

COMUNE DI PIOMBINO

PROVINCIA DI LIVORNO

**PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL
PARCO ARCHEOLOGICO DI BARATTI E POPULONIA**

Tavola: G.11

AREA TEMATICA: INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE

TITOLO: RELAZIONE

Dicembre 2011

PROGETTAZIONE

Architetto Silvia Viviani

COLLABORATORI

Barbara Croci, Arch. P. Terr. Francesco Ghergo, Geom. Valerio Buonaccorsi

ASPETTI PAESAGGISTICI

Arch. Emanuela Morelli

ASPETTI AMBIENTALI

Dott. Maurizio De Pirro

ASPETTI GEOLOGICI

Geologi: Maurizio Sileoni, Paolo Annovi, Alessandro Damiani, Dario D'Avino, Luca Finucci

COMUNE DI PIOMBINO

Arch. Camilla Cerrina Feroni, Arch. Laura Pescini

ELABORAZIONI GRAFICHE

Studio Viviani

SOMMARIO

1 – PREMESSA

2 – LA CARTOGRAFIA

3 – LA CARTA GEOLOGICA

3.1 – Generalità

3.2 – Gli studi esistenti

3.3 – Brevi cenni sulla tettonica evolutiva dell'area del Parco

3.4 – La geologia del Parco

3.4.1 – L'Unità della Falda Toscana

3.4.2 – Le Unità Subliguri

3.4.3 – Unità Liguri

3.4.4 – Complesso Neoautoctono

3.4.5 – Depositi Quaternari

4 – LA CARTA DELLA GIACITURA DEGLI STRATI

5 – LA CARTA GEOMORFOLOGICA

5.1 – Generalità

5.2 – La nomenclatura

5.3 – Caratteristiche meteomarine: il clima, il regime dei venti, il moto ondoso e il fondale marino della Baia

5.4 – I processi erosivi sugli affioramenti rocciosi

5.5 – Il ciclo di erosione della falesia e l'ipotesi di evoluzione della spiaggia

5.6 – Le forme cartografate

6 – CARTA DEI DATI DI BASE E DELLE EMERGENZE GEOLOGICHE

6.1 – La Carta dei Dati di Base

6.2 – La Carta delle emergenze geologiche

7 – LA CARTA LITOTECNICA

8 – LA CARTA DELLA PERMEABILITÀ

9 – LA CARTA DELLE PENDENZE

10 – LA CARTA DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI

10.1 – La vulnerabilità intrinseca

10.2 – Centri di pericolo e vulnerabilità integrata

11 – LA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

11.1 – Le classi di pericolosità

11.2 - Criteri per la formazione della Carta di Pericolosità geologica

12 - LA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA

13 – LA DINAMICA DEL GOLFO DI BARATTI

14 - GLI ASPETTI SISMICI

15 – FATTIBILITÀ DEGLI INTERVENTI

15.1 – Criteri

15.2 - Fattibilità degli interventi puntuali

15.3 - Interventi sul patrimonio edilizio esistente

INDAGINI GEOLOGICO-TECNICHE DI SUPPORTO AL PIANO PARTICOLAREGGIATO DEL PARCO ARCHEOLOGICO DI BARATTI E POPULONIA (ZONA F1.1 DI PRG)

1 – PREMESSA

Su incarico del Circondario della Val di Cornia (Del. N. 21 del 6 marzo 2006) sono state eseguite le indagini geologico-tecniche di supporto al Piano Particolareggiato del Parco Archeologico di Baratti e Populonia in conformità a quanto previsto dalle seguenti normative:

L.R. n. 21/1984
D.C.R. n. 94/1985
L.R. n. 1/2005
D.C.R. n. 13/2005
D.P.G.R. n.26/R del 27 aprile 2007
D.C.R. n. 72/2007
D.P.G.R. n.53/R del 25 ottobre 2011

Lo studio si è articolato in un'analisi del quadro conoscitivo esistente, con particolare riferimento ai recenti studi di supporto al Piano Strutturale d'area e nel suo approfondimento necessario per poter passare al livello di dettaglio consentito dalla cartografia a scala 1:2.000.

In particolare si è proceduto ad un controllo puntuale in campagna dei contatti geologici, della giacitura delle formazioni e dei fenomeni geomorfologici attivi e/o quiescenti che hanno rilevanza alla scala dello studio.

Nella successiva fase di elaborazione dei dati si è cercato di rispettare il più possibile la metodologia utilizzata per il Piano Strutturale, utilizzando le stesse legende delle carte di base.

Per quanto riguarda invece la costruzione della carta della pericolosità geomorfologica si è fatto riferimento alle classi definite al punto C.1 delle Direttive per le Indagini Geologico-Tecniche contenute nel Regolamento n. 53/R, utilizzando dove applicabile una metodologia oggettiva (*Amadesi et. Alii*) in seguito descritta.

2 – LA CARTOGRAFIA

L'area interessata dal Piano Particolareggiato è rappresentata nelle seguenti sezioni della cartografia tecnica regionale digitale a scala 1:2.000:

09F07, 09F08, 09F15, 09F16, 09G01, 10F64, 10G41, 10G49, 10G57.

Tutti i tematismi prodotti sono stati rappresentati su tale cartografia.

3 – LA CARTA GEOLOGICA

3.1 – Generalità

L'area del Golfo di Baratti risulta caratterizzata da un assetto geostrutturale piuttosto complesso, facendo registrare affioramenti lapidei riconducibili alla Successione Toscana non metamorfica (Falda Toscana), alle Unità Liguri e Subliguri e coperture sedimentarie d'età più recente, appartenenti alle cosiddette Unità Neogeniche e Quaternarie Toscane.

Gli affioramenti lapidei si rintracciano principalmente ai due lati del Golfo e nel comparto retrostante, in corrispondenza dei rilievi collinari, mentre le coperture sedimentarie si attestano in prevalenza nel comparto centrale del Golfo, dove la morfologia e le pendenze sono più blande e attenuate.

La stesura di questa carta tematica su grande scala (1 : 2.000), pertanto, ha implicato la predisposizione, da parte nostra, di una serie di controlli, misurazioni e rilievi puntuali in campagna (in parte eseguiti anche dal mare!), allo scopo di verificare la correttezza degli studi già esistenti e incrementare il livello di conoscenza complessivo di questo importante aspetto del territorio, fondamentale per procedere alle successive valutazioni circa le tematiche geomorfologiche, litotecniche e idrogeologiche.

Grazie a tali rilievi puntuali è stato possibile, inoltre, procedere alla stesura della “Carta delle emergenze geologiche”, in cui vengono individuati i cosiddetti “geositi”, cioè quei luoghi in cui si possono osservare le conformazioni geologiche più belle e interessanti presenti all'interno di questo contesto territoriale.

3.2 – Gli studi esistenti

La geologia del Golfo di Baratti e di tutto il promontorio piombinese è stata oggetto di studi dettagliati fin dal 1967, con la memoria di A. Gasperi “*Carta geologica del Promontorio di Piombino 1:30.000*” e dal 1969 quando il Servizio Geologico d'Italia pubblicò la carta geologica alla scala 1 : 100.000 con le relative note illustrative.

Nel 1983 *Cortemiglia ed Altri* pubblicano i risultati di una ricerca sulla “*Geomorfologia della baia di Baratti e della sua spiaggia*”, in cui si descrive e si interpreta in modo nuovo la stratigrafia dei terreni quaternari; successivamente lo stesso *Mazzanti ed Altri* pubblicano la “*Carta geologica della Provincia di Livorno a Sud del Fiume Cecina*” alla scala 1 : 25000, su incarico della Provincia di Livorno, in cui la geologia (in particolare quella quaternaria), viene letta ed evidenziata in chiave più dettagliata e moderna.

Recentemente la Regione Toscana ha finanziato una nuova stesura della carta geologica in scala 1 : 10.000, denominata CARG, che risulta disponibile in bozza seppure priva delle note illustrative: in tale sede vengono introdotte profonde modifiche alla nomenclatura delle formazioni.

Il Comune di Piombino, nell'Agosto 2006 ha adottato il nuovo Piano Strutturale d'Area e nell'ambito di quest'ultimo sono state eseguite nuove indagini geologiche ed elaborate nuove cartografie tematiche che riprendono, appunto, le indicazioni fornite dalla suddetta cartografia regionale: di concerto con l'Amministrazione è stato deciso di uniformare il presente studio alle indicazioni fornite da queste ultime.

Di particolare interesse, infine, il recente libro del *Dottor Carlo Pistolesi*, intitolato "*La miniera di Baratti – Lo sfruttamento delle scorie etrusche dal 1915 al 1969*" (Felici Editore 2006), in cui vengono stimate le caratteristiche e la dislocazione delle residue giacenze dell'antica discarica di scorie ferrose etrusche oggetto di uno sfruttamento industriale nella prima metà del '900.

3.3 – Brevi cenni sulla tettonica evolutiva dell'area del Parco

L'inquadramento tettonico di un'area d'estensione modesta come quella comprendente i terreni in esame ha senso solamente se inserito nel quadro geografico più vasto del sistema dei Monti di Campiglia e della Pianura di Piombino.

Si ritiene che la catena dei Monti di Campiglia Marittima si sia originata a seguito di una complessa successione di eventi tettonici di tipo distensivo e compressivo; è per questo che le diverse Unità strutturali oggi in affioramento ("Basamento", "Coperture", "Neoautoctono") sono distinguibili anche per i diversi stili tettonici.

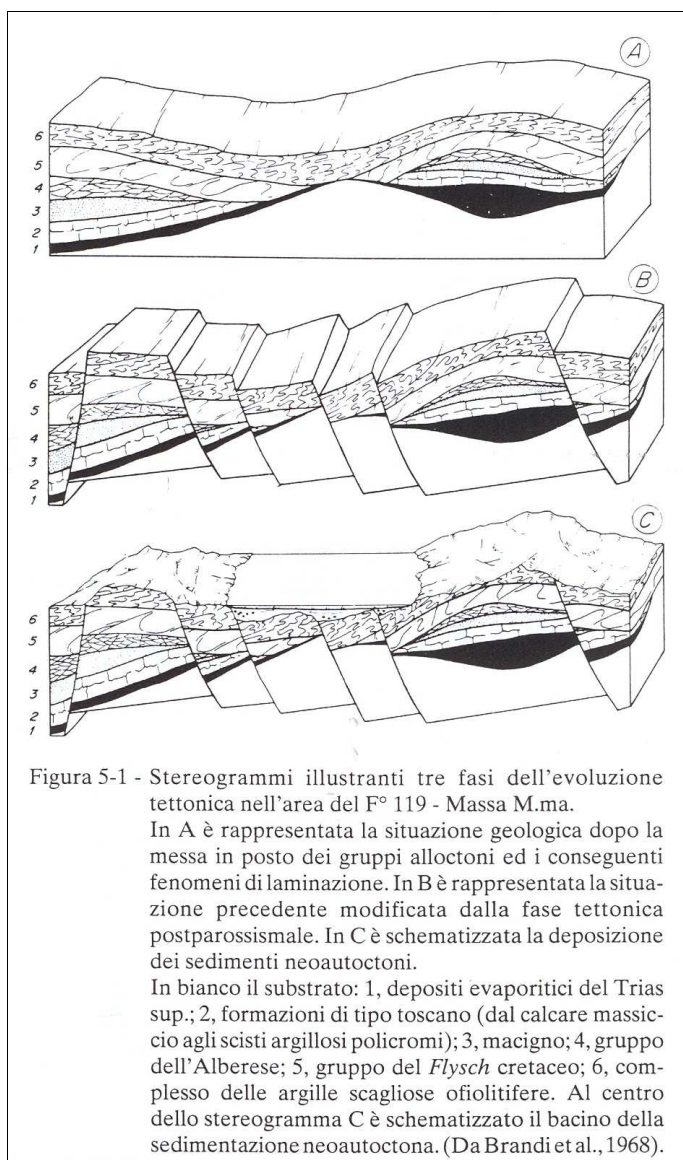
Nei Monti di Campiglia il "Basamento", cioè la parte più antica posta alla base della Successione Toscana non metamorfica, sotto la formazione dei Calcari cavernosi, non affiora mai; al contrario la "Copertura" affiora in molte località, compresa la zona di studio, ed è rappresentata dalle formazioni della Successione Toscana (dai Calcari cavernosi al Macigno) e da quella delle Unità Liguri e Subliguri.

Fasi tettogenetiche dalla dinamica completamente diversa si sono susseguite nelle ere geologiche permettendo l'evoluzione di gran parte della Toscana Meridionale, compreso il sistema dei Monti di Campiglia fino a fargli assumere l'assetto attuale (da *Censini et Al., 1991*). Segue una breve sintesi di quelle più recenti e significative, rimandando ai numerosi studi esistenti per eventuali approfondimenti.

Un importante evento compressivo (orogenesi appenninica) incominciò a mettersi in atto nell'Oligocene superiore, durante la sedimentazione del Macigno, a causa della collisione fra i margini continentali della paleozolla europea con quella africana. Ad allora viene attribuito il corrugamento del Dominio Toscano e il successivo accavallamento su di esso delle Unità Austroalpine e delle Unità Liguri. Seguì un'ulteriore fase traslativa per cui le Unità sovrapposte si "scollarono" insieme dallo zoccolo basale dell'Unità Toscana; le formazioni evaporitiche dei calcari cavernosi, avendo natura litotecnica di tipo "plastico", si

ritiene che possano avere agito da livelli di scollamento durante gli eventi tettonici parossisitici.

Alla precedente fase ne seguì una post-collisionale di tipo distensivo; recenti studi sui depositi del Mar Tirreno e della Toscana Meridionale datano l'inizio di questa fase alla fine del Miocene inferiore. Ne conseguono due fenomeni importanti: dapprima una delaminazione della crosta superiore con formazione di lineazioni fragili (faglie dirette), in seguito uno sprofondamento che origina un sistema di fosse tettoniche subparallele, allungate in direzione NW-SE, con formazione di bassi strutturali ("Graben") e alti strutturali ("Hors") (si vedano in proposito gli stereogrammi sotto riprodotti, ripresi direttamente dallo studio di *Costantini et Al. 1993*).



Il nuovo assetto geostrutturale consentì, nelle aree morfologicamente depresse, l'inizio della sedimentazione dei "depositi neoautoctoni" ad opera del mare che nel frattempo aveva avuto modo di avanzare. Seguirono oscillazioni

eustatiche durante le quali il livello marino avanzava e si ritirava e proprio durante la fase di regressione veniva favorita l'erosione delle terre emerse da parte dei corsi d'acqua, che lentamente hanno originato le pianure e le lagune costiere.

In definitiva, come riferito nello studio di *Censini et Al. (1991)* intitolato *“Evoluzione geomorfologica della Pianura di Piombino”*, *“...lo studio della bella sezione della Baia di Baratti, non propriamente collocata nella Piana di Palmentello-Lumiere ma da essa separata dal bassissimo spartiacque di Poggio Piovanello (di quota 69 m), ha evidenziato l'esistenza di tre livelli di “panchina”, ciascuno dei quali sormontato da un livello di Sabbie rosso-arancio. Queste coppie di litofacies sono considerate come l'espressione di tre cicli eustatici nell'ambito del Pleistocene superiore (Cortemiglia et Al. 1984)...”*.

Lo studio di *Cortemiglia et Al. del 1984* resta a tutt'oggi il più approfondito e dettagliato e riassume l'evoluzione recente della Baia di Baratti nel modo seguente: *“... la Baia è impostata in corrispondenza di una valle che scende dal promontorio di Piombino, approfonditasi dopo il Pliocene inferiore e parzialmente colmata da sedimenti di spiaggia ed eolici durante le oscillazioni eustatiche quaternarie”*.

3.4 – La geologia del Parco

Nel presente capitolo vengono descritte le caratteristiche litologiche e litostratigrafiche dei terreni affioranti all'interno del Parco Archeologico di Baratti e di Populonia.

Di seguito sono elencate le Unità tettoniche e le rispettive formazioni osservate nel territorio indagato, in ordine di sovrapposizione stratigrafica dal basso verso l'alto (in grassetto le sigle di ciascuna formazione e fra parentesi la loro età geologica):

FALDA TOSCANA (SUCESSIONE TOSCANA NON METAMORFICA)

MAC – Flysch arenaceo “Macigno” (*Eocene – Oligocene superiore*)

UNITA' SUBLIGURI

ACC – Argille e Calcarei di Canetolo (*Eocene medio – Eocene superiore*)

ASU – Arenarie di Suvereto (*Oligocene – Miocene inferiore*)

ASUa – Arenarie di Suvereto – Litofacies marnosa (*Oligocene – Miocene inferiore*)

UNITA' LIGURI

MLL – Flysch di Monte Morello (*Paleocene superiore – Eocene medio*)

COMPLESSO NEOAUTOCTONO (SUCESSIONE NEOGENICA TOSCANA)

SVG – Sabbie di Val di Gori e Sabbie di Donoratico (*Pleistocene medio e superiore*)

pn: Panchina (*Pleistocene superiore*)

DEPOSITI QUATERNARI

b: Depositi alluvionali recenti e attuali

d: Depositi eolici (dune)

- g2af:** Depositi fini di spiaggia attuale
- g2ag:** Depositi grossolani di spiaggia attuale
- a:** Depositi di versante
- a5:** Detrito canalizzato
- a3:** Coperture detritiche indifferenziate
- h5:** Terreno di riporto
- h2:** Depositi antropici
- a2:** Frane quiescenti
- a1:** Frane in evoluzione

Il substrato antico è formato dalle formazioni dell'Unità della Falda Toscana e delle Unità Liguri e Subliguri ed è sormontato dai cicli sedimentari della Successione Neogenica Toscana e dai Depositi Quaternari. La descrizione delle singole formazioni rispetta l'ordine di sovrapposizione dei domini di sedimentazione e, all'interno di questi, inizia dai sedimenti più antichi.

