



#### qualità

sistemi di gestione qualità – audit di prima e seconda parte – formazione – implementazione ISO 9001:2015



#### ambiente e geologia

sistemi di gestione ambientale – implementazione ISO 14001:2015 – rifiuti – VIA, AUA, AIA, emissioni in atmosfera – caratterizzazioni ambientali – analisi di rischio – due diligence – indagini geotecniche – geologia applicata – CPT, CPTU, permeabilità terreni BAT, georadar, MASW, tomografia elettrica 2D, 3D – monitoraggi ambientali



#### energia ed impianti

progettazione impianti elettrici – termici civili, industriali, pubblica illuminazione – verifiche – impianti ad energie alternative: fotovoltaico, geotermico, solare termico



#### costruzioni e strutture

progettazione civile e industriale in c.a., acciaio, legno – collaudi – direzione lavori – assunzione incarico Responsabile Lavori – verifiche strutturali



#### sicurezza sul lavoro e cantieri

sistemi di gestione salute e sicurezza UNI-INAIL BS OHSAS 18001:2007 – RSPP – due diligence – audit di prima e seconda parte – documenti di valutazione dei rischi – valutazioni rischi specifici – sicurezza in cantiere: incarichi di CSP, CSE, RL, documenti: PSC, PSS, POS, PIMUS, progettazione ponteggi – sicurezza degli alimenti – prevenzione incendi, CPI – formazione e addestramento – formazione e-Learning



#### marcatura CE

marcatura CE macchine, attrezzature, impianti, accessori di sollevamento e materiali – fascicoli tecnici, libretti di uso e manutenzione, valutazione dei rischi – assistenza macchine extra UE



#### acustica

valutazione impatto acustico – requisiti acustici passivi – clima acustico



#### miglioramento energetico

diagnosi, interventi migliorativi, progettazione involucro e impianti, APE, detrazioni fiscali – verifiche termogrammetriche – termografia

**RIFERIMENTO:** IMPIANTO FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA PER VENDITA DI ENERGIA.

**OGGETTO:** CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE TERRENI DI SCAVO.

## PIANO DI UTILIZZO

ai sensi della D.P.R. n. 120 del 13/06/2017

## Comune di Orbetello

Provincia di Grosseto

### Località

Via Strada di Bonifica 3

Data: 02 aprile 2024	Rif. Ns.: rel. geo. 2262/22 REV01
Codice e nome sito	A_69_FV_TO - ORBETELLO

#### COMMITTENTE:

**AIEM GREEN srl**

Viale Combattenti Alleati d'Europa, 9/G  
45100 ROVIGO

#### TECNICO:

**dott. PAOLO CHIARION**

geologo e tecnico ambientale  
Viale Combattenti Alleati d'Europa, 9/S  
45100 ROVIGO



#### Tecnologica Group srl

Via Combattenti Alleati d'Europa, 9/S  
45100 ROVIGO  
t./f. 0425.475453

[www.tecnologicagroup.com](http://www.tecnologicagroup.com)  
[info@tecnologicagroup.com](mailto:info@tecnologicagroup.com)

# INDICE

1. Premessa
2. Interventi di progetto
3. Inquadramento Geologico, Geomorfologico ed Idrogeologico
4. Piano di campionamento e analisi chimiche del terreno
5. Progetto di riutilizzo del terreno secondo DPR120/17
6. ALLEGATI
  - 6.1. Tavola generale
  - 6.2. Verbale di campionamento
  - 6.3. Rapporti di prova risultanze analitiche

## 1. PREMESSA

### 1.1. Generalità

Si redige la seguente relazione ambientale (Piano di Utilizzo) del terreno, sito in Comune di Orbetello (GR) Via Strada di Bonifica 3, dove lo scrivente ha eseguito indagini geognostiche per verificare le caratteristiche ambientali del terreno sul quale è in progetto la realizzazione di un impianto fotovoltaico connesso con la rete elettrica costituito da Moduli Fotovoltaici Policristallini posizionati sul terreno mediante una struttura metallica costituita da pali infissi nel suolo sulla quale viene montato un telaio a supporto dei pannelli. All'interno dell'area si prevede il posizionamento di cabine di generazione prefabbricate in c.a. tipo monoblocco, di modeste dimensioni. Le superfici di appoggio delle strutture, trattandosi di un terreno agricolo, saranno rese piane attraverso esigue opere di movimento terra, riguardanti principalmente lo scortico dello strato agricolo. L'intervento edilizio necessario sarà di tipo assolutamente non invasivo e consisterà nell'affondare nel terreno i pali in acciaio di sostegno delle strutture dei moduli fotovoltaici, che potranno essere rimosse senza importanti interventi di scavo. La presente relazione, redatta in ottemperanza a quanto previsto dal D.Lgs. 152/06 e DPR120/17.



**NORMATIVA**

La pianificazione e lo svolgimento dello studio sono stati condotti in conformità a quanto previsto dalle seguenti normative:

- **D.M. 11/03/88** - “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.”;

- **Circ. Dir. Centr. Tecn. n° 97/81** - “Istruzioni relative alle norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”;

- **Circ. Min. LL.PP. 24.09.1988 - n°30483** Istruzioni applicative al D.M. 11/03/1988;

- **D.M. 25 ottobre 1999, n.471** – Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni;

- **ex D.M. 23.02.2000** – Procedura per l'esecuzione dei sottoservizi, di opere di viabilità connesse al servizio pubblico di mobilità, di opere di urbanizzazione primaria, nonché dei relativi interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria nel territorio compreso nell'ambito del sito nazionale di “Venezia – Porto Marghera”;

- **D. Lgs. 152/06** – Norme in materia Ambientale;

- **D.Lgs. n. 4 del 16.01.2008** – Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile n. 152, recante norme in materia ambientale.

- **D.Lgs. n. 205 del 03/12/2010** – “Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive”.

- **D.P.R. 120 del 13/06/2017** – “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'art. 8 del Decreto Legge 12 settembre 2014, n. 133 convertito, con modificazioni, dalla Legge 11 novembre 2014, n. 164”;

## 2. INTERVENTI DI PROGETTO

L'intervento consiste nello spianamento per regolarizzare il fondo. Verranno realizzati degli scavi lineari per posa cavidotti, scavi di modesta profondità per realizzazione platee in cls per la posa dei manufatti elettrici (cabine, skid inverter) e per la realizzazione dei bacini di invaso per l'invarianza idraulica; di seguito si riportano le tabelle riepilogative.

### CAVIDOTTI

Larghezza m	Profondità m	Lunghezza m	m <sup>3</sup>
0,5	0,8	705	282
0,8	0,8	3035	1942,4
0,8	1,1	444	390,72
1,1	0,8	1262	1110,56
1,1	1,1	746	902,66
1,5	1,1	819	1351,35
1,8	1,1	364	720,72
0,2	0,8	9146	1463,36
<b>Totale m<sup>3</sup> scavi:</b>			<b>8163,77</b>

### VASCHE DI LAMINAZIONE

N. Bacino	Volume invaso m <sup>3</sup>
1A	6815
1B	4458
2	1990
3	2096
4A	146
4B	95
5	7455
6	4662
<b>Totale m<sup>3</sup> scavi:</b>	<b>27717,00</b>

### CABINE

N. manufatti	Area m <sup>2</sup>	Profondità m	Volume m <sup>3</sup>
30	26,00/cad	0,3	234
1	110,00	0,3	33
1	4600,00	0,3	1380
<b>Totale m<sup>3</sup> scavi:</b>	<b>1647,00</b>		

Il terreno di scavo verrà riutilizzato completamente all'interno del cantiere per regolarizzare l'area di intervento, costruire gli argini delle vasche di laminazione ed i rilevati delle cabine.

### 3. ASSETTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Il territorio studiato si colloca nella porzione terminale sud occidentale dell'ampia regione geologica e fisiografica della Toscana Meridionale ed è caratterizzato da evidenti caratteristiche morfologiche tipiche della zona costiera meridionale con ampie aree umide, con prevalente sviluppo in direzione appenninica, che si collocano al passaggio tra le porzioni terminali delle pianure alluvionali (Pianura del Fiume Albegna e del Torrente Osa) e le fasce costiere dunali. Tali aree pianeggianti, palustri o lagunari sono delimitate da dorsali dove affiorano le formazioni del substrato litoide che hanno altresì direzione prevalente antiappenninica per la porzione meridionale del territorio ed appenninica per l'estremo lembo nord (parco dell'Uccelina). Elemento significativo dell'assetto fisiografico di Orbetello, con valore di riferimento per tutta l'Italia Centrale, è sicuramente la laguna omonima posta tra la porzione di territorio a nord del Fiume Albegna ed il rilievo di Monte Argentario.

L'assetto fisiografico, particolarmente significativo di questo territorio, costituisce elemento di riferimento per l'evoluzione paleogeografica dell'intera unità costiera della Toscana Meridionale, ed, analogamente ad altre aree, risulta fortemente influenzato dai condizionamenti tettonici.

Per quanto concerne la dinamica generale tettonico-stratigrafica che caratterizza i rilievi appenninici della Toscana Meridionale in cui, come sopra accennato, si inserisce il territorio del Comune di Orbetello, è opportuno, data la complessità sistema, suddividere le aree caratterizzate in affioramento dal prevalere di distinti complessi stratigrafico-tettonici.

