



Relazione tecnica
Modificata in seguito alle richieste del Genio Civile

Doc.
QG01

Dicembre 2023

PREMESSA

La presente relazione illustra lo studio geologico redatto a supporto del Piano strutturale intercomunale di Bibbona e Casale Marittimo.

Il Comune di Bibbona è dotato di studi geologici redatti a supporto della Variante Quinquennale al Regolamento Urbanistico – Terzo Regolamento Urbanistico, approvata con Delibera di Consiglio Comunale n. 64 del 19/12/2016, che costituisce lo strumento di pianificazione territoriale più recente a disposizione.

Tali studi sono stati condotti in ottemperanza al D.P.G.R n.53/R del 25 Ottobre 2011, ed hanno consentito di modificare il quadro conoscitivo del PGRA per gli aspetti idraulici e del PAI dell'Autorità Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (che ricomprende l'ex Bacino Toscana Costa) per gli aspetti geomorfologici..

In precedenza i principali studi redatti a supporto di atti pianificatori sono stati:

- gli studi geologici di B. Mazzantini per il Piano Strutturale ed il Regolamento Urbanistico del 2003,
- gli studi geologici e idraulici di L. Mazzei a supporto della Variante di aggiornamento del Regolamento Urbanistico del 2008,
- gli studi geologi e idraulici della DREAM a supporto della Variante parziale al Piano Strutturale ed al Regolamento Urbanistico del 2011.

Il comune di Casale Marittimo è dotato di studi geologici redatti a supporto del Piano Operativo Comunale approvato con delibera di Consiglio Comunale n. 13 del 28/07/2023, che costituisce lo strumento di pianificazione territoriale più recente a disposizione.

In precedenza i principali studi redatti a supporto di atti pianificatori sono stati:

- Il Piano Strutturale vigente del Comune di Casale Marittimo, approvato con Delibera del Consiglio comunale n.45 del 23.11.2000 e le indagini geologico-tecniche in esso contenute, redatte sulla base della DCR n.94/85, della D.C.R n.230/1999 e del PTC della Provincia di Pisa.
- L'adeguamento di tale studio alla normativa PAI del Bacino Toscana Costa (Dicembre 2007) in accordo con quanto previsto dall'art. 24 delle Norme di Piano, approvate con D.C.R. n.13 del 25.01.2005.

- Gli elaborati geologici contenuti nella "Variante al Regolamento Urbanistico di Adeguamento Normativo alla L.R. n°1 del 03.01.2005 con ridefinizione dei comparti edificatori ed aree a servizi" (Luglio 2008), redatti ai sensi del DPGR 26/R/2007.
- Lo studio idraulico sul fosso della Valle per la definizione della classificazione di fattibilità del comparto - UTOE 3.A.2 - Casale Capoluogo (marzo 2009), che ha costituito implementazione alle aree di pericolosità del PAI.

La presente relazione ed alcuni elaborati redatti a supporto della fase di adozione sono stati aggiornati in seguito alle richieste del Genio Civile, settore Valdarno Inferiore, relative agli elaborati prodotti in fase di adozione al PSI, contenute nella lettera del 26/05/2020 AOOGR/PT Prot. 0185881, ed alla richiesta formulata all'interno del parere conclusivo relativo alle indagini di supporto al Piano Operativo Comunale di Casale Marittimo, deposito 317 del 18/03/2019, in riferimento all'individuazione dei tratti tombati.

METODOLOGIA DI STUDIO

A partire dai suddetti studi, nella presente indagine sono stati approfonditi gli aspetti legati al quadro conoscitivo territoriale, redigendo ex novo alcune cartografie e/o modificando quelle già agli atti.

Gli approfondimenti condotti, e la necessità di uniformare i tematismi già esistenti per i due comuni hanno determinato inevitabilmente alcune modifiche sia alle carte di quadro conoscitivo che a quelle delle pericolosità.

Così ad esempio per la carta geologica, abbiamo adeguato entrambe le cartografie già a disposizione dei due comuni, proponendo una nuova carta con la legenda adeguata a quella del continuum geologico regionale. Per la Carta litotecnica invece abbiamo considerato valida la legenda utilizzata per il comune di Bibbona, estendendola anche al territorio di Casale Marittimo.

Per la redazione della carta MOPS abbiamo dovuto modificare alcune colonne stratigrafiche già definite nei precedenti studi, al fine di rendere coerenti i risultati ottenuti.

Le modifiche effettuate alle precedenti cartografie e la metodologia utilizzata per la redazione di ogni singola carta sono descritte nei rispettivi capitoli.

Per quanto riguarda le prescrizioni alla fattibilità degli interventi, fino alla redazione del nuovo Piano Operativo intercomunale restano valide le matrici di fattibilità e le relative limitazioni previste per i due comuni: in sede di PO per il Comune di Casale Marittimo e della Variante al Regolamento Urbanistico per il comune di Bibbona.

L'impalcato aggiornato degli elaborati geologici è il seguente:

Tav QG01 - Carta Geologica

Tav QG02 - sezioni geolitologiche

Tav QG03 - Carta Geomorfologica

Tav QG04 – Carta Idrogeologica e delle problematiche idrogeologiche

Tav QG05 – Carta Litotecnica e dei dati di Base

Tav QG06 – Carta delle Pendenze

Tav QG07 – Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica , frequenze fondamentali e colonne stratigrafiche delle MOPS

Tav QG08 – Carta della Pericolosità Geologica

Tav QG09 – Carta della Pericolosità Sismica

Tav QG10 – Carta dei battenti idraulici

Tav QG11 – Carta della magnitudo idraulica nelle aree analizzate da studi idraulici

Tav QG12 – Carta della Pericolosità Idraulica

Tav QG13 – Carta della Vulnerabilità Idrogeologica

Doc QG01 – Relazione Tecnica

Doc QG02 – Dati di Base Casale marittimo

Doc QG03 – Dati di Base Bibbona

Per gli studi idraulici si rimanda agli elaborati redatti per il Comune di Casale Marittimo nel 2022 a supporto del Piano Operativo, e per il Comune di Bibbona nel 2016 a supporto della Variante quinquennale al Regolamento Urbanistico.

Lo studio è stato condotto in ottemperanza a:

- Legge Regionale n. 65 del 10/11/2014 (Norme per il Governo del Territorio); con riferimenti all'Art. 104 (Pericolosità idrogeologica e sismica e misure di mitigazione dei rischi. Regolamento) e all'Art. 245 (Regolamenti emanati in attuazione della L.R.T. 1/2005).
- Decreto del Presidente della Giunta Regionale n.53/R del 25 ottobre 2011 "Regolamento di attuazione dell'articolo 62 della legge regionale 3 gennaio 2005 n.1 (Norme per il governo del territorio) in materia di indagini geologiche".
- L.R. 24 luglio 2018 n.41: "Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014".
- Piano di Gestione del Rischio da Alluvioni PGRA del Distretto Idrografico dell'Appennino settentrionale;
- PAI dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale;

- D.C.R.T. n.72 del 24/07/07 di approvazione del nuovo Piano di Indirizzo Territoriale (P.I.T.) della Regione Toscana;
- D.G.R.T. n. 878 del 08/10/2012 - Riclassificazione sismica del territorio regionale.
- L.R. 79/2012 che definisce il reticolo idrografico e di gestione della Regione Toscana

1 – CARTA GEOLOGICA - TAVOLA QG01

Le formazioni geologiche affioranti nel territorio in esame fanno parte di due differenti complessi geologici: il *Complesso del Dominio Ligure* e il *Complesso Neoautoctono*.

Il primo è rappresentato dalle formazioni geologiche generatesi nell'ambito dell'apertura del paleo oceano Ligure-Piemontese nel periodo Mesozoico, il secondo è rappresentato dai sedimenti depositati all'interno dei graben connessi alla apertura del più recente bacino tirrenico, nella parte terminale del Cenozoico e nel Quaternario.