3.4.1 – L'Unità della Falda Toscana

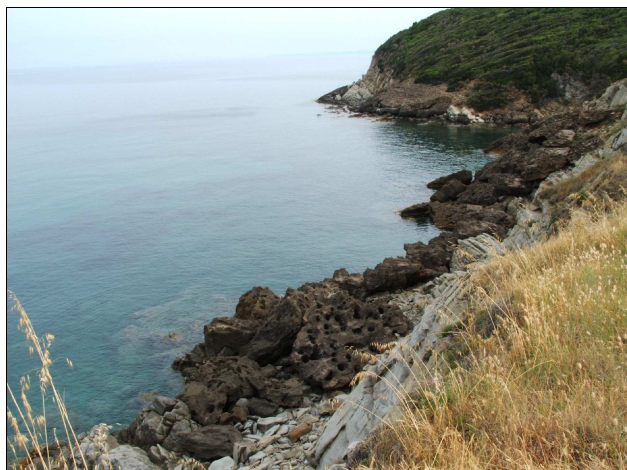
3.4.1a – FLYSCH ARENACEO “MACIGNO” - “MAC” (*Eocene – Oligocene superiore*)

Alla scala locale è la formazione lapidea maggiormente rappresentativa in quanto costituisce la quasi totalità delle coste rocciose alte ed è costituita da una successione di strati arenacei quarzoso-feldspatici, a granulometria variabile da fine a grossolana, in banchi di potenza variabile (di ordine da decimetrico a metrico), sovente gradati, di colore da grigio a marrone chiaro a giallastro (in particolare in presenza di tracce di alterazione), con intercalazioni di sottili strati marnosi, argillitici e siltosi per lo più di colore grigio scuro.

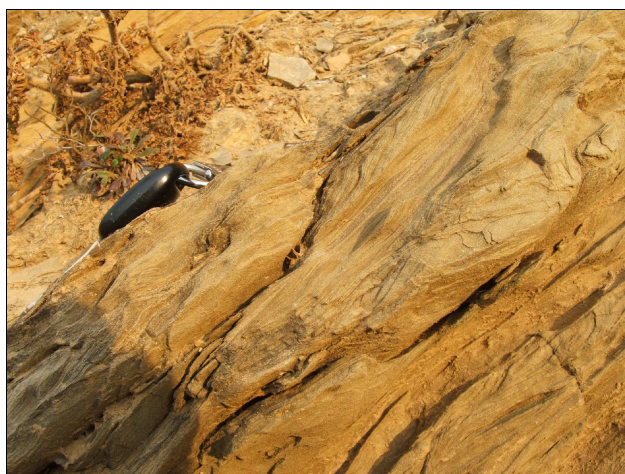
Alcuni degli affioramenti maggiormente significativi ed evidenti, procedendo da S verso N, sono quelli osservati presso il Castello di Populonia (foto n°1) e presso la Punta delle Pianacce (foto n°2), quelli presso Poggio della Fornace e Poggio San Leonardo (foto n°3 e 4) e presso la Punta del Molino (foto n°5 e 6).



Foto. 1 – 2

*Foto. 3 – 4**Foto. 5 – 6*

A questa formazione viene riconosciuta una genesi da onda torbida spesso testimoniata dalla presenza di strati gradati; in altri casi sono riconoscibili membri privi di stratificazione che vengono interpretati come depositi di spiaggia sommersa non interessati da frane sottomarine.

*Foto. 7- 8: Stratificazione gradata all'interno del Macigno tipico torbido (località Punta del Molino)*

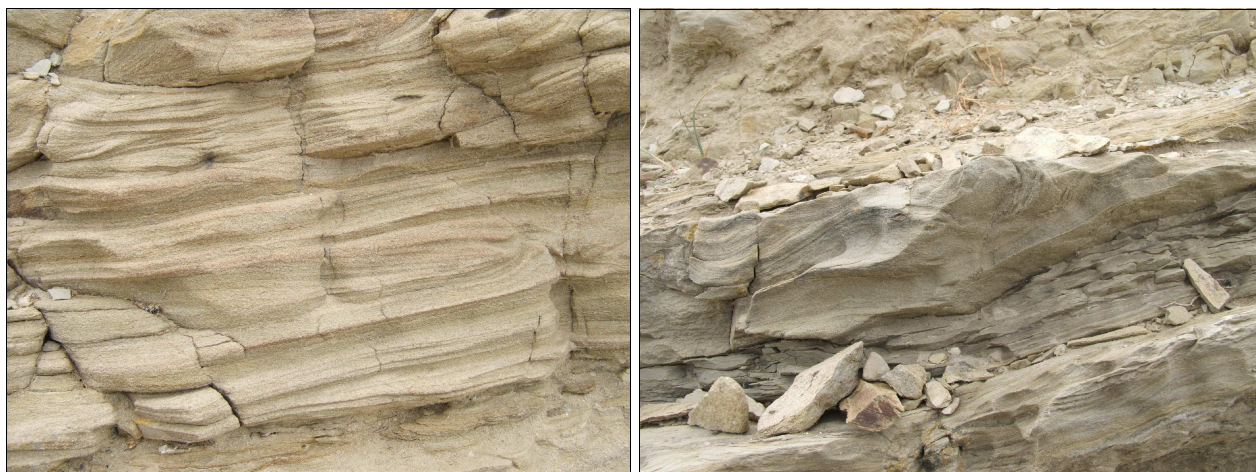


Foto. 9 - 10: Macigno tipico torbiditico (località Poggio San Leonardo)

Le foto sopra mostrano, oltre che il fenomeno della sedimentazione gradata, le cosiddette *slump structures* interessanti anche più di uno strato.

Macigno con intercalazioni olistostromiche (olistoliti riconducibili a frammenti calcarei) è stato osservato presso la base occidentale di Poggio al Finocchio, fuori del contesto d'indagine.

Per quanto si riferisce alla giacitura del Macigno, significativa risulta l'osservazione della *Carta della giacitura degli strati*, dalla quale si evince che le stratificazioni a reggipoggio e traverpoggio (a favore della stabilità complessiva dei versanti) caratterizzano quasi tutto il rilievo di Populonia, Poggio San Leonardo e Punta del Molino, mentre quelle a franapoggio si registrano in particolare sui versanti di Poggio Guardiola che si affacciano dentro il Golfo

3.4.2 – Le Unità Subliguri

3.4.2a – ARGILLE E CALCARI DI CANETOLO - “ACC” (*Eocene medio – Eocene sup.*)

Trattasi di una fitta alternanza di argilliti, marne e siltiti grigio scure con strati calcarei debolmente silicei, raramente arenacei, spessi da pochi centimetri fino all'ordine del metro. Le argilliti, le marne e le siltiti si sfaldano con facilità in scagliette centimetriche, mentre i calcari e le arenarie con spessore sufficiente possono presentarsi compatti e resistenti.

All'interno del territorio del Parco, questa formazione assume un'importanza secondaria in quanto presente in affioramenti d'estensione molto limitata, i quali, oltretutto, sono sempre male osservabili e cartografabili. L'unica zona dove si può scorgere la stratificazione, seppure scompaginata, è quella ubicata presso il segmento di costa sottostante il Poggio della Fornace (vedere foto 11 – 12).

Presso il Poggio della Fornace è possibile comprendere la sua sovrapposizione (trattasi di un contatto di tipo tettonico) al Macigno, nonostante la presenza della copertura boschiva ne renda difficoltose le osservazioni dirette.



Foto. 11 - 12: Argille e Calaci lungo il segmento di costa sottostante il Poggio della Fornace

In particolare Mazzanti et Al. scrivono che “I particolari di questo accavallamento non affiorano con buona evidenza per la copertura boschiva del Poggio della Fornace e per le lavorazioni agricole sopra gli altri due poggi. Comunque i primi strati che compaiono, al di sopra del Macigno, sono riferibili a tale formazione. Lungo la falesia a S del Poggio della Fornace è possibile vedere che nella massa di quest’ultima formazione sono inglobate alcune piccole lenti di Macigno. Non è chiaro se si tratta di riprese sedimentarie di questa arenaria dopo l’arrivo di alcuni olistostromi , ..., oppure se di vere e proprie piccole scaglie tettoniche “pizzicate” alla base del complesso sovrascorso, oppure, ancora, se si tratta di una riduzione tettonica in lenti degli ultimi strati di Macigno depositi sopra olistostromi formati da materiali di questa formazione”.

Altrove, dentro il Parco, se ne osserva la presenza unicamente in corrispondenza della sella che separa i salienti di Poggio Le Logge e Poggio Guardiola.

3.4.2b – ARENARIE DI SUVERETO - “ASU” e “ASUa” (Oligocene – Miocene inferiore)

Questa formazione lapidea affiora all’interno del comparto territoriale studiato ma ricade esternamente al territorio d’ambito del Parco e costituisce, in buona parte, i rilievi collinari di San Cerbone, Poggio al Finocchio, Poggio al Pero e quelli posti ancora più a sud che fanno capo a Poggio Tondo e a Monte Pecorino.

Trattasi, in ogni caso, di una successione di arenarie quarzoso feldspatiche prevalentemente a granulometria medio-fine in strati medi e subordinatamente in bancate di spessore maggiore (dell’ordine del decimetro), con intercalazioni pelitiche e argillitiche grigio scure.

Localmente, presso Poggio Tondo e Monte Pecorino, risulta presente una litofacies marnosa (ASUa) costituita in prevalenza da litotipi marnoso siltosi grigi e sequenze siltose e pelitiche a stratificazione sottile.

3.4.3 – Unità Liguri

3.4.3a – FLYSCH DI MONTE MORELLO - “MLL” (*Paleocene sup. – Eocene medio*)

Identificabile con il Flysch calcareo-marnoso di Poggio San Quirico, trattasi di una successione di calcari marnosi e marne con base arenacea e/o calcarenitica che sfumano, verso l'alto, a calcari marnosi o ad argilliti, in bancate di spessore medio dell'ordine del centimetro, di colore da grigio chiaro a marrone chiaro, con intercalazioni sottili di peliti marnose e argillose colore nocciola, grigio scuro, fino a verdastro.

Gli unici affioramenti, sempre mal esposti, sono quelli in corrispondenza di Poggio delle Granate. Resta sempre nascosto, principalmente a causa della presenza della copertura boschiva, il contatto tettonico di sovrapposizione con la formazione delle Argille e calcari di Canetolo.

3.4.4 – Complesso Neoautoctono (Successione Neogenica Toscana)

3.4.4a – SABBIE DI VAL DI GORI E SABBIE ROSSE DI DONORATICO - “SVG” (*Pleistocene medio e superiore*)

Queste sono molto diffuse sia dentro la Baia di Baratti, sia nel vicino entroterra, mentre risultano completamente assenti sopra il rilievo collinare di Populonia. I loro depositi si estendono dalla base dei poggi fino alla spiaggia, dove vengono interrotti in corrispondenza della falesia subverticale alta fino a 10 m, in fondo alla Baia, dal fianco S di Poggio della Fornace fino alla duna centrale. La presenza della duna stessa poi, nel comparto centrale della Baia, le confina nell'immediato retroterra, mentre si riaffacciano sulla spiaggia ai due lati della chiesetta di San Cerbone.

Sotto l'aspetto granulometrico trattasi di sabbie prevalentemente fini e medie con sporadiche passate più grossolane e qualche livello ciottoloso. Queste sabbie, come ben descritto nello studio di Mazzanti “*sono sempre più o meno ricche di matrice siltosa o siltoso-argillosa. Nei campioni studiati la frazione inferiore ai 63 μ oscilla fra 11% e 44%*”. La frazione pelitica con gli ossidi di ferro ed una parte della frazione grossolana sono ritenuti derivare dal suolo rosso che in origine avrebbe coperto i rilievi.

In genere queste sabbie si presentano uniformi e prive di strutture sedimentarie, raramente contengono straterelli o lenti di materiali più grossolani,

pertanto se ne ammette una messa in posto dinamica del tipo di accumulo per semplice soliflusso, provenienti dal dilavamento dei versanti circostanti.

In prossimità della costa le Sabbie rosse e più in generale tutti i depositi colluviali presenti, sono state rimaneggiate a più riprese dal moto ondoso marino nel corso di successive fasi trasgressive che si sono succedute in epoche molto vicine fra di loro. Si registrano almeno tre fasi successive documentate da altrettanti livelli di paleospiaggia costituiti dalla cosiddetta “panchina” (si veda in proposito il paragrafo successivo), ciascuno dei quali sormontato da un livello di queste Sabbie rosse. Queste coppie di litofacies sono considerate come l'espressione di tre cicli eustatici nell'ambito del Pleistocene superiore (*Cortemiglia et Al.*, 1984).



Foto. 13: Un particolare del contatto fra le Sabbie rosse e la “panchina”, in corrispondenza della falesia lungo la spiaggia di Baratti (settore N della Baia)

Almeno in parte viene poi ammessa una origine di tipo eolica, con i venti che hanno prelevato i materiali sabbiosi dalla spiaggia e li hanno rimaneggiati e ridistribuiti un po' in tutto il retroterra della Baia, addossandoli fino alle pendici collinari e montuose circostanti.

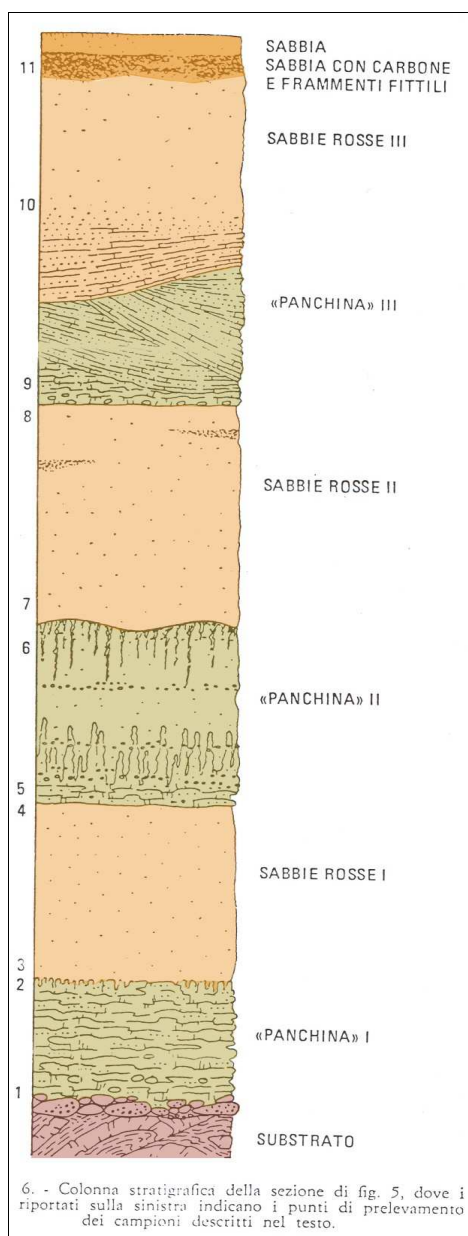
3.4.4b – PANCHINA - “pn”

Gli affioramenti si registrano a partire da N, presso la località Torracchia e proseguono con piccoli lembi osservabili lungo la linea di costa presso Poggio Leonardo, per arrivare a quelli maggiormente significativi presso la falesia nel settore N della Baia di Baratti e giungere a quelli più estesi presso la località Le Grotte e Buca delle Fate (più a S).

Allo stato delle conoscenze attuali, si ritiene che i livelli di panchina rappresentino livelli di paleospiaggia da ricondurre a fasi di trasgressione marina. In particolare, la successione dei tre livelli di panchina più o meno cementata

(denominata panchina I, II e III) documentata in corrispondenza della falesia nel settore NE della Baia, rappresenterebbe altrettanti cicli di paleospiaggia (*Cortemiglia et Al.*, 1984).

Trattasi di livelli per lo più calcarenitici che si sono formati per cementazione delle sabbie di spiaggia operata grazie alla presenza di una abbondante frazione carbonatica totalmente di origine bioclastica e alla circolazione delle acque meteoriche. Alle calcareniti sono spesso associate lenti di sabbie incoerenti che rappresentano il sedimento originale non interessato dalla circolazione delle acque meteoriche. I livelli quindi si presentano normalmente cementati, pressoché privi di matrice siltoso-argillosa e di colore giallastro e il loro carattere di spiaggia sarebbe provato da alcune strutture sedimentarie (cioè da alcune laminazioni piane debolmente inclinate verso il mare) in esse conservate ed evidenziate dalla cementazione stessa.