Sulla base del suddetto criterio possiamo, sia a livello generale per l'intero edificio appenninico meridionale che nello specifico del territorio comunale di Orbetello, distinguere le seguenti aree:

- Aree in cui affiorano i terreni neogenici e quaternari di ambiente ora marino, ora continentale. Trattasi di un complesso formazionale che occupa gran parte delle depressioni morfologiche del territorio comunale ed appoggia su un insieme eterogeneo di formazioni, parte di Facies Toscana e parte di Facies Ligure che costituiscono il cosiddetto "Substrato litoide". Nello specifico del territorio comunale di Orbetello le formazioni appartenenti alle suddette aree sono quelle geologicamente più recenti ed in particolare: detrito di versante del Quaternario (dt), depositi di spiaggia ed eolici del Quaternario (s), depositi di transizione, di retrospiaggia ed alluvionali del Quaternario (tp), alluvioni fluviali recenti del Quaternario (a), panchina marina e sabbie eoliche in terrazzi del Quaternario (Qp), dune antiche del Quaternario (sd), argille e sabbie del Quaternario (Qm), sabbie rosse del Quaternario (sr), conglomerati poligenici poco coerenti del Pliocene (Pcg), sabbie del Pliocene (Ps), argille del Pliocene (Pag). Detti terreni affiorano nelle porzioni di costa bassa nelle ampie pianure, nelle vallecole minori, in limitate estensioni delle porzioni collinari minori e pedecollinare;

- Aree in cui affiorano rocce appartenenti alle diverse unità tettoniche liguri del substrato. Tali unità sormontano il complesso della Serie Toscana e sono rappresentate nel territorio comunale di Orbetello esclusivamente dai termini che costituiscono la copertura sedimentaria dell'unità tettonica nel suo complesso. In particolare appartengono a tale sistema le formazioni mappate nella carta geologica di supporto al P.S. come galestri e palombini del Cretaceo Superiore (gp), flysch calcareo del Cretaceo Superiore (mp), calcareniti e calcari marnosi del Paleocene-Eocene (np). Tali unità affiorano nei rilievi collinari settentrionali del territorio a nord del tracciato attuale del Torrente Osa;

- Aree in cui affiorano le formazioni della Serie Toscana. Per gran parte di dette aree trattasi di finestre tettoniche con caratteristiche stratigrafico-strutturali tipiche della Serie Toscana ridotta presente nei rilievi appendici occidentali della Toscana Meridionale. Le formazioni della Serie Toscana sono sormontate come suddetto da quelle liguri sopra descritte. Nel territorio oggetto del presente studio si rileva la presenza del Macigno dell'Oligocene (mg), del flysch calcareo-marnoso dell'Eocene (n), del

Calcarea Cavernosa del Trias superiore (cv) e del Verrucano del Trias inferiore. Le formazioni della Serie Toscana affiorano nelle principali dorsali e nei rilievi più significativi sia con sviluppo in direzione appenninica (porzione nord-ovest del territorio comunale) sia anti-appenninica (ampio affioramento nella porzione meridionale del territorio comunale).

Tale distinzione consente di capire con maggiore chiarezza quanto verrà in seguito trattato nella descrizione dell'evoluzione tettonica dell'area e di identificare con precisione la posizione delle dislocazioni tettoniche, tenendo in riferimento la distinzione tra terreni neogenici e quaternari superiori (aree in cui affiorano i terreni del primo gruppo) e quelli del substrato (aree in cui affiorano le rocce dei due gruppi successivi).

La storia geologica dell'Appennino Centro-Settentrionale, di cui, come suddetto, l'area in studio è parte integrante, è caratterizzata da una o più fasi di corrugamento con uno stile prevalentemente plastico che si sono verificate in un regime di prevalente compressione.

Esse sono indicate come le fasi orogenetiche principali della complessa struttura dell'Appennino della Toscana Meridionale. Tali strutture sono riconoscibili nelle aree in cui affiora il substrato nelle dorsali collinari del territorio comunale. La fine di questa fase orogenetica principale (Oligocene-Miocene) coincide con il primo affermarsi di una nuova trasgressione marina i cui sedimenti costituiscono la base del ciclo sedimentario neo-autoctono particolarmente evidenti nel territorio comunale di Orbetello. La trasgressione è preceduta dal formarsi, a varie distanze dal mare, di una serie di depressioni chiuse, in cui si instaurano ampi bacini lacustri o palustri, la maggiore parte dei quali è stata successivamente sommersa dalla trasgressione marina. Questa generale trasgressione ha caratteristiche ed entità che difficilmente si possono collegare direttamente con movimenti propri del livello marino, ma implica movimenti di abbassamento nelle catene appenniniche precedentemente corrugate ed emerse. Lo stesso dicasi per la fase di regressione verificatasi nel Pliocene. Di tali dinamiche si rilevano ampie tracce negli affioramenti del primo gruppo tettonico descritto, posti nella porzione collinare centro-settentrionale del territorio in studio.

Trattasi di uno stile rigido distensivo che ebbe il suo sviluppo principale quindi in età Pliocenica.

La tettonica distensiva, sovrapponendosi ai motivi plicativi delle fasi precedenti, determina anche strutture a Horst e a Graben con sviluppo prevalente in direzione appenninica ma con evidenze, particolarmente chiare nell'area in esame, in direzione anti-appenninica (porzione centrale e meridionale del territorio).

Questo regime tettonico è caratterizzato da una frammentazione in blocchi rigidi della crosta terrestre, secondo movimenti differenziali lungo il sistema delle faglie dirette, unitamente a ripetuti movimenti alterni di sollevamento e sprofondamento di ampiezza regionale.

Ulteriori e meno intensi movimenti dello stesso tipo si registrano poi durante il Quaternario. Detti movimenti, compresi sotto la denominazione di tettonica recente, hanno assunto comunque un'importanza rilevante nell'assetto geografico, morfologico ed idraulico del territorio di Orbetello e sicuramente caratterizzano il peculiare aspetto paesistico ed ambientale attuale.

In particolare si hanno una serie di depressioni chiuse di recente formazione, in cui si instaurano ampi bacini palustri e lagunari delimitati da vere e proprie dune talora consolidate o tomboli legati a vari fenomeni deposizionali eolici e marini.

Dopo la suddetta descrizione dell'evoluzione tettonica, che assume rilevanza ai fini della definizione dei processi geologici e paleogeografici e della sismicità dell'area si procede nella descrizione delle caratteristiche stratigrafiche e giacimentologiche delle singole formazioni presenti nel territorio comunale.

In particolare si distinguono cinque unità geologico-stratigrafiche:

- Terreni di origine antropica.
- Quaternario;;
- sedimenti neogenici di età Pliocenica; serie ligure;
- serie toscana.

#### *Terreni di origine antropica.*

##### Terreni di riporto (r)

Questi depositi sono formati da terreni di riporto di chiara origine antropica. Trattasi di riporti attuali o storici formati da terreni eterogenei di scadenti caratteristiche geotecniche e che hanno perso qualsiasi assetto stratigrafico definito. Frammisti a limi argille e sabbie si rilevano clasti e frammenti litoidi e di laterizi.

Tali depositi sono più frequenti in prossimità di aree urbanizzate.

##### *Quaternario*

Queste formazioni sono caratterizzate da terreni di varia origine; fluviale recente o attuale a tessitura variabile da limi argillosi a ciottolami, di spiaggia od eolica, di transizione e di retrospiaggia, di panchina marina, detritica ed eluviale, tutti attribuibili al Quaternario.

Stratigraficamente queste formazioni si trovano in discordanza nella posizione superiore alle formazioni delle unità dei sedimenti neogenici, della serie toscana e della serie ligure.

##### *Depositi di transizione di retrospiaggia ed alluvionali (tp).*

Terreni fini costituiti da limi, limi argillosi e sabbiosi talora torbosi di ambiente prevalentemente lagunare o palustre.

Intercalati a tali depositi, soprattutto nella porzione prossima alle sabbie di origine eolica, si rilevano rare sabbie ocracee talvolta cementate.

Sono depositi prevalentemente di colmata ed alluvionali in prossimità dei corsi d'acqua temporanei. Affiorano nelle depressioni chiuse di recente formazione, in cui si instaurano ampi bacini palustri e lagunari e talora nelle vallecole minori fino ad incontrare (zona della Bonifica di Talamone) le propaggini dei rilievi collinari.

Nella zona retrostante la Laguna di Orbetello, costituiscono una rilevante unità di passaggio tra i terreni di laguna attuale ed i depositi continentali che dipartono dalla zona pedecollinare. Sono prevalentemente terreni di scadenti caratteristiche geotecniche con evidenti difficoltà di drenaggio per condizionamenti morfologici.

