luca Teglia

Responsabile del procedimento: Arch. Francesca Olivi

Garante della comunicazione e ufficio urbanistica: segretario generale Giovanni La Porta

## Raggruppamento temporaneo:

### **Arch. Silvia Viviani**

*progettista e capogruppo*

Gruppo di lavoro:

Arch. Francesca Masi

Arch. Lucia Ninno

Elaborazioni grafiche e GIS:

Barbara Croci, Lorenzo Zoppi

### **Epsus - Musa srl**

Gruppo di lavoro:

Arch. Luigi Pingitore

Arch. Eleonora Giannini

### **Cresme Ricerche spa**

Gruppo di lavoro:

Dott. Enrico Campanelli

Dott. Francesco Toso

## Apporti specialistici:

Pianificazione dello spazio marittimo e di adattamento climatico:

Prof. Arch. Francesco Musco

Aspetti ecosistemici, ambientali e naturalistici, flora e fauna marina:

Dott. Maurizio De Pirro

Aspetti geologici, geomorfologici e idrologico idraulici:

Studi IdroGeo Service srl e Hydrogeo Ingegneria srl

Comune di Orbetello

Provincia di Grosseto

## INDAGINI GEOLOGICHE

*ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011*

FASE DI APPROVAZIONE

2020

## **INDICE**

PREMESSA .....	1
1 - Elaborati prodotti .....	3
2 - Inquadramento generale .....	4
3 - Sintesi delle conoscenze .....	5
3.1 - Piani di Bacino (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale) .....	6
4 - Analisi e approfondimenti.....	8
5 - Elementi geologici .....	10
5.1 - Inquadramento generale.....	10
5.2 - Carta Geologica (Tav. G.01).....	12
6 - Elementi geomorfologici .....	14
6.1 - Carta Geomorfologica (Tav. G.02 e G03).....	17
7 - Aspetti idraulici.....	21
8 – Idrogeologia .....	21
8.1 – Carta Idrogeologica (Tav. G.05).....	21
8.3 - Carta delle problematiche idrogeologiche (Tav. G.06) .....	23
8.3.1 - Subsidenza (Persistent Scatterers Interferometry - PSI).....	24
8.3.2 - SISBON .....	27
8.3.3 – Aree interessate da cuneo salino .....	29
9 - Elementi litologico-tecnici.....	29
9.1 - Carta Geologico-Tecnica (Tav. G.04).....	29
10 - Valutazioni di pericolosità geologica e idraulica.....	32
10.1 - Aree a pericolosità geologica (Tavv.G.07) .....	32
10.2 - Pericolosità idraulica .....	34

## **PREMESSA**

A seguito dell'incarico ricevuto dall'Amministrazione Comunale di Orbetello (Provincia di Grosseto), è stata condotta un'indagine geologico-tecnica di supporto al nuovo Piano Strutturale Comunale ai sensi della L.R. 65/2014 e ai sensi del regolamento D.P.G.R. 53/R/2011 (in attuazione dell'art.62 della L.R. 1/2005).

In riferimento alla sintesi delle conoscenze (realizzate ai sensi del punto 2.1-A dell'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011- Direttive per la formazione del piano strutturale e relative varianti) le presenti indagini geologico-tecniche redatte a supporto del nuovo Piano Strutturale comunale sono state condotte prendendo in considerazione il quadro conoscitivo derivante dal Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, per gli effetti della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione, è stato approvato con D.P.C.M. 6 maggio 2005 (GU n. 230 del 3-10-2005), dal Piano Stralcio Riduzione Rischio Idraulico di cui al D.P.C.M. 5 novembre 1999 (GU n. 226 del 22/12/1999), dal Piano di Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) approvato con Del. del Comitato Istituzionale n.235 del 3 Marzo 2016, dal Piano di Indirizzo Territoriale, dal Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Grosseto, e dalle precedenti indagini geologico-tecniche di supporto al vigente P.S. ed al vigente R.U.C. e alle successive Varianti.

In riferimento alle analisi ed approfondimenti (punto 2.1-B dell'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011-Direttive per la formazione del Piano Strutturale e relative varianti) si è proceduto come di seguito descritto analizzando, approfondendo e modificando, ove necessario, il quadro conoscitivo esistente.

Per quanto concerne gli elementi geologici e strutturali (di cui al punto 2.1-B.1 dell'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011), gli elementi litologico-tecniche (punto 2.1-B.2 dell'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011), gli elementi per la valutazione degli aspetti geomorfologici (punto 2.1-B.3 dell'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011), idrogeologici (punto 2.1-B.6 dell'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011) e topografici, sono stati aggiornati, per tutto il territorio comunale, anche con specifici sopralluoghi e nuovi rilievi di campo in relazione ai criteri definiti dal D.P.G.R. 53/R/2011, nonché utilizzando i dati del portale tematico della Regione Toscana (GeoScopio) e le banche dati disponibili di seguito indicate nella sintesi delle conoscenze, le precedenti indagini geologico-tecniche di supporto al P.S. e al vigente R.U.C. e a supporto delle successive Varianti..

Per la definizione degli elementi necessari alla valutazione degli aspetti idraulici (di cui al punto 2.1-B.4 dell'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011) sono stati utilizzati come base di partenza i modelli idraulici e le carte di sintesi del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) approvato con Del. del

Comitato Istituzionale n.235 del 3 Marzo 2016. Per i dettagli si rimanda allo studio idraulico a cura dello studio Hydrogeo S.r.l.

Per quanto riguarda la definizione degli elementi per la valutazione degli effetti locali e di sito per la riduzione del rischio sismico (di cui al punto 2.1-B.7 dell'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011), non è stato eseguito, a supporto del presente Piano Strutturale e ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011, alcun studio di microzonazione sismica in quanto il comune di Orbetello è stato inserito in zona sismica 4 ai sensi della Del. G.R. n. 421 del 25/05/2014 (Aggiornamento della classificazione sismica della Toscana).

Le indagini geologico-tecniche sono dirette a verificare la pericolosità del territorio sotto il profilo geologico e idraulico (secondo i criteri del D.P.G.R. 25/10/2011 n.53/R), anche in attuazione degli atti di pianificazione sovraordinati, al fine di valutare le condizioni ed i limiti di trasformabilità, garantire e mantenere condizioni di equilibrio idrogeologico e recuperare eventuali situazioni di criticità esistenti.

Il Piano Strutturale in oggetto è stato adottato in data 04/03/2020 con D.C.C. n.6. In virtù di ciò il presente strumento urbanistico verrà approvato ai sensi del D.P.G.R. 53/R/2011 in quanto che ai sensi degli artt. 17 e 20 del D.P.G.R. 5/R/2020 (entrato in vigore il 5/04/2020) la normativa da prendere a riferimento per gli strumenti urbanistici che sono stati depositati al Genio Civile prima dell'entrata in vigore del nuovo regolamento è quella in vigore al momento del deposito al Genio Civile (D.P.G.R. 53/R/2011).

A seguito dell'adozione sono stati raccolti, dall'Amministrazione Comunale, le osservazioni dagli enti e dai privati interessati al procedimento. Il presente Piano Strutturale che andrà in approvazione tiene conto delle suddette osservazioni.

## **1 - ELABORATI PRODOTTI**

Le indagini di carattere geologico, idraulico e sismico sono costituite dai seguenti elaborati:

- **Relazione geologica** (Novembre 2020);
- **Dati di base** (Novembre 2020) n.1 CD allegato;
- Tavola G.01 Carta Geologica (Novembre 2020) scala 1:10.000;
- Tavola G.02 Carta delle Pendenze (Novembre 2020) scala 1:10.000;
- Tavola G.03 Carta Geomorfologica (Novembre 2020) scala 1:10.000;
- Tavola G.04 Carta Geologico-Tecnica (Novembre 2020) scala 1:10.000;
- Tavola G.05 Carta Idrogeologica (Novembre 2020) scala 1:10.000;
- Tavola G.06 Carta delle Problematiche Idrogeologiche (Novembre 2020)  
scala 1:10.000;
- Tavola G.07 Carta della Pericolosità Geologica (Novembre 2020)  
scala 1:10.000;

Tutte le tavole sono in scala 1:10.000 e dividono il territorio comunale in 5 quadranti.

## **2 - INQUADRAMENTO GENERALE**

Il comune di Orbetello è ubicato nella porzione meridionale del territorio regionale, in un'area compresa fra l'omonima laguna (laguna di Orbetello) a Sud e il Parco Regionale della Maremma a Nord. Il comune è confinante a Nord e Nord-Est con il comune di Magliano in Toscana, ad Est con il comune di Manciano a Sud-Est con il comune di Capalbio e a Sud-Ovest con il comune di Monte Argentario.

Da un punto di vista fisiografico il comune è caratterizzato da una prevalenza di piane costiere e litorali sabbiosi che interessano tutta la porzione centrale e buona parte della porzione settentrionale. A livello altimetrico il comune presenta, nelle suddette aree, valori di quota assoluta comprese fra circa 30 m s.l.m. e circa 0 m s.l.m. Il contesto di piana costiera è interrotto a Nord-Ovest a Nord-Est e a Sud-Est da rilievi collinari mesozoici/neogenici che presentano quote altimetriche massime di circa 280 m s.l.m. Nella porzione Sud-Ovest del territorio comunale la piana costiera lascia spazio all'ambiente lagunare, composta da tre fasce di terre emerse (tombolo della Giannella, tombolo della Feniglia e il tombolo dove ricade il capoluogo comunale) che racchiudono al proprio interno ampi bacini salmastri: laguna di ponente e laguna di levante.

A livello idrografico il comune di Orbetello è solcato da due principali assi drenanti:

- il torrente Osa che scorre, nel territorio comunale di interesse con direzionalità circa E-N-E/O-S-O dalle vicinanze di Poggio Quattrino fino al Mar Tirreno immediatamente a valle di Poggio Talamonaccio.
- Il fiume Albegna che scorre, nel territorio comunale di interesse, con direzionalità circa E-N-E/O-S-O dalla zona del Piano del Tesoro fino al Mar Tirreno in prossimità dell'abitato di Albinia.

I due suddetti assi drenanti sono alimentati, sempre nel territorio comunale di Orbetello, da una fitta rete di canali secondari concentrati prevalentemente nella fascia centrale della piana costiera.

Il territorio comunale di Orbetello occupa una superficie di circa 227 km<sup>2</sup> ed è coperto, a livello cartografico dalle seguenti tavole IGM a scala 1:10.000:

- 342020
- 342030
- 342040
- 342070
- 342080

- 342110
- 342120
- 343090
- 342150
- 342160

### **3 - SINTESI DELLE CONOSCENZE**

La sintesi delle conoscenze, realizzata ai sensi delle direttive per le indagini geologico-tecniche allegato al Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011 n. 53/R (punto 2.1-A dell'allegato A), comprende la raccolta della documentazione relativa al quadro conoscitivo esistente e certificato come quello derivante dai Piani di Bacino, dal Piano di Indirizzo Territoriale e dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale, al fine di inquadrare le problematiche ed i vincoli presenti sul territorio e sulla cui base effettuare le successive analisi ed elaborazioni.