La colonna stratigrafica riprodotta dallo studio di *Cortemiglia et Al.* 1984 (modificata), in cui si osservano i tre cicli marini

Particolarmente significativa, nell'ambito del solito studio di *Cortemiglia et Al.*, risulta la ricostruzione stratigrafica della sezione naturale osservabile lungo la falesia che orla la spiaggia nel settore N della Baia di Baratti, a partire dal fianco S del Poggio della Fornace fino alla duna centrale. Questa successione quaternaria, che si immerge dolcemente verso il settore centrale della Baia, è schematizzata nella sezione riportata alla pagina precedente, ripresa direttamente da detto studio.

Come si può osservare, al tetto della sezione è stato messo in evidenza un sottile strato di sedimenti, di circa 25 cm di spessore, costituito da materiali sabbiosi da fini a finissimi misti a carboni di legna e ceneri nella misura di circa il 25%, che si ritengono legati alla presenza umana e che, pertanto, indurrebbero a riferirlo all'Olocene e non al Pleistocene superiore.

Al di sopra di questo livello di colore nero, in corrispondenza dell'attuale piano di campagna, si rileva ancora la presenza di un ulteriore livello di sabbie, di spessore di circa 25 cm, superiormente pedogenizzate da un suolo di pochi centimetri con scarsa vegetazione erbacea, forse attribuibile a fenomeni recenti di soliflusso o, addirittura originato dal disboscamento e dalle colture che si sono intensificate e succedute negli ultimi secoli.



Foto. 14 - 15: La falesia in erosione all'estremità N della Baia di Baratti



Foto. 16 - 17: Altro particolare della falesia (contatti fra le Sabbie rosse e la "panchina" al confine con l'arenile) e particolare della base conglomeratica della Panchina I

Secondo il solito *Cortemiglia et Al.*, “...i due grandi riempimenti di “panchina” eolica delle paleovalli pre-tirreniane del Fosso delle Grotte e del Fosso delle Fate sono riferibili alle fasi regressive che si intercalano ai tre episodi trasgressivi documentati dalle tre paleospiagge; infatti, durante le fasi regressive si verificava l'emersione di spiagge piuttosto alte e di grandi estensioni di fondali marini sabbiosi, non difesi dalla vegetazione e sui quali i venti potevano esercitare la loro azione di prelievo e di trasporto”.

Di fatto, negli affioramenti di panchina addossata ad uno dei versanti montuosi di Poggio Guardiola in località Le Grotte, così come in quelli presso la Buca delle Fate, sono riconoscibili evidenti caratteristiche tipiche dei depositi eolici.

Si ritiene che “... nonostante la diversa esposizione il significato dei due depositi sabbiosi è il medesimo. Evidentemente quelli del Fosso delle Fate furono accumulati dai venti meridionali e occidentali che durante le fasi glaciali, e quindi di mare basso, raccoglievano le sabbie dalle grandissime spiagge che si estendevano ad Ovest del Promontorio di Piombino, mentre quelli del Fosso delle Grotte furono accumulati dai venti settentrionali che raccoglievano le sabbie a Nord del promontorio stesso, al fondo dell'attuale Baia Baratti e si tutta l'estesissima piattaforma continentale antistante San Vincenzo, allora largamente emersi” (*Cortemiglia et Al.*).



Foto. 18 - 19: La “panchina” eolica nella zona del Fosso delle Grotte

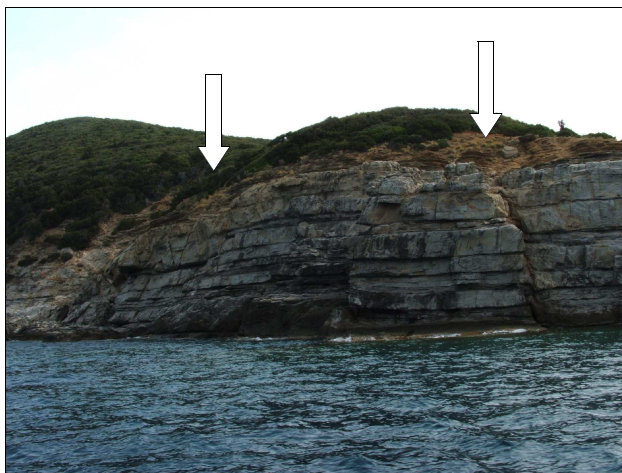


Foto. 20 - 21: La “panchina” eolica sopra il Macigno stratificato nella zona del Fosso delle Fate

Entrambi questi depositi di origine eolica sono stati anticamente antropizzati e sfruttati, in quanto vi furono aperte cave di panchina eolica e scavate numerose tombe ipogee del periodo ellenistico (IV – III secolo a .C.).

In ogni caso la folta macchia mediterranea che ricopre queste località impedisce ricostruzioni più dettagliate e complete delle successioni stratigrafiche, solamente presso Le Grotte è chiaramente osservabile la fitta laminazione di questo sedimento di natura da arenacea a grana media a calcarenitica (considerata la contemporanea presenza di calcite spatica e piccoli clasti calcarei), con lamine piane del tutto simili a strati che si estendono anche per diversi metri mantenendo inclinazioni medie da 25° a 30° verso E (rif. foto n°18).

3.4.5 – Depositi quaternari

3.4.5a – DEPOSITI ALLUVIONALI RECENTI E ATTUALI - “b”

Sono stati cartografati nelle aree fondovalle dei corsi d’acqua che sfociano dentro la Baia di Baratti e, più precisamente, in corrispondenza degli alvei del Fosso di Valgranita e del Fosso della Focechiola (o delle Casine), mentre all’estremità N dell’area di studio sono stati cartografati in corrispondenza della foce del Canale Allacciante in località Torraccia.



Foto. 22: Il fondovalle alluvionale del Fosso di Valgranita

In particolare, per ciò che si riferisce ai depositi cartografati internamente alla Baia, è stato preso atto della loro scarsa estensione e spessore, considerata la vicinanza dello spartiacque alla costa, le dimensioni ridotte dei bacini imbriferi e la scarsa elevazione dei rilievi collinari.

Sotto l'aspetto granulometrico si riconoscono in massima misura frazioni sabbiose e ghiaiose più o meno fini ed in subordine limose.

3.4.5b – DEPOSITI EOLICI SABBIOSI (DUNE) “d”

Sono stati cartografati nell'ampio comparto centrale della Baia, a ridosso della spiaggia e costituiscono un debolissimo rilievo informe ricoperto dalla pineta.

Sotto l'aspetto granulometrico trattasi di sedimenti sabbiosi fini, non eccessivamente selezionati, nei quali non sono osservabili strutture sedimentarie considerata anche l'assenza di sezioni scoperte utilizzabili. La scarsa selezionatura di questi depositi sabbiosi viene di norma attribuita all'inquinamento da parte di polveri eoliche fini trattenute dalla vegetazione (*Cortemiglia et Al.*).



Foto. 23: Sullo sfondo la pineta di Baratti cresciuta sopra la Duna

3.4.5c – DEPOSITI FINI E GROSSOLANI DI SPIAGGIA ATTUALE “g2af” - “g2ag”

Questi depositi sono stati cartografati lungo la quasi totalità della Baia di Baratti e risultano costituiti in prevalenza da sedimenti sabbiosi a varia granulometria misti a scorie ferrose e a sporadici ciottoli.

Per la descrizione di dettaglio ci atteniamo allo studio di *Cortemiglia et Al.*, in cui le caratteristiche dei vari tratti di spiaggia vengono descritti partendo dalla estremità NE (sotto Poggio delle Granate) e proseguendo verso l'estremità opposta SW (presso Punta delle Pianacce); segue una sintesi esaustiva: “La spiaggia della Baia di Baratti è prevalentemente sabbiosa, salvo le due estremità. Presso quella NE la spiaggia inizia prevalentemente con ciottoli e scorie ferrose. Per alcune decine di metri prevalgono questi materiali misti a sabbia grossolana (circa 600 μ) ... procedendo verso il centro della Baia diminuiscono le dimensioni dei ciottoli e la loro quantità e le sabbie diventano più fini forse per

l'azione dei venti ... in corrispondenza degli affioramenti della "panchina" sopra la falesia si hanno ancora ghiaie e sabbia grossolana miste con sabbia media (300 – 400 μ) ... il tratto centrale della spiaggia, in corrispondenza della duna coperta dalla pineta, è costituito da sabbie sui 300 – 400 μ con plaghe di ciottoli e ciottolini e sempre più frequenti scorie ferrose in elementi ben arrotondati di dimensioni fino a 5 – 6 cm. In corrispondenza dell'estremità SW della duna, la sabbia in spiaggia si fa più fine, sempre però con plaghe di sabbia grossolana e ciottoli di scorie ... alla foce del Fosso di Valgranita i ciottoli arrivano a 20 cm, la sabbia diventa più fine procedendo verso San Cerbone e oltre si ha una barra di bassa marea di sabbia ben selezionata (circa 300 μ) appoggiata su ciottoli grossolani e blocchi sommersi ad alta marea. In queste parti la spiaggia emersa è prevalentemente composta da scorie arrotondate e ciottoli di varia composizione misti a sabbia. Verso Torre Baratti la spiaggia è costituita sempre più da ciottoli e blocchi con sabbia fine intercalata e ciottolini nella parte alta. In tutti i settori della Baia le sabbie contengono una notevole percentuale di granuli di minerali di ferro che localmente possono venire concentrati dal moto ondoso a costituire piccoli accumuli di minerale puro".



Foto. 24: La spiaggia di Baratti

Presso la Punta delle Pianacce, all'estremità SW della Baia, la spiaggia sabbiosa scompare e viene sostituita da depositi per lo più ghiaiosi e ciottolosi (dimensioni da centimetriche a decimetriche, con queste ultime in netta predominanza), a causa della locale dinamica delle correnti marine e del moto ondoso, che in questo particolare settore costiero hanno la maggiore intensità e tendono a favorire il trasporto solido delle frazioni sabbiose più fini.

3.4.5d – COPERTURE DETRITICHE INDIFFERENZIATE “a3”

Sono stati cartografati esclusivamente in corrispondenza e ai piedi delle alture maggiori, per cui relegati all'area montuosa che si sviluppa fra Populonia e Monte Pecorino, di competenza quasi esclusiva del Macigno.

Trattasi di depositi di materiali sciolti di varia granulometria (la componente ciottolosa e sabbiosa grossolana di norma è predominante), natura litologica e compattezza, derivanti da processi geomorfologici e climatici recenti e/o attuali, in corrispondenza dei quali non sono state rilevate tracce di instabilità gravitativa in atto e sui quali, in molti casi, è cresciuta vegetazione erbacea, arbustiva ed arborea (macchia mediterranea).

Tali depositi, nell'ambito della cartografia proposta, sono stati distinti esclusivamente su base geomorfologica indicando come depositi di versante quegli accumuli in cui risulta evidente la connessione con la naturale evoluzione del versante collinare (accumulo al piede del versante), mentre tutti gli altri sono stati classificati come coperture detritiche indifferenziate.

3.4.5e – DETRITO CANALIZZATO “a5”

Questi depositi sono stati cartografati esclusivamente in corrispondenza delle alture maggiori, per cui relegati ai versanti dell'area montuosa che si sviluppa fra Populonia e Monte Pecorino, per lo più nell'area di competenza del Macigno e risultano caratterizzati da forme generalmente allungate in corrispondenza degli assi naturali di drenaggio, dove hanno tendenza ad accumularsi.

Come nel caso precedente trattasi di depositi di materiali sciolti di varia granulometria (la componente ciottolosa e sabbiosa grossolana di norma è predominante), natura litologica e compattezza, derivanti da processi geomorfologici e climatici per lo più attuali, in corrispondenza dei quali non sono state rilevate tracce di instabilità gravitativa in atto e sui quali, in molti casi, è cresciuta vegetazione erbacea, arbustiva ed arborea (macchia mediterranea).

3.4.5f – TERRENO DI RIPORTO “h5”

Sono rappresentati da ammassi di terreno, di natura granulometrica del tutto eterogenea, riportati antropicamente da interventi umani d'epoca attuale. Sono stati cartografati unicamente in corrispondenza delle arginature del Canale Allacciante in località Borraccia e del pennello in pietrame grossolano costruito presso la sua foce.

3.4.5g – DEPOSITI ANTROPICI “h2”

Sono stati cartografati nell'area compresa fra Poggio al Finocchio e Torre Baratti e corrispondono alle zone di accumulo delle scorie ferrose sia di antica origine etrusca che recente, fintanto che è restata attiva la miniera (per una eventuale disamina approfondita circa le modalità e i tempi di svolgimento di

quest'ultima attività antropica locale, protrattasi fino al 1969, si rimanda all'esaustivo volume *“La miniera di Baratti”* del Dott. Carlo Pistolesi).

Trattasi di zone in cui furono accumulati cospicui volumi di scorie residue dell'antica lavorazione di fusione del ferro, di frammenti fittili, di ceneri e detriti vari che testimoniano una antica ed intensa attività da parte del popolo etrusco, che trasportava fin qui il minerale grezzo proveniente dall'Isola d'Elba orientale.

Queste sono anche le località in cui, a seguito del prelievo delle suddette scorie ferrose per il rifornimento dei moderni altiforni, sono venuti alla luce i sepolcreti ed una notevole quantità di interessanti e preziosi reperti archeologici.



Foto. 25 - 26: I detriti ferrosi d'epoca recente presso Torre Baratti ed un particolare di quelli più antichi presso San Cerbone

3.4.5h – FRANE QUIESCENTI “a2”

Le frane quiescenti restano individuate in corrispondenza dei versanti montuosi dell'area fra Populonia, Poggio Guardiola e Le Grotte; la loro delimitazione è stata resa possibile anche grazie all'analisi stereoscopica delle foto aeree, che ha permesso di verificarne l'ubicazione e le forme già a suo tempo evidenziate nella carta geologica della Regione Toscana.

Queste frane sono costituite da ammassi detritici a varia pezzatura e granulometria che allo stato attuale paiono aver raggiunto una situazione di equilibrio gravitativo; il fatto che la macchia mediterranea le abbia completamente o in parte ricoperte ne è una conferma.

3.4.5i – FRANE IN EVOLUZIONE “a1”

Le frane in evoluzione, quelle cioè che manifestano tracce di attività ed instabilità gravitativa, sono state individuate esclusivamente lungo la fascia dei versanti costieri e solamente una piccola parte ricade all'interno dei terreni del Parco Archeologico.

Trattasi di frane di crollo e di scivolamento che si sono verificate in corrispondenza di versanti rocciosi ad elevata acclività (pendenze in genere > 35%) e che producono masse detritiche con granulometria molto estesa che varia tra le terre fini e i massi rocciosi; risultano in ogni caso localmente influenzate dall'azione erosiva del mare che le "lavora" scalzandole alla base e provocandone dapprima l'allontanamento delle frazioni più fini e successivamente disgregandone anche i massi di dimensioni più grossolane.

4 – LA CARTA DELLA GIACITURA DEGLI STRATI

La presente carta tematica individua, limitatamente al territorio del Parco Archeologico, aree in cui gli affioramenti delle formazioni lapidee manifestano medesimi andamenti della stratificazione.

In particolare la carta individua:

- aree con giacitura degli strati a reggipoggio,
- aree con giacitura degli strati a traverpoggio,
- aree con giacitura degli strati a franapoggio,
- aree con giacitura degli strati incerta,
- depositi non stratificati,
- frane in evoluzione,
- frane quiescenti.

Questa carta quindi introduce un ulteriore elemento conoscitivo del territorio, importante ai fini dell'individuazione di aree con diverso grado di stabilità globale.

5 – LA CARTA GEOMORFOLOGICA

5.1 - Generalità

Con il presente studio è stata analizzata nel dettaglio la geomorfologia del territorio di competenza del Parco Archeologico di Baratti e di Populonia ed al contempo è stata colta l'occasione per completare anche l'analisi conoscitiva relativa alla geomorfologia costiera di tutto il promontorio di Piombino, che fino a Cala San Quirico risulta già di recente investigata nell'ambito dello Studio geologico-tecnico di supporto al Piano Particolareggiato della Costa Urbana di Piombino

L'analisi stereoscopica delle foto aree messe a disposizione dall'Ufficio del SIT (Sistemi Informativi Territoriali) della Provincia di Livorno non permette di analizzare la linea di costa con il dettaglio necessario.

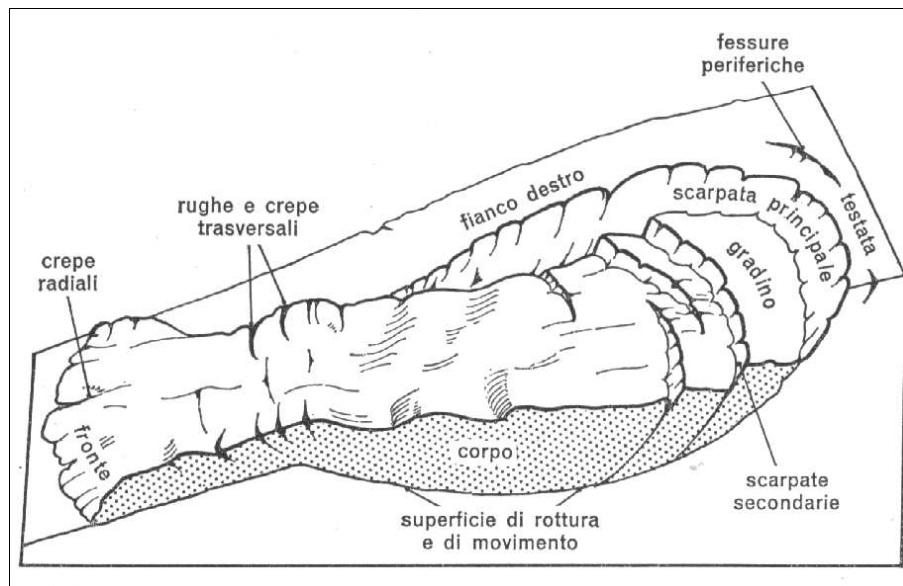
Viceversa il rilevamento di campagna ha consentito di confermare le indicazioni già contenute nella cartografia del Piano Strutturale d'Area (derivanti a loro volta dalla cartografia al 10.000 della Regione Toscana - CARG) e cioè la diffusa propensione al dissesto geomorfologico di tutta la costa rocciosa e del Golfo di Baratti.