##### *Alluvioni fluviali recenti (a).*

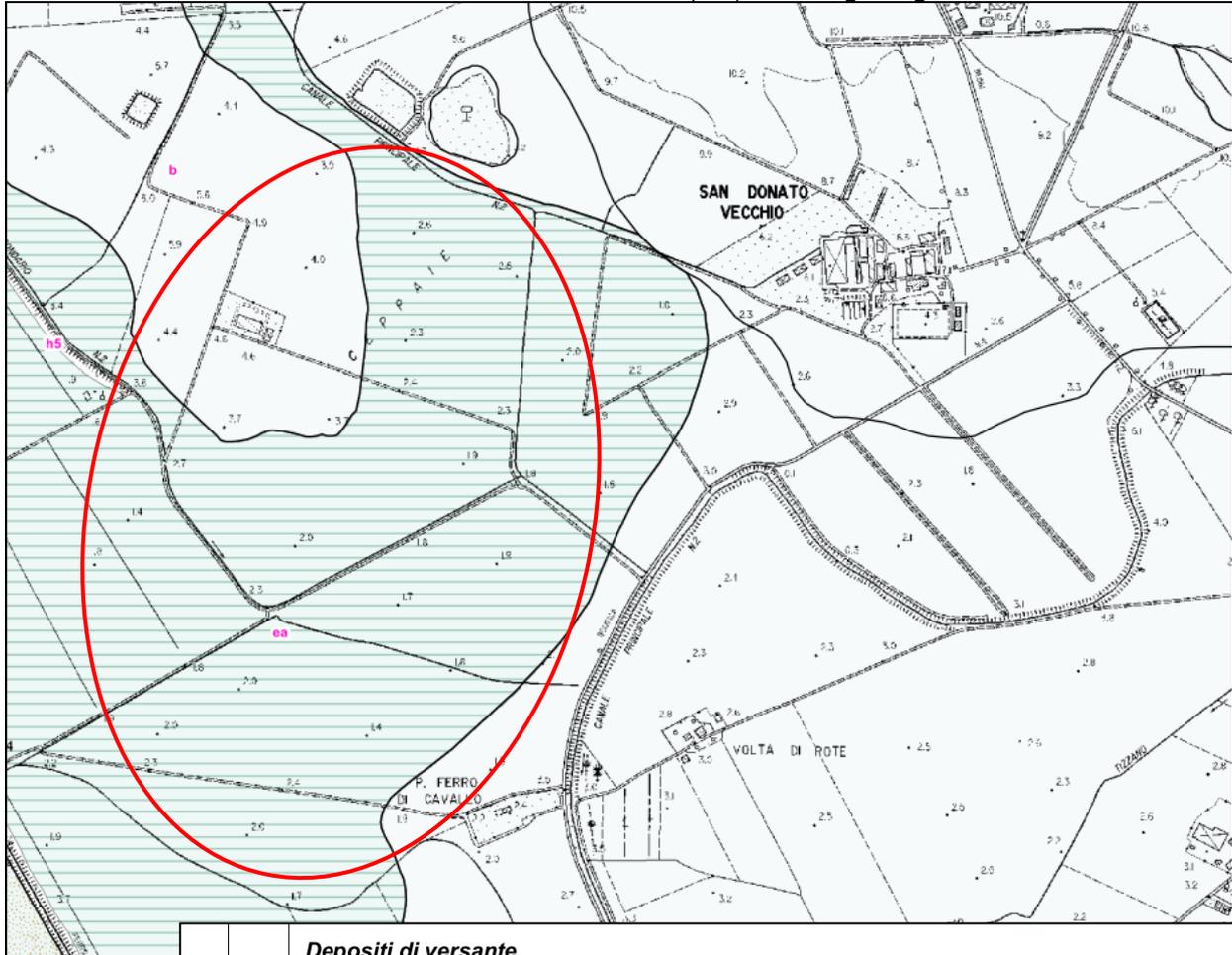
Depositi fluviali incoerenti e coerenti costituiti prevalentemente da limi sabbiosi alternati a sabbie e argille sabbiose con orizzonti talora ghiaiosi e ciottolosi.

Affiorano estesamente anche con discreto spessore (compresi tra 20 e 40 m dal p.c. e massimi nelle parti centrali di 60-80 m dal p.c.) nell'ampia pianura alluvionale compresa tra il Torrente Osa ed il Fiume Albegna.

In prossimità delle porzioni marginali della pianura alluvionale Osa-Albegna, vicine alle pendici pedecollinari, e negli affioramenti estesi a nord del Torrente Osa, si riconoscono livelli terrazzati di primo ordine.

Tali depositi si rilevano inoltre in prossimità di corsi d'acqua minori talora privi di opere di difesa idraulica che hanno dato origine a fenomeni di deposizione alluvionale di modesta entità.

Estratto PSC Comune di Orbetello (GR) - Carta geologica



DEPOSITI QUATERNARI

Depositi Olocenici

**Depositi di versante**



aa

Accumuli lungo i versanti di frammenti litoidi, eterometrici, angolosi, talora stratificati, con matrice sabbiosa o sabbioso-limosa

**Depositi alluvionali attuali**



b

Ghiaie, sabbie e limi dei letti fluviali attuali, soggetti ad evoluzione con ordinari processi fluviali

**Depositi eluvio-colluviali**



b2a

Coperture di materiale a granulometria fine (limi e sabbie) con rari frammenti litoidi grossolani; processi di alterazione e/o trasporto di entità limitata o non precisabile

**Depositi eolici**



da

Sabbie di dune costiere

**Depositi lacustri, lagunari, palustri, torbosi e di colmata indifferenziati**



ea

Depositi lacustri, lagunari, palustri, torbosi e di colmata indifferenziati



e1a

Depositi lagunari

**Depositi di spiaggia**



g2a

Sabbie litorali

## GEOMORFOLOGIA

### Forme e processi fluviali.

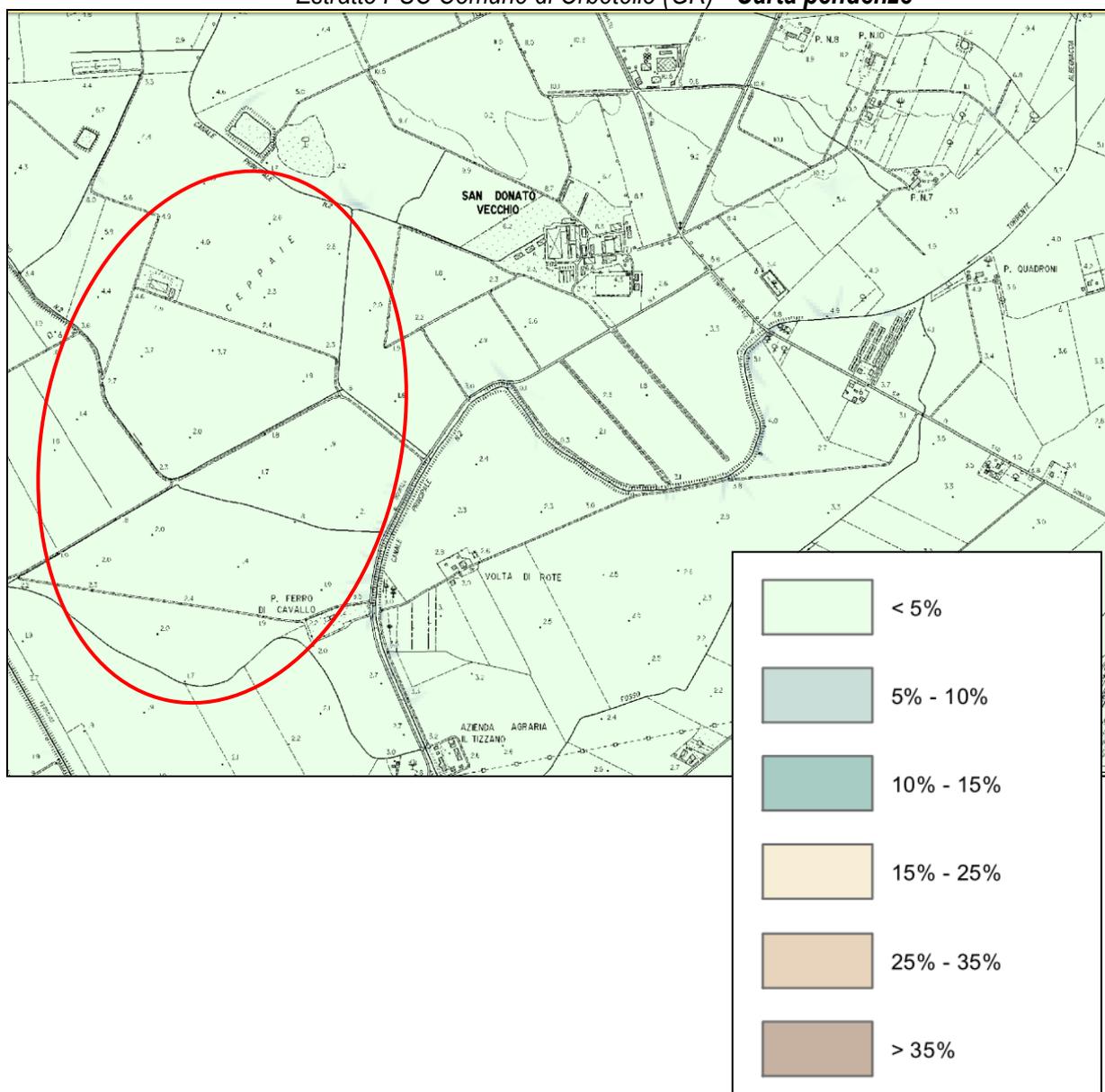
Queste forme sono associate a processi fluviali o comunque imputabili all'energia erosiva e/o deposizionale dei corsi d'acqua anche di dimensioni modeste.

Per quanto concerne le aste fluviali principali (Albegna/Osa) e, limitatamente ad alcune zone di torrenti minori, sono state segnalate le scarpate fluviali in erosione.