Le formazioni geologiche appartenenti a queste due macro unità sono distinte, secondo la legenda del continuum geologico della Regione Toscana, come segue:

Complesso del Dominio ligure

Sottogruppo del continuum geologico regionale		Formazione geologica	Nome comune per esteso	Localizzazione geografica
Dominio ligure interno	Unità del M. Gottero	APA	Argille Palombini	Questa unità affiora nel quadrante orientale del territorio di Bibbona, in una area di forma circa rettangolare di circa 8Km ² , racchiusa a nord ed a sud tra due faglie subverticali orientate NW-SE.
		DSA	Diaspri	
		BRG	Basalti con strutture a pillow-lava	
		GBB	Gabbri con filoni basici	
		PRN	Serpentiniti	
Dominio ligure esterno	Unità dei "Flysh a elmintoidi", Unità di Ottone	CAA	Formazione di Lanciaia	Si individuano nel quadrante sud orientale del comune di Bibbona, in aree più o meno isolate da lineamenti tettonici, come sulla testata dell'impluvio del Botro Grande che costituisce una finestra tettonica. Le località principali sono rappresentate da Poggio Barano, Poggio il Morticino e La Serra di Bibbona.
		OMT	Flysh di Ottone Monteverdi	
		MIO/MIOa/ MIOb	Flysh della Sassa (Form. Di Montaione)	
		RCH	Argilliti e calcari di Poggio Rocchino	

Complesso Neoautoctono

Sottogruppo del continuum geologico regionale		Formazione geologica	Nome comune per esteso	Localizzazione geografica
Depositi Quaternari	Depositi olocenici	b	Depositi alluvionali attuali	I depositi alluvionali in s.l. si ritrovano nelle vallecole dei corsi d'acqua più importanti (principalmente il Fosso delle Tane, il Fosso della Madonna ed i suoi affluenti, il Fosso dei Poggiali, Fosso dei Cancellini e Fosso Ghinuccio). Per la maggior parte si allineano in una fascia parallela alla linea di costa lungo la via vecchia Aurelia. I depositi eolici e quelli di spiaggia si ritrovano in una fascia litorale di larghezza compresa tra 300 e 700m.
		bn	Depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati	
		da	Depositi eolici	
		g2a	Depositi di spiaggia emersa	
	Depositi del Pleistocene superiore-medio	e3b	Depositi palustri	Questo complesso copre la maggior parte del fondovalle del comune di Bibbona, a partire quasi dalla linea di costa sino a 5/6km verso est. La quota massima di affioramento è generalmente inferiore ai 40m s.l.m ma giungono sino a 80m s.l.m. a nord dell'abitato di Bibbona.
		bnb1 / bnb2	Depositi alluvionali terrazzati	
Depositi continentali ruscini e villafranchiani	VILa	Conglomerati di Bolgheri	Strutturano la zona di raccordo tra i depositi di fondovalle alluvionali con la zona collinare; sono ubicati infatti in una fascia orientata Nord-Sud che dalle colline ad ovest di Casale Marittimo arriva al limite meridionale del comune di Bibbona passando per l'abitato stesso di Bibbona.	
	VILb	Sabbie rosse di Val di Gori		
	VILc	Argille della Colombaia		
Depositi marini pleistocenici	PLEb	Sabbie ad Artica Islandica	Affiorano alla base dei depositi continentali ruscini e villafranchiani, più o meno nelle stesse zone, in maniera meno estesa. L'abitato di Bibbona è collocato per la maggior parte nei sedimenti di questo sottogruppo. Ben rappresentati nella fascia occidentale del comune di Casale Marittimo.	
	PLEd	Calcareniti di Montescudaio		
	PLEe	Formazione di Bibbona		
Depositi marini pliocenici	FAA	Argille azzurre	Copre un'ampia fascia orientata N-S, che parte da Casale Marittimo, dove presenta una estensione est-ovest di oltre	
	PLIs(s) / PLIs(a)	Formazione di Guardistallo		

			4km, e arriva fino a Bolgheri, riducendosi qui a poche centinaia di metri di larghezza. Si ritrova un nucleo isolato anche al limite orientale del comune di Bibbona, tra loc. Grotte di Troncone e Fat. Di Faltona.
Depositi lacustri e lagunari post-evaporitici messiniani	MESb	Conglomerato di Montebamboli	Sono rappresentati da una modesta successione (potenza di circa 100m) orientata nord-sud, passante per poggio Cornetto, poggio delle Calcinaie, e per P. delle Mandrie. Si ritrova inoltre in un nucleo piuttosto esteso sul quadrante orientale dei comuni in oggetto. Nelle "EMOg" localmente si sono sviluppate cave di alabastro.
	EMO/EMOg	Argille e gessi del Fiume Era Morta	
Depositi marini pre-evaporitici messiniani	RAQ/RAQg	Formazione del Torrente Raquese	Depositi di esiguo spessore in affioramento allineati nord-sud passando per loc. Poggio Cornetto-Le Casette-Casa Peretta.
Depositi lacustri del Turoliano inf. (Tortoniano sup.)	FOS	Argille con intercalazioni di arenarie e conglomerati (Argille del Torrente Fosci)	L'affioramento principale è rappresentato da due fasce di larghezza tra 1000 e 300m: una che passa da Poggio Cavaliere a Casa I Poggi, l'altra che va da Casa I Poggi a Le Capannelle. Sono caratterizzati da morfologie più acclivi rispetto ai depositi più recenti.
	SLEr/SLEc	Formazione del torrente Sellate (SLEr) e Conglomerato di M.Pozzacchera (SLEc)	

Di seguito vengono descritti i caratteri salienti di ciascuna formazione geologica.

1.1 – Depositi del Dominio Ligure

I litotipi in oggetto sono caratterizzati da una complessa architettura strutturale derivante da una altrettanto complessa storia tettonica, con almeno tre fasi deformative duttili e successive deformazioni fragili. In letteratura il complesso è suddiviso in due unità: il dominio ligure interno e il dominio ligure esterno:

DOMINIO LIGURE INTERNO

APA - Argille a Palombini

Argilloscisti e calcari a Palombini affiorano ad Est di Bibbona e di Bolgheri, nella porzione orientale del territorio comunale. Sono di norma sormontate dai depositi neoautoctoni, con contatto stratigrafico discordante.

Le Argille a Palombini mostrano in genere un assetto caotico e sono costituite quasi esclusivamente da argilliti e, subordinatamente, da calcilutiti e marne di colore grigio scuro o grigio nocciola. A questi litotipi sono intercalati calcari, calcari silicei e calcari marnosi ("Palombini"), di colore variabile dal grigio piombo al grigio chiaro. In maniera del tutto subordinata sono presenti arenarie e calcareniti a grana fine, di colore grigio. Gli strati calcarei hanno una potenza variabile da dieci centimetri a circa 1 metro mentre gli intervalli argillosi mostrano, in genere, spessori superiori al metro. La potenza delle Argille a Palombini raggiunge un massimo in di 200m. La formazione è interpretabile come un deposito di piana abissale interessato da episodi torbiditici silicoclastici. L'età è da riferire al Cretaceo inferiore.

Il litotipo generalmente da' origine ad una coltre pedogenetica prevalentemente argillosa che maschera l'aspetto originario della formazione. Gli affioramenti che presentano le caratteristiche litologiche originarie si possono invece osservare prevalentemente nelle incisioni di vari torrenti e botri o in coincidenza delle cerniere dei crinali.

DSA - Diaspri

Sono ridotti solo a un affioramento di meno di 2 ettari in località Casetta di Campo di Sasso, a sud del comune di Bibbona. E' una formazione sedimentaria a contatto con le unità ofiolitiche (in particolare delle Serpentiniti), costituita da strati silicei di origine organica (radiolariti), alternati a strati pelitici scuri. Il colore tipico è rosso fegato (per la

presenza di un pigmento ematitico), ma anche bianco. Questa unità presenta i caratteri di un sedimento emipelagico deposto direttamente su crosta oceanica. La maggior parte degli autori è propensa a ritenerle di mare profondo, al di sotto del limite di compensazione dei carbonati. In questa zona la formazione presenta uno spessore non superiore ai 20m. L'età è comunemente riferita al Giurassico superiore (Oxfordiano superiore-Titoniano inferiore).

Dal punto di vista tettonico si trovano a contatto per faglia diretta con le Argille a Palombini.

BRG - Basalti con strutture a pillow-lava

Affiorano nel comune di Bibbona in un limitatissimo spicchio (circa 1ha) di terreno tra Monte Romboli e Casetta Forestale, all'interno delle Argille a Palombini, stratigraficamente soprastanti. Si presentano brecciate da processi autoclastici, hanno tessitura afanitica ed un colore variabile da grigio scuro a verde scuro. Presentano struttura macroscopica a pillows ed i "cuscini" presentano marcate variazioni strutturali dal nucleo alla periferia, in ragione di una diversa tempistica di raffreddamento e cristallizzazione. Spesso le patine di alterazione sono arrossate per la presenza di ossidi di ferro. Le paragenesi mineralogiche primarie tipiche consistono di plagioclasio + clinopirosseno + minerali opachi (ilmenite + magnetite). Lo spessore massimo indicato in carta è limitato, nel comune di Bibbona, a poche decine di metri. Dal punto di vista cronologico le ofioliti (Serpentiniti - Gabbri - Basalti) presenti in Toscana Meridionale sono riferibili genericamente al Giurassico medio-superiore.

GBB - Gabbri

Si osservano in limitate aree sul limite sud orientale del comune di Bibbona. Si tratta prevalentemente di gabbri magnesiaci, con paragenesi data da plagioclasio, clinopirosseno ed olivina. Sono caratterizzati da cristalli chiari di plagioclasio immersi in un aggregato scuro di minerali femici, tra i quali è riconoscibile il clinopirosseno.

Dai dati di letteratura si definiscono una facies dominante a grana da media a medio-grossa (gabbri "eufotidi") ed alcune facies secondarie a tessitura variabile, da cristallina medio fine a pegmatitica, con rare foliazioni secondarie (da listate a "flaser"). Le paragenesi note in letteratura sono riconducibili ad almeno tre processi metamorfici, accompagnati da deformazioni plastiche penetrative.