5.2 – La nomenclatura

Prima di affrontare il tema della geomorfologia, si ritiene utile una breve precisazione sul significato della nomenclatura utilizzata.

Per *frana* s'intende un movimento del terreno e delle rocce sotto l'azione della forza di gravità che genera forme caratteristiche.

La nomenclatura alla quale si farà riferimento, per l'identificazione di queste forme, è quella di *Varnes*, schematizzata nello stereogramma di pagina seguente.



Stereogramma di Varnes

All'interno di una frana si distinguono:

- Il fianco destro e sinistro
- La testata
- La scarpata principale
- Il gradino
- Il corpo di frana
- Le superfici di rottura e di movimento
- Il fronte di frana

Il movimento franoso può avvenire con modalità differenti, ma quelle osservate e richiamate nel testo sono due:

- **Frana di crollo:** distacco improvviso di una massa rocciosa che si assesta con contatti discontinui attraverso un movimento che comporta salti e ribaltamenti successivi.
- **Frana di scivolamento:** spostamento di una massa rocciosa lungo una superficie inclinata di taglio che può essere curva oppure piana.

Il primo caso si verifica in genere in formazioni geologicamente incoerenti e omogenee e prende anche il nome di frana di scivolamento rotazionale.

Il secondo caso si verifica lungo una superficie preesistente inclinata, in genere costituita da una superficie di strato con giacitura a franapoggio.

Con il termine *falesia* s'intende una costa alta che si è formata per erosione marina e per allontanamento dei detriti da parte del moto ondoso.

Con il termine *piattaforma d'erosione* si fa riferimento ad una superficie spianata dall'azione marina ubicata al piede della falesia.

Le *forme relitte* sono i nuclei rocciosi affioranti dalle piattaforme di erosione.

Il *solco di battente* è l'intaglio nella roccia scavato dal mare durante le mareggiate.

Il *fetch* è il tratto di mare percorso da un'onda o dal vento.

Studi recenti hanno riscontrato che il ritorno al mare di un'onda avviene per mezzo di veloci correnti, che, partendo dalla costa, rompono la linea dei frangenti e sboccano al largo (*rip-current*).

5.3 – Caratteristiche meteomarine: il clima, il regime dei venti, il moto ondoso e il fondale marino della Baia

Le caratteristiche meteomarine locali determinano l'evoluzione della morfologia costiera (sia sopra che sotto il livello del mare) ed in particolare condizionano i processi erosivi, il rimaneggiamento e il trasporto dei sedimenti da e verso la spiaggia.

In merito al clima, facendo riferimento al regime pluviometrico registrato dalla stazione di Populonia (170 m slm) nel periodo 1951 – 1995, si può osservare il diagramma “anni – mm. pioggia” (Fig. 27), da cui si ricava una media annua delle precipitazioni pari a 722,47 mm. Interessante risulta anche la Tabella 1, in cui vengono evidenziate, per il periodo 1973 – 1995, la piogge orarie massime e le relative medie.

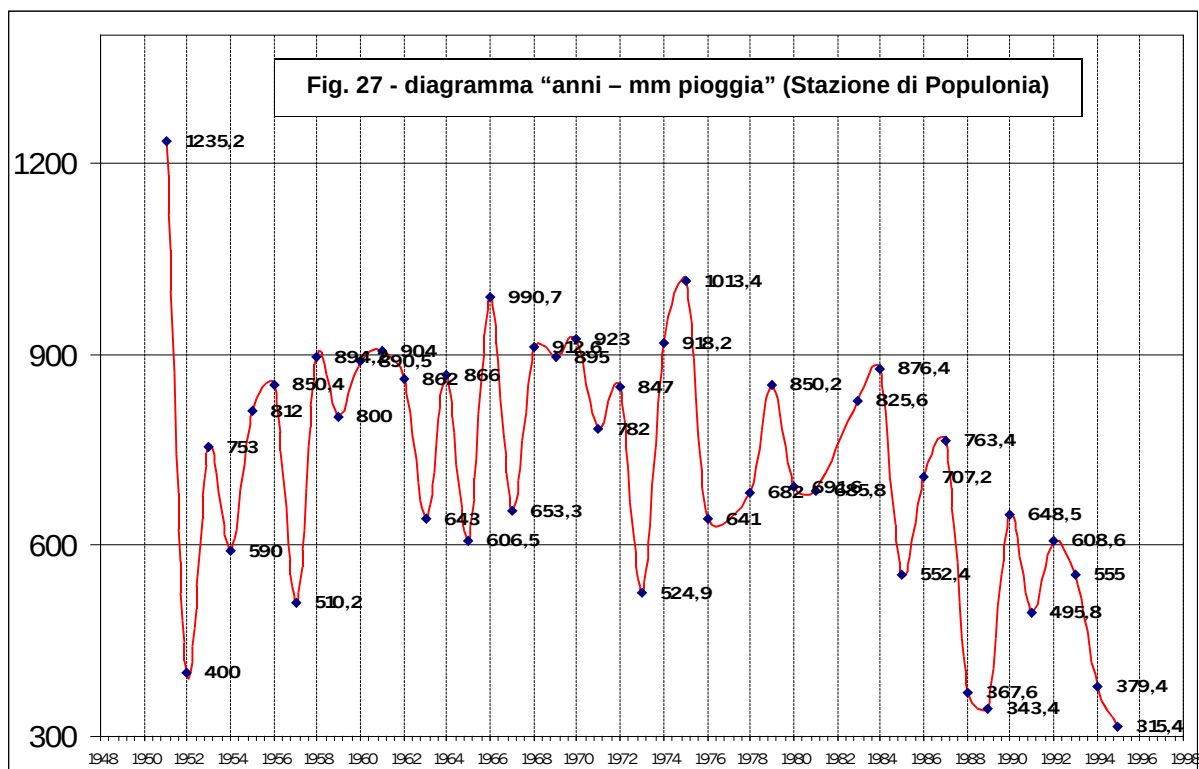


Tabella 1 - PIOGGE MASSIME 1973 - 1995 POPULONIA (170 mt. s.l.m.)															
	1 h			3 h			6 h			12 h			24 h		
anno	mm	giorno	mese	mm	giorno	mese	mm	giorno	mese	mm	giorno	mese	mm	giorno	mese
1973	62,8	1	10	97,8	1	10	97,8	1	10	97,8	1	10	97,8	1	10
1974	29,2	20	9	45	28	4	47,2	28	4	52,8	28	4	70,2	3	1
1975	22,4	2	9	46,4	2	11	55	2	11	74,2	2	11	90	2	11
1976	32,2	23	7	33,2	23	7	33,4	23	7	33,8	23	7	34	23	7
1977	37	11	10	38,6	11	10	38,6	11	10	42,4	11	10	46,6	10	10
1978	20,2	27	4	23	27	4	23,2	27	4	30,2	31	3	35,4	30	3
1979	16,8	17	6	20,6	24	9	38	28	10	60	28	10	94	28	10
1980	22,2	16	8	25	25	10	25,4	25	10	36,4	25	10	39,6	25	10
1981	29	4	9	29,8	4	9	30,2	4	9	30,2	4	9	42,4	26	10
1982	20	30	9	23	22	10	33	22	10	37	22	10	43	22	10
1983	33	25	8	75	24	8	79,8	24	8	96,8	24	8	139	24	8
1984	36,4	19	11	47,6	19	11	59	19	11	64,4	18	11	66	18	11
1985	10,4	21	11	24,6	21	11	31,6	21	11	39,2	20	11	49,4	20	11
1986	20	3	11	27	3	11	37,8	29	1	56	29	1	62	29	1
1987	28,2	19	2	46,2	19	2	56,4	19	2	76,2	18	2	76,2	18	2
1988	19,4	14	10	34,1	14	10	45,4	14	10	62,4	14	10	63,8	14	10
1989	17,7	1	8	25,7	1	8	29,4	1	8	30,2	1	8	32	31	5
1990	26,8	1	9	54	16	10	76,8	16	10	77,6	16	10	77,6	16	10
1991	25	12	10	29,4	12	10	36	12	10	43	12	10	43	12	10
1992	36	10	10	43,6	10	10	43,6	10	10	45,6	3	10	57	10	10
1993	20,6	24	9	32,4	27	9	38	24	9	58,8	24	9	70,2	24	9
1995	45,2	5	10	74	5	10	77	5	10	77	5	10	77	5	10
somma	610,5			896			1032,6			1222			1406,2		
media	27,75			40,727			46,936			55,545			63,918		

Mori (1955) annovera il clima della Baia di Baratti nel tipo “submediterraneo” con minimo di precipitazioni estive e con un massimo principale autunnale e uno secondario invernale.

Secondo quanto riportato in uno studio di *Berriolo* (1980) risulta che i venti dominanti nella zona di Piombino sono quelli meridionali e occidentali da Aprile a Settembre e quelli nord-orientali e meridionali da Ottobre a Marzo. Risulta inoltre che le burrasche di vento più violente (forza 7 – 12) provengono da SE e da Ovest. Queste burrasche avvengono in preferenza da Ottobre ad Aprile.

L'azione dei venti provoca moti ondosi che interessano in modo differenziato le coste alte rocciose e l'arenile interno alla Baia, a seconda della loro direzione di arrivo, anche se è noto che il litorale tirrenico fra Vada e il Promontorio di Piombino presenta una certa uniformità di esposizione al moto ondoso.

Secondo uno studio di *Celestre & Al.* (1974), questo tratto di litorale è interessato dall'arrivo verso riva di quattro diversi treni d'onda:

- da S-SSW il mare di Mezzogiorno, con un *fetch* di 30 km,
- da SW il mare di libeccio, con un *fetch* di 100 km,
- da W il mare di ponente, con un *fetch* di 85 km,
- da NW il mare di maestrale, con un *fetch* di 230 km.

A tale riguardo vale la pena di riportare un passo dal solito studio di Cortemiglia: “...ne consegue che, mentre i mari di maestrale provocano la formazione di un sistema correntizio di efficaci rip-currents tendenti ad evacuare parte del materiale detritico della spiaggia verso il centro della Baia, tutti gli altri mari attivano un sistema correntizio comprendente una debole corrente che segue la riva da Sud verso Nord. Il settore meridionale della baia risulta così, dal punto di vista delle caratteristiche meteomarine, interessato da fenomeni erosivi tendenti a trasferire i materiali detritici prevalentemente in direzione da Sud verso Nord lungo la riva e da Sud verso NW sulla spiaggia sommersa. Tale situazione generale, deducibile sulla base della semplice indagine meteomarine, risulta per altro confermata dalle variazioni recenti della linea di riva, segnalate da Aiello & Al. (1980), con sensibili arretramenti nel periodo 1938 – 1954 soprattutto nel settore meridionale della Baia stessa. Arretramento dovuto anche al fatto che i rinterri di scorie avevano alterato la forma di equilibrio della baia, ora quasi ristabilito grazie alla demolizione parziale della costa meridionale”.

La forma del fondale al largo, così come la morfologia in evoluzione del basso fondale interno alla Baia influenzano anch'essi la dinamica, l'intensità e la forza erosiva dei moti ondosi in arrivo.

La Baia ha, in massima parte, un fondale mobile: il fondale roccioso affiora prevalentemente sul lato settentrionale dove è formato da Macigno, dalle Argille e Calcarei di Canetolo e dalla Panchina. Un ulteriore piccolo affioramento di Macigno si trova al piede della falesia a SE della Punta delle Pianacce; inoltre alcuni banchi rocciosi si trovano nella zona più interna e centrale della Baia, dall'isobata di 6 m fino a riva (a tale riguardo vi è incertezza se trattasi di Arenarie con scorie ferrose oloceniche o Panchina pleistocenica).

Per quanto riguarda le caratteristiche tessiturali del fondo cosiddetto “mobile”, alcune informazioni di dettaglio ci derivano, al solito, dallo studio di Cortemiglia: “...prevale la sabbia fine ($0,125 \div 0,250$ mm), ad esclusione della fascia più litoranea del fondo baia, dove, fra le batimetriche di 3 e di 1 m, figura distribuita la sabbia media ($0,500 \div 0,250$ mm) e, tra quelle di 1 m e la riva, la sabbia grossa ($1,0 \div 0,500$ mm)”.

In conclusione, lo studio di Cortemiglia giunge a stabilire che nella Baia di Baratti si assiste sia ad un flusso sedimentario del materiale a granulometria $> 0,200$ mm (sabbia media, sabbia grossa, granuli e ciottoli) da Sud verso Nord, soprattutto interessante la fascia di spiaggia sommersa a ridosso della battigia, sia ad un consistente smistamento, nella zona centrale, del sedimento fine (sabbia fine), il tutto a scapito del litorale posto fra la Torre di Baratti ed il Casone.

Fra il Casone e la Chiesetta di San Cerbone e nel tratto di mare immediatamente antistante, la presenza di resti archeologici anche di notevoli dimensioni, specialmente fino su fondali anche > 2 m, permette di ipotizzare per l'epoca etrusca e romana una linea di riva più avanzata verso mare di quella attuale.

Per ciò che si riferisce alla Carta geomorfologica da noi proposta, appare significativo, quindi, aver riprodotto anche una morfologia aggiornata del fondale marino della Baia di Baratti, gentilmente fornitaci della Provincia di Livorno, il cui

dettaglio appare notevolmente superiore a quello fornito dallo studio di *Cortemiglia* e dal quale possono a maggior ragione essere tratte ulteriori informazioni e conferme riguardo alla dinamica dei moti ondosì.

5.4 – I processi erosivi sugli affioramenti rocciosi

La maggior parte degli affioramenti lapidei sono rintracciabili esclusivamente lungo costa poiché altrove la presenza di folta copertura vegetale olocenica, l'abbondanza delle coltri dei sedimenti eolici e colluviali del Pleistocene superiore ne limitano i punti di affioramento ed osservazione.

Di conseguenza, i processi erosivi sui limitati affioramenti rocciosi osservabili all'interno del Parco Archeologico risultano generalmente piuttosto intensi in quanto originati contemporaneamente dall'azione battente del moto ondosì, dall'azione dei venti e da quella dilavante delle precipitazioni meteoriche.

Non è un caso che lungo la costa restano individuate la maggior parte delle aree dissestate e che in alcuni casi, come per esempio lungo la costa sottostante Poggio alle Formiche (si veda la foto n.27), si può osservare chiaramente il fenomeno dell'erosione differenziata, laddove la fitta stratificazione del Macigno risulta in gran parte costituita da litotipi calcareo marnosi e argillitici, con gli strati più tenaci (quelli calcareo marnosi) che risaltano rispetto a quelli argillitici che al contrario sono soggetti ad alterazione, disfacimento (scagliettamento) ed erosione più rapida.



Foto. 27: Il fenomeno dell'erosione differenziata sul Macigno stratificato, osservabile lungo il tratto di costa sottostante Poggio alle Formiche

5.5 – Il ciclo di erosione della falesia e l'ipotesi di evoluzione della spiaggia

Le diverse ubicazioni e condizioni di esposizione al moto ondosì e la diversa natura granulometrica, litologia e spessore dei depositi sedimentari appartenenti alla falesia pleistocenica a N e al ciglio di scarpata dei sedimenti pleistocenici e

olocenici nei pressi della sorgente di San Cerbone, manifestano situazioni localmente diverse, ma appartenenti ad un unico ciclo di arretramento della costa.

Il ciclo inizia con la formazione di un solco di battente al piede della falesia o del ciglio di scarpata, che progressivamente rende instabili porzioni di terreno soprastanti.

Quando il peso del terreno rimasto sospeso supera la resistenza al taglio che si oppone alla rottura, si hanno fenomeni di crollo con accumuli di materiale detritico di varie dimensioni.



Foto. 28: L'erosione in atto lungo la falesia, con crollo di porzioni di Panchina pleistocenica sulla spiaggia attuale

Di regola queste frane mettono in movimento masse di sedimenti con volumi contenuti che dapprima vanno ad accumularsi al piede della scarpata e successivamente vengono rielaborate e rimosse principalmente per azione del moto ondoso e in subordine per azione dei venti.

A seguito dei puntuali rilevamenti da noi eseguiti, seppure del tutto inusuale, ci è parso un ulteriore elemento aggravante da non sottovalutare il fatto che durante i periodi estivi una grandissima quantità di insetti (per esempio piccole vespe scavatrici) scavano e perforano i sedimenti sabbiosi esposti lungo il fronte di scarpa della falesia, tanto da originare un vero e proprio accumulo di sabbia al suo piede.