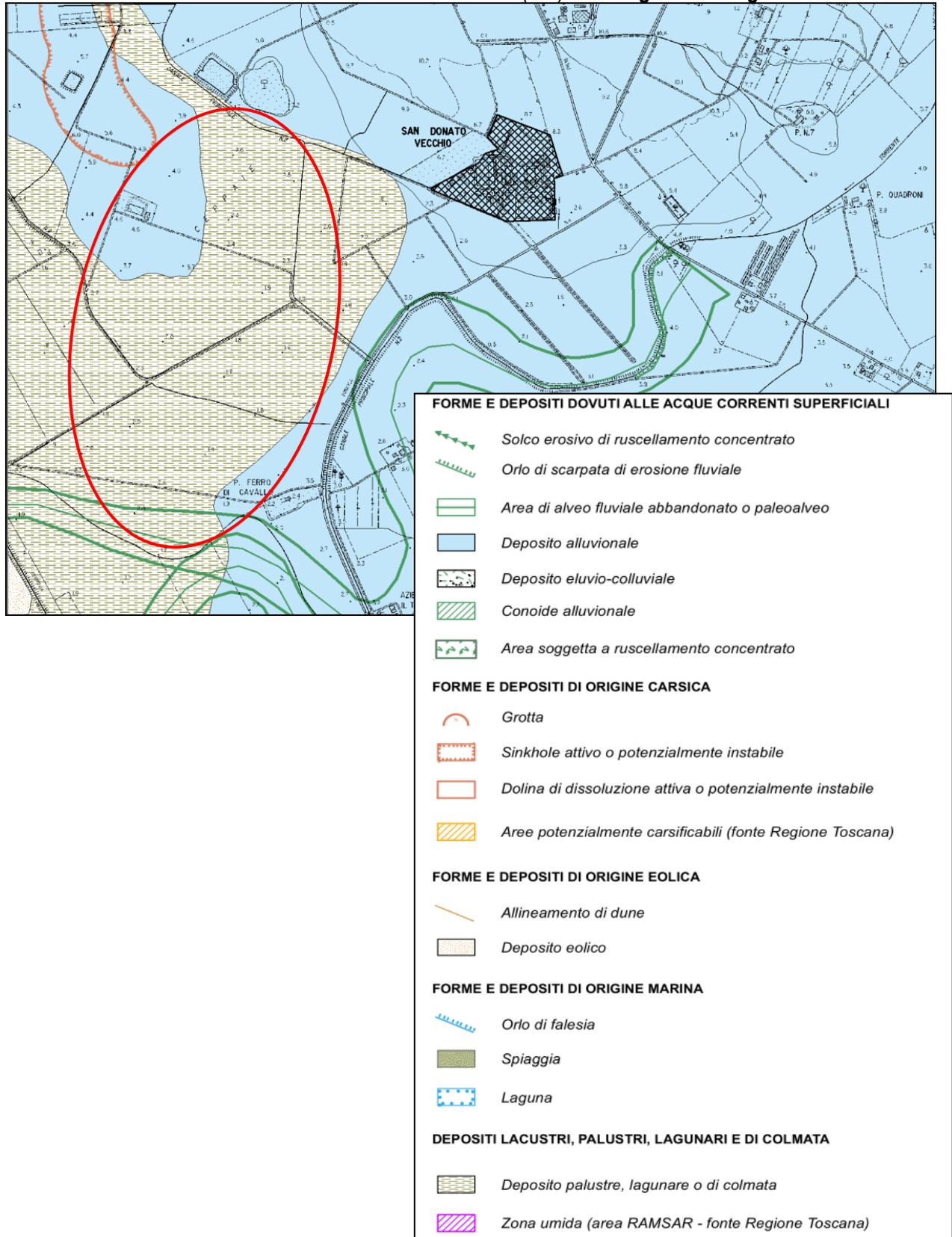
L'analisi morfologica ha consentito di individuare anche antichi processi di deposizione/erosione fluviale (terrazzi) e aree interessate da vecchi tracciati dei corsi d'acqua principali (paleoalvei). Si sono distinte inoltre le aree interessate da difficoltà di drenaggio e ristagno delle acque superficiali sostanzialmente per inefficienza e scarsa manutenzione della rete fluviale naturale.

Tali aree si collocano essenzialmente nelle pianure alluvionali dei Fiumi Osa e Albegna.

Estratto PSC Comune di Orbetello (GR) - Carta pendenze



## Estratto PSC Comune di Orbetello (GR) - Carta geomorfologica



## CARATTERISTICHE LITOTECNICHE DEGLI AFFIORAMENTI E DATI DI BASE

Le "Unità geologiche" affioranti nell'area in esame sono state caratterizzate ed accorpate sotto il profilo litotecnico, secondo parametri relativi alle caratteristiche fisico-meccaniche, in "Unità litotecniche" o meglio sotto-unità.

I limiti delle sotto-unità litotecniche rappresentate nella suddetta cartografia tematica sono stati definiti mediante l'incrocio del rilevamento diretto in campagna (attraverso uno studio fotointerpretativo) e dei dati derivanti da indagini dirette sui terreni o rocce ricavati da relazioni geologiche di supporto ad interventi diretti. In osservanza della normativa vigente, il fine della suddetta carta è di delimitare i terreni che possono manifestare comportamento meccanico omogeneo, indipendentemente dalla posizione stratigrafica e dai relativi rapporti geometrici.

La suddivisione è stata fatta seguendo la normativa di riferimento (Del. C.R. 94/85, Allegato 1, punto 3.5.3) distinguendo quindi 3 grandi unità indipendentemente dalla posizione stratigrafica e dai relativi rapporti geometrici:

- Litotipi lapidei (ovvero successioni carbonatiche, turbiditiche, rocce ignee)
- Litotipi lapideo argillosi (ovvero successioni caotiche tipo flysch ecc..)
- Litotipi conglomeratici, ghiaiosi, sabbiosi ed argillosi (ovvero terre propriamente dette).

Queste 3 grandi unità sono state poi ulteriormente suddivise in sotto-unità utilizzando i seguenti criteri tipici degli affioramenti presenti:

### *Lapidei:*

- (1a) non stratificati molto fratturati con carsismo (Calcere Cavernoso)
- (1b) stratificati e mediamente fratturati (macigno)
- (1c) stratificati scarsamente fratturati (verrucano)

### *Lapideo---Argillosi:*

- (2a) strutturalmente ordinati (galestri e palombini)
- (2b) strutturalmente disordinati (flysch calcareo, brecciole nummulitiche)

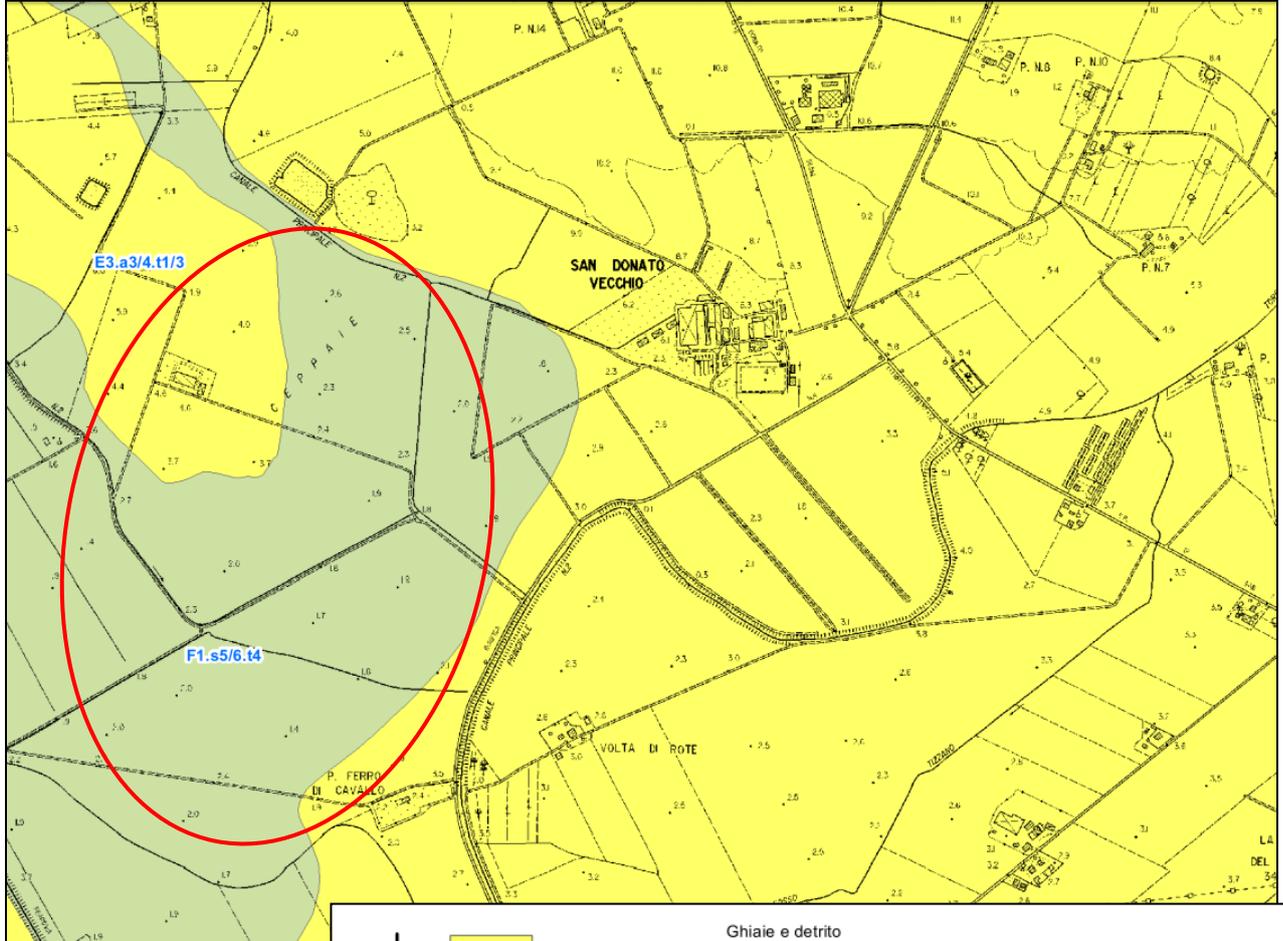
### *Conglomerati, Ghiaie, Sabbie e Argille:*

- (3a) terreni sciolti o scarsamente cementati a granulometria grossolana con possibilità di instabilità dinamica per cedimenti o cedimenti differenziali o instabilità dinamica per fenomeni franosi (riporto, detrito, depositi di spiaggia ed eolici);
- (3b) terreni mediamente cementati a granulometria grossolana (panchina marina e sabbia eolica in terrazzi, dune antiche, sabbie rosse);
- (3c) terreni prevalentemente cementati a granulometria grossolana (conglomerati poligenici poco coerenti, sabbie);
- (3d) terreni a granulometria fine di scadenti caratteristiche geotecniche con possibilità di instabilità dinamica per cedimenti e cedimenti differenziali (depositi di transizione di retrospiaggia e lacustri)
- (3e) terreni prevalentemente fini con passaggi a granulometria media con caratteristiche geotecniche da scadenti a medie (alluvioni recenti, argille e sabbie marine o lagunari recenti);
- (3f) terreni fini sovraconsolidati (argille sovraconsolidate).

La terza (3d) e quarta unità (3e) sono tipiche di pianura e sono particolarmente critiche per il comportamento geotecnico legato al grado di consolidazione raggiunto dai materiali (sempre basso). Questi terreni possono essere localmente (zona di bonifica di Talamone, Camporegio, piana

dell'Albegna, della Palude della Tagliata e di tutta la fascia circumlagunare) soggetti a significativi fenomeni di subsidenza o di variazioni volumetriche in relazione alle condizioni di saturazione e consolidazione. In tali unità come vedremo in seguito si sono in passato verificati fenomeni di sinkholes in alcune aree circoscritte.