Nelle zone maggiormente tettonizzate (area sud orientale del comune di Bibbona) sono diffuse le breccie di Gabbro, anche con elementi sia di Gabbro che di Dunite con matrice arrossata o serpentizzata, cartografate separatamente (MIOb).

All'affioramento si presentano prevalentemente con struttura isotropa e, subordinatamente, con struttura flaser-gabbro. La potenza non è determinabile in affioramento.

PRN - Serpentiniti

Costituiscono, insieme ai Gabbri, il basamento della sequenza ofiolitica. Da un punto di vista petrografico sono classificabili come ultramafiti serpentizzate. Si presentano di colore nero-verdastro con riflessi bluastri; la tessitura è isotropa o debolmente foliata. Sono interessate da una rete diffusa di vene di minerali serpentinitici (crisotilo, lizardite), di clorite e di calcite. Nei blocchi compatti meno alterati si riconoscono lherzoliti tettonitiche caratterizzate da tessiture protogranulari e tettonitiche.

Si rilevano in lenti di origine tettonica all'interno della formazione delle Argille a Palombini. Gli spessori sono limitati a pochi metri ed il passaggio al litotipo superiore ed inferiore è sempre di tipo tettonico o disconforme.

Le potenze della formazione non sono determinabili in affioramento. L'età è riferita al Giurassico medio e superiore.

DOMINIO LIGURE ESTERNO

CAA - Formazione di Lanciaia

Si tratta di marne e argilliti con intercalazioni di arenarie, breccie ofiolitiche e torbiditi calcaree. Nel territorio analizzato si rinviene unicamente in una piccola lente tettonica compresa tra le formazioni del complesso ligure interno ed il complesso ligure esterno, tra il fosso Fonte al Fico e il fosso dei Casaloni (comune di Bibbona). La Formazione di Lanciaia si compone di quattro litofacies: breccie, arenarie, argilliti e calcari marnosi, legate tra loro da rapporti latero-verticali. Generalmente la Formazione di Lanciaia affiora generalmente al di sopra di potenti spessori di ofioliti (per lo più Serpentiniti) per mezzo di un contatto stratigrafico con netta discordanza angolare. L'ambiente di sedimentazione della formazione è marino pelagico ed è riferibile all'Eocene inferiore.

OMT - Flysh di Ottone Monteverdi

L'affioramento è limitato ad un orizzonte di spessore dell'ordine di poche decine di metri ed estensione affiorante inferiore ai 18ha, in una finestra tettonica situata nell'apice dell'impluvio del Fosso Fonte al Fico (quadrante orientale del comune di Bibbona), dove è sovrascorsa dal complesso ligure. E' caratterizzato da un contatto superiore di tipo tettonico con la formazione delle Argille a Palombini ed un contatto inferiore di tipo stratigrafico con le Argilliti di Poggio Rocchino (RCH).

Si tratta di un flysch ad Helmintoidi costituito da sequenze torbiditiche arenaceo - calcareo – marnose organizzate in strati o banchi spessi fino a 8 metri, in cui sono scarsamente rappresentati i litotipi a granulometria più grossa. La base delle sequenze è sovente caratterizzata da calcareniti o arenarie calcarifere, da fini a molto fini, che presentano laminazione piano parallela o debolmente ondulata. L'età è riferita al Cretaceo superiore (Campaniano-Maastrichtiano).

MIO/MIOa/MIOb - Flysh della Sassa (Formazione di Montaione)

La Formazione di Montaione è un flysch ad Helmintoidi simile al Flysh di Ottone Monteverdi dalla quale, tuttavia, si differenzia per un maggior sviluppo della componente arenacea e per la presenza di frequenti e talora potenti livelli di brecce ofiolitifere. Ricopre estesamente l'area sud orientale del comune di Bibbona, in località Poggio Barano, Poggio delle Barbe, La Serra di Bibbona, Passo il Morticino. Estesamente disgregata da contatti tettonici e faglie poggia solitamente sulla formazione delle Argille a Palombini. Il flysch è costituito da sequenze torbiditiche di spessore compreso tra pochi decimetri e 2 metri. I banchi sono gradati positivamente, da arenarie fillosilatiche a siltiti ed infine a marne o calcare marnoso. È una caratteristica di questa formazione la presenza di brecce poligeniche, con clasti da pochi cm al metro, in lenti discontinue di dimensioni cartografabili (MIOb), costituite essenzialmente da elementi ofiolitici e, in subordine, da elementi di diaspri e di calcari "palombini". La formazione di Montaione si ritrova unicamente nel comune di Bibbona. Affioramenti a componente prevalentemente marnosa (MIOa) sono compresi tra Poggio Barano e Poggio Volterrano. Poggio Barano è scolpito sulla facies con olistoliti a componente ofiolitica (MIOb). Su Poggio Volterrano e la Serra di Bibbona affiora la facies flyschoide classica (MIO).

A piccola scala si sovrappone tettonicamente al Flysch di Ottone Monteverdi Marittimo ed è a sua volta sormontata, ancora con contatto tettonico, dal Complesso ofiolitifero superiore e dai depositi del ciclo neoautoctono.

Secondo Costantini et al., 1991, la Formazione di Montaione rappresenta una facies laterale della Formazione di Monteverdi M.mo (OMT; la sua deposizione sarebbe avvenuta in una zona più interna del bacino di sedimentazione del flysch ad Helmintoidi), per questo motivo in letteratura la facies "MIO" viene talvolta inclusa nella formazione "OMT". La formazione è riferibile al Cretaceo superiore.

RCH - Argilliti e calcari di Poggio Rocchino

Questa formazione solo sulla testata dell'impluvio del Fosso Grande nel comune di Bibbona, 5km ad est di Bibbona. Giace in una finestra tettonica sotto alle Argille a Palombini, separata da esse da un importante sovrascorrimento. È costituita da argilliti varicolori mangesifere con marne, calcari marnosi e calcareniti. La porzione calcareo marnosa localmente risulta sviluppata con strati che raggiungono anche i 2 metri. Lo spessore della formazione è valutabile, a piccola scala, in almeno 120 metri. Le associazioni di microfaune indicano per questa formazione l'età compresa tra il Cenomaniano ed il Turoniano.

1.2 - DEPOSITI DEL “NEOAUTOCTONO”

DEPOSITI QUATERNARI

b / bna - Depositi alluvionali attuali e recenti

I depositi alluvionali attuali e recenti si individuano ai margini dei principali corsi d'acqua. Un carattere di maggiore attività di sedimentazione (b) è stato dato al Fosso Sorbizzi, nella metà meridionale del Comune di Bibbona, caratterizzato da limi e sabbie con letti di ghiaie.

La maggior parte dei corsi d'acqua principali e la totalità delle zone apicali degli impluvi presentano depositi alluvionali a granulometria maggiore e blandi terrazzamenti (bna). Un importante affioramento è situato nella fascia pianeggiante allineata lungo la via Aurelia.

L'età di questi sedimenti è attribuibile all'Olocene.

da - Depositi eolici

Sono state cartografate sotto questo codice le sabbie delle dune costiere che si sviluppano parallelamente all'intero litorale tirrenico. Sono sabbie sciolte generalmente ben classate di granulometria da media a fine.

L'età di questi sedimenti è attribuibile all'Olocene.

g2a - Depositi di spiaggia emersa

E' formata da sabbie fini, omogenee, sciolte, di colore bruno o grigio. Sono state cartografati sotto questo codice i sedimenti sciolti affioranti lungo il litorale. L'età di questi sedimenti è attribuibile all'Olocene recentissimo.

bnb1 / bnb2 - Depositi alluvionali terrazzati

Affiorano in una fascia parallela alla linea di costa avente larghezza tra 3,5 e 5,5km a circa 3,7km dal litorale, subito a monte della via Aurelia. Questi sedimenti si ritrovano generalmente tra i 10 e d 40m s.l.m. (bnb1 – “ghiaie e sabbie di Quadrelle”); la facies bnb2 (“Sabbie rosso-arancio di Donoratico” con ciottoli) si ritrova anche a quota maggiore (fino a 80-90m s.l.m.). Sono costituiti da ghiaie scarsamente cementate, sabbie e limi. I clasti hanno diametri variabili da centimetrici a decimetrici; la loro

composizione è molto varia e consiste di pressoché tutti i litotipi delle formazioni affioranti nei dintorni.

L'età è riconducibile al Pleistocene superiore.

e3b - Depositi palustri

Si tratta di depositi di decantazione argilloso-torbosi, meccanicamente soffici e granulometricamente assortiti da argille a sabbie medio-fini, tipici di un ambiente deposizionale di piana costiera. Si dispongono su una ampia fascia di pianura compresa tra i depositi eolici ed i depositi alluvionali presenti lungo la Via Aurelia. Età: Olocene.