I volumi crollati che si accumulano al piede della falesia oppure lungo il ciglio di scarpata dei sedimenti pleistocenici, costituiscono quindi un elemento di temporanea protezione degli stessi: di fatto il processo di erosione e di conseguente arretramento della linea di costa appare di tipo progressivo ed interessa tutto il Golfo.



Foto. 29: L'erosione in atto lungo il ciglio di scarpata sui depositi pleistocenici e olocenici nel settore centrale del Golfo, anche in questa circostanza si assiste al crollo di porzioni di sedimenti sulla spiaggia attuale

Raramente e solo in presenza di giaciture e di sequenze molto particolari degli strati, la costa arretra lasciando davanti a sé una piattaforma di erosione. La piattaforma di erosione, che si forma in tempi molto lunghi, è il risultato ultimo di più cicli di erosione e rappresenta il piano di taglio della falesia su cui opera l'erosione del moto ondoso.

Rappresentare le varie fasi del ciclo di arretramento della falesia su una carta geomorfologica è un'opera molto ardua se non impossibile, tuttavia, il modello descritto può essere utile per capire l'evoluzione futura della falesia e della spiaggia rispetto alla situazione attuale e per intervenire con maggiore efficacia e tempestività là dove appare necessario farlo.

Cortemiglia et Al. azzardano una ipotesi circa l'evoluzione della spiaggia: "...considerando l'ubicazione di arenarie con scorie etrusche nel basso fondale antistante la linea di battigia ed estrapolando verso mare il pendio della costa attuale (tenendo anche conto del livello più basso del mare di allora), si è portati a pensare che la costa, alla fine della lavorazione etrusca del ferro, fosse situata una cinquantina di metri più verso il largo di

quella attuale. Ciò porta a valutare l'erosione media marina dell'ordine dei $2 \div 2,5$ cm all'anno.

La spiaggia è destinata ad arretrare assai lentamente ma inesorabilmente a causa del logorio dei materiali operato dalle onde e a una lenta perdita di questi verso il largo; con essa arretra lentamente la falesia retrostante, specialmente dove è aperta sui teneri sedimenti pleistocenici. La velocità di $2 \div 2,5$ cm all'anno rappresenta la probabile media degli ultimi 2000 anni, per cui, se il livello del mare rimanesse stabile sulla quota attuale, essa dovrebbe ridursi alla metà circa di tale cifra”.

Oltretutto c'è anche da tener presente che nell'insieme la Baia di Baratti è una tipica insenatura a forma di semicerchio, con spiaggia al fondo, che non riceve attualmente rifornimenti di sedimenti dai tratti di costa adiacenti né dal retroterra dal quale gli apporti sedimentari sono praticamente nulli.

5.6 – Le forme cartografate

Nella carta geomorfologica sono ubicate le forme caratteristiche dei processi descritti.

Processi di versante

1. – zona di dissesto per frane attive
2. – zona di influenza per possibile evoluzione del dissesto
3. - frane quiescenti
4. - detrito canalizzato
5. - depositi di versante
6. - coperture detritiche indifferenziate
7. - ciglio di scarpata
8. - erosione incanalata

Processi antropici

9. - depositi antropici
10. – terreni di riporto

Processi eolici

11. - depositi eolici (dune)

Processi marini

12. - depositi di spiaggia attuale

Processi di dinamica costiera

13. – area instabile
14. – area di influenza (previsione di instabilità per l'anno 2015)
15. - batimetria del Golfo

6 – DATI DI BASE ED EMERGENZE GEOLOGICHE

6.1 – I Dati di Base

Per quanto riguarda l'acquisizione dei dati di base si è fatto ampio riferimento al quadro conoscitivo del recente Piano Strutturale che, sia pure ad una scala più ampia rispetto al nostro studio, contiene tutti i tematismi previsti dalle presenti indagini ed è stato quindi preso come punto di partenza per il nostro studio di dettaglio.

Tali informazioni sono state poi integrate con l'analisi critica dei seguenti studi e/o pubblicazioni:

- *“Geologia del promontorio di Piombino”* – G. Gasperi, 1968;
- *“Geomorfologia della baia di Baratti e della sua spiaggia”* - G.C. Cortemiglia ed Altri, 1983;
- *“Evoluzione geomorfologica della pianura di Piombino”* – G. Censini ed Altri, 1991;
- *“La scienza della terra nell'area della Provincia di Livorno a Sud del Fiume Cecina”* – Mazzanti ed Altri (1993);
- *“Progetto di sistemazione morfologica della spiaggia di Baratti”* – Provincia di Livorno – D.G.R.T. 1214 del 5 novembre 2001);
- *“Demanio Idrico della Provincia di Livorno”* - Consultazione on-line sul sito www.provincia.livorno.it dell'interfaccia INCAS-GIS.

Le informazioni raccolte, ad eccezione dell'ubicazione dei pozzi indicata nella carta della vulnerabilità degli acquiferi, sono a carattere estensivo e non puntuale, per cui non è possibile né utile georeferenziare i dati riportandoli su una mappa.

La Carta dei Dati di Base è stata quindi omessa.

6.2 – La Carta delle emergenze geologiche

Trattandosi di uno studio geologico-tecnico a supporto di un Piano Particolareggiato che disciplina le attività all'interno di un'area a parco e che ha tra gli obiettivi *“la ricognizione delle risorse vegetazionali, naturalistiche e paesaggistiche caratterizzanti l'ambito del parco e definizione delle conseguenti azioni per la tutela, conservazione e valorizzazione delle stesse”*, ci è sembrato utile, nonché doveroso, cartografate e documentare tutte quelle emergenze naturalistiche di valenza geologica che si ritengono degne di essere tutelate e valorizzate.

I Geositi sono **beni naturali non rinnovabili** il cui studio ci aiuta a comprendere i processi che hanno formato e modellato il nostro Pianeta, fornendo un contributo indispensabile alla comprensione scientifica della storia geologica di una regione (paleogeografia).

Nell'ambito del territorio del Parco Archeologico di Baratti e Populonia sono proposti 4 siti geologici di rilevante interesse la cui ubicazione è indicata nella Tavola G4, mentre per la descrizione degli stessi si rimanda alle singole schede allegate (elaborato G13).

A questo proposito si ringrazia il Dott. Carlo Pistolesi per il contributo inedito che ci ha gentilmente messo a disposizione.

7 – LA CARTA LITOTECNICA

Le formazioni geologiche sono state accorpate in unità litologico-tecniche in funzione delle caratteristiche litologiche, stratigrafiche e fisico-meccaniche, seguendo la metodologia utilizzata negli studi di supporto al Piano Strutturale ed indicata dalla Regione Toscana (Dip.to delle politiche territoriale e ambientali U.O.C. Rischio Sismico) nell'ambito del programma VEL (Valutazione Effetti Locali).

Tabella 2 – Classi litotecniche

<i>Unità</i>	<i>Sottoclasse</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Formazione</i>
B	B3	Alternanze ordinate di livelli lapidei e livelli pelitici con siltiti e argilliti inferiori al 25%	<i>Macigno Flysch di M. Morello</i>
	B4	Alternanze ordinate di livelli lapidei e livelli pelitici con siltiti e argilliti comprese tra il 25% e il 75%	<i>Formazione di Canetolo</i>
C	C3	Rocce e rocce deboli costituite da materiale prevalentemente granulare con grado di cementazione medio-basso e che presentano caratteristiche intermedie tra quelle delle rocce e quelle delle terre s.s.	<i>Calcarene sabbiosa</i>
E	E1	Corpi detritici grossolani con elementi lapidei mediamente maggiori di 60 mm	<i>Detrito antropico in zone archeologiche, spiagge attuali grossolane</i>
	E2	Corpi detritici con elementi lapidei mediamente compresi tra 2 mm e 60 mm	<i>Alluvioni recenti, sabbie rosse, depositi di versante, coperture detritiche indifferenziate, terreno di riporto</i>
	E3	Corpi detritici con granuli compresi tra 2 e 0.60 mm	<i>Spiagge attuali fini, depositi eolici</i>

Nell'ambito dell'area studiata sono del tutto assenti le rocce lapidee massive e non stratificate (*Unità litologico-tecnica A*), mentre sono presenti rocce stratificate (*Unità litologico-tecnica B*), caratterizzate da alternanze di livelli lapidei e livelli pelitici e/o argillitici.

L'unità **B** è stata quindi suddivisa in due sottoclassi (**B3 e B4**) in funzione della presenza percentuale dei livelli pelitici e/o argillitici.

Nell'*Unità litologica-tecnica C* sono state inserite le rocce deboli costituite da materiale prevalentemente granulare con grado di cementazione medio-basso e che presentano caratteristiche intermedie tra quelle delle rocce e quelle delle terre.

L'unità è suddivisa in sottoclassi in funzione del grado di cementazione, ma nell'area studiata affiora un unico litotipo con queste caratteristiche (Calcarenite sabbiosa) che è stato inserito nella sottoclasse **C3**.

L'Unità **litologica-tecnica D** (terreni a comportamento coesivo con consistenza elevata) non è presente nell'area interessata dal Piano.

Infine i depositi costituiti da materiale prevalentemente granulare non cementato o con basso grado di cementazione da addensati a sciolti sono stati raggruppati nell'Unità **litologica-tecnica E**, che è stata suddivisa in tre sottoclassi (**E1, E2, E3**) in base alla dimensione media dei granuli.

Nella tabella 2 sono sintetizzate le classi litotecniche definite.

8 – LA CARTA DELLA PERMEABILITÀ

Per realizzare questo tematismo le formazioni geologiche sono state raggruppate in base al tipo di permeabilità, distinguendo in primo luogo il tipo di permeabilità:

- permeabilità per porosità (primaria)
- permeabilità per fessurazione (secondaria)
- permeabilità mista

La permeabilità mista è stata attribuita alla calcarenite sabbiosa presso i vari affioramenti di panchina, che è caratterizzata da alternanze di livelli cementati con orizzonti di sabbie fini monogranulari.

All'interno delle due suddivisioni principali è stata poi fatta un'ulteriore classificazione in cinque gradi di permeabilità: Alto, medio, medio-basso, scarso-Nulla e Variabile.

Tabella 3 – Permeabilità delle formazioni		
<i>Permeabilità</i>	<i>Grado di Permeabilità</i>	<i>Formazione</i>
PRIMARIA	alto	<i>Depositi fini e grossolani di spiaggia, frane in evoluzione, frane quiescenti, coperture detritiche indifferenziate, depositi di versante, depositi antropici, depositi eolici</i>
	medio	<i>Sabbie di Val di Gori</i>
	medio/basso	-
	scarso/nulla	-
	variabile	<i>Depositi alluvionali recenti e attuali</i>
SECONDARIA	alto	-
	medio	-
	medio/basso	<i>Macigno, Flysch di Monte Morello</i>
	scarso/nulla	<i>Argille e calcari di Canetolo</i>
	variabile	-
MISTA	medio	<i>Calcarenite sabbiosa</i>

In questa carta è stata riportata anche l'ubicazione dei pozzi e delle sorgenti presenti nell'area studiata.

9 – LA CARTA DELLE PENDENZE

Per la costruzione di questa carta sono state utilizzate le sei classi di pendenza previste dalla D.C.R. n.94/85.

Tabella 4 – Classi di pendenza	
<i>Classe</i>	<i>Pendenza %</i>
1	<5%
2	5% - 10%
3	11% - 15%
4	16% - 25%
5	26% - 35%
6	>35%

La carta è stata elaborata partendo dal modello digitale del terreno desumibile dalla Carta Tecnica Regionale Digitale scala 1 : 2.000.

10 – LA CARTA DELLA VULNERABILITÀ DEGLI ACQUIFERI

10.1 – La vulnerabilità intrinseca

Il concetto di vulnerabilità degli acquiferi dall'inquinamento, introdotto dal P.T.C., nasce dall'esigenza di salvaguardare quantitativamente e qualitativamente le acque sotterranee.

La Carta della Vulnerabilità nasce dall'esigenza di costruire a priori uno scenario valido di una data situazione territoriale con lo scopo di prevenire l'inquinamento derivabile da scelte potenzialmente pericolose e di salvaguardare non solo le fonti di approvvigionamento idrico ma anche gli interi acquiferi che le alimentano.

Possiamo definire la **vulnerabilità intrinseca** come *“la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche, ed idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido od idroveicolato in maniera tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo”* (Civita, 1987).

Negli elaborati di supporto al P.S. la vulnerabilità della falda è stata valutata applicando il modello S.I.N.T.A.C.S., che è stato possibile sviluppare sull'intera

piana alluvionale, ma non nelle aree collinari per l'insufficienza dei dati disponibili.

L'area di Piano è esterna alla zona in cui è stato applicato il modello S.I.N.T.A.C.S., ed anche in questa fase non è stato possibile reperire i dati necessari per una modellazione numerica attendibile.

Del resto in questa area il numero dei pozzi è molto limitato, mentre sono praticamente assenti dati di tipo geognostico per la scarsa e non recente antropizzazione dei luoghi. Risulta in particolare assente una distribuzione omogenea del parametro relativo alla soggiacenza: si tratta di un dato importante dal quale, unitamente alle caratteristiche idrogeologiche dell'insaturo, dipende il tempo di transito di un qualsiasi inquinante idrotrasportato e la durata delle azioni autodepurative dell'insaturo stesso (in particolare dell'azione ossidante dell'ossigeno atmosferico).

Non potendo utilizzare una modellazione basata su un sistema parametrico, si è valutata la vulnerabilità intrinseca della falda, unicamente in funzione del grado e del tipo di permeabilità delle formazioni presenti, delle condizioni geomorfologiche e dell'uso prevalente del suolo.

Nell'ambito dell'area studiata, si possono distinguere tre strutture idrogeologiche con diverso grado di vulnerabilità:

1. le aree collinari in cui sono presenti formazioni con permeabilità secondaria medio-bassa in condizioni morfologiche che generalmente non consentono il ristagno delle acque e comunque limitano l'infiltrazione a favore del ruscellamento;
2. le aree in cui affiorano i depositi pleistocenici con permeabilità primaria media ed in condizioni morfologiche pedecollinari;
3. l'area a ridosso del Golfo di Baratti, morfologicamente più depresse ed in cui sono presenti litologie con permeabilità primaria alta.

Le aree indicate al punto 1 hanno una **vulnerabilità media (classe 1)** sia per le caratteristiche idrogeologiche delle formazioni presenti, sia perché le stesse risultano protette da una copertura vegetale sufficientemente integra. La falda idrica è contenuta all'interno di arenarie e complessi conglomeratici arenacei in genere poco produttivi.

Le zone individuate al punto 2 hanno una **vulnerabilità alta (classe 2)** in quanto la falda idrica, contenuta in livelli sabbiosi sciolti e/o parzialmente cementati, risulta protetta in alto da orizzonti limo sabbiosi più o meno compattati, di spessore variabile ed in genere posti in condizioni morfologiche più elevate rispetto alla rete idrografica. Anche in questo caso si tratta di circolazioni idriche di modesta entità legate ad un bacino di alimentazione a carattere locale.

Infine il complesso idrogeologico descritto al punto 3 ha una **vulnerabilità elevata (classe 3)** in quanto la falda idrica è contenuta all'interno di depositi ghiaioso-sabbiosi, talvolta debolmente cementati, dotati di elevata permeabilità e con scarsa copertura di suolo attivo. Appartengono a questa categoria i depositi di scorie antropiche, le alluvioni (negli orizzonti a granulometria più grossolana),

i depositi di sabbie sciolte come le dune e le spiagge ed i depositi detritici che bordano verso monte l'accumulo di scorie antropiche. Gli accumuli detritici presenti nelle altre aree collinari, sono stati considerati in pratica come livelli idrogeologicamente non significativi, semplici coperture delle formazioni sottostanti.

I pozzi lungo costa e la sorgente di San Cerbone, riportati in cartografia, sono alimentati da questo complesso idrogeologico, che risulta potenzialmente esposto alla contaminazione da parte di agenti inquinanti veicolati dalle acque di infiltrazione in quanto privo di un adeguato spessore di suolo di copertura.

10.2 – Centri di pericolo e vulnerabilità integrata

La **vulnerabilità integrata** sottintende l'interazione tra la vulnerabilità intrinseca di un sistema idrogeologico ed i centri di pericolo effettivamente connessi al sistema stesso, offrendo in tal modo al pianificatore una prima valutazione del rischio potenziale di situazioni specifiche presenti od oggetto di pianificazione.

Si intendono come **centri di pericolo**, tutte le attività che generano o possono generare e/o trasmettere un impatto sulle acque in genere e su quelle sotterranee in particolare.

Più suscettibile all'inquinamento è un determinato sistema acquifero, e maggiore sarà il potenziale di impatto di un centro di pericolo nei confronti di esso.

In fase di rilevamento abbiamo pertanto ritenuto opportuno individuare i possibili centri di pericolo puntuali o diffusi che interessano l'area di Piano o pur essendo esterni, possono determinare condizioni di rischio per le aree di piano.