Estratto PSC Comune di Orbetello (GR) - Carta litologica



Copertura	
	<b>E2.a3/4.t2/3</b> Ghiaie e detrito Terreno da poco addensato a sciolto Presenza di frazione sabbiosa e coesiva <i>(corrispondente geologico - Aa, b - vedi Tav.G01)</i>
	<b>E3.a3/4.t1/3</b> Sabbie Terreno da poco addensato a sciolto Presenza di frammenti di dimensioni maggiori e coesiva <i>(corrispondente geologico - b - vedi Tav.G01)</i>
	<b>E3.a2/3.t3</b> Sabbie Terreno da poco addensato a sciolto Presenza di frazione coesiva <i>(corrispondente geologico - Da, g2a - vedi Tav.G01)</i>
	<b>E3.a3/4.t3</b> Sabbie limose Terreno da poco addensato a sciolto Presenza di frazione coesiva <i>(corrispondente geologico - b - vedi Tav.G01)</i>
	<b>F1.s5/6.t1/2</b> Limi Terreno coesivo da poco consistente a privo di consistenza Presenza di frazione sabbiosa e ghiaiosa <i>(corrispondente geologico - b2a - vedi Tav.G01)</i>
	<b>F1.s5/6.t4</b> Limi Terreno coesivo da poco consistente a privo di consistenza Presenza di materiale torboso <i>(corrispondente geologico - ea, e1a - vedi Tav.G01)</i>

## IDROGEOLOGIA

Il tematismo di base più significativo per quanto concerne le indagini geologico tecniche di supporto al P.S. del Comune di Orbetello è risultato essere sicuramente quello idrogeologico. Tale fatto deriva dalle condizioni fisiografiche di Orbetello con forti condizionamenti anche morfologici legati al tema delle acque superficiali e sotterranee.

Gli equilibri idrogeologici della laguna di Orbetello, i condizionamenti derivati dal mare e dalle azioni di bonifica nelle zone palustri o umide, unitamente ad una complessa situazione idrogeologica con afflussi del circuito idrogeologico profondo (acque termali calde) ed un regime di prelievi di acqua del sottosuolo molto sviluppato, rendono tale tema di interesse fondamentale per lo sviluppo compatibile del territorio.

Per quanto possibile in riferimento ad uno studio di supporto ad uno strumento urbanistico, sono stati approfonditi vari temi di interesse idrogeologico, ottenendo una cartografia di sintesi utile per una corretta programmazione dello sviluppo del territorio individuando le possibilità di mitigazione o riduzione degli evidenti squilibri attuali del regime idrogeologico.

### **Classi di permeabilità dei terreni**

In relazione alle caratteristiche tessiturali e geolitologiche delle varie formazioni affioranti ed a prove di permeabilità sperimentali tipiche delle stesse e ritenute valide da dati di pubblicazioni eseguite nell'area di riferimento, nella carta idrogeologica l'intero territorio comunale è stato suddiviso in varie classi di permeabilità. Tale studio si rende particolarmente utile per la valutazione delle possibili interazioni tra gli acquiferi principali ed eventuali zone a rischio di contaminazione, consentendo quindi successivamente la definizione preliminare della vulnerabilità idrogeologica.

Per definire nel dettaglio l'estensione delle aree di salvaguardia o di tutela speciale, i dati precedentemente descritti vanno incrociati con le considerazioni sulla dinamica e sulle caratteristiche geochimiche della falda. La successiva definizione dei centri di pericolo consentirà di individuare le aree a rischio idrogeologico.

Nell'analisi condotta sono stati presi in considerazione anche i suggerimenti che vengono indicati nella normativa di riferimento (Regione Toscana, PTC, ATO) ai fini di una corretta classificazione di permeabilità superficiale e conseguentemente vulnerabilità idrogeologica.

In relazione a quanto sopra vengono quindi individuate tre diverse classi di permeabilità dei terreni e delle rocce affioranti (elevata, media, bassa), in maniera da distinguere in funzione del coefficiente di permeabilità K il diverso tempo di percolazione superficiale.

E' stata inoltre eseguita un'ulteriore suddivisione all'interno delle suddette classi di permeabilità in modo da avere una maggiore definizione anche del tipo di permeabilità prevalente per porosità o per fessurazione. Vengono così individuate sottoclassi porose e sottoclassi fratturate. Tutte queste elaborazioni consentono di ottenere in via generale una classificazione sulla permeabilità dei terreni.

- *Classe di permeabilità bassa (B)*: che riunisce tutte le unità litologiche a composizione prevalentemente argillosa, nelle quali la penetrazione ed il passaggio sono minimi. Si distinguono unità a permeabilità bassa prevalente per porosità (Bp) e caratterizzate dalle seguenti formazioni geologiche: tp, Qm e Pag. Si distingue inoltre una sola unità a permeabilità bassa prevalente per fessurazione (Bf) caratterizzata dalla formazione geologica gp.

- *Classe di permeabilità media (M)* riunisce una serie di terreni e rocce a caratteristiche assai varie per alternanze di strati permeabili ed impermeabili. Si distinguono unità a permeabilità media prevalente per porosità (Mp) e caratterizzate dalle seguenti formazioni geologiche: a e Ps.

Si distinguono inoltre unità a permeabilità media prevalente per fessurazione (Mf) caratterizzate dalle formazioni geologiche: V, mp, np, mg, ed n.

- *Classe di permeabilità alta (A)*, della quale fanno parte quelle rocce ed i terreni che, per le loro caratteristiche di circolazione e permeabilità possono costituire ottimi acquiferi. Si distinguono unità a permeabilità elevata prevalente per porosità (Ap) e caratterizzate dalle seguenti formazioni geologiche: sr, r, dt, s, Qp, sd, e Pcg. Si distingue inoltre una unità a permeabilità elevata prevalente per fessurazione (Af), caratterizzata dalla formazione geologica del Calcere Cavernoso e potenzialità idrogeologiche di carattere regionale.

Per valutazioni di dettaglio si rimanda all'analisi della carta idrogeologica dove vengono chiaramente distinte le suddette classi in relazione alla disposizione areale degli affioramenti delle unità idrogeologiche accorpate in funzione delle classi e della tipologia di permeabilità. Dette delimitazioni unitamente alle condizioni geometriche e strutturali dell'acquifero hanno contribuito in maniera significativa alla definizione delle zone di protezione idrogeologica. Tali aree sono infatti caratterizzate da pregi particolari della falda dati sia da condizioni intrinseche (particolare produttività e talora qualità buona) che da condizioni contingenti ed in particolare dall'interesse strategico per gli attuali ed i futuri sviluppi dell'uso idropotabile.

Morfologia piezometrica e caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero superficiale principale dell'area pi aneggiante e costiera. Come accennato in precedenza nelle aree pianeggianti o pseudo pianeggianti poste tra i fiumi Osa ed Albegna, nelle vallecole minori e nella fascia del loro collegamento con le zone costiere si rileva un complesso acquifero multifalda dotato di elementi di continuità idrogeologica. Trattasi del complesso acquifero multifalda costiero plio-pleistocenico ed attuale costituito da più livelli sabbiosi o sabbioso-ghiaiosi intervallati da orizzonti talora discontinui di limi e ed argille con eteropie in prossimità della linea di costa attuale con i depositi eolici di retro spiaggia e gli stessi depositi sabbiosi di spiaggia attuale. In merito alla geometria ed alla struttura dell'acquifero si rilevano spessori medi complessivi nella porzione centrale dell'area pianeggiante di circa 60-80 metri con orizzonti produttivi (ghiaie e sabbie) che variano notevolmente in relazione alle eteropie deposizionali ma che in media hanno spessori significativi medi di circa 15-20 metri. Data la discreta continuità geometrica dell'acquifero si possono distinguere in tutto tre orizzonti produttivi principali (superficiale, intermedio ed inferiore) che nel complesso raggiungono le potenze sopra descritte. Ai margini dei rilievi collinari ed in prossimità di condizionamenti tettonici dell'originaria area deposizionale si rilevano riduzioni locali di tali spessori fino ad un minimo di circa 10-15 metri medi complessivi (orizzonti produttivi ridotti ad un massimo di 3-5 metri). Per valutazioni di dettaglio si rimanda all'analisi della carta idrogeologica dove vengono chiaramente distinte le aree dell'acquifero in studio dove è stata ricostruita la morfologia piezometrica.

Nell'acquifero in esame si rilevano numerosissimi pozzi utilizzati in prevalenza per usi irrigui stagionali molto intensi e subordinatamente per servizi o usi industriali. Nelle ricostruzioni stratigrafiche disponibili e negli schemi di tubaggio, soprattutto nei vecchi pozzi, sono rare le corrette separazioni di livelli acquiferi isolati. Sia per fattori naturali (eteropie laterali o contatti verticali) che a causa dei condizionamenti delle opere di presa si assiste quindi alla vera e propria miscelazione dei tre orizzonti acquiferi principali. Si determinano quindi vere e proprie condizioni di un acquifero multifalda di importanza regionale tipico di molte zone costiere toscane.

L'alimentazione dell'acquifero proviene direttamente per percolazione dagli affioramenti dello stesso, dai corpi d'acqua che interagiscono con i livelli produttivi (fiumi, laguna e mare) e soprattutto dall'interazione degli orizzonti acquiferi alla base e lateralmente con i versanti calcarei saturi.

Per i motivi suddetti e per assenza di dati di ulteriore dettaglio risulta difficilmente attendibile la stesura di un vero e proprio bilancio idrogeologico dell'acquifero studiato.