La sintesi delle conoscenze è stata articolata nelle seguenti attività:

- consultazione della cartografia geologica regionale (Database Geologico della Regione Toscana, scala 1:10.000 - aggiornamento del Continuum Geologico Regionale);
- consultazione dei Piani di Bacino redatti dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale: "Stralcio Assetto Idrogeologico", "Stralcio Rischio Idraulico" e "Stralcio Bilancio Idrico" e consultazione della documentazione redatta dall'Autorità di Bacino di Distrettuale dell'Appennino Settentrionale per il Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA);
- consultazione del Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico (P.I.T.);
- consultazione del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Grosseto (P.T.C.P.);
- consultazione delle Indagini geologico-tecniche di supporto al Piano Strutturale e del Regolamento Urbanistico Comunale e successive varianti vigenti del Comune di Orbetello;
- ricerca dei dati di base litostratigrafici, geotecnici e sismici presenti negli archivi comunali;
- consultazione degli archivi della Regione Toscana, in particolare della Banca Dati del sottosuolo, della Banca Dati indagini geotematiche (BDIG), della Banca Dati stratigrafica della Toscana (SIRA) e Informazione Geografica (GEOscopio);
- sistema Informativo Territoriale della Provincia di Grosseto (S.I.T.);

- ricerca bibliografica riguardante studi di carattere geologico in senso lato aventi ad oggetto il territorio comunale;
- consultazione della Banca dati del Ministero dell'Ambiente - geo-portale nazionale - *Persistent Scatterers Interferometry (PSI) per aree in subsidenza*;
- consultazione del portale ARPAT – SIRA (Sistema Informativo Siti interessati da procedimenti di BONifica - SISBON);
- Consultazione Banca dati del Servizio Geologico d'Italia (ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), archivio *'Indagini del sottosuolo'* (L. 464/84);
- Consultazione Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), realizzato dall'ISPRA;

Di seguito si riportano gli approfondimenti di alcuni tematismi elencati all'interno della sintesi delle conoscenze.

### 3.1 - Piani di Bacino (Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale)

Con l'adozione del **PGRA** (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni - delibere del Comitato Istituzionale n. 231 e 232 del 17 dicembre 2015) e la sua **successiva approvazione** delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016, **il PAI (Piano stralcio Assetto Idrogeologico) ha visto modificato i propri contenuti per quanto riguarda la pericolosità idraulica**. Per quanto riguarda il bacino dell'Arno i temi relativi alla pericolosità e rischio idraulico, con lo scopo di semplificarli ed aggiornarli secondo i disposti europei (direttiva "alluvioni" 2007/60/CE e D.lgs. 49/2010), sono trattati nel PGRA e nella relativa disciplina di piano.

**Il PAI mantiene i propri contenuti e le proprie norme d'uso per quanto riguarda la pericolosità ed il rischio da frana nel bacino**. Quindi il PAI "frane" è lo strumento del Piano di Bacino per l'individuazione delle aree a pericolosità da frana, e impone agli strumenti pianificatori locali vincoli e condizioni per l'analisi del territorio. Le norme di PAI continuano a mantenere la loro operatività rispetto alla pericolosità idraulica per quanto non espressamente in contrasto con la Disciplina di PGRA ed **in ogni caso per tutti gli articoli della normativa facenti riferimento a pericolosità e rischio da frana**.

Laddove le aree di pericolosità idraulica e geologica sono di nuova definizione e/o definite diversamente dai criteri delle NTA stabilite dal Piano di Bacino Assetto Idrogeologico o del Piano Gestione Rischio Alluvioni, sono state proposte le Osservazioni al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) e al Piano stralcio Assetto Idrogeologico (PAI – pericolosità da frana).



Per la redazione della documentazione a supporto del nuovo Piano Strutturale Comunale, si è proceduto alla consultazione della cartografia del Piano di Bacino: Piano di Gestione del Rischio Alluvioni, per quanto riguarda gli aspetti idraulici; Piano *Stralcio "Assetto Idrogeologico"* (per la parte riguardante la pericolosità da frane), per quanto riguarda il quadro delle pericolosità geomorfologiche.

Preme sottolineare che per quanto riguarda i dettagli sulla perimetrazione delle pericolosità idrauliche e più in generale per tutti gli aspetti idrologico-idraulici si rimanda alla studio eseguito dalla Soc. Hydrogeo S.r.l. ai sensi D.P.G.R. 53/R/2011 e della L.R. 41/2018.

Preme sottolineare inoltre che a seguito dell'adozione del presente piano (DCC n.6 del 04/03/2020) sono pervenute osservazioni anche dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale che sono state recepite nella presente documentazione redatta ai fini dell'approvazione.

***Stralcio "Assetto Idrogeologico" (strumento per l'individuazione delle aree a pericolosità idraulica e da frana, e impone agli strumenti pianificatori locali vincoli e condizioni per l'analisi del territorio).***

Il Piano di Bacino stralcio assetto idrogeologico, redatto ai sensi e per gli effetti della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, con le relative fonti normative di conversione, modifica e integrazione, è stato approvato con D.P.C.M. 6 Maggio 2005 (GU n. 230 del 3-10-2005).

Esso ha valore di piano sovraordinato territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo.

Il PAI, attraverso le proprie disposizioni persegue, nel rispetto del patrimonio ambientale, l'obiettivo generale di garantire livelli di sicurezza adeguati rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e geomorfologico in atto o potenziali.

In conseguenza dell'approvazione del PGRA (Piano di Gestione del Rischio Alluvioni – apr. con delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016), la cartografia del PAI è **relativa esclusivamente alla pericolosità da frana e da fenomeni geomorfologici di versante**. Per gli aspetti idraulici si deve fare riferimento alla cartografia del PGRA e alla relativa disciplina di Piano.

### ***Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA).***

Con le delibere del Comitato Istituzionale n. 231 e 232 del 17 dicembre 2015 è stato adottato il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni con apposizione delle misure di salvaguardia. Successivamente con delibera del Comitato Istituzionale n. 235 del 3 marzo 2016 il Piano è stato definitivamente approvato. Il PGRA rappresenta un forte elemento di innovazione in quanto sostituisce a tutti gli effetti

per ciò che riguarda la pericolosità da alluvione (con una nuova cartografia, nuove norme nonché la mappa del rischio da alluvioni redatta ai sensi del D.lgs. 49/2010) il PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico). Il lavoro svolto per l'applicazione dei disposti della direttiva nel bacino, ha infatti permesso di aggiornare e modernizzare il quadro conoscitivo esistente, renderlo coerente con i requisiti richiesti dalla Commissione europea e, quindi, di giungere ad una semplificazione delle norme e delle procedure in materia di pericolosità e rischio di alluvioni. La disciplina di PGRA va quindi a subentrare alle disposizioni previste dalle norme di PAI con particolare riguardo ai disposti del "Capo I – Pericolosità Idraulica".

In questa fase di aggiornamento degli strumenti urbanistici comunali (nuovo Piano Strutturale), come suddetto, sono stati realizzati nuovi studi idraulici a cura della Soc. Hydrogeo S.r.l. a cui si rimanda per i dettagli.

#### **4 - ANALISI E APPROFONDIMENTI**

Successivamente alla raccolta e all'analisi dei dati esistenti riferiti alla sintesi delle conoscenze, sono stati effettuati approfondimenti di carattere geologico strutturale, geomorfologico, idrogeologico, e geotecnico (ai sensi delle direttive per le indagini geologico-tecniche allegate al Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011 n. 53/R - punto 2.1-B dell'allegato A) al fine di aggiornare ed integrare le conoscenze riguardanti l'intero territorio comunale come specificato in premessa.

A supporto delle suddette analisi ed approfondimenti si è anzitutto proceduto ad un rilevamento di carattere geologico, litostratigrafico, geologico-strutturale e geomorfologico sui database tematici della Regione Toscana e su base di fotointerpretazione e rilevamento di campagna, anche in contraddittorio con i tecnici dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (per quanto riguarda l'aspetto geomorfologico), dopodiché si è proceduto ad un accurato lavoro di consultazione dei dati interferometrici satellitari InSAR processati con tecnica di Permanent Scatterers (dati con copertura temporale dal 1991 ad oggi) messi a disposizione dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare della Regione Toscana. La suddetta consultazione ha permesso di mettere in evidenza le aree potenzialmente interessate da fenomeni di subsidenza all'interno del territorio comunale.

Relativamente agli aspetti idrogeologici (Regolamento 53/R, Allegato A, punto 2.1- B.6), attraverso l'analisi della cartografia geologica regionale, della banca dati dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale e della Provincia di Grosseto, è stato ricostruito l'assetto idrogeologico generale. Dopodiché, si è proceduto alla ricerca di eventuali disequilibri in atto sulla

risorsa idrica, legati anche ad interventi antropici ed all'individuazione su tutto il territorio comunale di potenziali situazioni di criticità.

Relativamente all'aspetto delle bonifiche, la consultazione della banca dati SISBON facente capo all'agenzia ARPAT, ha permesso di individuare, nella cartografica inerente le Problematiche Idrogeologiche (Tav. G.06), i siti interessati da procedimenti di bonifica ambientale in corso.

Gli approfondimenti si sono concretizzati nella realizzazione di tematismi di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico, litotecnico, geologico-tecnico, geofisico e idraulico rappresentati mediante cartografie alla scala 1:10.000.

Preme ricordare che per quanto riguarda gli elaborati cartografici rappresentativi dei tematismi di carattere geologico, geomorfologico, idrogeologico, litotecnico, geologico-tecnico, geofisico e idraulico, essi sono stati realizzati ai sensi delle direttive per le indagini geologico-tecniche allegato al Decreto del Presidente della Giunta Regionale 25 ottobre 2011 n. 53/R (Regolamento di attuazione dell'art.62 della Legge Regionale n.1 del 3 Gennaio 2005, attualmente sostituita dalla L.R. n.65 del 10 Novembre 2014).

Oltre a quanto suddetto, sono stati approfonditi altri aspetti sito specifici del comune di Orbetello. In particolare è stato perimetrato il fenomeno dell'intrusione salina attraverso la consultazione dello studio eseguito dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale "Zonazione dell'intrusione salina nei corpi idrici sotterranei" (Agosto 2018). Per quanto riguarda invece gli aspetti riguardanti il carsismo e la perimetrazione delle aree umide sono stati consultati, oltre che gli strumenti urbanistici vigenti anche il database "Grotte e Carsismo" della Regione Toscana e l'inventario delle zone umide ("Aree RAMSAR") a cura dell'ISPRA e della Regione Toscana.

Infine sono state perimetrare le aree di salvaguardia della risorsa termale dell'OSA e della risorsa potabile ad uso acquedottistico tramite la documentazione ufficiale comunale e la normative vigente in materia.

## 5 - ELEMENTI GEOLOGICI

### 5.1 - Inquadramento generale

Il territorio comunale di Orbetello è sito nella porzione terminale sud-occidentale della Toscana meridionale. Tale area, come anticipato nel § 2 del presente elaborato, è caratterizzato da una prevalenza di forme morfologiche tipiche della zona costiera meridionale regionale con ampie aree umide, palustri e lagunari che si collocano al passaggio tra le pianure alluvionali del torrente Osa e del fiume Albegna e la fascia costiera dunale. Le aree di piana costiera, sia di carattere alluvionale che di carattere palustre/lagunare sono delimitate da dorsali collinari, con direzione prevalentemente antiappenninica, che si ubicano nella porzione Nord-Ovest, Nord-Est e Sud-Est del territorio comunale. In tali aree affiora il substrato mesozoico e neogenico (Fig. 1).