DEPOSITI CONTINENTALI RUSCINIANI VILAFRANCHIANI

VILa - Conglomerati di Bolgheri

Si ritrovano dai rilievi collinari vicini alla linea di costa sino ai 150m s.l.m., dove sormontano in discordanza le formazioni geologiche più antiche. Nella metà meridionale del comune di Bibbona questa formazione si estende da est a ovest per quasi 5km, giungendo a coprire nell'entroterra le formazioni appartenenti al dominio Ligure. Nella metà settentrionale del comune la fascia di questi depositi si riduce a circa 2km e copre le formazioni di età pleistocenica. In particolare si riconoscono solchi di erosione di questo litotipo sulla Formazione di Bibbona (PLEe). Si tratta di conglomerati bruno-rossastri con lenti di sabbie ed arenarie. I clasti sono rappresentativi dell'Unità Ofiolitifera cui si aggiunge il calcedonio ed il plagiogranito. La matrice è sabbioso argillosa anch'essa arrossata. Sono mediamente assortiti e subarrotondati, hanno dimensioni medie da 2 a 8 cm e nei riempimenti di canale si hanno anche blocchi di maggiori dimensioni (20 cm). Per la presenza di fori di litofagi sono stati ricondotti ad un ambiente fluvio – deltizio. Spessore massimo 130 metri. Età: Pleistocene medio.

VILb - Sabbie rosse di Val di Gori

Affiorano in maniera più rilevante nel comune di Casale Marittimo e più a quota variabile, compresa tra 40 e 150m s.l.m., in maniera arealmente discontinua. Drappeggiano i rilievi collinari in prossimità di località La Casetta.

Sabbie rosso vivo con notevole porzione argillosa e con qualche ciottolo sparso, ben arrotondato da 2 a 4 cm di diametro. Si sovrappone trasgressivamente sui Conglomerati

di Bolgheri e sui depositi più antichi. Lo spessore è generalmente compreso tra 5 e 20 metri.

Gran parte della formazione è interessata da un'intensa pedogenesi con suoli riferibili ad un clima caldo-umido verosimilmente corrispondente all'ultimo interglaciale. Ambiente: colluviale-eolico. Età: Pleistocene medio.

VILc - Argille della Colombaia

Si tratta di argille e argille sabbiose lignitifere di ambiente lacustre e fluvio lacustre. E' stata rilevata in limitati affioramenti, nei pressi delle località Santa Maria, Cascina, Aioncino e Aione, sui fianchi dell'impluvio del Botro Campo di Sasso. Poggia in disconformità sulla formazione VILa (conglomerati di Bolgheri). Età Pleistocene medio.

DEPOSITI MARINI PLEISTOCENICI

PLEe - Formazione di Bibbona

Si distribuisce in lenti e strati a imitata estensione areale nella fascia centrale del comune di Bibbona. Si rileva in particolare nell'area immediatamente occidentale dell'abitato di Bibbona, in loc. Casetta delle Tane e nella parte alta del Fosso del Livrone. Si tratta di arenarie a cemento carbonatico e/o sabbie con livelli lenticolari microconglomeratici e siltitici, con clasti provenienti da tutte le formazioni delle Unità Liguri.

Presentano laminazione incrociata piana e a lisca di pesce e bioclasti carbonatici. Strati e banchi hanno andamento lenticolare, spesso con ulteriore suddivisione in lamine pianoparallele o sigmoidali, incrociate specialmente nella frazione sabbiosa. I rapporti giaciture alla base ed al tetto sono disconformi. La formazione riflette un ambiente di deposizione di spiaggia sommersa ed emersa. Età: Pleistocene inferiore.

PLEd - Calcareniti di Montescudaio

Si localizzano nella metà settentrionale del comune di Bibbona ed affiorano estesamente nel comune di Casale Marittimo, rappresentando la base principale sulla quale si fondano i centri storici dei due capoluoghi comunali e della frazione di Montepetri. Sono costituite da sabbie ed arenarie a cemento carbonatico giallo oca,

talora organizzate in grossi banchi, con lenti di calcareniti e di microconglomerati (provenienza dei clasti U. Ofiolitifera).

La malacofauna è rappresentata da Ostreidi e Pectinidi. Le calcareniti sono in parte eteropiche sulle Sabbie ed argille ad *Arctica islandica* sulle quali si sovrappongono con contatto stratigrafico concordante. Al tetto sono sormontate dalle calcareniti sabbiose della Formazione di Bibbona con contatto stratigrafico concordante. L'ambiente deposizionale è di mare basso. Lo spessore massimo noto in letteratura è pari a circa 100m. Età: Pleistocene inferiore (Emiliano).

PLEb - Sabbie ad Arctica Islandica

Si tratta di una formazione costituita da sedimenti a granulometria molto variabile: argille con limo sabbiose o debolmente sabbiose, limi con argilla sabbiosi e limi con sabbia argillosi, di colore grigio, spesso ricche di faune fossili ad ospiti nordici. Presenta laminazione piano-parallela, incrociata piana o flaser. Vi sono anche livelli arenitici ad andamento lenticolare. La malacofauna è rappresentata da macrofossili di *Ostrea*, *Lopha*, *Glycymeris*, *Pecten*, *Cladochora caespitosa*. La presenza di *Arctica islandica* e di *Venerupis rhomboides* assicura l'appartenenza di questa formazione al Pleistocene inf.. Le associazioni a Foraminiferi indicano una sedimentazione nella parte superiore della zona neritica interna. Generalmente si sovrappongono in discordanza angolare sui depositi del Pliocene inferiore-medio. Nel comune di Bibbona si ritrovano condensate in un orizzonte piuttosto continuo di potenza inferiore ai 10m affiorante poco a est del capoluogo comunale e separano le più antiche Argille azzurre dalle più recenti Calcareniti di Montescudaio e dalla Formazione di Bibbona.

DEPOSITI MARINI PLIOCENICI

FAA - Argille azzurre

Si rilevano in due zone distinte: sia nella parte centrale del comune, tra loc. P. Fonti Intarlate e Casale Marittimo, sia sul limitare orientale del comune di Bibbona, in località Ginepraio, tra la fattoria Faltona e Grotte Troncone.

In entrambe le aree le argille azzurre sono limitate da contatti stratigrafici disconformi o tettonici con le formazioni appartenenti al complesso dei depositi lacustri e lagunari post evaporitici messiniani.

Sono costituite da argille franche o argille limose con rare lenti a granulometria maggiore. L'ambiente deposizionale è marino con batimetrie variabili di norma riferibili alla zona neritica esterna. Lo spessore delle Argille azzurre varia molto da zona a zona raggiungendo nel bacino del Volterrano uno spessore massimo di circa 1000 metri.

Dal punto di vista cronostratigrafico nel loro insieme le Argille azzurre si sono deposte dalla base del Pliocene (Zancleano) fino al Pliocene Medio (Piacenziano).

PLIs(s) / PLIs(a) - 43420 - Formazione di Guardistallo

La Formazione di Guardistallo affiora estesamente ad est e ad ovest di Casale Marittimo. Nel comune di Bibbona è limitata a un affioramento di poco più di 5 ha tra Poggio Guidone e Grotte troncone dove poggia in discordanza stratigrafica sulle Argille Azzurre. La Formazione di Guardistallo, nota in letteratura anche col nome di Formazione di Villamagna, comprende due facies, una costituita da sabbie e arenarie gialle con fossili, l'altra da argille sabbiose.

PLIs (a) - Formazione di Guardistallo in facies argilloso sabbiosa

Rappresenta il membro argilloso-sabbioso della ex Formazione di Guardistallo. È costituita da limi argilloso-sabbiosi di colore nocciola, con abbondante malacofauna (*Cladochora caespitosa*, *Turritella*, *Cerithium*, *Murex*, *Nassa*, *Natica*, *Ostreidi Pectinidi*). Si sovrappongono con contatto stratigrafico concordante alle Argille azzurre e sono sormontate in discordanza angolare dalle Sabbie ed argille ad Arctica islandica (PLEb). Lo spessore complessivo, comprendendo anche le intercalazioni sabbiose, è di circa 100 metri. L'ambiente di deposizione è quello di mare basso e spiaggia. L'età è il Pliocene medio.

PLIs (s) – Formazione di Guardistallo in facies sabbiosa

Corrisponde al membro delle sabbie e conglomerati della ex Formazione di Guardistallo. Questa facies è costituita da sabbie fini grigio chiaro o gialle, massive o con stratificazione piano parallela talvolta ben cementate, con frequenti livelli o bancate di conglomerati ad elementi di provenienza per lo più ligure ed interstrati di limi argillosi. I livelli più cementati sono ricchi di *Ostreidi*, *Pectinidi* e *Balanidi*. Affiorano in livelli

intercalati nelle citate argille sabbiose (PLIS(a)). Nella zona di Casal Vecchio sono state distinte tre lenti conglomeratiche che si alternano ai banchi argillosi, mentre ad Ovest dell'abitato di Casale Marittimo è stato distinto un corpo principale ed uno minore lenticolare di conglomerati in prossimità di C.Treggiaia.