L'area oggetto di piano ed un suo intorno significativo, sono caratterizzati generalmente da un basso impatto ambientale, riferibile essenzialmente ad attività antropiche per lo più stagionali lungo la costa (nautica, turismo) e nell'area più interna (agricoltura). Si sottolinea però che gran parte dell'area è caratterizzata dalla presenza di bosco e macchia mediterranea, ben preservata dall'attività di tutela della "Società Parchi Val di Cornia". Sono assenti gli insediamenti industriali.

Fondamentalmente quindi non sono presenti centri di pericolo particolarmente impattanti.

Lungo costa comunque sono presenti situazioni che meritano attenzione e che andiamo a descrivere:

- Aree destinate a parcheggio: si trovano lungo costa e sono particolarmente utilizzati nel periodo estivo, quando maggiore è la pressione antropica legata alle presenze turistiche: il rischio risulta principalmente connesso a sversamento accidentale di carburanti e lubrificanti; tale rischio interessa in genere anche le strade e i piazzali,

dove le precipitazioni meteoriche si traducono in acque ruscellanti con elevato tenore di solidi in sospensione e in soluzione, metalli nitrati, idrocarburi (carburanti, lisciviazione dei bitumi). Generalmente tali acque sono indirizzate nelle condotte fognarie, ma talvolta vengono veicolate nel suolo e successivamente in falda (tanto più quanto minore è il valore della soggiacenza). Sono stati distinti i principali parcheggi distinguendoli in base alla presenza o meno di una pavimentazione asfaltata.

- Area interessata all'attività nautica: in questo caso i rischi sono connessi alla detenzione, lo stoccaggio e l'impiego di materiali e fluidi potenzialmente inquinanti (lubrificanti, carburanti, vernici e scarti di verniciatura).
- Bagni pubblici ubicati in corrispondenza dell'area dunale.

In cartografia sono riportate inoltre le aree denudate della “*Necropoli delle Grotte*” che si presentano totalmente prive di una copertura e con una geometria del profilo che favorisce l'infiltrazione delle acque: si sottolinea però che l'area è comunque inserita in un'area protetta e controllata e quindi difficilmente soggetta al rischio di inquinamento.

Si è inoltre ritenuto opportuno segnalare altre situazioni particolari come la presenza di pozzi di emungimento, che di per sé costituiscono essi stessi una condizione di rischio: sono in numero molto limitato e relegati lungo il tratto costiero.

Si sono evidenziate le situazioni in cui ci può essere un interscambio tra falde idriche sotterranee e corpi idrici superficiali: sono stati riportati i tratti dei corsi d'acqua all'interno dell'area di Parco e/o adiacenti ad essi, distinguendo quelli sospesi sopra la falda da quelli che invece sono in connessione idraulica con essa (parte terminale del ***Fosso della Fredda***).

Pur non riportarne l'ubicazione in carta, si sottolinea che, dove non è presente un sistema fognario, sono presenti sistemi di smaltimento di liquami in loco quali subirrigazione e pozzi assorbenti, sebbene negli ultimi anni però si sia incrementato il numero di sistemi che utilizzano processi di fitodepurazione ed impianti di depurazione a fanghi attivi.

Il potenziale d'inquinamento di questi sistemi diventa preoccupante quando il numero di installazioni supera la possibilità di abbattimento del suolo (generalmente non più di 10 sistemi puntuali per km²), quando l'impianto non è realizzato ad opera d'arte e quando la sua età supera circa i 30 anni.

Relativamente ai centri di pericolo diffusi, si sono individuate in alcune aree di Piano o nelle aree immediatamente a monte, attività legate all'agricoltura ed alla zootecnia:

- l'**attività agricola** determina un inquinamento legato prevalentemente all'utilizzo di fertilizzanti che aumentano le concentrazioni delle sostanze azotate ed in particolare dei nitrati.

- l'**attività zootecnica** è limitata ad allevamenti semi-bradi di pecore che hanno un modesto impatto soprattutto se confrontati con i grandi allevamenti industriali.

11 – LA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

11.1 – Le classi di pericolosità

Il Regolamento n. 53/R al punto C.1 individua quattro classi di pericolosità geologica definite come bassa (G.1), media (G.2), elevata (G.3) e molto elevata (G.4).

Negli studi di supporto al Piano Strutturale, redatti ai sensi della D.C.R. 94/85, la pericolosità media è stata suddivisa in tre sottoclassi (3a, 3b, 3c).

Di queste sottoclassi la 3c riguarda le aree di pianura con particolari condizioni stratigrafiche, geomeccaniche e di saturazione che non sono presenti nell'area di studio.

L'area interessata dal Piano Particolareggiato è stata quindi suddivisa nelle seguenti classi di pericolosità:

Pericolosità geologica bassa (G.1)

Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi.

Pericolosità geologica media (G.2)

Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali 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; 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 interessate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25%.

Pericolosità geomorfologica molto elevata (G.4)

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

11.2 - Criteri per la formazione della Carta della Pericolosità geologica

La Carta della Pericolosità Geomorfologica è stata costruita sovrapponendo le informazioni derivate dalle carte “di base” (*Geologica, Giaciture, Geomorfologica, Litotecnica, Pendenze, Uso del Suolo*), suddividendo l'intero territorio nelle classi sopra definite.

Per valutare in modo oggettivo le carte di base è stata utilizzata una metodologia standard, opportunamente adattata alle caratteristiche del territorio studiato, (*Nuova guida alla realizzazione di una carta della stabilità dei versanti – E. Amadesi – G. Vianello – Mem. Soc. Geol. It. 19 (1978) 53/60*) che associa ad ogni informazione un “peso numerico”.

In questo modo, avendo definito le quattro classi di pericolosità con altrettanti intervalli numerici, la semplice sommatoria algebrica dei pesi numerici derivanti dalla sovrapposizione delle carte di base individua in modo univoco ed oggettivo la corrispondente classe di pericolosità.

Con questo metodo è stata definita la pericolosità geomorfologica delle classi G.1, G.2 e G.3, mentre nella classe G.4 sono state inserite solo le aree con presenza di fenomeni attivi e le relative aree di influenza, così come indicato dal regolamento 53/R.

Nella classe G.4 sono state quindi inserite le aree interessate da frane attive e quelle soggette alla dinamica costiera, includendo le relative aree di influenza stimate su base geomorfologica nel primo caso, mentre nel secondo caso si è fatto riferimento all'evoluzione della linea di costa nei prossimi dieci anni così come risulta dal modello matematico utilizzato dalla Regione Toscana (per i dettagli vedi il successivo paragrafo 13).

Nelle seguenti tabelle si specificano i punteggi adottati per ogni singolo tematismo considerato.

Tabella 5 – Punteggio relativo alla classe litotecnica	
<i>Classe litotecnica</i>	<i>Punteggio</i>
B3	8
B4	6
C3	7
E1	5
E2	4
E3	3

Tabella 6 – Punteggio relativo alla giacitura	
<i>Tipo di giacitura</i>	<i>Punteggio</i>
Reggipoggio	2
Traverpoggio	1
Non stratificato	0
Incerto	-1
Franapoggio	-3

Tabella 7 – Punteggio relativo alla pendenza	
<i>Classe di pendenza</i>	<i>Punteggio</i>
1	4
2	2
3	1
4	0
5	-1
6	-4

Tabella 8 – Punteggio relativo all'uso del suolo	
<i>Uso del suolo</i>	<i>Punteggio</i>
Bosco di alto fusto	2
Bosco ceduo avviato all'alto fusto	1
Area urbanizzata Area aperta a vegetazione erbacea arbustiva in fase di naturalizzazione	-1
Spiagge, dune costiere, affioramenti rocciosi, seminativo arborato, seminativo asciutto e irrigabile, oliveto	-2

Sommando algebricamente i pesi sopra definiti si ottiene un valore che individua la corrispondente classe di pericolosità secondo lo schema indicato nella Tabella 9.

Tabella 9 – Punteggi delle classi di pericolosità		
<i>Classe</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Peso</i>
G1	Pericolosità bassa	>8
G2	Pericolosità media	4 ÷ 8
G3	Pericolosità elevata	< 4
G4	Pericolosità molto elevata	Fenomeni attivi

12 - LA CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA

Facendo riferimento all'elenco dei corsi d'acqua principali ai fini del corretto assetto idraulico allegato al PIT (D.C.R. 72/07), nell'area di Piano è compresa la parte terminale dei seguenti fossi:

- Fosso di Val Granita (LI2465A)
- Canale Orientale di Rimigliano (LI628)
- Canale Allacciante Sinistro (LI516)

Il primo scende dal versante est del Monte Pecorino e dopo un breve percorso (circa 2500 m) si getta nel golfo di Baratti presso Il Casone, drenando un bacino imbrifero collinare esteso circa 2 km².

Gli altri due corsi d'acqua sono canali artificiali, realizzati in occasione delle Bonifiche Leopoldine, che si uniscono proprio in corrispondenza del piccolo lembo isolato compreso nel Piano Particolareggiato al confine con il comune di San Vincenzo, per poi sfociare in mare presso Torre Nuova.

Questi corsi d'acqua, di modesta entità, interessano solo delle piccole porzioni del territorio oggetto di pianificazione che è invece generalmente posto in situazione di alto morfologico e quindi in assenza di rischio idraulico.

Ciò è confermato anche dal fatto che nella Carta della Tutela del Territorio del P.A.I. l'area studiata risulta esterna alla perimetrazione delle zone con pericolosità idraulica elevata (P.I.E.) e molto elevata (P.I.M.E.).

La classificazione della pericolosità idraulica indicata dal Piano Strutturale non è tuttavia adeguata alle nuove direttive sulle indagini geologico-tecniche (regolamento 26/R del 2007), per cui si è proceduto all'aggiornamento di tale elaborato, individuando le seguenti classi di pericolosità idraulica:

Pericolosità idraulica bassa (I.1)

Aree collinari e montane prossime ai corsi d'acqua per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di inondazioni;

- b) sono in situazioni favorevoli di alto morfologico, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Pericolosità idraulica media (I.2)

Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < T_r \leq 500$ anni.

Fuori dalle unità territoriali organiche elementari (UTOE) potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici idraulici rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrano le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;
- b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Pericolosità idraulica elevata (I.3)

Aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < T_r \leq 200$ anni.

Fuori dalle unità territoriali organiche elementari (UTOE) potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici idraulici rientrano in classe di pericolosità elevata le aree di fondovalle per le quali ricorra almeno una delle seguenti condizioni:

- a) vi sono notizie storiche di precedenti inondazioni;
- b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

Nell'ambito dell'area interessata dal Piano Particolareggiato non ci sono aree con pericolosità idraulica molto elevata (I.4).

13 – LA DINAMICA DEL GOLFO DI BARATTI

Nel paragrafo 5.3 è stata descritta la morfologia del golfo di Baratti e la sua probabile evoluzione facendo riferimento a diversi dati bibliografici, ma principalmente allo studio di *Cortemiglia ed Altri* del 1983.

Successivamente sono stati realizzati ulteriori studi che sono stati presi come base per il *“Progetto di sistemazione morfologica della spiaggia di Baratti”* ed in particolare:

- a) *“Tendenze evolutive del litorale livornese: Golfo di Baratti e Golfo di Follonica”* del Novembre 1996, Università degli studi di Firenze – Dip. Di Scienze della Terra e Provincia di Livorno;
- b) *“Studio della dinamica morfologica e sedimentaria del Golfo di Baratti”* eseguito dall'Università degli studi di Firenze – Dip. Di Scienze della Terra e consegnato alla Provincia di Livorno nel Marzo 2002;

- c) Carta batimetrica del Golfo di Baratti per Progetto Beachmed (scala 1:2.000), prodotta dall'Università degli studi di Firenze – Dip. Di Scienze della Terra (rilievo del Dicembre 2004)
- d) Studio meteomarinario al largo del Golfo di Baratti, redatto dal Prof. Aminti dell'Università di Firenze nel 2004.
- e) *“Evoluzione recente delle spiagge toscane”* – quadro analitico di riferimento, allegato al testo n. 2 del P.I.T. 2005-2010.
- f) *“Studio e ricerca per l'implementazione del quadro conoscitivo della costa toscana nell'ambito del Piano Regionale di gestione integrata della costa”* - Regione Toscana Direzione Generale delle politiche Territoriali e Ambientali (TEI, HYDEA, GEOSYSTEM PARMA, DEAM, STG – 2006).

Quest'ultimo studio è basato su un rilievo della linea di riva eseguito nel 2005 e il cui confronto con la situazione accertata nel 1995 ha consentito di distinguere diversi settori a comportamento diverso, così come indicato nella successiva tabella estratta da tale studio.

Comune di Piombino (LI)

Settore	Spiaggia/ Località	Transetti	Anni di riferimento	Lunghezza riva (m)	Variazione superficie (m ²)
67	Baratti	102-103	2005-2001	1039,2	-664,7
68	Baratti	103-104	2005-2001	921,6	3029,3

La tabella evidenzia come il golfo di Baratti sia stato suddiviso in due settori di cui uno posto più a nord (settore 67) dove nel periodo 1995-2005 si ha una prevalenza di erosione con una perdita areale netta di spiaggia di 664.7 m², che sono tuttavia ampiamente compensati dal settore 68 (a sud) dove nello stesso periodo è segnalato un ampliamento dell'arenile di 3029.3 m²

Questo lavoro contiene anche uno studio meteo-marino di dettaglio che ha consentito di definire le aree di pericolosità riferite agli effetti dell'onda massima avente un tempo di ritorno di 50 anni.

Queste aree sono state definite attraverso modelli matematici che consentono di distinguere il valore di **set-up** e di **run-up** così definiti:

Il valore di **set-up** rappresenta l'innalzamento massimo del livello del mare indotto dall'onda rispetto al livello medio mare;

Il valore di **run-up** è la massima elevazione rispetto al set-up raggiungibile dall'acqua nella sua risalita sulla spiaggia considerata impermeabile.

Questa elaborazione è stata eseguita sia considerando le attuali condizioni morfologiche (linea di riva rilevata, pendenza del fondale e della spiaggia), sia considerando l'evoluzione della linea di riva nei prossimi dieci anni (a partire dal 2005), così come risulta dai modelli matematici utilizzati.

In questo secondo elaborato sono stati utilizzati i valori di set-up e run-up attuali in quanto i modelli matematici consentono di calcolare la nuova linea di

riva ma non il fondale marino, che è stato quindi considerato invariato rispetto all'attuale.

Nella figura 30 è riportata la carta della dinamica costiera in cui sono state delimitate sia le aree a pericolosità riferite all'attuale linea di riva, sia quelle riferite alla linea di riva in evoluzione in modo da evidenziare le zone dove è prevista la maggiore erosione della costa.

Questa modellazione mostra una sostanziale stabilità della spiaggia in quanto il limite esterno del ran-up in evoluzione supera quello attuale solo in due piccole zone nei pressi del Casone e nella parte centrale del golfo.

È probabile che questo tipo di risultato sia fortemente influenzato dai dati numerici che si riferiscono al periodo 1995-2005, mentre nello stesso studio si indica che *“nel golfo di Baratti si è assistito dal 1938 agli anni '50 ad un forte arretramento della linea di riva e ad una conseguente notevole diminuzione della superficie di spiaggia ed in seguito a continui fenomeni di arretramento e avanzamento della linea di riva”*.

Gli Autori giustificano ciò con il fatto che *“l'evoluzione morfologica del golfo di Baratti è probabilmente determinata unicamente dalle correnti marittime e in particolare dalle mareggiate, che spiegherebbero l'andamento a fasi alterne (avanzamento e arretramento) della linea di riva. Infatti non sono presenti opere marittime di rilevanza tale da influenzare l'evoluzione della spiaggia, né corsi d'acqua con apporti sedimentari importanti.”*

Dall'analisi di questi studi sono state comunque rilevate alcune incongruenze e/o diversità di interpretazione che dimostrano la difficoltà nel comprendere a pieno l'evoluzione di questi fenomeni e quindi l'individuazione degli interventi più opportuni da adottare.

Cercando di riassumere i dati più significativi possiamo dire che:

- 1) il Golfo di Baratti è caratterizzato da un deficit sedimentario “cronico” dovuto all'assenza di significativi apporti terrigeni; il bacino imbrifero che si estende alle spalle del golfo è di ridotte dimensioni, in parte ricoperto da macchia mediterranea ed è drenato da fossi a carattere torrentizio in grado di produrre un trasporto solido di una certa rilevanza solo in occasione di eventi meteorologici importanti. In queste condizioni il materiale fine (sabbia) che viene trascinato via dalle mareggiate non può essere rimpiazzato da nuovi apporti, innescando così il processo di arretramento della linea di costa, valutato in 0.80 m/anno tra il 1984 e il 1996;
- 2) Nello studio di supporto al *Progetto di sistemazione morfologica della spiaggia di Baratti* si sostiene che in tempi storici tale deficit sedimentario è stato colmato con lo sversamento di scorie minerali in epoca romana e di materiale terroso proveniente da scavi archeologici nel periodo 1938-1959. La prima affermazione sembra non tener conto del fatto che in epoca romana, ovvero quando gli etruschi utilizzavano questa area per la lavorazione del minerale di provenienza elbana, il livello del mare era circa 2 ml più in basso, per cui alcune aree oggi sommerse (lobo ghiaioso?) si trovavano sulla terra ferma e potevano essere utilizzate come discarica.