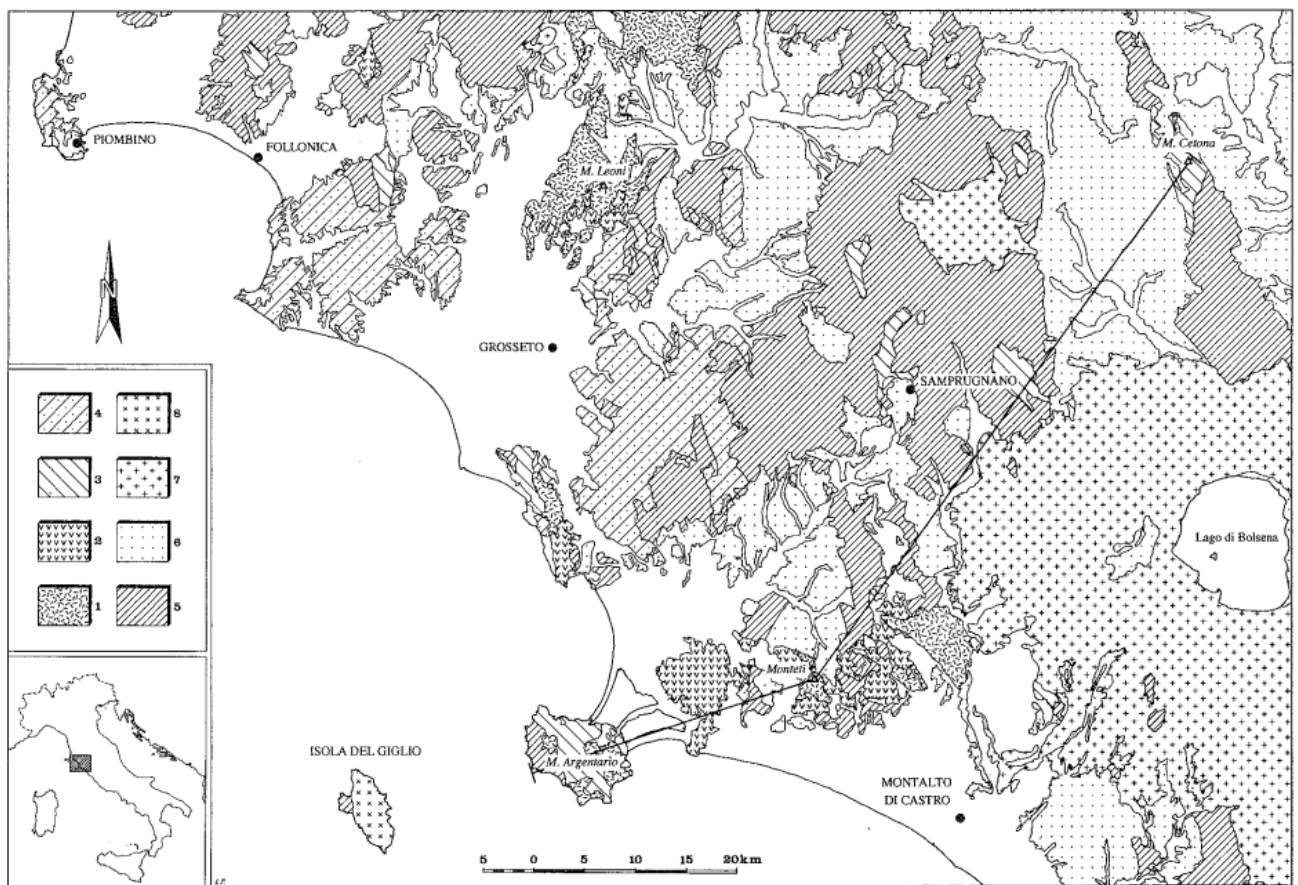


Fig. 1 – Carta geologica schematica tra l'Argentario e il Cetona: 1 Basamento paleozoico e Verrucano; 2: Anidriti di Burano (Calcarea Cavernosa); 3- Terreno mesozoici e paleogenici della successione toscana; 4 – Macigno del Chianti; 5 – Terreni delle coltri liguri ed epiliguri; 6 – Terreni dei bacini neogenici; 7 – Plutoniti; 8 - Vulcaniti

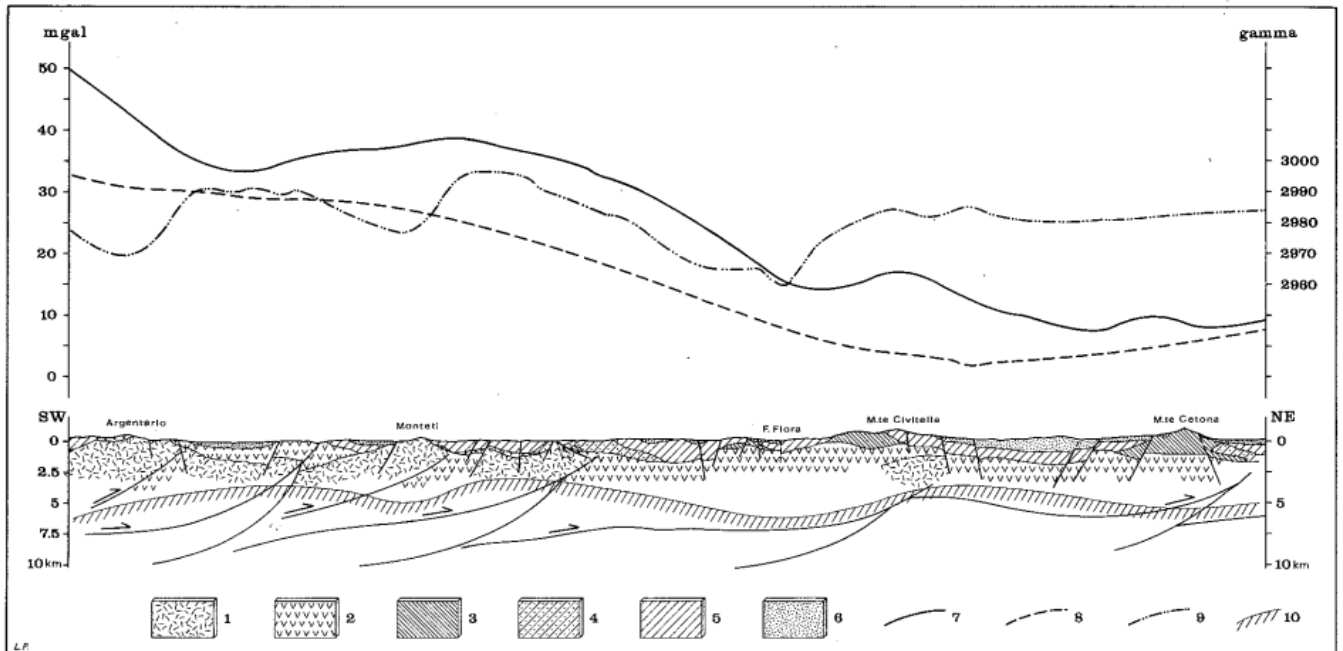


Fig. 2 – Profilo geologico tra l'Argentario ed il M. Cetona: : 1 Basamento paleozoico e Verrucano; 2: Anidriti di Burano (Calcare Cavernoso); 3- Terreno mesozoici e paleogenici della successione toscana; 4 – Macigno del Chianti; 5 – Terreni delle coltri liguri ed epiliguri; 6 – Terreni dei bacini neogenici; 7 – Anomalia di Bouguer; 8 – Anomalia gravimetrica regionale; 9 – Anomalia aeromagnetica; 10 – Ipotetica andamento del basamento magnetico

Il contesto collinare di margine del comune di Orbetello ha avuto un'evoluzione tettonica associata all'orogenesi dell'Appennino Settentrionale. A partire dal Miocene il contesto collinare ha subito un forte processo di tettonica compressiva che ha portato ad imponenti sovrascorrimenti e scollamenti. Al termine del Miocene (Messiniano) si è passati da una tettonica compressiva ad una tettonica distensiva con conseguente formazione dei bacini neogenici. La geometria dei bacini ha risentito fortemente dei sistemi di faglie ad alto angolo associate al processo orogenetico: faglie appenniniche longitudinali alla catena appenninica e faglie antiappenniniche trasversali alla direzionalità della catena appenninica. La fine del processo appenninico compressivo coincide anche con l'affermarsi di una trasgressione marina che ha portato al ciclo sedimentario neo-autoctono che costituisce l'ossatura sedimentaria del territorio comunale di Orbetello. La suddetta trasgressione marina è stata anticipata dalla formazione, a varie distanze dalla costa, di una serie di depressioni chiuse con formazione di bacini lacustri e palustri successivamente in parte sommersi dalla trasgressione marina. La successive successioni di regressione marina e trasgressione marina che hanno interessato tutto il Pliocene e parte del Pleistocene, legate sia a variazioni eustatiche del livello del mare, sia a movimenti tettonici di abbassamento della catena appenninica associata alla dinamica orogenetica distensiva, hanno portato alla formazione della morfologia attuale costituita, come detto sopra, da una ampia piana costiera lagunare/alluvionale/palustre che comprende quasi per intero il

territorio comunale, delimitata a Nord-Ovest, Nord-Est e Sud-Ovest da dorsali mesozoiche/neogeniche ad andamento prevalentemente antiappenninico.

## 5.2 - Carta Geologica (Tav. G.01)

In virtù di quanto espresso nel § 5.1 del presente elaborato, nel territorio comunale di Orbetello possiamo osservare, a livello geologico, una dicotomia evidente: aree in cui affiorano rocce e terreni facenti parte del substrato geologico pre-neogenico e aree in cui affiorano terreni marini, alluvionali, palustri/lagunari neogenici e quaternari.

- Aree in cui affiora il substrato litoide e terrigeno pre-neogenico
  - Tali aree rappresentano la cornice collinare del territorio comunale. Ne fanno parte: le dorsali collinari a Nord-Ovest, facenti parte del Parco Regionale della Maremma (Parco dell'Uccellina) caratterizzate prevalentemente da formazioni triassiche facenti parte della Falda Toscana (Calcere Cavernoso) e dell'Unità Toscane Metamorfiche (formazione della Verruca e di Vinca). Tale complesso collinare è delimitato ad Est da terreni e materiale litoide di substrato più recente (Cretacico/Paloeogene) facente parte della Falda Toscana (Formazioni della Scaglia Toscana e del Macigno); dorsali collinari a Nord e Nord-Est ubicate in corrispondenza delle Loc. di Fonteblanda, Poggio Talamonaccio e P.Querciolaie. In tali aree sono presenti in affioramento ed in fasce più o meno ristrette, formazioni triassiche, cretache paleogeniche della Falda Toscana (Formazioni del Calcere Calveroso, della Scaglia Toscana e del Macigno) sormontate da ampie zone di depositi paleogenici (Unità di Canetolo) facenti parte del Dominio Ligure) a sua volta sormontate aree più o meno ristrette di depositi marini pliocenici (Argille Azzurre e Sabbie e arenarie gialle); dorsali collinari a Sud-Est caratterizzate totalmente dalla presenza in affioramento del calcere cavernoso triassico facente parte della Falda Toscana.

• Aree in cui affiorano i depositi neogenici e quaternari

- Tali aree rappresentano il cuore centrale del comune di Orbetello. La prevalenza è rappresentata dai depositi alluvionali recenti che caratterizzano l'intera piana costiera fra il torrente Osa e il fiume Albegna. Avvicinandosi alla costa si riscontra la presenza di litorali sabbiosi, depositi eolici e depositi paludosi/lagunari. A completare il quadro delle unità litologiche neogeniche quaternarie rimangono i depositi di versanti e i depositi eluvio-colluviali che si rinvergono alle quote inferiori dei rilievi collinari

Per la realizzazione delle carte geologiche a supporto del presente studio sono state utilizzate le carte geologiche del progetto CARG messe a disposizione dalla Regione Toscana sul suo portale Geoscopio (Progetto Carta Geologico-Regionale della Toscana). In esse, sono state rilevate le seguenti unità geolitologiche (Fig. 3).