A Sud della località La Poggiarella il corpo conglomeratico principale è interdigitato con livelli di argille sabbiose. L'ambiente di deposizione è quello di mare basso e spiaggia. L'età è il Pliocene medio.

DEPOSITI LACUSTRI E LAGUNARI POST-EVAPORITICI MESSINIANI

MESb - Conglomerati di Montebamboli

Il Conglomerato di Montebamboli si ritrova in limitatissimi affioramenti nell'area orientale del comune di Bibbona. Si concretizza in uno strato sulla sommità della formazione delle Argille e Gessi del Fiume Era Morta o in lenti all'interno di quest'ultima. E' costituito da conglomerati e paraconglomerati disorganizzati, matrice sostenuti, con ciottoli rosso-arancio di norma ben arrotondati (dimensioni note fino a 50 cm) derivati prevalentemente dai calcari delle unità liguri o dalle arenarie del Macigno. La matrice argilloso-sabbiosa è quasi sempre rossastra. Le caratteristiche sedimentologiche e l'assenza di fossili suggeriscono per questa formazione un ambiente continentale di tipo fluviale. Età Messiniano superiore.

Lo spessore è di qualche decina di metri.

EMO/EMOg - Argille e gessi del Fiume Era Morta

La formazione delle Argille e Gessi del Fiume Era Morta affiora in due settori, entrambi orientali, dei comuni di Bibbona e Casale Marittimo; il primo ha limitato spessore ed orientazione N-S; il secondo è un nucleo molto più ampio nell'area nord orientale, nei pressi delle località Le Casacce, Leccino e Faltona. La formazione è caratterizzata da argille e argille marnoso sabbiose con livelli e lenti di gessi. Laddove i livelli di gesso assumono una ricorrenza maggiore è stata discriminata una specifica facies gessifera (EMOg).

La formazione poggia sulla formazione del T.Raquese che si presenta granulometricamente molto simile, rendendo solitamente difficile la discriminazione del contatto.

DEPOSITI MARINI PRE-EVAPORITICI MESSINIANI

RAQ/RAQg - Formazione del Torrente Raquese

La formazione del Torrente Raquese segue l'andamento delle soprastanti argille "EMO" e presenta spessore minore, limitato a meno di 20 metri circa. Lo spessore massimo noto in letteratura è di circa 50 metri. Al tetto la formazione è sormontata solitamente in maniera concordante dai gessi della formazione delle Argille e Gessi del Fiume Era Morta - EMO. Nella sua parte inferiore l'unità è costituita da argille siltose in cui talvolta si rinvengono arenarie o piccoli ciottoli ed esigui livelli di gesso; l'intervallo superiore è invece rappresentato da argille grigie massicce in cui si rinvengono rari Pycnodonte navicularis. Il tratto inferiore sembra sia deposto in un ambiente lagunare-salmastro, mentre il tratto superiore sarebbe invece caratteristico di un ambiente marino. Eta Messiniano inferiore.

DEPOSITI LACUSTRI DEL TUROLIANO INF. (TORTONIANO SUP.)

FOS - Argille del Torrente Fosci

Le Argille del Torrente Fosci affiorano nell'area orientale del comune di Bibbona dove si ritrovano in lenti all'interno della formazione del Torrente Sellate (SLEr). A piccola scala passa verso l'alto, in concordanza, alle formazioni alto-messiniane (Formazione del T. Raquese - RAQ, Argille e gessi del F. Era Morta – EMO) oppure in discordanza a quelle plioceniche (Argille azzurre - FAA o Formazione di San Dalmazio – SDA). La formazione è costituita da argille grigie con intercalazioni di arenarie e conglomerati, frequentemente intercalate da sottili lenti e livelli di lignite. La potenza delle Argille del T. Fosci è valutabile a Bibbona in non più di alcune decine di metri sebbene lo spessore totale in letteratura giunga a circa 320 metri. L'ambiente di sedimentazione è di tipo lacustre o lagunare-salmastro.

SLEr/SLEc - Formazione del Torrente Sellate (SLEr) e Conglomerato di Monte Pozzacchera (SLEc)

La litofacies poggia sulle Argille a Palombini mediante contatto stratigrafico discordante o mediante faglia. Affiora estesamente sia nel comune di Bibbona che in quello di Casale Marittimo, in due fasce allineate est-ovest e nord sud, larghe da 400 a 800 metri,

che separano le APA dalle formazioni appartenenti al complesso sedimentario pre e post evaporitico. Nel comune di Bibbona si distinguono due facies; la facies dominante (SLEc) è caratterizzata da conglomerati e paraconglomerati eterometrici, subangolosi, con ciottoli e matrice arrossati. La facies secondaria è rappresentata da arenarie. Carattere peculiare di questa litofacies è il contenuto in fossili, fra i quali spiccano gli opercoli di Bithynia.

La Formazione del T. Sellate viene riferita nel suo insieme al Tortoniano superiore–Messiniano inferiore.

2 – CARTA DELLE SEZIONI GEOLITOLOGICHE - TAVOLA QG02

Le sezioni geolitologiche sono state estratte direttamente dalle indagini geologiche già a disposizione: PO del Comune di Casale Marittimo e Variante al Regolamento Urbanistico del Comune di Bibbona.

La sezione A-B attraversa parte del territorio comunale di Bibbona, dalla linea di costa fino all'abitato di Bibbona, in direzione circa Ovest-Est. I terreni attraversati sono compresi nell'intervallo di tempo dal Pliocene (Argille azzurre) fino all'attuale (Depositi eolici e lacustri). La scala di stampa è esagerata in verticale con un coefficiente pari a 4. Le sezioni 1,2 e 3 attraversano il territorio di Casale Marittimo, e mettono bene in evidenza i rapporti giacitureali tra le differenti formazioni della successione neogenica, fino ai termini più antichi messiniani.

Le sezioni geologiche hanno costituito la base per l'individuazione delle colonne stratigrafiche tipo nella carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica MOPS.

3 – CARTA GEOMORFOLOGICA TAVOLA QG03

La Carta Geomorfologica è stata elaborata a partire da quelle già a disposizione per entrambi i comuni, redatte recentemente a supporto del PO del Comune di Casale Marittimo e della Variante al Regolamento Urbanistico del Comune di Bibbona.

Nella strutturazione dei dati e nella impostazione della legenda abbiamo preferito la terminologia già adottata nella carta geomorfologica del comune di Casale Marittimo poiché oltre ad essere più recente, è stata concordata con i tecnici dell'Autorità di Bacino Distrettuale durante le fasi di aggiornamento del quadro conoscitivo del PAI.

La carta rappresenta le forme del rilievo, ne raffigura i caratteri morfometrici principali e ne interpreta l'origine in funzione dei processi geomorfologici che le hanno generate operando una distinzione tra le forme attive e quelle quiescenti.

Sono definiti processi morfogenetici attivi quelli che al momento del rilevamento sono risultati in atto o che ricorrono con un ciclo il cui periodo massimo non supera quello stagionale; quiescenti quelli che al momento del rilevamento non sono risultati attivi ma per i quali esistono indizi che ne dimostrano un'oggettiva possibilità di riattivazione.

In particolare, nella carta vengono riportate le forme di dissesto con particolare attenzione alle aree in dissesto (frane attive e quiescenti), alle scarpate di degradazione e alle aree interessate da forme di erosione.

3.1 - Forme e processi geomorfologici lineari:

comprende i fenomeni che sono stati cartografati come forme lineari.

In generale, le scarpate non presentano un elevato grado di criticità per instabilità e sono state quindi distinte in scarpate prive di segni di attività marcata e scarpate stabilizzate naturalmente.

In generale, le prime sono rappresentate dalle scarpate più pronunciate in altezza e più soggette al dilavamento della frazione incoerente-semicoerente in cui i fenomeni di arretramento morfologico possono essere più probabili; quelle stabilizzate naturalmente sono meno pronunciate e meno soggette a degradazione e quindi in condizioni di maggiore equilibrio. Sono state inoltre individuate le principali scarpate di origine fluviale e le aree dove risulta in atto un'accentuata erosione delle sponde e approfondimento dell'alveo.

- **Scarpate prive di segni di attività marcata -(Codice IFFI DS):** tali scarpate sono state identificate con lineamenti riconducibili ad alzate di terrazzamenti di entità superiore a quella canonica delle normali modificazioni antropiche ad uso agronomico.

Le scarpate sono contrassegnate non da evidenze di crollo bensì da fenomeni di dilavamento della frazione sabbiosa tipica delle formazioni calcarenitico-sabbiose, dovuti alla non corretta regimazione delle acque meteoriche a monte o alla mancanza di vegetazione che le ricopra. Si tratta di forme di denudazione con fronti netti e scarsa articolazione orizzontale che possono originare forme d'instabilità per erosione regressiva determinando un'area d'influenza a monte e a valle, di ampiezza massima valutata in circa 30m.