Tuttavia dai dati analizzati si evidenziano portate significative in gran parte dei pozzi che captano tutto l'acquifero con portate medie di esercizio variabili tra 15-20 litri al secondo per ciascuna opera. Dati i valori di risorsa rinnovabile, l'estensione degli affioramenti e le buone portate per singolo punto di approvvigionamento significativo, la ricarica dall'acquifero calcareo risulta sicuramente essere molto importante per il sistema, anche se difficilmente quantificabile.

E' importante segnalare che a sua volta lo stesso acquifero calcareo quando intercetta un piano di faglia profondo risulta interessato da fenomeni di alimentazione per risalienza dal circuito idrotermale profondo, con acque ricche in sali e con temperature elevate. In alcuni punti di misura tale effetto condiziona anche l'acquifero superficiale multifalda. Per quanto concerne la quantità di risorsa dell'acquifero in questione, rimandando ad uno studio specifico per la definizione attendibile del bilancio idrogeologico, si concorda con quanto indicato in via generale da uno studio eseguito nell'anno 2000 nell'area in esame (Quaderni di Geologia Applicata, 7/3/2000) dove si determina un volume totale di acqua immagazzinabile nell'acquifero studiato pari a circa

$180 \times 10^6 \text{ m}^3$ . In relazione ai dati disponibili sui prelievi e tenendo in considerazione il rilievo eseguito in questa fase di studio soprattutto in riferimento alla diffusione dei pozzi con prelievi superiori a 10 l/sec, si riscontra che in gran parte dell'area in studio si hanno prelievi eccessivi che possono determinare una condizione di stress idrico associata ad un progressivo peggioramento della qualità delle acque di falda. Il problema dell'acquifero studiato oltre agli eccessivi prelievi prevalentemente per gli usi irrigui è sicuramente, come vedremo in seguito, quello della elevata salinità delle acque.

Passando ad una analisi di dettaglio della morfologia piezometrica per determinare precisamente le aree interessate da stress idrico si sottolinea che il rilievo piezometrico, che ha interessato circa 110 pozzi con dati omogenei, è stato eseguito in un solo giorno da tre squadre di rilevatori nel mese di giugno 2004 (11/06/2004), per garantire la massima istantaneità e quindi rappresentatività della misura. Si sottolinea che il continuo emungimento cui è sottoposta la falda prevalentemente per usi irrigui comporta di misurarne solo il livello in condizioni dinamiche. Si ha quindi una valutazione molto alterata rispetto alle condizioni naturali della falda ma sicuramente attinenti ad una condizione dinamica che ben rappresenta l'acquifero nelle condizioni attuali.

Partendo dall'estremo lembo nord-ovest dell'area dove è stata rappresentata la morfologia piezometrica nella vallecchia minore dei collettori occidentale ed orientale e nella zona di Fonteblanda si rileva in generale un andamento piatto e depresso della superficie piezometrica nelle aree prossime alla linea di costa con livello piezometrico medio pari a quello del mare. Procedendo verso i rilievi collinari la superficie piezometrica assume un andamento ellittico con un'area caratterizzata dalla maggiore depressione (livello anche inferiore al livello del mare) a forma cilindrica iperbolica centrale e con fronte di alimentazione dal massiccio calcareo laterale. Lo stesso fronte di alimentazione si rileva nei pressi di Fonteblanda. Nell'ampia area pianeggiante e pseudo pianeggiante compresa tra i corsi d'acqua attuali del Fiume Osa ed Albegna si rileva in generale una ampia superficie radiale della piezometria che individua chiaramente una zona di alimentazione proveniente dagli affioramenti diretti degli orizzonti acquiferi in prossimità dell'area pedecollinare posta nella porzione est di questa zona. Si rilevano inoltre in quest'area i maggiori condizionamenti dovuti ad eccessivi prelievi che danno luogo a due fenomeni distinti. Il primo è quello che vede localizzata in tale area ed in particolare nell'area compresa tra la zona di retroduna attuale ed i primi rilievi collinari, una vasta zona dove la superficie piezometrica risulta fortemente depressa con valori che scendono anche al di sotto del livello del mare. Si notano inoltre situazioni locali di forte depressione che fanno assumere alla superficie piezometrica il classico andamento cilindrico parabolico. Tali condizionamenti locali dovuti a singoli pozzi con portate significative determinano una tipica situazione con spartiacque dinamici che

intervallano varie condizioni di depressione cilindrica parabolica della superficie piezometrica. Trattasi quindi di tipica falda radiale influenzata dai prelievi.

Anche il rapporto con i corsi d'acqua risente di tale condizione dinamica dei prelievi con situazioni che fanno sì che talora il fiume alimenta la falda e talora invece la drena. Anche nella parte centrale costiera quindi la superficie piezometrica risulta complessa e fortemente influenzata dai prelievi. Tuttavia si nota un fronte di alimentazione anche dal mare che risulta amplificato in prossimità dei corsi d'acqua principali determinando possibili aree di contaminazione naturale a causa dell'eccessiva salinità delle acque di falda.

Dall'analisi della morfologia piezometrica il condizionamento principale di tale fenomeno risulta comunque essere l'eccessivo prelievo eseguito non tanto lungo la linea di costa ma nell'area a funzione agricola esclusiva retrostante. Tale eccessivo prelievo che determina una condizione generale di depressione estesa della falda insiste in una zona che per cause naturali (fronte di alimentazione dal mare, possibili interazioni con circuiti idrotermali profondi) e condizionamenti locali (corsi d'acqua come vie di ingressione prevalente, prelievi dei consorzi di bonifica etc.) è caratterizzata da problemi di eccessiva salinità delle acque di falda causando i presupposti di una zona di stress idrico progressivo esteso anche oltre il confine comunale distante alcuni chilometri dalla linea di costa. Per ulteriori valutazioni si rimanda alla consultazione della carta idrogeologica.

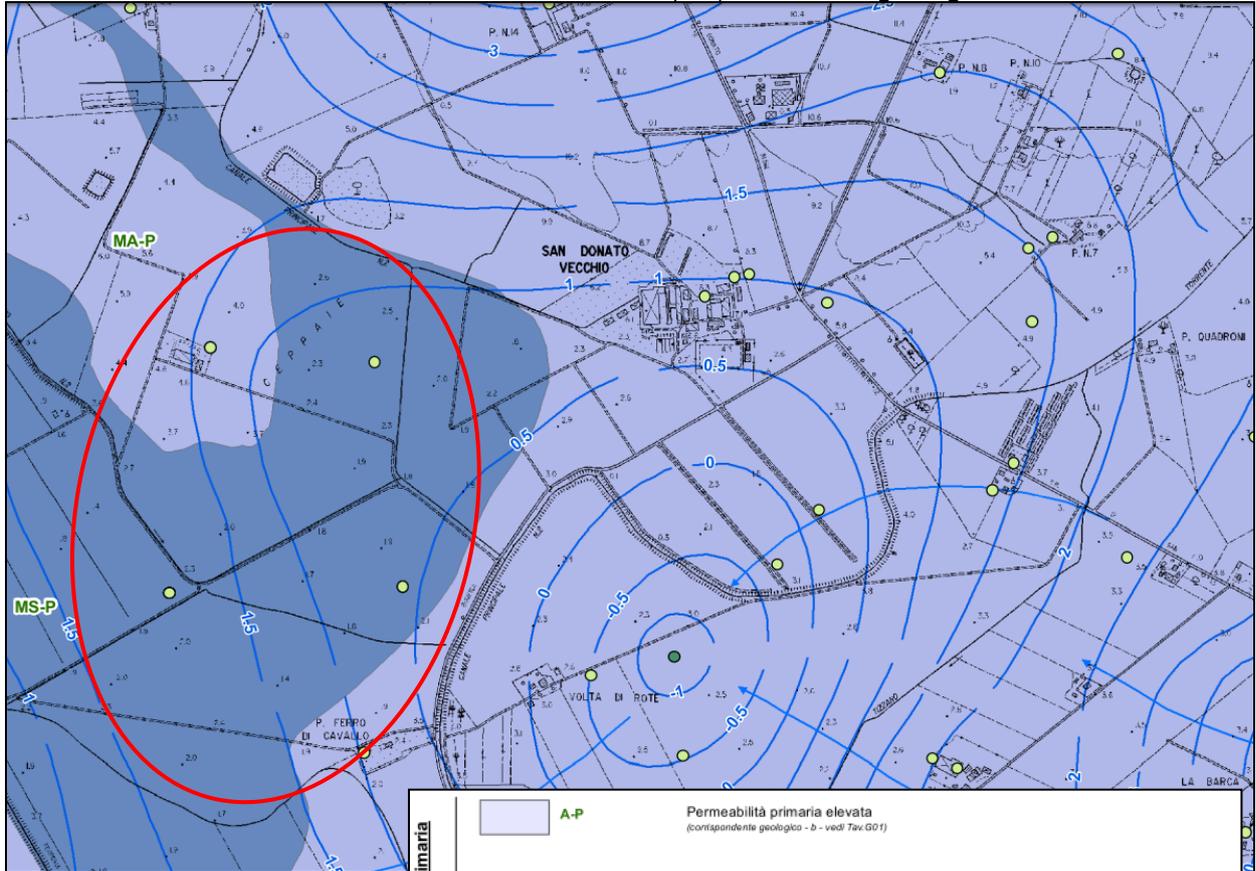
Procedendo in direzione sud nell'analisi della morfologia piezometrica si determina il termine della suddetta area vasta (zona di stress idrico) tra i due corsi d'acqua principali dato dal forte fronte di alimentazione localizzato alle propaggini dei rilievi calcarei.

Trattasi di un tema comune che caratterizza tutta la zona sud del territorio comunale e che è dato dalla forte alimentazione al sistema studiato da parte dell'acquifero del Calcare Cavernoso. Quando l'acquifero intercetta un piano di faglia profondo importante si possono avere fenomeni locali di alimentazione per risalienza dal circuito idrotermale profondo, con acque ricche in sali e con temperature elevate ed anche elevata conducibilità. Nella rimanente porzione sud del territorio si ha una superficie piezometrica prevalentemente radiale a filetti divergenti a partire dal vicino fronte di sovralimentazione dei rilievi calcarei con forma piatta nei pressi della linea di costa e che raramente scende al disotto del livello del mare. In particolare si rileva una forte depressione della superficie piezometrica dovuta ad eccessivi prelievi nei pressi dell'impianto di itticoltura posto immediatamente a nord del tombolo della Feniglia.