- 3) Tra le successive lavorazioni delle scorie ferrose succedutesi in epoca recente (1920-1929, 1930-1932, 1936-1943, 1953-1961), solo quella condotta dalla Ferromin nel periodo 1939-1943, prevedeva il lavaggio delle scorie grezze con sversamento in mare della frazione fine (Carlo Pistolesi – *La Miniera di Baratti* 2006). L'Autore stima in circa 260.000 ton. il materiale sterile finito in mare in quel periodo.
- 4) Lo stesso Pistolesi indica tuttavia che nell'immediato dopoguerra *“durante la ricostruzione di Piombino a Baratti ripresero gli scavi, ma questa volta per recuperare la sabbia delle spiagge da utilizzare come materia prima per l'edilizia. Gli scavi furono particolarmente intensi sulla spiaggia di nord-est che, insieme allo smantellamento dello sterile minuto e al suo parziale recupero sulla spiaggia, hanno sicuramente svolto un ruolo nel determinare l'attuale configurazione della costa sabbiosa della baia.*
- 5) Si deve altresì considerare che comunque l'erosione della costa ha prodotto e continua a produrre, un apporto terrigeno a discapito principalmente dei depositi sabbiosi del Pleistocene. In epoche passate l'erosione ha interessato sicuramente anche la discarica di scorie, come dimostrato dagli affioramenti di panchina che inglobano tali scorie.
- 6) Questo materiale che finisce in mare viene poi preso in carico dalle correnti marine, distribuendolo in vario modo a secondo delle condizioni meteomarine.
- 7) Le modalità con cui tale materiale viene rimaneggiato sono interpretate in maniera molto diversa nello studio di Cortemiglia rispetto a quello più recente della Provincia di Livorno.
- 8) Cortemiglia in primo luogo sostiene che esiste una corrente a ridosso della linea di spiaggia che si muove da sud verso nord. Tale movimento sembra confermato dal fatto che nella parte nord del golfo si ritrovano tracce di ematite provenienti dal settore sud e giustifica l'accentuata erosione di questo tratto di costa.
- 9) Lo stesso studio sostiene poi che con vento di maestrale si formano delle correnti che tendono ad evacuare il materiale preso in carico verso il centro della baia.
- 10) Su questo aspetto il successivo studio prodotto dalla Provincia di Livorno sostiene l'esatto contrario in quanto si ipotizza che le correnti principali entrino nel golfo nella sua parte centrale e poi si diramano verso sud e verso nord trascinando il materiale verso il largo attraverso due canali ben individuati dal rilievo batimetrico del 2004.
- 11) Premesso che non necessariamente una ipotesi esclude l'altra, in quanto magari possono verificarsi entrambe al variare delle condizioni meteomarine, è chiaro che per dare risposte certe sull'evoluzione dinamica del golfo di Baratti è necessario passare dalla modellazione numerica alla modellazione in scala reale, come in parte proposto dal progetto della Provincia di Livorno.
- 12) Certamente la modifica della morfologia del fondale con la chiusura dei due canali provocherebbe dei profondi cambiamenti nella dinamica del golfo, le cui conseguenze sono tuttavia di difficile valutazione.

14 - GLI ASPETTI SISMICI

A seguito dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3519 del 28/04/2006, e della D.G.R.T. n. 431 del 19/06/2006 il territorio del Comune di Piombino è stato inserito nella **zona 4** della nuova classificazione sismica, per la quale è prevista una accelerazione massima convenzionale sul suolo di categoria A pari ad $a_g = 0.05g$.

Le Direttive per le indagini geologico-tecniche al punto C.5 specificano che *“la redazione degli studi di Microzonazione Sismica di livello 1 è obbligatoria per tutti i comuni, ad eccezione di quelli classificati in zona sismica 4”*.

Questo tematismo non è stato quindi prodotto, tuttavia si è ritenuto utile fornire alcune indicazioni qualitative sulle caratteristiche geomorfologiche e litostratigrafiche del territorio che hanno rilevanza ai fini della valutazione degli effetti sismici locali.

Le forme geomorfologiche che possono dare luogo ad amplificazioni dell'azione sismica sono tutte quelle cartografate sulla carta geomorfologica come “forme e processi di versante” con la sola esclusione dell'erosione canalizzata.

In questo ambito si può stabilire una gradazione di pericolosità che, in senso decrescente, ha questo ordine:

- 1) zone di dissesto per frane attive
- 2) zone di influenza per possibile evoluzione del dissesto
- 3) frane quiescenti
- 4) ciglio di scarpata
- 5) coperture detritiche indifferenziate
- 6) depositi di versante
- 7) detrito canalizzato

Nei casi 1), 2) e 3) possono verificarsi effetti di accentuazione dei fenomeni di instabilità in atto e potenziali dovuti ad effetti dinamici che possono attivarsi in occasione di eventi sismici.

Nel caso 4) l'amplificazione sismica è dovuta ad effetti topografici ed indicativamente può coinvolgere una fascia di 10 m a partire dal ciglio.

Nei casi 5), 6) e 7) può verificarsi una amplificazione diffusa del moto del suolo per effetto della differenza di risposta sismica tra il substrato rigido e la copertura detritica.

Nell'area esaminata non sono presenti terreni e/o situazioni litostratigrafiche in grado di produrre fenomeni di liquefazione o cedimenti differenziati diffusi, né strutture tettoniche (faglie, sovrascorrimenti, contatti tettonici, sistemi di fratturazione) che possono essere riattivate dall'azione sismica o che possono dare luogo a meccanismi di focalizzazione delle onde sismiche.

15 – FATTIBILITÀ DEGLI INTERVENTI

15.1 - Criteri

Le Direttive per le indagini geologico-tecniche indicano che è opportuno distinguere la fattibilità in funzione delle situazioni di pericolosità riscontrate per fattori geomorfologici da quelle per fattori idraulici, ai fini di una più agevole e precisa definizione delle condizioni di attuazione delle previsioni.

Lo strumento urbanistico deve inoltre disciplinare in maniera specifica le eventuali situazioni connesse a problematiche idrogeologiche o a variazioni della risposta sismica locale in funzione delle destinazioni previste.

Il territorio del Comune di Piombino è inserito nella zona 4 della nuova classificazione sismica (D.G.R.T. n. 431 del 19/6/2006) per cui, ai sensi del punto C.5 del Reg. 53/R, non sono necessarie valutazioni sull'amplificazione locale dell'azione sismica (Microzonazione Sismica).

Per ogni intervento previsto dal Piano Particolareggiato sono state quindi definite le condizioni di fattibilità per gli aspetti geomorfologici, idraulici ed idrogeologici secondo le seguenti categorie di fattibilità:

Fattibilità senza particolari limitazioni (F1)

si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Fattibilità con normali vincoli (F2)

si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Fattibilità condizionata (F3)

si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

Fattibilità limitata (F4)

si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi e verifiche atti a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

Di seguito, per ognuno degli interventi definiti nell'elaborato PR04 – *Le regole del Progetto*, viene definita la fattibilità geomorfologica, idraulica ed idrogeologica ai sensi del D.P.G.R. n. 53/R del 25/10/2011.

15.2 Fattibilità degli interventi puntuali

A- Interventi pubblici per l'accessibilità e il godimento dei luoghi

A1 Sentieri

Il Piano Particolareggiato recepisce il progetto di riqualificazione della rete sentieristica del promontorio di Piombino predisposto dall'Amministrazione Comunale che si propone i seguenti obiettivi:

1. manutenzione e riqualificazione dei tracciati esistenti;
2. mantenimento del fondo sterrato
1. divieto di transito di mezzi a motore se non per soccorso e sicurezza delle persone;
2. installazione di opportuna segnaletica, con caratteristiche omogenee a quella utilizzata per il Parco archeologico già visitabile.

Il progetto prevede opere di ingegneria naturalistica e interventi forestali conformi alle specifiche dettate dal manuale della Regione Toscana per la rete escursionistica toscana, dal regolamento di attuazione della L.R. 20 marzo 1998 n. 17 (Rete escursionistica della Toscana e disciplina delle attività escursionistiche) e nell'atlante delle opere di sistemazione dei versanti (ANPA, 2001).

Fattibilità geologica

In generale si tratta di interventi a carattere conservativo e che quindi si configurano come un intervento di basso impatto, privo di criticità specifiche di carattere geologico, idrogeologico e idraulico.

Gli interventi sui sentieri che interessano aree con pericolosità geomorfologica G1, G2 e G3 hanno quindi una fattibilità normalmente vincolata (F2.g).

In fase esecutiva, deve essere prodotto un apposito studio che valuti l'incidenza delle opere sul sistema di drenaggio delle acque superficiali, in modo da evitare che tali sentieri diventino una via preferenziale per il ruscellamento delle acque con conseguenti fenomeni di erosione concentrata.

Nell'ambito dell'area interessata dal Piano Particolareggiato alcuni tratti di sentiero intercettano aree a pericolosità geologica molto elevata (G4), ovvero aree in cui i fenomeni geomorfologici sono attivi e/o le relative aree di influenza.

In questi casi, oltre alle prescrizioni precedenti, gli interventi di messa in sicurezza dovranno essere supportati da un'indagine che valuti la stabilità complessiva dell'area in relazione anche alle condizioni di sicurezza per l'utilizzo del percorso.

Per questi tratti, indicati in cartografia, la fattibilità geologica è condizionata (F3.g) ai risultati di tale studio.

Fattibilità idraulica

Si tratta di interventi che interessano aree collinari prive di condizionamenti ai fini del rischio idraulico, pertanto l'intervento ha una fattibilità senza particolari limitazioni (F1).

Vulnerabilità della falda

Gli interventi previsti non hanno rilevanza ai fini della protezione della falda idrica ed hanno quindi una fattibilità F1 anche per questo aspetto.

A2 Porta del Parco

L'intervento ricade in un'area a pericolosità geologica bassa (G1), pericolosità idraulica media (I2) e vulnerabilità della falda alta (classe 2).

Si prevede la realizzazione di parcheggi auto, sosta camper, aree a verde e una struttura edilizia con superficie di 500 m² e altezza massima di 4 ml.

Fattibilità geologica

L'area non presenta particolari condizionamenti di carattere geologico-geotecnico, per cui l'intervento ha una fattibilità con normali vincoli (F2.g). Il progetto esecutivo dovrà essere supportato da indagini ai sensi del D.M. 14/1/2008 e D.P.G.R. 9/7/2009 n. 36/R.

Fattibilità idraulica

Si tratta di un'area dove non ci sono notizie di precedenti inondazioni e che si trova in condizioni di alto morfologico, pertanto non risultano particolari condizionamenti alla realizzazione dell'intervento previsto ai fini del rischio idraulico.

Nel rispetto dei criteri generali di fattibilità indicati al punto 3.2.2 dell'allegato A (direttive per le indagini geologico-tecniche) del D.P.G.R. n. 53/R del 25 ottobre 2011, possono non essere dettate condizioni di fattibilità. L'intervento ha una fattibilità F1.i.

Vulnerabilità della falda

Il sistema di smaltimento delle acque reflue non deve prevedere alcuno sversamento su suolo e sottosuolo e dovranno quindi essere conferite nella rete fognaria. Le acque provenienti dai pluviali dovranno essere adeguatamente raccolte e/o regimate. La fattibilità per gli aspetti della tutela della falda è quindi normalmente vincolata (F2.t)

A3.1 Parcheggi

I due parcheggi insistono su un'area caratterizzata da una pericolosità geologica media (G2), pericolosità idraulica bassa (I1) e una vulnerabilità della falda alta (classe 2).

La riconversione dei parcheggi per attività di servizio al parco quale la realizzazione di mercati per la vendita di prodotti agricoli ed altri connessi si configura come un intervento essenzialmente conservativo, per cui non si rilevano controindicazioni di carattere geomorfologico, idraulico ed idrogeologico.

Nel secondo parcheggio di fronte alla pineta è prevista anche la realizzazione di servizi igienici e una struttura prefabbricata in legno a servizio della scuola di vela.

Tenuto conto delle caratteristiche degli interventi previsti si valuta una fattibilità senza particolari limitazioni per tutti e tre gli aspetti (***geologia F1.g, idraulica F1.i, vulnerabilità della falda F1.t***), sottolineando tuttavia l'obbligo di allacciare gli scarichi dei servizi alla rete fognaria.

A3.2 Riqualificazione del parcheggio dell'area archeologica

L'intervento riguarda un'area con pericolosità geologica media (G2), pericolosità idraulica elevata (I3) e una vulnerabilità della falda elevata (classe 3).

La riqualificazione del parcheggio è realizzata tramite interventi non significativi ai fini delle problematiche geomorfologiche, idrauliche ed idrogeologiche.

In particolare, per quanto riguarda l'aspetto idraulico, la tipologia di intervento è conforme a quanto previsto alla lettera e del punto 3.2.2 delle direttive sulle indagini geologico tecniche allegate alla D.P.G.R. n. 53/R del 25/10/2011, ovvero di natura tale da non costituire pericolo per persone e beni, oltre a non determinare l'aumento delle pericolosità in altre aree.

In tale condizione la fattibilità dell'intervento è senza particolari limitazioni (F1) per tutti e tre gli aspetti (***geologia F1.g, idraulica F1.i, vulnerabilità della falda F1.t***).

A4 Popolonia Alta, riqualificazione del belvedere e del parcheggio

L'ambito ha una pericolosità geologica passante da G1 (pericolosità bassa) a G2 (pericolosità media) fino a G3 (pericolosità elevata) in funzione della diversa acclività dei luoghi, la pericolosità idraulica è bassa (I1) e la vulnerabilità della falda è media (classe 1).

Fattibilità geologica

Indipendentemente dalla pericolosità geologica in cui ricade, gli interventi di sistemazione del belvedere hanno una fattibilità senza particolari limitazioni (F1.g).

Invece, nell'area del parcheggio si sono rilevati alcuni problemi di regimazione idraulica delle acque dilavanti, che in taluni casi hanno innescato limitati fenomeni di erosione concentrata e instabilità di porzioni di scarpata. Pertanto è prescritto, per la fase di progetto, preliminarmente all'esecuzione dei lavori di sistemazione, la predisposizione di uno studio idrogeologico di dettaglio per individuare gli interventi di regimazione idonei a mitigare tali effetti.

E' sconsigliato l'uso di conglomerati a matrice resinosa in quanto tale soluzione limita l'infiltrazione e perciò aumenta i volumi di acqua dilavante.

Gli interventi di sistemazione del parcheggio hanno una fattibilità condizionata (F3.g) ai risultati di tale studio.

Fattibilità idraulica

Si tratta di un'area priva di condizionamenti ai fini del rischio idraulico, pertanto l'intervento ha una fattibilità senza particolari limitazioni (F1.i).

Vulnerabilità della falda

Gli interventi previsti non hanno rilevanza ai fini della protezione della falda idrica ed hanno quindi una fattibilità F1.t anche per questo aspetto.

A5 Accessi al mare

Gli accessi al mare interessano aree a pericolosità geologica molto elevata (G4) in quanto soggette alla dinamica costiera e in ambiti geomorfologici particolari così distinguibili:

1 - nel caso degli accessi posti a sud del ristorante la Perla del Golfo siamo in presenza di aree dunali particolarmente delicate e che necessitano di particolare protezione;

2 - gli accessi previsti a nord del ristorante interessano invece la falesia pleistocenica che presenta problematiche di crollo per scalzamento alla base e di erosione concentrata proprio in corrispondenza degli accessi.

L'ubicazione degli accessi a sud è stata scelta anche sulla base del sopralluogo congiunto effettuato dal geologo e dal naturalista incaricati per le rispettive competenze alle elaborazioni contenute nel presente Piano. La scelta è stata effettuata con l'obiettivo di minimizzare gli effetti negativi sull'ambiente dunale inteso come ecosistema nel suo insieme.

Gli accessi a nord sono invece quelli già in essere.

Fattibilità geologica

La progettazione degli accessi dovrà essere supportata da uno studio di dettaglio che indichi le modalità esecutive degli interventi mirati alla conservazione della duna per gli accessi a sud del ristorante la Perla del Golfo e al ripristino e conservazione dell'equilibrio geomorfologico per gli accessi a nord. In particolare per quest'ultimi è necessario valutare le condizioni di stabilità delle scarpate e prevedere un adeguato sistema di regimazione delle acque superficiali che mitighi l'erosione concentrata.

La fattibilità è quindi condizionata (F3.g) ai risultati di tale studio.

Fattibilità idraulica

Si tratta di interventi privi di condizionamenti ai fini del rischio idraulico, pertanto hanno una fattibilità senza particolari limitazioni (F1.i).

Vulnerabilità della falda

Gli interventi previsti non hanno rilevanza ai fini della protezione della falda idrica ed hanno quindi una fattibilità F1.t anche per questo aspetto.

B- Interventi puntuali di riordino delle attività esistenti, di protezione e di valorizzazione del patrimonio archeologico e paesaggistici

B1 Spiagge attrezzate

L'ambito ha una pericolosità geologica G4 (pericolosità molto elevata), la pericolosità idraulica è bassa (I1) e la vulnerabilità della falda è elevata (classe 3).

Fattibilità geologica

Le concessioni per le spiagge attrezzate non dovranno interessare l'ambito dunale sia direttamente che indirettamente, nel senso che dovranno essere presi

opportuni provvedimenti per evitare l'accesso dei fruitori del servizio alla duna stessa.