- **Scarpate stabilizzate naturalmente:** risultano analoghe alle scarpate di degradazione attiva ma sono caratterizzate da altezze minori e da maggiore articolazione orizzontale, con copertura vegetale più uniformemente distribuita a limitazione dei fenomeni di erosione localizzati e dei fenomeni di dilavamento, risultando caratterizzate da condizioni di maggiore equilibrio rispetto alle scarpate attive. A tali elementi morfologici non è stata assegnata un'area d'influenza e un codice IFFI.

- **Erosione incanalata:** si tratta di piccoli settori nei quali, la mancanza di un adeguato sistema di regimazione delle acque meteoriche favorisce l'insorgere di fenomeni di dilavamento concentrato e/o diffuso.

inoltre sono stati cartografati altri elementi lineari quali le **scarpate fluviali** ed i **terrazzamenti antropici**.

3.2 - Forme e processi geomorfologici areali:

A questo raggruppamento appartengono le più importanti forme di instabilità, cioè i movimenti franosi (attivi, quiescenti e relitti). Una particolare attenzione è stata posta nel rilevamento delle frane che, come si evince anche dall'analisi della carta in oggetto, si sviluppano preferenzialmente all'interno dei terreni a prevalente composizione argillosa. I dissesti si identificano prevalentemente come frane a scoscendimenti multipli a sviluppo rotazionale. Sono state, inoltre, cartografate le coperture detritiche riconducibili

all'accumulo del materiale derivante dallo smantellamento e dall'alterazione delle calcareniti-sabbiose e dei conglomerati miocenici.

Le forme poligonali riconosciute sono di seguito descritte:

- Area di influenza delle scarpate -(Codice IFFI DS): per le scarpate più significative, è stata valutata un'area di influenza a monte ed a valle di ampiezza massima pari a circa 30 metri. In tali aree le condizioni di criticità, riconducibili a fenomeni di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività e alla litologia sono state considerate a moderato grado di criticità. Esempi tipici sono quelli presenti sul versante Nord dell'abitato di Casale, in cui le scarpate sono sviluppate all'interno della formazione dei Calcari sabbiosi di Montescudaio.

- Dilavamento diffuso -(Codice IFFI DS): si tratta di un'area di circa 4.0 ettari ubicata in località Campo di Gallo, nel territorio comunale di casale Marittimo, soggetta a forme di dilavamento diffuso ed erosione localizzata in seguito ad un intervento antropico che ha comportato la trasformazione da area seminativa a vigneto. Le opere realizzate all'interno di quest'area non sembrano idonee ad eliminare i fenomeni di dilavamento ed erosione concentrata con conseguente riduzione del tempo di corrivazione e aumento del trasporto solido verso l'impluvio presente immediatamente più a valle.

A tale area, è stata assegnata la sigla DS (Franosità diffusa inattiva) del codice IFFI.

- Erosione di sponda -(Codice IFFI F): con tale sigla è stato identificato un tratto del fosso di Campogallo di lunghezza pari a circa 700m posto a valle dell'area soggetta a "dilavamento diffuso". Qui l'alveo del fosso presenta una forte incisione, dell'ordine di alcuni metri, che ha determinato l'allargamento delle sponde e l'innescò di frane a scoscendimento nei tratti di versante immediatamente adiacenti. Il fenomeno è da collegarsi alla presenza di terreni argillosi facilmente erodibili e all'aumento del trasporto solido causato dalle trasformazioni antropiche dell'area a monte. Al momento, all'interno di quest'area, non sono stati messi in atto sistemi e opere per la mitigazione dei fenomeni di dissesto, pertanto, l'area è da considerarsi in continua evoluzione. A tale area, sulla base del codice IFFI, è stata assegnata la sigla F (Franosità diffusa attiva).

- **Coltri detritiche**: sono aree in cui sono presenti coperture detritiche riconducibili all'accumulo del materiale derivante dallo smantellamento e dall'alterazione dei litotipi del substrato. In generale si tratta di accumuli di sedimenti di natura sabbioso detritica con matrice generalmente di natura limo-argillosa

- **Franosità diffusa attiva -(Codice IFFI F)**: aree franose attive poco profonde in cui non è riconoscibile chiaramente la geometria, obliterate dalle lavorazioni e con intensa erosione. Sulla base del codice IFFI sono denominate con la sigla F.

- **Franosità diffusa inattiva -(Codice IFFI DS)** : si tratta di aree a franosità diffusa inattive potenzialmente instabili a velocità bassissime o nulle. Nella pratica operativa si ha un passaggio graduale tra la franosità diffusa e le deformazioni superficiali al diminuire della densità delle forme, della velocità evolutiva, della ricorrenza dei fenomeni e con la progressiva obliterazione delle forme.

A tali aree, è stata assegnata la sigla DS (Franosità diffusa inattiva) del codice IFFI.

Frane attive -(Codice IFFI S3): corrispondono alle aree con evidenze geologiche di instabilità in atto o risalenti al recente passato comprendenti la corona di distacco, il corpo di frana vero e proprio, l'accumulo al piede, soggetti a evoluzione naturale e riattivazione con prevalente tipologia a cinematica lenta come scoscendimenti e scorrimenti.

Frane quiescenti -(Codice IFFI S2): corrispondono a movimenti non recenti o antichi attualmente inattivi per i quali non è possibile escludere la riattivazione anche con decorrenze pluridecennali. Rappresentano le aree con presenza di indicatori diretti ma discontinui, quali scarpata di testa e accumulo al piede. Sono da ritenersi aree a potenziale riattivazione e quindi potenzialmente instabili a seguito di modifiche dello stato attuale di equilibrio precario. Per tali aree persistono le condizioni geomorfologiche o climatiche che ne hanno determinato l'innesco.

Per il comune di Casale marittimo, le perimetrazioni delle aree in frana sono state estratte direttamente dalla banca dati IFFI che è stata recentemente aggiornata in seguito alle indagini geologiche del PO comunale. Tali perimetrazioni non comprendono

la fascia di influenza, che è stata applicata per la redazione della carta di pericolosità Geologica. Per il comune di Bibbona, le perimetrazioni sono state estratte dalle indagini geologiche redatte a supporto della variante al RU comunale e comprendono già l'area di influenza.

3.3 - Forme antropiche:

Ex cave: nel territorio comunale di Bibbona sono state individuate tre zone all'interno delle quali in passato si è svolta l'attività estrattiva. Due di queste sono ubicate al margine del Botro Pastina, affluente di sinistra del Torrente Sterza. Qui, in passato si è svolta l'attività di estrazione dell'alabastro, che ha comportato enormi movimentazioni di terreno. I siti di estrazione sono ben riconoscibili nelle ortofoto della Regione Toscana del 1978, del 1988 e del 1996, mentre in quelle del 2007 e del 2010 l'attività sembra ormai conclusa.

Un terzo sito è stato individuato immediatamente ad Ovest dell'abitato di Bibbona, all'interno della formazione conglomeratica di Bibbona (Plee). Qui l'estrazione è stata molto limitata ed è riconoscibile nelle ortofoto della Regione Toscana del 1978 e del 1988, mentre in quella del 1996 l'attività sembra ormai conclusa.

Rilevati: in carta sono stati indicati i rilevati antropici di maggiore spessore, realizzati alla base della strada statale Aurelia e di alcuni suoi svincoli.

3.4 - Ambienti di sedimentazione particolari:

Nella fascia costiera abbiamo riportato l'estensione dei sedimenti di spiaggia emersa, dei sedimenti eolici, e di quelli palustri di piana costiera. Sono stati inoltre riportati e sedimenti alluvionali attuali e recenti. La descrizione dettagliata di ognuna di queste unità è riportata nel capitolo 1: Carta Geologica. Infine sono state cartografate due piccole conoidi ubicate nel territorio comunale di Bibbona, una ad ovest della Località Casa Forestale, al piede di un impluvio minore affluente di sinistra del Botro Grande, ed un'altra poco ad Est della suddetta località, in sponda destra del Botro Grande.

4 – CARTA IDROGEOLOGICA E DELLE PROBLEMATICHE IDROGEOLOGICHE - TAVOLA QG04

Il presente tematismo riunisce i dati contenuti nella TavG3 del recente Piano Operativo del comune di Casale, e nella TavG.QC3 della Variante quinquennale al Regolamento Urbanistico del Comune di Bibbona.

Le formazioni geologiche sono state distinte in base al grado e al tipo di permeabilità della roccia, distinguendo una permeabilità per porosità (primaria) da una permeabilità per porosità e fessurazione (mista). L'attribuzione all'interno delle singole classi del grado di permeabilità è stata fatta sulla base di un giudizio qualitativo, secondo quanto indicato nella tabella seguente. I valori di permeabilità espressi in m/sec rappresentano la velocità delle acque all'interno dei sedimenti.