Comunque dall'analisi della morfologia piezometrica questa forte depressione risulta isolata rispetto all'ampia depressione della falda della pianura compresa tra il Fiume Osa ed Albegna. Tale elemento positivo (la divisione delle 2 depressioni) sotto il profilo idrogeologico è dovuto alla presenza di un forte fronte di sovralimentazione proveniente dall'acquifero del Calcare Cavernoso che da luogo a un vero e proprio spartiacque delle acque di sottosuolo localizzato poco a sud di Orbetello Scalo.

Nella marginale Valle d'Oro, che rappresenta l'estremo lembo sud dell'area oggetto di ricostruzione della superficie piezometrica, il fronte di alimentazione proveniente dai rilievi calcarei risulta essere il fenomeno prevalente causando una condizione locale che, nonostante i numerosi prelievi ad uso irriguo, non risulta interessata da stress idrico. La falda invece assume una forma cilindrica iperbolica con una discreta depressione, amplificata da alcuni prelievi di pozzi esistenti, in prossimità della palude della tagliata etrusca.

Estratto PSC Comune di Orbetello (GR) - Carta idrogeologica



Permeabilità Primaria	
	<b>A-P</b> Permeabilità primaria elevata (corrispondente geologica - b - vedi Tav.G01)
	<b>MA-P</b> Permeabilità primaria medio elevata (corrispondente geologica - b, MESa, MESb, PLIb, SLEc, VILa, VILe - vedi Tav.G01)
	<b>M-P</b> Permeabilità primaria media (corrispondente geologica - b, EMOI, PLIs, MESc, SLEr - vedi Tav.G01)
	<b>MS-P</b> Permeabilità primaria medio bassa (corrispondente geologica - PLIc, MUL - vedi Tav.G01)
Permeabilità Secondaria	
	<b>MA-S</b> Permeabilità secondaria medio elevata (corrispondente geologica - CCA - vedi Tav.G01)
	<b>M-S</b> Permeabilità secondaria media (corrispondente geologica - PTF, MAC, SLEm, PTFb, VINc, VINb, FOSa, CGV, PTFa, - vedi Tav.G01)
	<b>MS-S</b> Permeabilità secondaria medio bassa (corrispondente geologica - GBb, PRN, RIO, STO3, APAa, DSA, FOSa, CPE, VEU, VEUs, FOS, APA, FNE - vedi Tav.G01)
	<b>S-S</b> Permeabilità secondaria bassa (corrispondente geologica - STO2, EMOC, BUR, TMI, STO1, OFI, FAA, FAAb, FAAd, FAAg, MESd, EMO - vedi Tav.G01)
	<b>Det-P</b> Permeabilità primaria medio-alta associata a materiale detritico e/o fortemente alterato di modesta continuità laterale (corrispondente geologica - Aa, b2a, h1, h2, h3 e h5 - vedi Tav.G01 e Frane quiescenti, attive e aree a frangibilità diffusa - vedi Tav.G02)

### Rischio sinkholes

Nel territorio comunale di Orbetello vi sono evidenze di letteratura di fenomeni di sinkholes passati (dati Regione Toscana su fonte ANPA) ormai forme relitte come vecchi laghetti, depressioni colmate ecc...

Nella particolarità l'archivio storico dell'ANPA segnala 10 siti con le seguenti caratteristiche:

REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	LOCALITA' O TOPONIMO	DATA DI FORMAZIONE	DIAMETRO	note	quota IGM 25	litologia	profondità substrato
Toscana	Grosseto	Orbetello	Lago scuro	secolare	30	nella piana del F. Albegna	7 1351 so	terre rosse e calcare	decine di m
Toscana	Grosseto	Orbetello	piccola cavità vicino Lago scuro	sconosciuta prima del 1950	120	substrato a poca profondità	12 135 2 NO	alluvioni, terre rosse	decine di m
Toscana	Grosseto	Orbetello	Torretta	sconosciuta prima del 1950	260	nella piana del F. Albegna	1351 so	alluvioni, terre rosse	decine di m
Toscana	Grosseto	Orbetello-S. Donato	podere 55	sconosciuta prima del 1950	130	nella piana del F. Albegna, travertini?	18 135 1 SO S. Donato	alluvioni e travertini	decine di m
Toscana	Grosseto	Orbetello-S. Donato	tre piscine 1	ricolmato nel 1950	123	nella piana del F. Albegna	7 135 1 SO S. Donato	alluvioni e travertini	decine di m
Toscana	Grosseto	Orbetello-S. Donato	tre piscine 2	ricolmato nel 1950	110	nella piana del F. Albegna	7 135 1 SO S. Donato	alluvioni e travertini	decine di m
Toscana	Grosseto	Orbetello-S. Donato	tre piscine 3	ricolmato nel 1950	50	nella piana del F. Albegna	7 135 1 SO S. Donato	alluvioni e travertini	decine di m
Toscana	Grosseto	Orbetello-S. Donato	ceppaie 1	sconosciuta prima del 1950	80	nella piana del F. Albegna	5 135 1 SO S. Donato	alluvioni e travertini	decine di m
Toscana	Grosseto	Orbetello-S. Donato	ceppaie 2	sconosciuta prima del 1950	75	nella piana del F. Albegna	5 135 1 SO S. Donato	alluvioni e travertini	decine di m
Toscana	Grosseto	Orbetello-S. Donato	ceppaie 3	sconosciuta prima del 1950	35	nella piana del F. Albegna	5 135 1 SO S. Donato	alluvioni e travertini	decine di m
Toscana	Grosseto	Orbetello-S. Donato	podere 34	sconosciuta prima del 1950	190	nella piana del F. Albegna, depressione circolare con una strada intorno da verificare	10 135 1 SO S. Donato	alluvioni e travertini	decine di m

La genesi del fenomeno dei sinkholes è sotto studio da vari anni anche se ai fini della definizione della pericolosità geologica di supporto ai Piani Strutturali costituisce elemento di novità con l'eccezione dell'evento nel Comune di Grosseto ed in quello di Camaiore. Senza dubbio però è un elemento conoscitivo da tenere presente specie nel caso in cui vi siano evidenze storiche del fenomeno in maniera da proporre un adeguato sistema di vincoli e norme specifiche a tutela di beni e persone.

Le cause che possono determinare il fenomeno di sinkhole (sprofondamento rapido ed improvviso del terreno) sono molteplici e generalmente concomitanti. In genere si ha un substrato al di sotto di una copertura sedimentaria ( depositi alluvionali) costituito in genere da litotipi soggetti a fenomeni di dissoluzione. Prevalentemente si tratta di rocce carbonatiche (calcari, dolomie, dolomie calcaree, calcari marnosi etc.) o evaporitiche (anidridi gesso e salgemma). Tali litotipi sono tutti in natura carsificabili ovvero soggetti a processi di dissoluzione chimica condizionata dalla circolazione delle acque e dalle caratteristiche fisico-chimiche delle acque stesse. Oltre ai caratteri litologici e morfologici del substrato, il manifestarsi delle voragini è influenzato dallo spessore e dal tipo di sedimenti di copertura;

materiali sabbiosi o comunque con granulometria intermedia vengono più facilmente mobilizzati dalle acque circolanti rispetto ai materiali fini come limi ed argille. Un ruolo primario è rappresentato dal grado di consolidazione, poiché terreni poco consolidati risultano più soggetti a dissesti rispetto a materiali compatti. Il richiamo di materiali di copertura all'interno di condotti carsici è attivato mediante variazione della superficie freatica che può essere sia di origine naturale che antropica.

Un ulteriore fattore condizionante risulta essere la presenza di fenomeni termali con piezometrica prossima o superiore al piano di campagna. Tale fattore è in diretto collegamento con le grandi lineazioni tettoniche (faglie e fratture) profonde che rappresentano un livello di debolezza locale e via preferenziale per grandi flussi di acqua che possono aumentare i fenomeni carsici (acque ricche di Anidride Carbonica ed acide).

Le zone con notizie storiche di tale fenomeno nel Comune di Orbetello sono comprese tutte nella piana dell'Albegna, ove effettivamente si hanno spessori di sedimenti alluvionali fini talora

prevalentemente sabbiosi di alcune decine di metri posti al di sopra di un substrato litoide carbonatico (Calcare Cavernoso). La stessa zona è interessata da linee di faglia a carattere regionale e da fenomeni di termalismo. Nella Carta Idrogeologica si riporta l'ubicazione dei "sinkholes storici" e di una relativa area di contorno (intorno significativo di circa 300 ml) in cui, in caso di nuovi interventi di tipo edificatorio, si devono eseguire indagini di dettaglio di tipo geoelettrico o di tipo gravimetrico in modo da accertare la profondità del substrato, le caratteristiche dei terreni di copertura e di ogni altra informazione utile alla definizione del problema delle aree soggette a rischio sinkholes.

Il territorio in esame è costituito da terreni quaternari. Si tratta di alluvioni e depositi in genere sciolti di natura limo-argillosa e sabbiosa.

La falda si attesta ad una profondità media di circa 2.5m.

## PIANO DI CAMPIONAMENTO E ANALISI CHIMICHE DEL TERRENO

La campagna di campionamento ambientale è stata svolta ai sensi del D.Lgs. 152/06, DPR120/17 e smi.

Il Decreto prevede che la densità dei punti di indagine e la loro ubicazione derivi da un modello concettuale ragionato o di tipo statistico/casuale. Nel nostro caso data la natura omogenea delle aree e dei terreni si è proceduto con il criterio statistico/casuale.