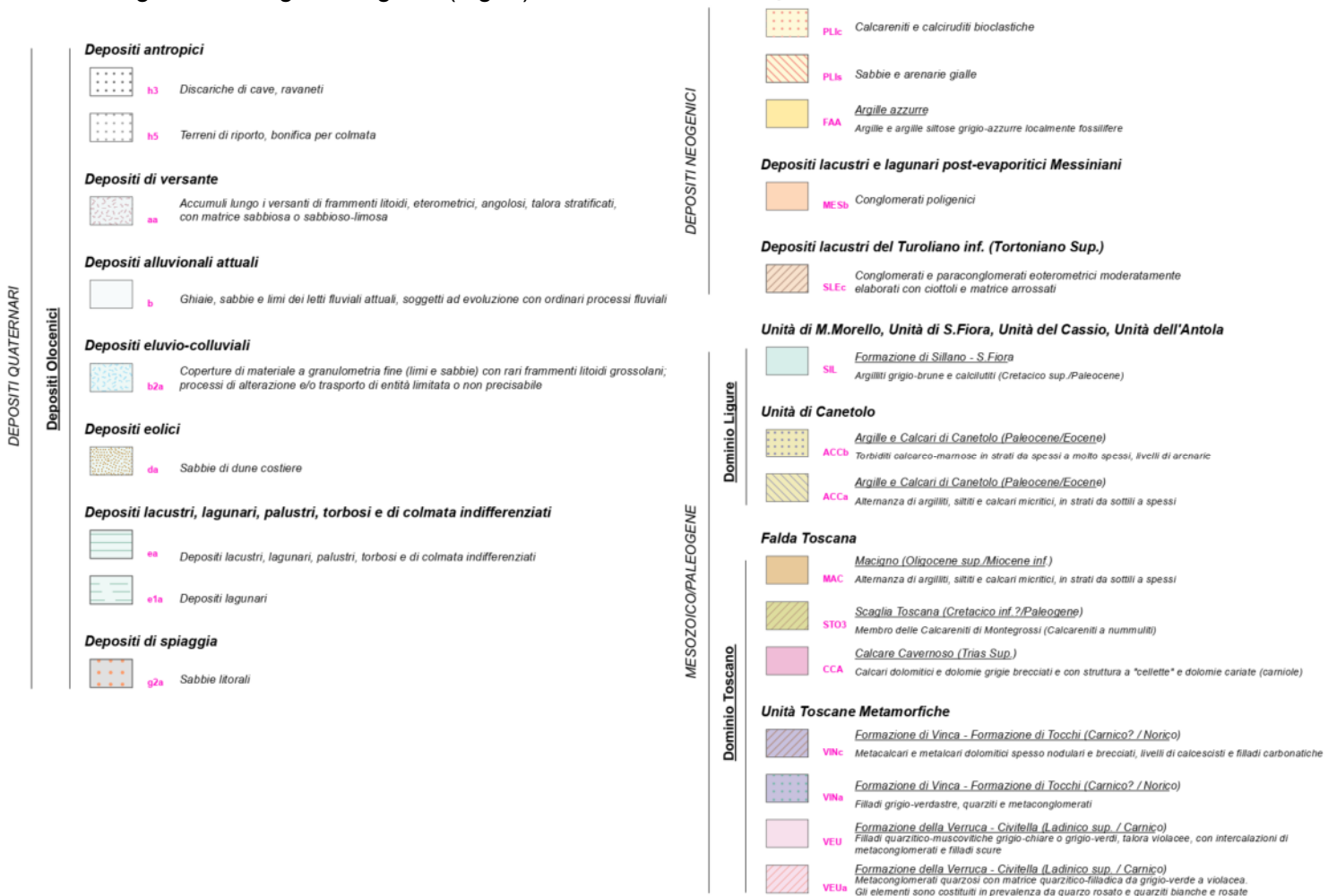


Fig. 3 – Estratto della legenda della Carta Geologica a supporto del presente P.S. comunale

## **6 - ELEMENTI GEOMORFOLOGICI**

Il territorio comunale di Orbetello, in virtù della sua ubicazione al passaggio fra il contesto collinare e la piana costiera ed in virtù della sua geologia presente, sia in affioramento sia nel substrato al di sotto dei terreni di copertura alluvionali, presenta una varietà di forme geomorfologiche associate a più fenomeni esogeni/endogeni

Il presente studio ha approfondito gli aspetti legati alle forme di versante dovuti alla gravità, alle forme dovute alle acque correnti superficiali, alle forme di origine carsica, alle forme di origine eolica, alle forme di origine marina e alle forme palustri e lagunari e alle forme di origine antropica.

La carta geomorfologica è stata realizzata a partire dalle informazioni presenti in letteratura ed in particolare gli studi geologici realizzati a supporto degli strumenti urbanistici vigenti, i database geologici della Regione Toscana (DB Geomorfologico e DB delle Grotte e Carsismo), il database di ISPRA inerente le aree umide RAMSAR, i piani cave regionali e provinciali (PAERP, PRAER e PRC), il progetto SINKHOLE di ISPRA.

In aggiunta sono stati eseguiti dei sopralluoghi, anche in contraddittorio con i tecnici dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, su tutto il territorio comunale anticipati da una fotointerpretazione dell'intero territorio comunale basata sui fotogrammi del Progetto AGEA del 2013 messi a disposizione dalla Regione Toscana all'amministrazione comunale di Orbetello (scala 1:30.000, focale 100,5 mm):

La fotointerpretazione si basa sulla visione stereoscopica dei fotogrammi aventi percentuale di sovrapposizione longitudinale (overlap) minima del 60% e sovrapposizione laterale (sidelap) minima del 15% (Fig. 4 e Fig. 5). La sovrapposizione laterale e longitudinale dei fotogrammi unita alla visione binoculare degli occhi, che percepiscono uno stesso oggetto da due angolazioni diverse, permette di avere, con la collaborazione del cervello, sul piano retinico, un'unica immagine con la sensazione del rilievo (visione stereoscopica 3D).



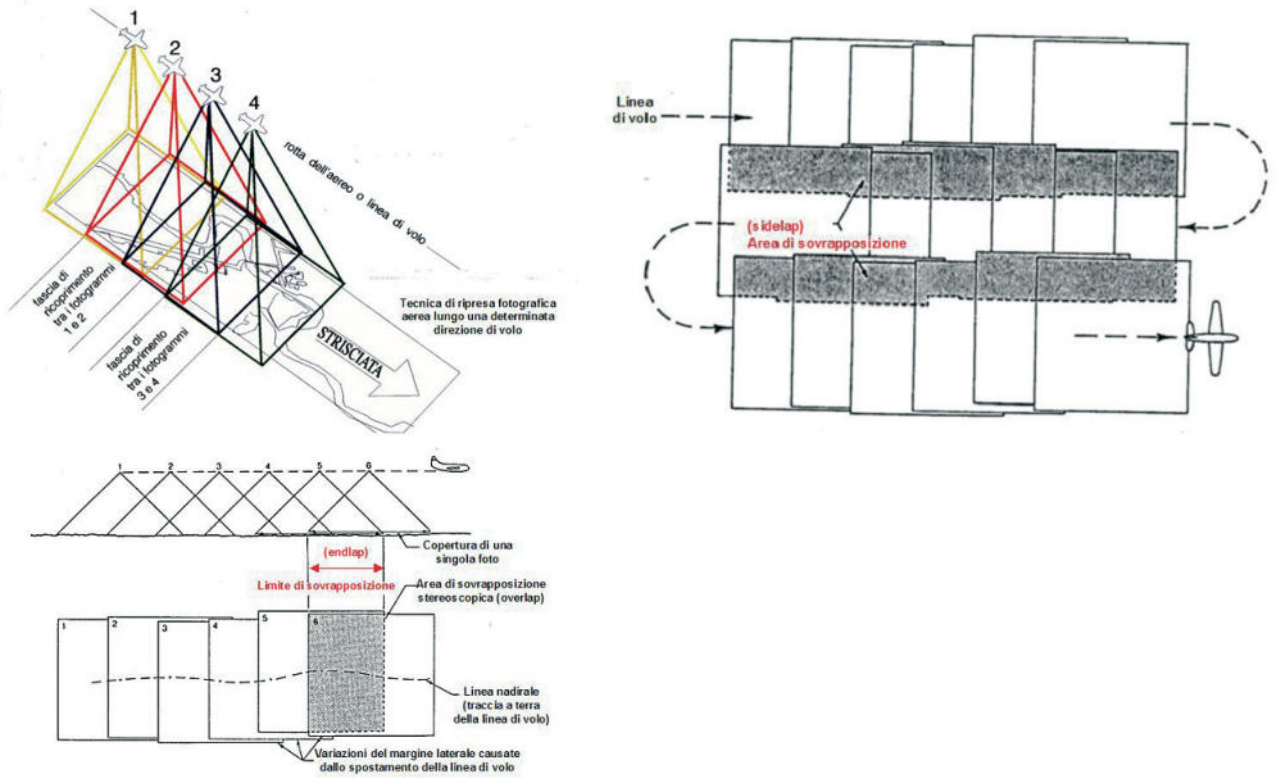


Fig. 4 - A sinistra ripresa aerofotogrammetrica con sovrapposizione longitudinale (overlap). A destra ricoprimento laterale fra strisciate contigue

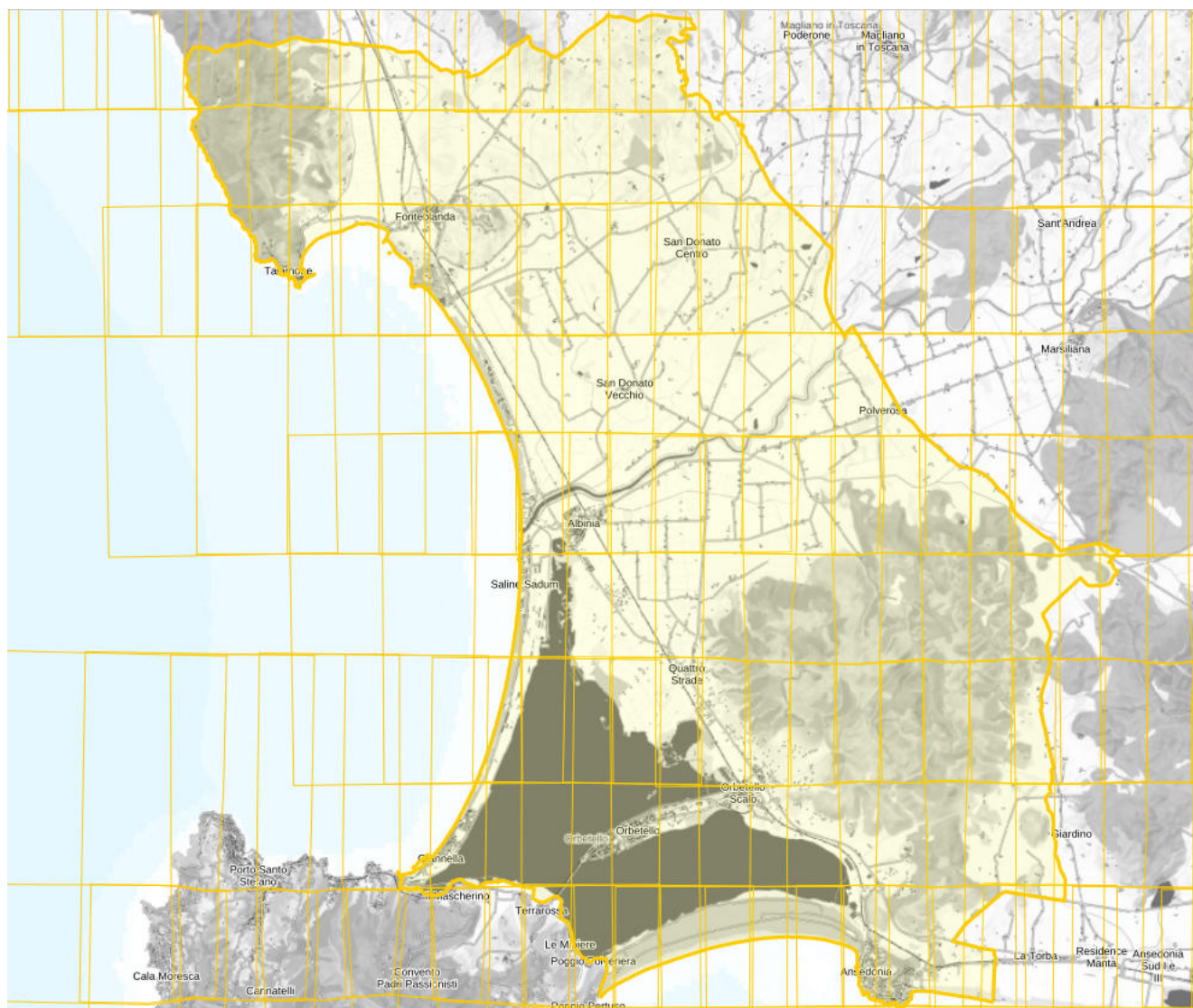


Fig. 5 – Territorio comunale di Orbetello con sovrapposto i fotogrammi del Progetto AGEA del 2013

## 6.1 - Carta Geomorfologica (Tav. G.02 e G03)

Per la simbologia adottata nella legenda della carta geomorfologica ed i criteri di rappresentazione dei dati si è fatto riferimento a quanto previsto nella nuova legenda della carta geomorfologica del territorio regionale (Specifiche tecniche per la strutturazione, la codifica e l'acquisizione in formato digitale delle cartografie della Banda Dati Geomorfologica della Regione Toscana – Versione 1.4 Settembre 2018).