Classi di Permeabilità				
Tipo		Primaria	Mista	Intervalli di permeabilità (m/sec)
Grado		P	M	
1	Buono	P1: da, e3b, g2a	M1: bnb1, bnb2, MESb, PLEd, PLEe, PLIs	$10^{-6} < p < 10^{-3}$
2	Mediocre	P2: b, bna, detrito, PLEb, VILa, VILb,	M2: BRG, MIOb, SLEc,	$10^{-8} < p < 10^{-6}$
3	Basso	P3: PLIs (a)	M3: CAA, CCL, DSA, FOS, GBB, MIO, MIOa, OMT, PRN, SLEr	$10^{-9} < p < 10^{-8}$
Impermeabile		I: APA, EMO, EMOg, FAA, RAQ, RAQg, RCH, VILc		$p < 10^{-9}$

Di seguito si riporta la definizione delle classi idrogeologiche che è stata elaborata a partire dalla classificazione riportata nelle indagini geologiche redatte a supporto del POC del comune di Casale Marittimo:

Classe P1: in questa classe sono state inserite le formazioni caratterizzate da permeabilità buona quali i depositi eolici (da), i depositi di spiaggia emersa (g2a) ed i depositi palustri (e3b). Queste formazioni si allineano in una fascia parallela alla linea di costa di larghezza compresa tra 300 e 700m.

Classe P2: in questa classe sono state inserite le sabbie fini di origine continentale (formazioni VILa/q6 e VILb/q7 della carta geologica), le sabbie marine (PLEb), i depositi alluvionali recenti (bnb/a) e le coltri detritiche.

Alle sabbie continentali è stata attribuita una permeabilità mediocre a causa della cospicua matrice limoso-argillosa associata alla scarsità dei livelli ciottolosi; quest'ultimi risultano in subordine rispetto alla matrice limo-argillosa anche all'interno dei Conglomerati di Bolgheri (VILa), da cui la scarsa permeabilità.

Nelle zone di pianura, dove più diffusamente affiorano le sabbie continentali questi sedimenti non sono sede di falde freatiche e/o semiconfinate. I pozzi censiti nel territorio di Casale marittimo, relativi alla zona di pianura sopra indicata, hanno profondità variabili da un minimo di 60 metri ad un massimo di 100 metri tali da attingere alla falda contenuta nei sottostanti calcari.

Alle Sabbie ad Arctica islandica (PLEb) è stato attribuito un grado di permeabilità mediocre in quanto costituiscono un corpo sedimentario assai monotono formato in prevalenza da sabbie fini scarsamente permeabili, alle quali talora si intercalano strati lenticolari di calcareniti sabbiose a granulometria grossolana. Quest'ultimi, quando presenti, costituiscono orizzonti permeabili. Tuttavia la loro discontinuità ed il fatto che risultano in netto subordine rispetto ai sedimenti fini rendono nel complesso la formazione scarsamente permeabile. Per quanto riguarda i sedimenti alluvionali recenti e i detriti di versante, inseriti nella classe di permeabilità P2, questi rappresentano delle unità scarsamente estese e di limitato spessore e pertanto non costituiscono corpi dotati di un certo interesse idrogeologico.

Classe P3: Sedimenti a prevalente composizione argillosa: argille sabbiose plioceniche (PLIs(a)) con permeabilità bassa. La presenza all'interno di questa formazione di una componente sabbiosa fa sì che nel complesso questi sedimenti non siano totalmente impermeabili come accade invece nell'unità definita con la sigla I; questo comportamento deve essere imputato alla presenza, seppur minima, di una porosità tale

da rendere questi sedimenti dotati di una permeabilità scarsa. In seguito al censimento dei pozzi non sono stati rilevati punti di captazione che attingono da questa unità; le uniche manifestazioni di acqua sono risultate delle emergenze sorgive di scarso interesse.

Classe M1: Calcari sabbiosi (PLEd) e conglomerati (PLIs) caratterizzati da permeabilità buona. In profondità, al di sotto delle sabbie continentali (VILa e VILb) e all'interno delle sabbie argillose plioceniche (PLIs(a)), costituiscono orizzonti acquiferi con buone caratteristiche idrologiche-idrauliche. All'interno di questa classe il ruolo principale è svolto dai calcari in ragione dei maggiori spessori (circa 100 metri) e della notevole estensione.

Nella stessa classe sono state inseriti i depositi alluvionali terrazzati bnb1 e bnb2 che coprono la maggior parte del fondovalle del comune di Bibbona. La quota massima di affioramento è generalmente inferiore ai 40m s.l.m. ma giungono sino a 80m s.l.m. a nord dell'abitato di Bibbona.

Infine rientrano in questa classe anche i depositi messiniani rappresentati dai conglomerati di Montebamboli.

Classe M2: In questa classe rientra un piccolo affioramento di basalti con strutture a pillows (BRG) che permettono una discreta circolazione di acqua, gli affioramenti tettonizzati delle brecce di gabbro (MIOb) ed i Conglomerati di M. Pozzacchera (SLEc)

Classe M3: In questa classe rientrano gran parte delle unità del dominio ligure quali la formazione di Lanciaia (CAA), i diaspri (DSA), i gabbri con filoni basici (GBB), i Flysh della Sassa (MIO, MIOa) e di Ottone Monteverdi (OMT), le serpentiniti (PRN) ed i depositi lacustri del Turoliano inf. Rappresentati dalle Argille con intercalazioni di arenarie e conglomerati (FOS) e dalla formazione del Torrente Sellate (SLEr)

Classe I: In questa classe rientrano le formazioni Formazioni a predominante componente argillosa praticamente impermeabili. Sono comprese le argille azzurre plioceniche (FAA), le argille con intercalazione di gessi (EMO,RAQ), le argille a

palombini (APA), Le Argille della Colombaia del Pleistocene medio (VILc), e le Argilliti e calcari di Poggio Rocchino (RCH).

Di seguito si riporta un estratto delle indagini geologiche redatte a supporto del POC del comune di Casale Marittimo relativamente alle principali strutture idrogeologiche:

Dall'analisi della distribuzione dei pozzi all'interno del territorio comunale e della relativa profondità, per quanto riguarda l'assetto idrogeologico nerelale, è possibile affermare quanto segue.

A Sud, ad Est e ad Ovest del colle di Casale, nei sedimenti impermeabili (I) sono stati censiti un numero limitato di pozzi che hanno la caratteristica comune di essere poco profondi (2-6 metri) e di attingere da un circolazione idrica superficiale contenuta nei primi metri di sedimenti e alimentata dalle precipitazioni atmosferiche. E' ipotizzabile che tale circolazione, per altro di modestissima entità ed a carattere stagionale, sia possibile per la presenza di uno spessore superficiale alterato e fessurato. Ne risulta che durante la stagione asciutta e nei periodi non piovosi (che si possono verificare dall'autunno alla primavera), lo strato superficiale delle argille è notevolmente drenato. Durante le piogge quindi gran parte dell'acqua si infiltra attraverso le fessure e raggiunge la roccia madre impermeabile che rappresenta l'interfaccia sulla quale può scorrere l'acqua infiltrata. Per la presenza di fessure si verifica un vero e proprio deflusso ipodermico a scapito del ruscellamento superficiale. Tali riserve, se di riserve si può parlare, rappresentano una risorsa idrogeologica di scarso interesse.

All'interno dell'unità M3 sono state rilevate alcune sorgenti a dimostrazione di una circolazione contenuta nei sistemi di fratture superficiali che caratterizzano gli ammassi conglomeratici. Varie campagne di ricerca d'acqua hanno avuto esito negativo a conferma dell'assenza di una circolazione profonda. Le condizioni idrogeologiche variano notevolmente in corrispondenza del colle di Casale, ad Est di questo e nella zona del Montaleo, dove i pozzi attingono da una circolazione profonda contenuta all'interno dei calcari sabbiosi (PLEd) e subordinatamente delle intercalazioni conglomeratiche della Formazione di Guardistallo (PLIs).

La profondità dei pozzi varia da circa 20 metri a 50 metri. Il settore Ovest del territorio comunale, corrispondente alla zona di pianura Terra dei Ceci-La Casetta-Le Preselle, è la zona di maggiore interesse dal punto di vista idrogeologico. In questa zona sono ubicati la maggior parte dei pozzi denunciati: i pozzi che rivestono maggiore importanza

sono i tre pozzi ad uso potabile che afferiscono all'acquedotto comunale gestito da ASA spa e i pozzi a servizio del Centro turistico La Casetta. I rimanenti pozzi, ad uso prevalentemente irriguo, sono utilizzati da privati ed hanno una profondità che varia da un minimo di 61 metri ad un massimo di 100 metri. Le conoscenze sulla profondità dei pozzi presenti in questa zona indicano, come più volte detto, che l'acquifero è localizzato in profondità all'interno della formazione dei Calcari sabbiosi di Montescudaio e localmente nelle sottostanti Sabbie ad Arctica. Lo spessore dei calcari sabbiosi, stimato sulla base delle stratigrafie relative ai pozzi potabili che afferiscono all'acquedotto pubblico è di 60 metri, tuttavia gli orizzonti saturi d'acqua sono generalmente localizzati a profondità comprese tra 50 e 80 metri. In questo intervallo tali orizzonti sono rappresentati da strati calcarenitici sabbiosi, permeabili per porosità e fratturazione, intercalati a livelli di argille sabbiose non contenenti acqua gravifica. L'acquifero in oggetto è di tipo semiconfinato in quanto ha al tetto un acquitardo ovvero una roccia di permeabilità medio-bassa rappresentata dalle sabbie e conglomerati continentali (classe di permeabilità P3) con spessori dell'ordine di 15-20 metri. La particolarità riscontrata nell'area in studio è che nell'aquitardo non è presente una superficie freatica tale da permettere passaggi d'acqua tra quest'ultimo e l'acquifero.