Sono stati eseguiti una serie di sondaggi a carotaggio continuo, in corrispondenza dei tracciati dei cavidotti, delle vasche di laminazione e dei manufatti (cabine); da questi si sono prelevati incrementi di terreno omogeneo che miscelati tra loro hanno permesso di ottenere campioni composti.

Si è utilizzato un penetrometro Pagani mod. TG63-200 attrezzato con campionatore ambientale dotato di fustella in PVC atossico e di un campionatore manuale in acciaio inox per i campioni superficiali;

La **profondità** massima raggiunta dai sondaggi è stata di **1.0m da p.c.**

**Il n. di campioni composti totale è stato di 22.**

*Esempio esecuzione sondaggio a carotaggio continuo*



*Esempio particolare fustella e campionatore*



*Esempio estrazione fustella con terreno*



*taglio fustella in pvc e prelievo terreno*



*Esempio miscelazione incrementi di terreno e preparazione campione per analisi*



*Esempio campionamenti superficiali con campionatore in acciaio inox*

## ANALISI CHIMICHE DI LABORATORIO

Dallo studio dei dati territoriali e da analisi storiche non sono emerse fonti di pressione ambientale; si è proceduto pertanto ad analizzare i campioni prelevati determinando i seguenti parametri analitici:

1. **METALLI (Arsenico, Berillio, Cadmio, Cobalto, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Vanadio, Zinco);**
2. **IDROCARBURI (C>12);**
3. **Cromo Totale**
4. **Cromo VI;**

*tralasciando i seguenti analitici:*

- *IPA (Idrocarburi Policiclici Aromatici) e BTEX in quanto l'area di scavo non si colloca a 20m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera*
- *l'amianto in quanto non è stata riscontrata presenta di terreni di riporto.*

#### **4. PROGETTO DI RIUTILIZZO DEL TERRENO AI SENSI DPR120/17**

Le attività di progetto prevedono scavi/spianamento per la realizzazione di un impianto fotovoltaico.

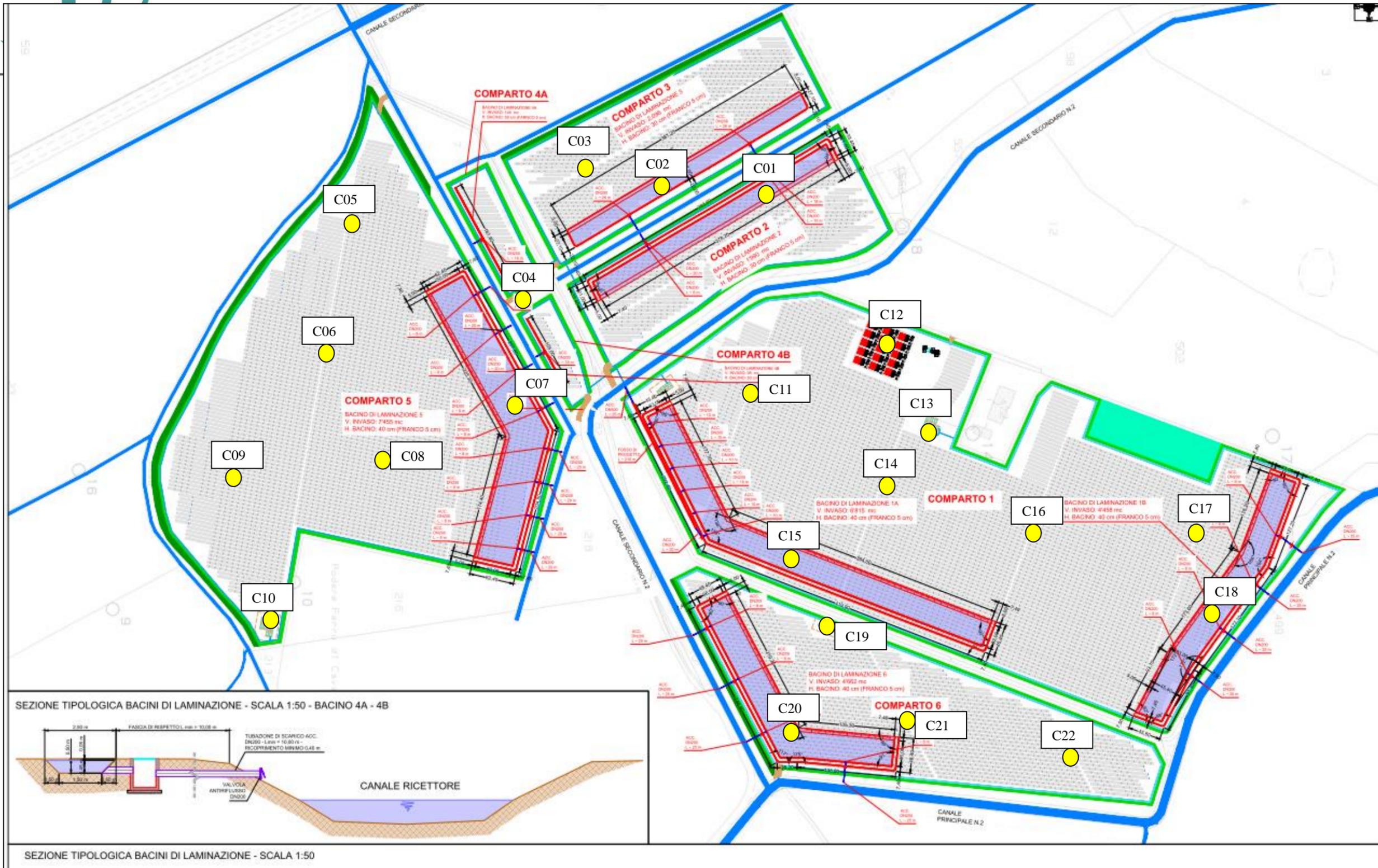
Nelle risultanze analitiche (vedi rapporti di prova) **la concentrazione di inquinanti in tutti i campioni è inferiore ai limiti di cui alla colonna A della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla parte IV – Titolo V del D.Lgs. 152/06;** pertanto è ammissibile il **RIUTILIZZO INTEGRALE** dei terreni presso lo stesso cantiere per regolarizzare l'area di intervento, costruire gli argini delle vasche di laminazione ed i rilevati delle cabine.

Aprile 2024

dott. geol. Paolo Chiarion









#### qualità

sistemi di gestione qualità – audit di prima e seconda parte – formazione – implementazione ISO 9001:2015



#### ambiente e geologia

sistemi di gestione ambientale – implementazione ISO 14001:2015 – rifiuti – VIA, AUA, AIA, emissioni in atmosfera – caratterizzazioni ambientali – analisi di rischio – due diligence – indagini geotecniche – geologia applicata – CPT, CPTU, permeabilità terreni BAT, georadar, MASW, tomografia elettrica 2D, 3D – monitoraggi ambientali



#### energia ed impianti

progettazione impianti elettrici – termici civili, industriali, pubblica illuminazione – verifiche – impianti ad energie alternative: fotovoltaico, geotermico, solare termico



#### costruzioni e strutture

progettazione civile e industriale in c.a., acciaio, legno – collaudi – direzione lavori – assunzione incarico Responsabile Lavori – verifiche strutturali



#### sicurezza sul lavoro e cantieri

sistemi di gestione salute e sicurezza UNI-INAIL BS OHSAS 18001:2007 – RSPP – due diligence – audit di prima e seconda parte – documenti di valutazione dei rischi – valutazioni rischi specifici – sicurezza in cantiere: incarichi di CSP, CSE, RL, documenti: PSC, PSS, POS, PIMUS, progettazione ponteggi – sicurezza degli alimenti – prevenzione incendi, CPI – formazione e addestramento – formazione e-Learning



#### marcatatura CE

marcatatura CE macchine, attrezzature, impianti, accessori di sollevamento e materiali – fascicoli tecnici, libretti di uso e manutenzione, valutazione dei rischi – assistenza macchine extra UE



#### acustica

valutazione impatto acustico – requisiti acustici passivi – clima acustico



#### miglioramento energetico

diagnosi, interventi migliorativi, progettazione involucro e impianti, APE, detrazioni fiscali – verifiche termoisometriche – termografia

## VERBALE DI CAMPIONAMENTO D.Lgs. 152/06 e DPR120/17 s.m.i.

Committente: AIEM GREEN srl

Viale Combattenti Alleati d'Europa, 9/G  
45100 ROVIGO

Riferimento lavoro: impianto fotovoltaico connesso alla rete elettrica per vendita energia.

Località: Orbetello (GR) Strada di Bonifica 3.

Metodo di perforazione/prelievo: sondaggi a carotaggio continuo con campionatore a pareti sottili in acciaio inox.

Modalità di campionamento: D.M. 11/03/1988  
DGRV 2922 del 03/10/2003  
D.Lgs. 152/06  
DPR 120/17

Etichettatura campioni: C01, C02, C03, C04, → C22.

Data di campionamento: 14/09/2022

Profondità prelievo: 0-1 m

Analisi richieste: DPR120/17 – Arsenico, Berillio, Cadmio, Cobalto, Cromo tot, Cromo VI, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Vanadio, Zinco, C>12.

litologia del sedimento: argille limose

NOTE: in Toscana APAT prevede nei cantieri come questo il set minimo di analisi (Allegato 4 tab. 4.1); nel set è compreso anche l'amianto; essendo terreni agricoli con assenza di riporti lo ricercherei solo su 4 campioni (C01, C08, C15, C22)

Responsabile operazioni di campionamento:

dott. Geol. Paolo Chiarion

li Orbetello (GR) 14/09/2022

Il tecnico



### Tecnologica Group S.r.l.

Via Combattenti Alleati d'Europa, 9/S  
45100 Rovigo (RO)  
t. 0425 475453 – f. 0425 1682557  
P.IVA e C.F. 01430220291  
[www.tecnologicagroup.com](http://www.tecnologicagroup.com)  
[info@tecnologicagroup.com](mailto:info@tecnologicagroup.com)