Il territorio comunale di Orbetello, da un punto di vista geomorfologico, come da un punto di vista geologico, può essere diviso in due domini: dominio collinare e dominio di piana costiera e di laguna.

Nel dominio collinare si rinvengono le forme gravitative, le forme erosive dovute alle acque correnti superficiali e le forme carsiche. Da un punto di vista gravitativo, il contesto collinare di Orbetello risulta prevalentemente stabile con presenza di rare e piccole frane prevalentemente quiescenti in prossimità della costa Nord-Ovest, a valle di Poggio Ospedaletto, sulle quote inferiori dei rilievi collinari a Nord-Est e nella porzione centrale e occidentali dei rilievi collinari a Sud-Est. Sempre in ambito gravitativo si rinvengono rare e piccole aree a franosità diffusa ed erosione superficiale diffusa prevalentemente concentrate lungo le coste rocciose interessate dalla presenza di falesie. Nell'ambito gravitativo svolge un ruolo predominante la presenza di depositi di versante posti prevalentemente alle quote inferiori dei versanti collinari, le scarpate d'erosione e piccoli fenomeni di erosione superficiale puntuale ed areale che sono distribuiti in maniera omogenea su tutto il contesto collinare in studio. Da un punto di vista dell'erosione dovuta alle acque correnti superficiali, i rilievi collinari sono solcati da numerosi rivoli di erosione ubicati, anch'essi in maniera omogenea su tutto il contesto collinare. Associate ad esse si riscontrano ampi depositi eluvio colluviali posti al passaggio fra il contesto collinare il contesto di piana costiera. Il ruolo predominante, nell'ambito collinare è rappresentato dalle forme carsiche. La Regione Toscana ha definito due ampie zone classificate come "aree potenzialmente carsificabili" (Fig. 6):

- Area dei Monti dell'Uccellina
- Area di Poggio del Leccio

Entrambe le aree sono classificate come potenzialmente carsificabili in quanto presentano in affioramento il substrato calcareo facente parte prevalentemente alla formazione del Calcere Cavernoso.

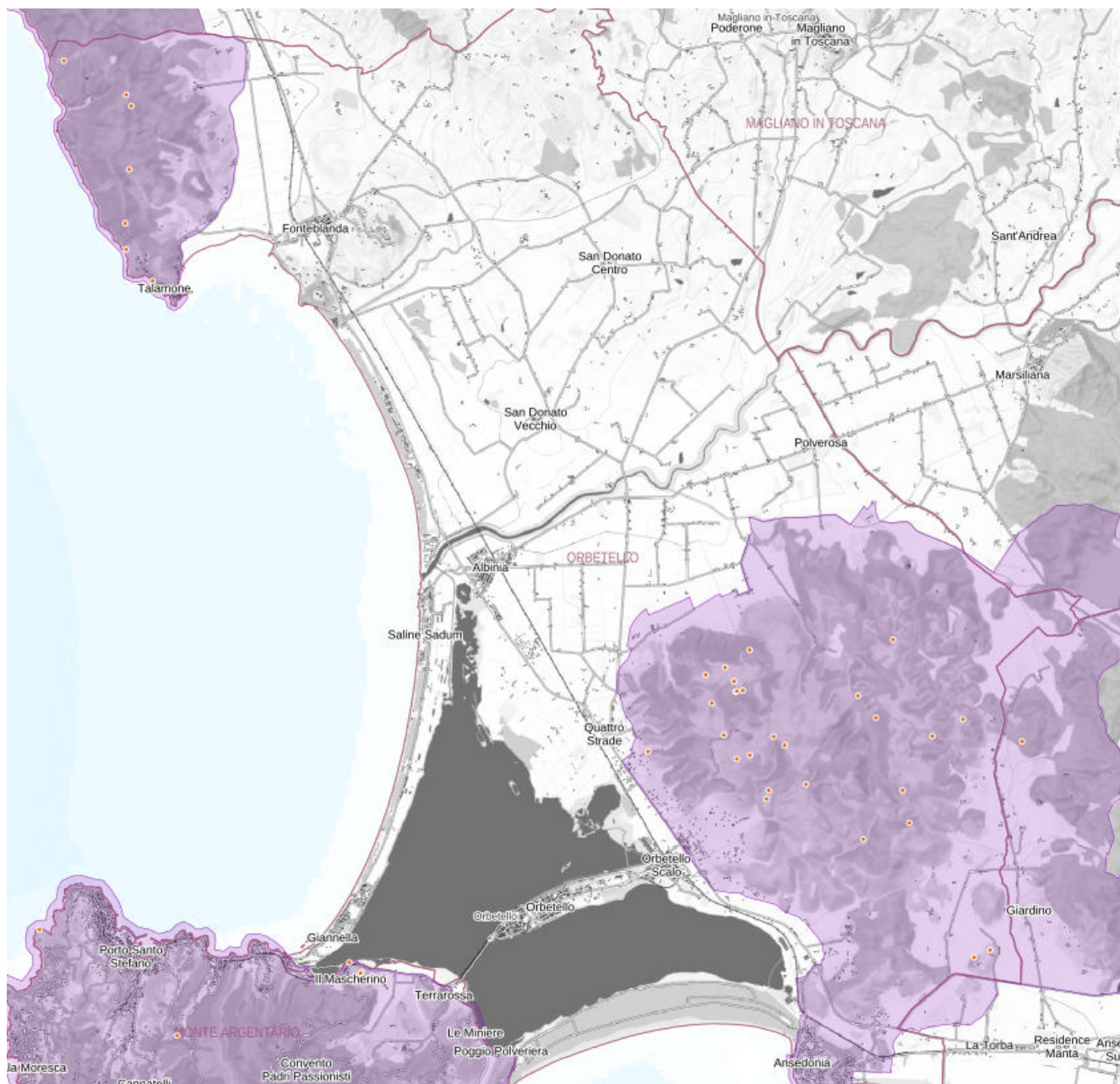


Fig. 6 – Estratto del DB Grotte e Carsismo della Regione Toscana, in viola le aree potenzialmente carsificabili

Nelle suddette aree sono presenti numerose grotte e doline, quest'ultime incentrate prevalentemente nel contesto di Poggio del Leccio.

Nel dominio della piana costiera le forme gravitative lasciano lo spazio ad una prevalenza di forme erosive dovute alle acque correnti superficiali accompagnate da forme eoliche, forme di origine marina, depositi lagunari e paludosi e forme carsiche. Le aree pianeggianti ad esclusione delle fasce costiere vedono una prevalenza di depositi alluvionali segnate da vari paleoalvei associate alle divagazioni naturali del torrente Osa e del fiume Albegna. Nel contesto di piana si rinvencono 3 contesti interessati dal fenomeno del Sinkhole: Loc. Fonte Trilla, Loc. Le Tre Piscine, Loc. San Donato Vecchio (Loc. Lago Scuro è ubicato nel dominio collinare Sud-Est).

Il termine “sinkhole” (che tradotto letteralmente significa “buco sprofondato”) è stato introdotto per la prima volta da Fairbridge (1968) per indicare una depressione di forma sub-circolare dovuta al crollo di piccole cavità carsiche sotterranee. Se osserviamo la sezione geologica in Fig. 2 si osserva come sotto la copertura alluvionale e marina della piana di Orbetello è presente un substrato di tipo calcareo che è alla base del carsismo e conseguentemente della formazione dei sinkhole nel territorio comunale.

Avvicinandosi alla costa si rinvencono depositi lagunari e paludosi (lungo la costa del Voltoncino e nella piana Nord della costa fra Talamone e Fonteblanda) e depositi di duna posti lungo la costa del Voltoncino e in corrispondenza dei tomboli della Feniglia, della Giannella e del capoluogo comunale. La costa del Comune di Orbetello è prevalentemente sabbiosa, uniche eccezioni sono rappresentate dalla costa del Parco dell'Uccellina fino a Talamone e della Costa a Sud di Ansedonia caratterizzata dalla presenza di falesie. Il ruolo predominante del contesto di piana è rappresentata dalla laguna di Orbetello costituite da due bacini salmastri intercomunicanti (Bacino di Ponente e Bacino di Levante) separati dal tombolo incompleto del capoluogo comunale e separati dal mare aperto dai tomboli della Feniglia e della Giannella. La laguna presenta nella porzione settentrionale del bacino di ponente un'ampia area umida classificata come area RAMSAR (“Laguna di Orbetello”). Per quanto riguarda l'aspetto erosivo legato all'attività erosiva dei fiumi, l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale ha messo in evidenza la presenza di un'intensa attività erosiva nella porzione del fiume Albegna che va dal confine comunale Est fino a circa la Loc. Barca dei Grazi.

Il suddetto contesto geomorfologico è interessato infine da numerose forme di origine antropica fra i quali rivestono particolare rilevanza i riporti antropici e le cave. Per quanto riguarda queste ultime attualmente è attiva la sola cava del Priorato nella porzione settentrionale del contesto collinare di Poggio del Leccio. Le altre cave sono classificate, nei piani regionale e provinciali vigenti come cave dismesse ripristinate quasi totalmente o che non necessitano di interventi di ripristino:

- Cava La Parrina
- Cava Pod. Valentina

- Cava Talamone
- Cava Poggio alle Forche
- Cava Fonteblanda
- Cava Le Bucacce
- Cava Podere Fava
- Cava Poggio della Fata
- Cava Tiberini
- Cava Le Grotte
- Cava Casa Lasca
- Cava Gli Scaloni
- Cava Monte Palmi
- Cava Pod. Salciatella
- Cava Ansedonia Nord
- Cava Ansedonia Sud
- Cava Sette Finestre

In alcuni casi come, la cava Ansedonia Sud, cava Talamone e cava Poggio Alle Forche il ripristino è completato e all'interno sono stati realizzati interventi edilizi.

Oltre alle forme geomorfologiche suddette è opportuno, per completezza di informazione, descrivere l'andamento delle acclività nel territorio comunale. Escludendo il contesto di piana costiera e di laguna che presenta, ovviamente, pendenze nulle o comunque inferiori al 5% di acclività, il dominio collinare è caratterizzato da una prevalenza di versante da mediamente acclivi ad acclivi fino a molto acclivi soprattutto verso le quote inferiori, in corrispondenza delle coste rocciose e associati ai contesti collinari carsici. Lo studio è stato eseguito a partire dal database morfologico della Regione Toscana basato a sua volta sul DTM ricostruito a partire dalla CTR alla scala 1:10.000.I

Come introdotto nella premessa della presente relazione, a seguito dell'adozione del presente elaborato sono pervenute varie osservazioni da enti e da privati interessati dal procedimenti, di cui alcuni hanno avuto riflesso sulla carta geomorfologico. Tali osservazioni sono state analizzate, anche in contraddittorio con i tecnici dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, e accolte

totalmente o parzialmente nella presente documentazione.

## **7 - ASPETTI IDRAULICI**

Per la definizione degli elementi necessari alla valutazione degli aspetti idraulici è stato predisposto specifico studio idrologico-idraulico di supporto al Piano Strutturale., redatto ai sensi del punto 2.1-B.4 dell'allegato A del D.P.G.R. 53/R/2011 (Elementi per la valutazione degli aspetti idraulici) e della L.R. 41/2018; lavoro realizzato direttamente dallo studio Hydrogeo S.r.l. a cui si rimanda per i dettagli.