Tali strutture ricadono in aree interessate dalla dinamica marina e potenzialmente soggette all'azione dell'onda massima con tempo di ritorno di 50 anni.

Per quanto riguarda i chioschi per la somministrazione di bevande e alimenti è prevista la sola conservazione dei due esistenti che tuttavia interessano l'ambito dunale. In questo caso è necessario evitare la realizzazione di opere di sistemazione esterna per la fruibilità (ad esempio: posizionamento di tavoli e sedie, realizzazione di camminamenti e accessi anche se di servizio, limitazione degli accessi con mezzi meccanici anche per trasporto e fornitura delle merci...) che interferiscano con la dinamica della duna.

Qualunque nuovo manufatto di servizio realizzato nell'ambito delle concessioni, dovrà essere posto su piloni elevati di almeno 50 cm sopra la quota raggiungibile dall'onda massima con tempo di ritorno di 50 anni, così come definita dallo “*Studio e ricerca per l'implementazione del quadro conoscitivo della costa toscana nell'ambito del Piano Regionale di gestione integrata della costa*” - Regione Toscana Direzione Generale delle politiche Territoriali e Ambientali (TEI, HYDEA. GEO-SYSTEM PARMA, DEAM, STG – 2006).

La perimetrazione delle aree interessate dall'onda massima è indicata nella carta geomorfologica (Tav. G.3.3) tra i processi di dinamica costiera con la dizione “*area di influenza (previsione di instabilità per l'anno 2015)*”.

L'intervento è condizionato al rispetto delle prescrizioni sopra indicate ed inoltre il progetto esecutivo delle opere previste dovrà essere supportato da indagini ai sensi del D.M. 14/1/2008 e D.P.G.R. 9/7/2009 n. 36/R.

La Fattibilità per gli aspetti geologici è quindi condizionata (F3.g)

Fattibilità idraulica

Si tratta di interventi privi di condizionamenti ai fini del rischio idraulico, pertanto hanno una fattibilità senza particolari limitazioni (F1.i).

Vulnerabilità della falda

Le previsioni urbanistiche non hanno rilevanza ai fini della protezione della falda idrica ed hanno quindi una fattibilità senza particolari limitazioni (F1.t) anche per questo aspetto.

B2 Pratone

La nuova ubicazione del chiosco per la vendita di alimenti e bevande e dei servizi igienici interessa una zona con pericolosità geologica G2 (pericolosità media), pericolosità idraulica bassa (I1) e vulnerabilità della falda alta (classe 3).

La riqualificazione dello spazio giochi dei bambini e la sostituzione degli arredi sono interventi non significativi ai fini geomorfologici, idraulici ed idrogeologici.

Fattibilità geologica

I manufatti previsti sono di modesta entità e saranno realizzati in un'area priva di particolari criticità di carattere geomorfologico e geotecnico.

Il progetto esecutivo delle opere dovrà essere supportato da un'indagine ai sensi del D.M. 14/1/2008 e D.P.G.R. 9/7/2009 n. 36/R.

Le acque provenienti dai pluviali dovranno essere adeguatamente raccolte e/o regimate in modo da non creare solchi di erosione verso il “pratone”.

L'intervento ha una fattibilità geologica con normali vincoli (F2.g)

Fattibilità idraulica

Si tratta di un'area dove non ci sono notizie di precedenti inondazioni e che si trova in condizioni di alto morfologico, pertanto non risultano particolari condizionamenti alla realizzazione dell'intervento previsto ai fini del rischio idraulico.

Nel rispetto dei criteri generali di fattibilità indicati al punto 3.2.2 dell'allegato A (direttive per le indagini geologico-tecniche) del D.P.G.R. n. 53/R del 25 ottobre 2011, possono non essere dettate condizioni di fattibilità.

L'intervento ha quindi una fattibilità senza particolari limitazioni (F1.i)

Vulnerabilità della falda

Il sistema di smaltimento delle acque reflue provenienti dai servizi igienici dovrà confluire nella rete fognaria, evitando sversamenti su suolo e sottosuolo.

Fatto salvo quanto sopra, non si ravvisano altre problematiche connesse con la tutela della falda idrica, per cui l'intervento ha una fattibilità senza particolari limitazioni (F1.t) ai fini idrogeologici.

B3 Pineta

È prevista la demolizione senza ricostruzione dei manufatti esistenti mantenendo la possibilità di ospitare piccole barche a vela funzionali alla scuola di vela nel periodo estivo e la realizzazione di una tensostruttura stagionale sul basamento dell'edificio da demolire. Tali previsioni non hanno particolari controindicazioni di carattere geologico, idraulico ed idrogeologico, per cui la loro ***fattibilità è senza particolari limitazioni (F1.g, F1.i, F1.t)***. Si prescrive di definire con precisione l'area destinata al deposito barche e quella di passaggio per alaggio barche, prevedendone una adeguata protezione (tipo tavolato sospeso o altra soluzione che eviti l'erosione della duna).

B4 Casone

L'intervento ricade prevalentemente in classe di pericolosità geologica G2 (pericolosità media) e per la restante porzione in classe G3 (pericolosità elevata) e G4 (pericolosità molto elevata) limitatamente alla zona corrispondente all'arenile. Relativamente al rischio idraulico, tutto l'ambito dell'intervento ha una pericolosità I3 (pericolosità elevata). Per ciò che riguarda la vulnerabilità della falda l'area ricade in zona a vulnerabilità elevata (classe 3).

Fattibilità geologica

L'intervento ha caratteristiche essenzialmente conservative, non sono previsti ampliamenti volumetrici né sopraelevazioni, per cui non presenta particolari criticità dal punto di vista geologico-geotecnico. Il complesso è tuttavia molto vicino all'attuale linea di costa che negli ultimi anni sta progressivamente arretrando a causa dell'erosione marina. Si ritiene pertanto opportuno che il progetto complessivo dell'area sia supportato da uno studio di dettaglio che valuti la sicurezza del complesso nei confronti della dinamica costiera.

Complessivamente ai fini geologici l'intervento ha una fattibilità condizionata (F3.g) in quanto il progetto esecutivo dovrà essere supportato da indagini ai sensi del D.M. 14/1/2008 e dallo studio sulla dinamica costiera sopra indicato.

Fattibilità idraulica

L'intervento interessa un ambito a pericolosità idraulica elevata definita con criteri geomorfologici.

Gli interventi previsti dal piano riguardano esclusivamente il patrimonio edilizio esistente e dovranno rispettare i criteri generali di fattibilità indicati al punto 3.2.2 dell'allegato A (direttive per le indagini geologico-tecniche) del D.P.G.R. n. 53/R del 25 ottobre 2011.

Ai fini di garantire la sicurezza idraulica dell'intervento in fase di progettazione esecutiva, dovrà essere valutato l'esatto livello del rischio idraulico e gli eventuali interventi di messa in sicurezza.

La fattibilità è quindi condizionata (F3.i) ai risultati di tale studio.

Vulnerabilità della falda

Il sistema di smaltimento delle acque reflue non deve prevedere alcuno sversamento su suolo e sottosuolo. L'eventuale impossibilità di collegamento alla rete fognaria a seguito dei vincoli archeologici limiterebbe fortemente la fattibilità dell'intervento ai fini della Vulnerabilità della falda. Gli eventuali sistemi di smaltimento alternativi previsti in attesa della realizzazione della condotta fognaria, non potranno prevedere lo smaltimento al suolo o nel sottosuolo di re-flui anche se depurati.

Le acque provenienti dai pluviali dovranno essere adeguatamente raccolte e/o regimate.

La fattibilità ai fini della vulnerabilità della falda è normalmente vincolata (F2.t)

B5 Campo Boe

Si tratta di interventi di modesta entità ai fini geologici e che non sono in grado di modificare la dinamica del fondale marino. La linea di costa è caratterizzata da una pericolosità geologica molto elevata (G4) ai fini della dinamica costiera.

Fattibilità geologica

L'intervento significativo ai fini geologici è la realizzazione della pedana/pontile su palafitta, assimilabile ad una fondazione su pali e sulla quale saranno realizzati due manufatti in legno in sostituzione delle baracche esistenti.

È opportuno che la quota di imposta della pedana sia stabilita in funzione dell'onda massima con tempo di ritorno di 50 anni.

Il progetto delle opere dovrà essere supportato da indagini ai sensi del D.M. 14/1/2008 e D.P.G.R. 9/7/2009 n. 36/R, per cui l'intervento ha una fattibilità con normali vincoli (F2.g).

Fattibilità idraulica

L'intervento non ha condizionamenti ai fini idraulici ed ha quindi una fattibilità senza particolari limitazioni (F1.i).

Vulnerabilità della falda

Nel caso che nei manufatti a servizio del campo boe sia prevista la produzione di reflui di scarico, questi dovranno obbligatoriamente essere collegati alla rete fognaria.

Con tale prescrizione la fattibilità ai fini idrogeologici è senza particolari limitazioni (F1.t).

B6 Lungomare

Questa previsione ricade completamente in un'area a pericolosità geologica molto elevata (G4) in quanto interessata dall'azione della dinamica costiera.

In generale si tratta tuttavia di interventi essenzialmente conservativi e/o di rinaturalizzazione, che non hanno particolari limitazioni per tutti e tre gli aspetti considerati (geologia, idraulica e vulnerabilità della falda).

Fattibilità geologica

La quota di imposta della passeggiata e della terrazza a mare con doghe di legno (tavolato) su struttura poggiata su pali in legno dovrà essere stabilita in funzione dell'onda massima con tempo di ritorno di 50 anni.

Il progetto delle opere dovrà essere supportato da indagini ai sensi del D.M. 14/1/2008 e D.P.G.R. 9/7/2009 n. 36/R, per cui l'intervento ha una fattibilità con normali vincoli (F2.g).

Fattibilità idraulica

L'intervento non ha condizionamenti ai fini idraulici ed ha quindi una fattibilità senza particolari limitazioni (F1.i).

Vulnerabilità della falda

Gli interventi previsti non hanno rilevanza ai fini della vulnerabilità della falda ed hanno quindi una fattibilità senza particolari limitazioni (F1.t).

B7 Torre di Baratti

L'area in oggetto ha una pericolosità geologica G4 (pericolosità elevata), una pericolosità idraulica bassa (I1) e una vulnerabilità della falda elevata (classe 3).

Gli interventi del P.P. in questo ambito sono prevalentemente di carattere conservativo, tuttavia è prevista anche la sostituzione edilizia degli edifici posti in aderenza alla torre ed utilizzati per la ristorazione e affittacamere (edificio D).

Fattibilità geologica

L'elevato livello della pericolosità geomorfologica deriva dalla vicinanza alla linea di costa e alle possibili interferenze con la dinamica costiera.

Gli interventi previsti negli edifici identificati nella scheda B7 con le lettere A, B e C sono di carattere conservativo e sono attuabili senza particolari condi-

zionamenti di carattere geomorfologico per cui si tratta di previsioni con fattibilità senza particolari limitazioni (F1.g).

Per quanto riguarda invece l'edificio D, tenuto conto degli spazi disponibili si prescrive che la nuova costruzione sia realizzata sostanzialmente sul sedime già urbanizzato senza ampliamenti e preferibilmente in riduzione.

Il progetto esecutivo dovrà essere supportato da una indagine geognostica ai sensi del D.M. 14/1/2008 e D.P.G.R. 9/7/2009 n. 36/R, in grado di accertare la natura del terreno di fondazione e la profondità del substrato roccioso.

Dovranno essere inoltre valutate le possibili interferenze tra la nuova struttura e la dinamica costiera, tenendo conto di possibili fenomeni di scalzamento al piede e la possibilità che eventuali interventi a difesa possano costituire una barriera riflettente al moto ondoso.

Essendo previsti studi di dettaglio anche a livello di area complessiva si valuta l'intervento con una fattibilità condizionata (F3.g).

Fattibilità idraulica

Si tratta di un'area priva di condizionamenti ai fini del rischio idraulico, pertanto l'intervento ha una fattibilità F1.i

Vulnerabilità della falda

Il sistema di smaltimento delle acque reflue non deve prevedere alcuno sversamento su suolo e sottosuolo. Le acque provenienti dai pluviali dovranno essere adeguatamente raccolte e/o regimate.

La fattibilità ai fini idrogeologici è normalmente vincolata (F.2.t).

B8 Edificio ex Croce Rossa a Populonia Alta

L'ambito ha una pericolosità geologica media G2, una pericolosità idraulica bassa (I1) e la vulnerabilità della falda è media (classe 1).

Fattibilità geologica

Si tratta di interventi di restauro della struttura edilizia esistente senza ampliamenti volumetrici.

Non si evidenziano particolari criticità di carattere geologico-geotecnico, ma il progetto delle opere dovrà comunque essere supportato da una indagine ai sensi del D.M. 14.1.2008 e D.P.G.R. 9/7/2009 n. 36/R.

L'intervento ha quindi una fattibilità con normali vincoli (F2.g).

Fattibilità idraulica

Si tratta di un'area priva di condizionamenti ai fini del rischio idraulico, pertanto l'intervento ha una fattibilità F1.i

Vulnerabilità della falda

Le acque reflue dovranno essere convogliate alla pubblica fognatura. Non sono ammesse deroghe anche temporanee che prevedano lo sversamento su suolo e sottosuolo. Le acque provenienti dai pluviali dovranno essere adeguatamente raccolte e/o regimate.

La fattibilità ai fini idrogeologici è normalmente vincolata F2.t.

15.3 - Interventi sul patrimonio edilizio esistente

Oltre agli interventi puntuali previsti nel fascicolo *Le regole del progetto* – elaborato PR04, il Piano Particolareggiato all'art. 13 e nella tavola PR02 definisce le destinazioni d'uso e gli interventi ammessi sul patrimonio edilizio esistente.

Per queste previsioni e per quegli interventi comunque consentiti e che non sono ad oggi esattamente ubicati, è stata predisposta una matrice in cui la tipologia degli interventi ammessi è incrociata con i vari livelli di pericolosità geomorfologica, idraulica e idrogeologica, indicando la relativa classe di fattibilità.

Per determinare le condizioni di fattibilità degli interventi si applica la seguente metodologia:

3. individuare la classe di pericolosità geologica, idraulica e idrogeologica dell'area dove si intende realizzare l'intervento;
4. definire la tipologia di intervento;
5. leggere il grado di fattibilità nella tabella incrociando la tipologia di intervento con i livelli di pericolosità sopra determinati;
6. applicare le relative prescrizioni relative alla classe di fattibilità.

Venturina, 14 Dicembre 2011

Il Geologo

TABELLA PER DETERMINARE LA FATTIBILITÀ DEGLI INTERVENTI					
Trasformazione	Classi di pericolosità/tutela				Tipo di intervento
	1	2	3	4	
Interventi sul patrimonio edilizio esistente	F1g	F1g	F2g	F2g	Categoria di intervento “c” <i>Manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo</i>
	F1i	F2i	F2i	F2i	
	F1t	F2t	F2t		
	F1g	F2g	F3g	F3g	Categoria di intervento “d” <i>Ristrutturazione edilizia</i>
	F1i	F2i	F3i	F4i	
	F1t	F2t	F2t		
	F1g	F2g	F3g	F4g	Categoria di intervento “e” <i>Ristrutturazione urbanistica e ampliamenti</i>
	F1i	F2i	F4i	F4i	
	F1t	F2t	F3t		
Viabilità	F1g	F1g	F2g	F4g	Nuova realizzazione
	F1i	F2i	F3i	F4i	
	F1t	F2t	F2t		
	F1g	F1g	F1g	F2g	Manutenzione ordinaria e straordinaria
	F1i	F2i	F2i	F2i	
	F1t	F1t	F1t		
Impianti tecnici e reti tecnologiche	F1g	F1g	F2g	F4g	Nuova realizzazione
	F1i	F2i	F3i	F3i	
	F1t	F1t	F1t		
Scarichi di acque reflue nel terreno	F1g	F1g	F2g	F4i	Nuova realizzazione
	F1i	F1i	F1i	F1i	
	F1t	F2t	F3t		
Movimenti terra e modifica dell'assetto originario dei luoghi	F1g	F2g	F3g	F4g	Nuova realizzazione
	F1i	F2i	F4i	F4i	
	F1t	F2t	F2t		
Interventi di difesa del suolo e di regimazione idraulica	F1g	F2g	F3g	F3g	Nuova realizzazione
	F1i	F2i	F4i	F4i	
	F1t	F2t	F2t		
	FATTIBILITÀ				

Figura 30

**CARTA DELLA
DINAMICA COSTIERA**

scala 1:5.000

LEGENDA

Aree a pericolosità riferite alla linea di costa in evoluzione

-  **run-up:** massima elevazione rispetto al set-up raggiungibile dall'acqua nella sua risalita sulla spiaggia
-  **set-up:** innalzamento massimo del livello del mare indotto dall'onda con Tr di 50 anni rispetto al livello medio del mare

Aree a pericolosità riferite alla linea di costa attuale (2005)

-  **run-up:** massima elevazione rispetto al set-up raggiungibile dall'acqua nella sua risalita sulla spiaggia
-  **set-up:** innalzamento massimo del livello del mare indotto dall'onda con Tr di 50 anni rispetto al livello medio del mare