## **8 – IDROGEOLOGIA**

### **8.1 – Carta Idrogeologica (Tav. G.05)**

La ricostruzione dell'assetto idrogeologico è finalizzata, secondo quanto stabilito al punto 2.1 - B.6 dell'allegato A del D.P.G.R. n.53/R, all'individuazione dei corpi idrici sotterranei, alla definizione della loro configurazione, degli schemi della circolazione idrica sotterranea, delle eventuali interconnessioni tra acquiferi limitrofi e acque superficiali. A tal fine, è stata utilizzata la banca dati comunale aggiornata sulla base di un rilievo piezometrico random dei pozzi censiti, dalla banca dati del Sistema Informativo Territoriale della Provincia di Grosseto, dalla banca dati del Servizio Idrologico Regionale, nonché della banca dati della Regione Toscana e dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Come descritto nei §§ 5.2 e 6.1 del presente elaborato, il territorio comunale di Orbetello è suddivisibile in due domini distinti: dominio collinare e dominio di piana costiera.

Il dominio collinare presenta una permeabilità intrinseca di tipo secondario (per fratturazione) prevalentemente media e medio elevata associata alle formazioni calcaree delle zone carsiche. Il restante contesto caratterizzato dalla presenza in affioramento di formazioni del dominio ligure e toscano (Unità di Canetolo, Scaglia Toscana e Macigno) presenta una permeabilità secondaria da media a medio-scarso (Fig. 7).

Il dominio di piana costiera invece presenta una permeabilità di tipo primario (per porosità) prevalentemente medio-elevata con zone medio-scarso associate ai terreni paludosi e lagunari che presentano una granulometria prevalentemente coesiva (Fig. 7).

All'interno del contesto di valle sono stati realizzati, nel corso degli anni numerosi pozzi (il database regionale al 2014 conta n.1334 punti di emungimento) aventi come uso prevalente il domestico e l'irriguo. Tali pozzi prelevano la propria acqua dal complesso acquifero multifalda posto nella piana costiera fra il torrente Osa e il fiume Albegna. Tale acquifero è costituito da un'alternanza di livelli sabbioso e sabbioso-ghiaiosi separati da orizzonti talora discontinui limosi e argillosi (acquitardi) aventi uno spessore complessivo variabile da pochi metri (aree di margine di piana) fino a 60-80 m nella porzioni centrali più produttive.

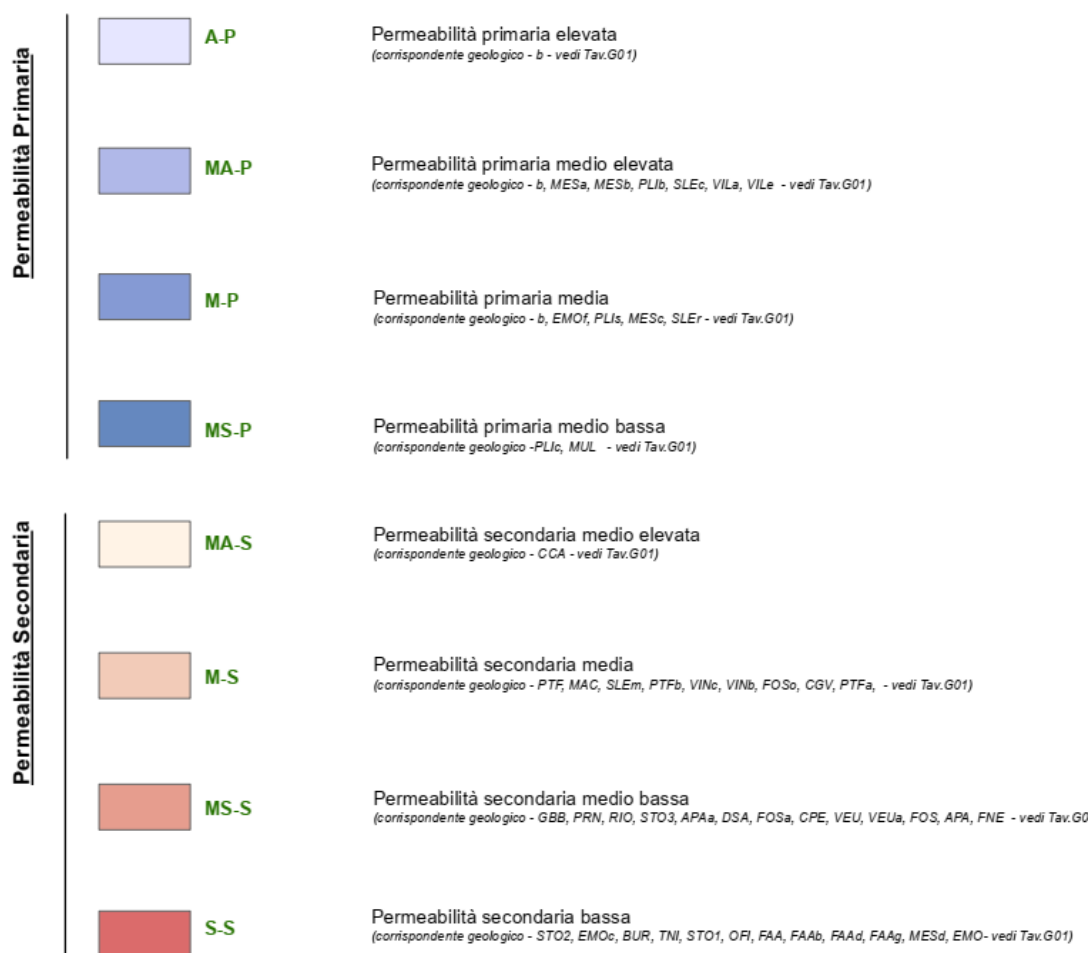


Fig. 7 – Estratto della legenda della carta Idrogeologica realizzata a supporto del P.S. in oggetto .



Al suddetto idrogeologico superficiale, si associano il contesto idrogeologico profondo termale all'interno del substrato calcareo che mostra zone di risalita in corrispondenza della concessione delle Terme dell'Osa.

Nel mese di Giugno del 2004 è stato eseguito un rilievo piezometrico dell'intera piana costiera di Orbetello. Da tale rilievo è emerso un flusso idrogeologico da Est verso Ovest con valori dei livelli piezometrici variabili da circa 8 m s.l.m., a valori di circa -2 m s.l.m. nelle zone di massimo emungimento. Tale andamento è stato confermato nel rilievo piezometrico random eseguito a supporto del presente studio.

### **8.3 - Carta delle problematiche idrogeologiche (Tav. G.06)**

La carta delle problematiche idrogeologiche si basa sull'elaborazione delle informazioni geologiche, litotecniche e idrogeologiche (permeabilità) raccolte. Sulla base della presenza o meno di aree urbanizzate ed in funzione della natura litotecnica dei litotipi affioranti e conseguentemente in funzione anche del grado di permeabilità dei suddetti litotipi è stato possibile suddividere le porzioni di territorio oggetto del presente studio in classi di vulnerabilità. Ad esse si sono state aggiunte in più le informazioni derivanti dalla banca dati del Ministero dell'Ambiente - *geo-portale nazionale - Persistent Scatterers Interferometry (PSI)*, per l'individuazione delle aree in subsidenza, le informazioni provenienti dalla Banca Dati del Sistema Informativo Territoriale della Provincia di Grosseto, della Regione Toscana, per l'ubicazione delle opere di captazione autorizzate, dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (cuneo salino), ed infine le informazioni attinte dal portale *SISBON - Sistema Informativo Siti interessati da procedimento di Bonifica (ARPAT)*, per l'individuazione delle aree in cui è in corso un procedimento di bonifica.

La carta della vulnerabilità idrogeologica definisce sei gradi di vulnerabilità (*vulnerabilità scarsa, bassa, medio-bassa, media, medio-alta e alta*) e mostra che la maggior parte del territorio del Comune di Orbetello ricade, o in classe di vulnerabilità medio-alta associata alla presenza di depositi alluvionali. La vulnerabilità scende a valori medi in corrispondenza dei depositi sabbiosi di costa, medio-bassi nel contesto collinare carsico e in corrispondenza dei depositi palustri-lagunari fino a valori da bassi a molto bassi nelle restanti porzioni territoriali interessate dal substrato prevalentemente pelitico.

Nella stessa carta sono individuate come aree soggette a problematiche idrogeologiche, le aree soggette a subsidenza (con abbassamenti rilevati compresi tra <-10,0 mm/anno e -5,00 mm/anno, § 8.2.1), i siti di bonifica (SISBON, § 8.2.2) e le aree interessate dal cuneo salino (accertato come da studio dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale - 2018).

Infine, attraverso la consultazione delle Banca Dati del Sistema Informativo Territoriale della Provincia di Grosseto, e gli archivi dell'Amministrazione Comunale è stato possibile individuare le principali captazioni autorizzate nel territorio comunale. Questa informazione è stata cartografata differenziando i pozzi in base agli usi ed evidenziando per le captazioni delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano, erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse, la zona di rispetto di 200 m secondo l'art. 94, c.1 D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. E' stata inoltre perimetrata la zona di rispetto e la zona di protezione ambientale della risorsa termale dell'OSA come da D.G.C. n.554 del 30/10/1995.

Per l'estensione areale delle aree vincolate in prossimità delle captazioni delle acque superficiali e sotterranee ad uso acquedottistico e relative limitazioni d'uso del territorio valgono i disposti del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.. Per quanto riguarda la risorsa termale la legge di riferimento è la L.R. 38/2004 e s.m.i.

### **8.3.1 - Subsidenza (*Persistent Scatterers Interferometry - PSI*)**

Si è ritenuto utile riservare un capitolo a parte per descrivere il quadro conoscitivo relativo ai fenomeni di subsidenza, specificando che è stata consultata la banca dati interferometrici per il monitoraggio dei fenomeni di subsidenza, legati a cause naturali (consolidazione di sedimenti, movimenti tettonici, ecc.) o antropiche (carico esercitato da manufatti artificiali, estrazione di fluidi dal sottosuolo, attività mineraria).

Le aree in subsidenza generalmente riguardano zone intensamente urbanizzate, dove la densità di bersagli radar individuabili su di esse e l'accuratezza delle misure sono decisamente maggiori rispetto a qualunque altra metodologia di monitoraggio.

Il dataset oggetto dell'analisi è quello ottenuto processando immagini ERS1/2 ed ENVISAT, acquisite tra il 1992 e il 2008 dall'ESA, tramite la tecnica multi-interferogramma genericamente definita come Persistent Scatterers Interferometry (PSI).

La metodologia operativa sviluppata per l'analisi e l'interpretazione dei fenomeni di dissesto rilevati si basa sull'integrazione in ambiente GIS di tutti i dati disponibili e fornisce un riferimento di base per le Pubbliche Amministrazioni per la caratterizzazione degli aspetti cinematici dei processi deformativi ritenuti attivi e la valutazione della loro evoluzione nel tempo

L'osservazione della superficie terrestre avviene dalla combinazione del movimento orbitale del satellite lungo i meridiani (orbita quasi polare) con la rotazione della terra nel piano equatoriale. I satelliti ERS ed ENVISAT acquisiscono dati lungo orbita ascendente, passaggio da S verso N, e lungo orbite

discendenti, passaggio da N verso S (Fig. 8 e Fig. 9).

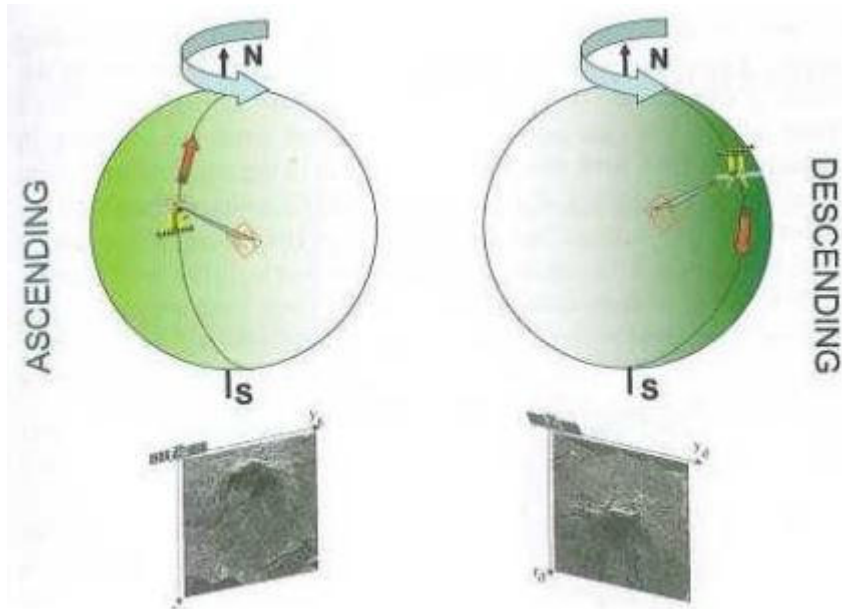


Fig. 8 - Orbita ascendente (ascending) e discendente (descending) (ESA 2007).

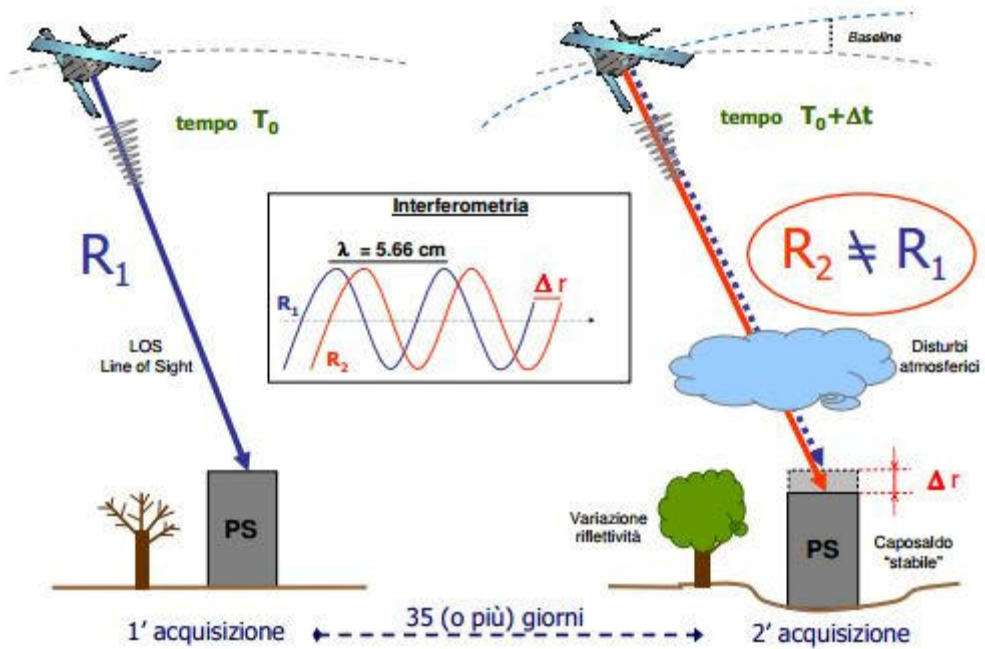


Fig. 9: Rappresentazione schematica della base teorica della tecnica PSInSAR™ (Tele-Rilevamento Europa T.R.E s.r.l. - <http://www.treuropa.com>)

### **8.3.1.1 Caratteristiche dei punti di misura**

I dati ottenuti da un'elaborazione interferometrica multi-immagine, consistono in un database di punti appartenenti all'area di interesse, in corrispondenza dei quali sono immagazzinati i valori di deformazione misurati nell'intervallo di tempo coperto dalle acquisizioni scelte per implementare l'analisi. Come già sottolineato, tali punti corrispondono a bersagli radar che preservano l'informazione spettrale nel tempo e si possono definire come diffusori permanenti (Persistent Scatterers o Permanent Scatterers - PS). I dati interferometrici satellitari del PST consistono in un database di punti di misura della deformazione che, grazie al loro formato di registrazione (vettoriale), possono essere agevolmente inseriti in ambiente GIS e sovrapposti alla base cartografica prescelta (CTR, DTM o ortofoto). I punti di misura ottenuti vengono importati sul supporto prescelto e successivamente visualizzati in funzione della velocità media di spostamento registrata nel periodo coperto dalle acquisizioni, mediante l'uso di una scala di colori. Una scelta comune consiste nell'adottare una scala di colori graduati, centrata sul valore zero di velocità e con classi di ampiezza regolare per potere apprezzare anche variazioni contenute del tasso di deformazione. I valori di velocità di segno negativo indicano convenzionalmente un allontanamento del bersaglio dal satellite, mentre segni positivi indicano movimenti in avvicinamento. La più utilizzata rappresentazione dei bersagli radar ricavati mediante un'analisi multi-interferogramma, consiste nella loro classificazione in funzione della velocità.

Il territorio comunale di Orbetello non presenta criticità legate a fenomeni di subsidenza avendo valori di velocità di abbassamento del p.c. mediamente intorno a circa 2 mm/anno.

### 8.3.2 - SISBON

Come sopra accennato nella carta idrogeologica di vulnerabilità sono indicati anche i *SISBON* (siti interessati da procedimenti di bonifica) provenienti dalla banca dati ARPAT.

La banca dati dei siti interessati da procedimento di bonifica è stata realizzata a partire dalle definizioni contenute nel D.G.R.T. 301/2010. Schematicamente vengono indicati i siti NON IN ANAGRAFE ed i siti IN ANAGRAFE, nonché gli Stati Iter corrispondenti definiti dal REGIME NORMATIVO, dalla FASE e dalla SOTTOFASE in cui si trova il procedimento distinguendo per colore (Fig. 10).

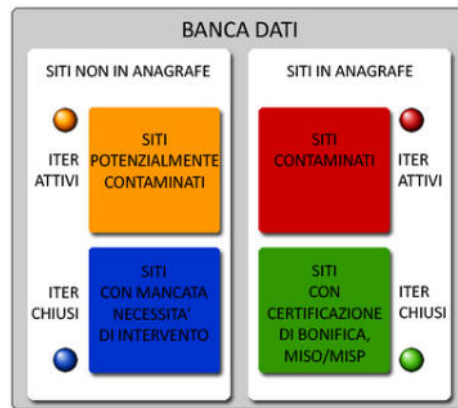


Fig. 10 - SISBON: Stati Iter.

Di seguito si riporta l'elenco dei siti, con procedimento attivo, presenti nel territorio comunale di Orbetello (Fig. 11):

CodiceRegi	Denominazioni	AttivoChiu	RegimeNorm	Fase	Sottofase
GRA2	Discarica Poderino	ATTIVO	ANTE 471/99	ATTIVAZIONE ITER (ISCRIZIONE IN ANAGRAFE)	PRB 384/99 Allegato3 Medio
GR073A1	EX SI.TO.CO Acquidulo superficiale Proprietà Laguna Azzurra srl	ATTIVO	471/99	BONIFICA / MISP IN CORSO	Progetto Definitivo approvato
GR073A2	EX SI.TO.CO Acquidulo superficiale-Proprietà demaniale (incarico a	ATTIVO	471/99	BONIFICA / MISP IN CORSO	Progetto Definitivo approvato
GR073B1	EX SI.TO.CO Bacini-Proprietà Laguna Azzurra srl	ATTIVO	471/99	CARATTERIZZAZIONE	Risultati caratterizzazione restituiti da approvare
GR073B2	EX SI.TO.CO Bacini-Proprietà demaniale (incarico a Sogesid Spa)	ATTIVO	471/99	CARATTERIZZAZIONE	Risultati caratterizzazione restituiti da approvare
GR073C1	EX SI.TO.CO Cassa di colmata Pian D'Asca-Proprietà demaniale	ATTIVO	471/99	BONIFICA / MISP IN CORSO	Progetto Definitivo approvato
GR073F1	EX SI.TO.CO Falda profonda-Proprietà Laguna Azzurra srl	ATTIVO	471/99	BONIFICA / MISP IN CORSO	Progetto Definitivo presentato da approvare
GR073F2	EX SI.TO.CO Falda profonda-Proprietà demaniale (incarico a	ATTIVO	471/99	BONIFICA / MISP IN CORSO	Progetto Definitivo presentato da approvare
GR073L	EX SI.TO.CO Laguna Ponente Prospiciente Stabilimento-	ATTIVO	471/99	BONIFICA / MISP IN CORSO	Progetto Preliminare presentato da approvare
GR073PT	EX SI.TO.CO Pineta e aree a Terra - Proprietà Laguna Azzurra srl	ATTIVO	471/99	CARATTERIZZAZIONE	Risultati caratterizzazione restituiti da approvare
GR-1064	Ostruzione tratto rete fognaria - Loc. Spiaggetta	ATTIVO	152/06	ATTIVAZIONE ITER	Art.242 Notifica da parte del responsabile
GR-1072	Distributore ESSO PV n.8652 - Ansedonia S.S.I AURELIA KM	ATTIVO	152/06	MP / INDAGINI PRELIMINARI	Svolgimento misure preventive e indagini preliminari
GR-1079	Serbatoi gasolio - Ex Scuola Elementare di Albinia	ATTIVO	152/06	ATTIVAZIONE ITER	Art.242 Notifica da parte del responsabile
GR-1080	AERONAUTICA MILITARE * Stormo EX Distaccamento A.M. di Albinia -	ATTIVO	152/06	ATTIVAZIONE ITER	Art.242 Notifica da parte del responsabile
GR111*	Incidente stradale LIRI PETROLI	ATTIVO	471/99	BONIFICA / MISP IN CORSO	Inizio monitoraggio post-operam (pre-collauda finale)
GR120*	La Scopigliata srl Podere Ospedaletto	ATTIVO	471/99	CARATTERIZZAZIONE	Piano di caratterizzazione in svolgimento
GR188*	NuovaNautica srl- Loc. La Marta Via Montianese, 8/B	ATTIVO	152/06	ATTIVAZIONE ITER	Art.244 c.2 Ordinanza Provinciale: Diffida al responsabile
GR201*	Laguna di Levante	ATTIVO	152/06 (Attivato ANTE 152)	BONIFICA / MISP / MISO IN CORSO	Progetto Operativo presentato da approvare
GR202*	Laguna di Ponente	ATTIVO	152/06 (Attivato ANTE 152)	CARATTERIZZAZIONE	Piano di caratterizzazione approvato
GR203*	Darsena Idroscalo	ATTIVO	152/06 (Attivato ANTE 152)	CARATTERIZZAZIONE	Piano di caratterizzazione approvato
GR204*	Foce Albegna	ATTIVO	152/06 (Attivato ANTE 152)	CARATTERIZZAZIONE	Piano di caratterizzazione approvato
GR205*	Cassa di colmata Le Piane - Proprietà demaniale (incarico a	ATTIVO	471/99	CARATTERIZZAZIONE	Risultati caratterizzazione restituiti da approvare
GR206*	Cassa di colmata Terrarossa-Proprietà demaniale (incarico a	ATTIVO	471/99	CARATTERIZZAZIONE	Risultati caratterizzazione restituiti da approvare

Fig. 11 - SISBON: Iter attivi

### **8.3.3 – Aree interessate da cuneo salino**

Il fenomeno dell'intrusione del cuneo salino nei corpi idrici sotterranei è uno dei parametri che la DQA 2000/60/CE considera per la determinazione del loro stato quantitativo. In motivo di ciò alcuni corpi idrici costieri sono stati classificati nel Piano di Gestione delle Acque Distretto Appennino Settentrionale in Stato Quantitativo "SCADENTE" per intrusione salina. Tale fenomeno è sempre accompagnato da elevate pressioni (prelievi) e problemi di bilancio idrico in quanto gli emungimenti di acqua dolce dalle falde sotterranee in prossimità della costa, accompagnate a diminuzione degli apporti idrici per deficit delle piogge, producono un abbassamento progressivo della superficie piezometrica e quindi una maggiore propensione all'intrusione del cuneo salino nelle aree costiere.

Sulla base dello "Studio geologico, idrogeologico e idrogeochimico finalizzato alla valutazione dell'intrusione salina negli acquiferi della zona costiera compresa fra il Fiume Osa e il Lago di Burano", l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale ha evidenziato che il corpo idrico della pianura di Albegna è classificabile come non buono per quanto riguarda la sua salinità avendo valori di conducibilità nelle acque della porzione occidentale della piana e per tutto il corso del fiume Albegna, oltre che nella zona a Nord della costa fra Talamone e Fonteblanda superiori a 2000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

## **9 - ELEMENTI LITOLOGICO-TECNICI**

Sulla base degli elementi geologici integrati dalla raccolta dei dati geotecnici, debitamente cartografati e allegati, i vari litotipi presenti sono stati raggruppati in unità litotecniche che, indipendentemente dalla loro posizione stratigrafica e dai relativi rapporti geometrici, presentano caratteristiche geotecniche comuni.

### **9.1 - Carta Geologico-Tecnica (Tav. G.04)**

Al fine di realizzare la carta geologica-tecnica sono stati raccolti i dati relativi a **n.96** fra indagini geognostiche e geofisiche.

Le indagini geognostiche sono costituite variamente da sondaggi a carotaggio continuo e prove penetrometriche, sia statiche che dinamiche.

Le indagini interessano prevalentemente le aree di maggiore densità abitativa.

In particolare queste si compongono di:

- n. **56** prove penetrometriche dinamiche
- n. **19** prove penetrometriche statiche
- n. **16** sondaggi geognostici;
- n. **5** profili geoelettrici;

La finalità di tale elaborato, eseguito secondo i metodi classificativi del Programma Valutazione degli Effetti Locali (VEL), è quella di raggruppare i vari litotipi individuati in Unità Litologico-Tecniche (ULT) sulla base delle loro caratteristiche fisico-meccaniche.

Il territorio comunale di Orbetello, presenta un assetto litotecnico dicotomico: dominio di piana costiera e dominio collinare.

Il dominio di piana costiera presenta una prevalenza di terreni granulari (sabbie e ghiaie) da poco addensati a sciolti con presenza più o meno subordinata della frazione fine. Uniche eccezioni sono rappresentate dai depositi palustri che presentano una componente coesiva prevalente rispetto alla componente granulare e una consistenza molto bassa.













Il dominio collinare invece è caratterizzata dalla presenza in affioramento del substrato litoide che mostra una prevalenza di ammassi rocciosi non stratificati (comparto carsico) aventi una resistenza classificabile da debole a molto debole

Di seguito si riportano le Unità Litologico-Tecniche della Carta Litotecnica per la redazione della quale si è fatto riferimento alle indicazioni ed alla nomenclatura del Programma Valutazione Effetti Locali (VEL - Fig. 12).



**Litotecnica**

Substrato

	<b>A.r5/6</b>	Rocce non stratificate o con bancate di spessore superiore a 3 mt. Roccia da debole a molto debole. <small>(corrispondente geologico - PCA - vedi Tav.G01)</small>
	<b>B1.r5/6</b>	Rocce stratificate e/o costituite da alternanze di litotipi diversi Roccia da debole a molto debole. <small>(corrispondente geologico - PLc - vedi Tav.G01)</small>
	<b>B3.r1/4</b>	Rocce stratificate e/o costituite da alternanze di litotipi diversi Roccia da debole a molto debole. <small>(corrispondente geologico - MAC - vedi Tav.G01)</small>
	<b>B3.r4/5</b>	Rocce stratificate e/o costituite da alternanze di litotipi diversi Roccia da mediamente resistente a debole. <small>(corrispondente geologico - STO3, VINc, VEUa - vedi Tav.G01)</small>
	<b>B3.r5/6</b>	Rocce stratificate e/o costituite da alternanze di litotipi diversi Roccia da debole a molto debole. <small>(corrispondente geologico - ACCb - vedi Tav.G01)</small>
	<b>B4.r5/6</b>	Rocce stratificate e/o costituite da alternanze di litotipi diversi Roccia da debole a molto debole. <small>(corrispondente geologico - SIL, ACCa, VINa, VEU - vedi Tav.G01)</small>
	<b>B5.r1/4</b>	Rocce stratificate e/o costituite da alternanze di litotipi diversi Roccia da debole a molto debole. <small>(corrispondente geologico - MUL - vedi Tav.G01)</small>
	<b>B5.r5/6</b>	Rocce stratificate e/o costituite da alternanze di litotipi diversi Roccia da debole a molto debole. <small>(corrispondente geologico - CPE, STO2, FO3b, STO1 - vedi Tav.G01)</small>
	<b>C1.r7</b>	Brecce, conglomerati e sabbie con medio grado di cementazione. Conglomerati e brecce clasto-sostenuti. Roccia estremamente debole. Terreno lievemente cementato. <small>(corrispondente geologico - MESb - vedi Tav.G01)</small>
	<b>C2.r7</b>	Brecce, conglomerati e sabbie con medio grado di cementazione. Conglomerati e brecce matrice-sostenuti. Litotipo da estremamente debole a lievemente cementato. <small>(corrispondente geologico - VILa, SLEc - vedi Tav.G01)</small>
	<b>C3.r7</b>	Brecce, conglomerati e sabbie con medio grado di cementazione. Sabbie cementate - arenarie deboli. Litotipo da estremamente debole a lievemente cementato. <small>(corrispondente geologico - PLb - vedi Tav.G01)</small>
	<b>D2.S2</b>	Materiali coesivi consistenti Argille. Terreni coesivi molto consistenti. <small>(corrispondente geologico - FAA - vedi Tav.G01)</small>

Copertura






	<b>E2.a3/4.t2/3</b>	Ghiaie e detrito Terreno da poco addensato a sciolto Presenza di frazione sabbiosa e coesiva <small>(corrispondente geologico - Aa, b - vedi Tav.G01)</small>
	<b>E3.a3/4.t1/3</b>	Sabbie Terreno da poco addensato a sciolto Presenza di frammenti di dimensioni maggiori e coesiva <small>(corrispondente geologico - b - vedi Tav.G01)</small>
	<b>E3.a2/3.t3</b>	Sabbie Terreno da poco addensato a sciolto Presenza di frazione coesiva <small>(corrispondente geologico - Da, g2a - vedi Tav.G01)</small>
	<b>E3.a3/4.t3</b>	Sabbie limose Terreno da poco addensato a sciolto Presenza di frazione coesiva <small>(corrispondente geologico - b - vedi Tav.G01)</small>
	<b>F1.s5/6.t1/2</b>	Limi Terreno coesivo da poco consistente a privo di consistenza Presenza di frazione sabbiosa e ghiaiosa <small>(corrispondente geologico - b2a - vedi Tav.G01)</small>
	<b>F1.s5/6.t4</b>	Limi Terreno coesivo da poco consistente a privo di consistenza Presenza di materiale torboso <small>(corrispondente geologico - ea, e1a - vedi Tav.G01)</small>
	Terreno di riporto	Terreno a granulometria variabile con scarse caratteristiche geotecniche <small>(corrispondente geologico - h3 e h5 - vedi Tav.G01)</small>
	Frana	Terreno a granulometria variabile con scarse caratteristiche geotecniche <small>(corrispondente geologico - corpi framosi - vedi Tav.G02)</small>

Fig. 12 – Estratto della legenda della carta Geologico-Tecnica del presente studio

## **10 - VALUTAZIONI DI PERICOLOSITÀ GEOLOGICA E IDRAULICA**

Il territorio comunale è stato caratterizzato in funzione dello stato di pericolosità, ai sensi del Regolamento 53/R.

Attraverso la sintesi delle conoscenze, le analisi e gli approfondimenti sono state caratterizzate aree omogenee dal punto di vista delle pericolosità e delle criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano, oltre ad essere integrate e approfondite da quelle già individuate nei piani di bacino.

Il territorio comunale è stato quindi caratterizzato in aree omogenee in funzione della pericolosità geologica e idraulica.

### **10.1 - Aree a pericolosità geologica (Tavv.G.07)**

Attraverso la sintesi degli elaborati di base descritti precedentemente, con particolare riferimento alla Carta Geomorfologica, alla Carta Geologica, ed alla Carta Litotecnica, è stata elaborata la Carta della Pericolosità Geologica.

Per la perimetrazione delle aree a pericolosità geologica si è fatto riferimento al Regolamento 53/R, secondo i relativi criteri rispetto alle varie classi di pericolosità, così come di seguito riportati. Sono state prese a riferimento, inoltre, le osservazioni pervenute in fase di post-adozione del Piano Strutturale di cui la parte principale, per il tema delle pericolosità geologiche, è rivestita dal parere dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Si precisa che non sono state individuate aree ricadenti in pericolosità geologica bassa (G1).

La pericolosità geologica molto elevata (G4) è stata assegnata, come da normativa vigente e in coerenza con quanto indicato nel parere, post-adozione, dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, alle frane attive, alle aree a franosità diffusa attive e ai sinkhole e doline che presentano segni di attività recenti. Per quanto riguarda le frane attive e localmente anche per le aree a franosità diffusa sono state assegnati dei buffer di sicurezza racchiudenti le possibili aree di influenza del processo geomorfologico in atto. In particolare, per quanto riguarda le frane attive è stato assegnato un valore di buffer di circa 20 m.

La pericolosità geologica elevata (G3) è stata assegnata, come da normativa vigente, alle frane quiescenti, alle scarpate d'erosione, alle aree soggetto ad intensi fenomeni erosivi (aree interessate da erosione superficiale diffusa e concentrata in rivoli), ai corpi detritici (depositi di versante e depositi eluvio-colluviali) poste su pendenze superiori al 25%, alle aree collinari con pendenze dei versanti superiori al 35%, alle falesie, ai sinkhole e alle doline che non presentano segni di attività recenti e alle aree interessate dalla presenza di terreni di riporto rilevanti. Ad alcune forme geomorfologiche sono

state assegnati dei buffer di sicurezza racchiudenti le possibili aree di influenza del processo geomorfologico in atto. In particolare:

- scarpate d'erosione, falesie e litorali sabbiosi in erosione:
  - buffer di 10 m
  
- frane quiescenti:
  - buffer di 20 m

Alle restanti parti del territorio comunale, oggetto del presente studio, è stata assegnata una pericolosità geologica media (G.2) in quanto sulla base delle informazioni a nostra disposizione non sono state messi in evidenza segni di processi geomorfologici o caratteristiche litologiche e giaciture che possono rappresentare fattori predisponenti al verificarsi di processi morfologici.

**Preme sottolineare che in pericolosità geologica media sono state inserite tutte le porzioni territoriali che presentano in affioramento, depositi lagunari/paludosi e dune. Queste aree potrebbero essere costituite localmente da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche. In conseguenza di ciò si prescrive di prestare la massima attenzione in fase di progettazione edilizia in termini di indagini geognostiche da effettuarsi, ai sensi del DPGR 36/R2009 e NTC2018, al fine di definire la fondazione più idonea all'intervento di progetto per garantire la massima stabilità al progetto medesimo).**

#### **Pericolosità geologica media (G.2)**

*Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%;*

#### **Pericolosità geologica elevata (G.3)**

*Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti e relative aree di influenza; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25%.*

**Pericolosità geologica molto elevata (G.4)**

*Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza, aree interessate da soliflussi.*

**10.2 - Pericolosità idraulica**

La *Carta della pericolosità idraulica* è stata realizzata dallo studio Hydrogeo S.r.l. a cui si rimanda per i dettagli.

Certaldo, Novembre 2020

Il Tecnico

**Dott. Geol.**

**Simone FIASCHI**