Nella carta idrogeologica sono inoltre riportati i pozzi estratti dal Database della Regione Toscana - Ufficio del Genio Civile Valdarno Inferiore e Costa.

Sono riportati anche i pozzi ad uso potabile che afferiscono all'acquedotto pubblico gestito da ASA spa, la cui ubicazione è stata ripresa dal Database della Provincia di Livorno per il territorio comunale di Bibbona e dalla carta idrogeologica del POC per i tre pozzi ubicati in località Le Preselle nel comune di Casale Marittimo. Ai pozzi ad uso potabile pubblico è stata associata la fascia di rispetto di 200m ai sensi dell'art. 94 del DL 152/2006.

Sono stati riportati in cartografia anche alcuni tematismi inseriti nella carta delle problematiche idrogeologiche redatta a supporto della variante al Regolamento Urbanistico del Comune di Bibbona.

Si tratta di due tematismi derivanti dalla carta dei Vincoli dell'Autorità di bacino Toscana Costa: cuneo salino e intrusione di acqua salmastra, e dal tematismo delle aree

caratterizzate da inquinamento da nitrati rielaborato dalla VAS di supporto ai piani urbanistici dei comuni limitrofi.

Completano la cartografia le perimetrazioni delle tre casse di espansioni esistenti e quella relativa alla ASIP prevista lungo il Fosso dei Sorbizzi. Per questi tematismi si rimanda alla descrizione riportata nei paragrafi 12.1-Misure di protezione del PGRA e 12.2-casse di espansione già esistenti.

5 – CARTA LITOTECNICA E DEI DATI DI BASE - TAVOLA QG05

La carta geologico tecnica è stata elaborata a partire dalla carta geologica riclassificata secondo le indicazioni degli ICMS e degli standard di rappresentazione e archiviazione informatica.

In particolare sono stati definiti due macro gruppi, terreni di copertura e substrato geologico. Il primo racchiude le formazioni più recenti, dall'attuale fino al pleistocene, comprendendo anche le coltri detritiche. Il secondo racchiude le formazioni più antiche, con l'indicazione in sovra retino dei litotipi fratturati o alterati.

Le coperture sono state distinte in base alle granulometrie e agli ambienti deposizionali, mentre le unità del substrato geologico sono state definite tenendo conto di:

- tipologia: lapideo, granulare cementato, coesivo sovraconsolidato, alternanza di litotipi
- stratificazione se esistente (stratificato, no stratificato)
- grado di fratturazione o alterazione superficiale

La tabella seguente riporta lo schema delle correlazioni effettuate per le coperture:

CODICE	Tipologia Formazione	Sigla della formazione
GMdtf	Detriti eterogenei eluviali, di versante e corpi di frana Frammenti litici in matrice argilloso-sabbiosa, ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo	Detrito
GCat	Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, limi, sabbia ed argilla dei depositi alluvionali terrazzati	bnb2
GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo. Terreni da moderatamente addensati ad addensati, da moderatamente consistenti a consistenti	bnb1
GWall	Ghiaie, sabbie e limi dei depositi alluvionali attuali, recenti e di conoide. Da scarsamente a moderatamente addensati, da scarsamente a moderatamente consistenti	bna, b
OL	Depositi palustri. Da scarsamente a moderatamente addensati, da non consistenti a scarsamente consistenti	e3b
CL	Argille, argille sabbiose, ghiaie, argille limose	VILc
SC	Sabbie ed argille, sabbie argillose. Da moderatamente addensati ad addensati, da moderatamente consistenti a consistenti	PLEb
SP	Sabbie pulite con granulometria poco assortita	g2a
SW	Depositi eolici. Da non consistenti a scarsamente consistenti	da

La tabella seguente riporta lo schema delle correlazioni effettuate per il substrato :

CODICE	Tipologia Formazione	Sigla della formazione
ALS	Litotipi stratificati, in alternanza	APA, RCH, RAQ, RAQg, PLEd, OMT, CAA, CCL, MIOa, MIO, EMO, FOS, EMOg
COS	Coesivo sovraconsolidato stratificato. Molto consistente	FAA
GRc	GRc - Conglomerati, ciottolami e ghiaie in matrice argillosa; miscela di ghiaia, limi sabbia e argilla. Da addensati a molto addensati, da consistenti a molto consistenti	MESb, SLEc, VILa, MIOb
GRS	Deposito granulare cementato, stratificato	PLEe, VILb, SLEr, PLIs(a), PLIs
LP	Formazioni lapidee	GBB, PRN, BRG
LPS	Formazioni lapidee stratificate	DSA

Nella carta sono riportate anche tutte le indagini raccolte a partire dai precedenti strumenti urbanistici. Per il comune di Bibbona le indagini, seppur recenti, sono state aggiornate con ulteriori fornite gentilmente dal collega Gianfranco Ruffini.

I dati relativi ad ogni indagine sono suddivisi in due allegati:

DOCQgG02- comprende le indagini del territorio comunale di Bibbona

DOCQgG03- comprende le indagini del territorio comunale di Casale Marittimo

Ogni allegato è a sua volta suddiviso in più parti distinte in base alla tipologia di indagine: sismica, geotecnica, stratigrafie pozzi. In legenda, per ogni tipologia di indagine è riportata l'indicazione di quale allegato e relativa parte consultare.

6- CARTA DELLE PENDENZE - TAVOLA QG06

Per la definizione dell'acclività delle diverse aree del territorio sono stati utilizzati i dati derivati dagli shp della CTR in scala 1:10.000.

Sono state definite 7 classi di acclività, secondo la seguente classificazione:

0 (0 %) < p ≤ 5,7° (10%) - Classe 1

5,7° (10%) < p ≤ 8,5° (15%) - Classe 2

8,5° (15%) < p ≤ 14° (25%) - Classe 3

14° (25%) < p ≤ 19° (35%) - Classe 4

19° (35%) < p ≤ 26,5° (50%) - Classe 5

26,5° (50%) < p ≤ 36,9° (75%) - Classe 6

36,9° (75%) < p ≤ 90° (100%) - Classe 7

La carta delle pendenze così realizzata, è stata utilizzata in combinazione con altri tematismi per la derivazione di alcune cartografie di sintesi.

7- CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA , FREQUENZE FONDAMENTALI E COLONNE STRATIGRAFICHE DELLE MOPS - TAVOLA QG07

La carta MOPS è stata redatta a partire dalle precedenti cartografie già in possesso dei due comuni.

In particolare, nella Variante al Regolamento Urbanistico Comunale del Comune di Bibbona è stata redatta una carta MOPS che copre una vasta porzione del territorio comunale pari a circa 3.540,00ha, comprendente tutta l'area di fondovalle e le prime colline occidentali, sino al rilievo sul quale è ubicato l'abitato di Bibbona (Tavola G.QC04 del R.U. di Bibbona, novembre 2016).

La carta MOPS del Piano Operativo del Comune di Casale Marittimo (Tav.G7, marzo 2019) copre un territorio molto più ristretto, limitato alle sole aree urbanizzate, con un dettaglio maggiore delle microzone grazie ad un denso database di indagini geognostiche e geofisiche.

Nell'ambito del presente studio sono state effettuate alcune modifiche alle Microzone del territorio comunale di Bibbona rispetto agli elaborati già agli atti, ricercando la coerenza con le carte geologica e litotecnica (QG01, QG05). Sono state modificate in particolare le microzone 3A, 3B, 4A, 4B che avevano un andamento "a fasce" parallele alla linea di costa, per tenere conto delle variazioni litotecniche dei litotipi in direzione Nord-Sud. La cartografia che ne deriva è leggermente più complessa ma rispetta l'assetto geolitologico generale, schematizzato nella sezione A-B della tav. QG07.

Per quanto concerne il comune di Casale Marittimo non sono state effettuate modifiche delle geometrie delle microzone.

Nella carta MOPS vengono individuate e caratterizzate:

le zone stabili: i risultati dello studio portano ad escludere, all'interno del territorio analizzato, la presenza di situazioni ascrivibili alle zone stabili;

le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali: zone in cui sono possibili amplificazioni del moto sismico; sono zone con terreni di copertura e/o substrato molto fratturato o caratterizzato da $V_s < 800$ m/s nelle quali sono possibili amplificazioni dovute a condizioni litostratigrafiche o topografiche;

le zone suscettibili di instabilità: zone in cui gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio; sono zone in cui sono presenti corpi di frana, aree con terreni soggetti a liquefazione, aree con terreni soggetti a cedimenti differenziali.

Inoltre, secondo le direttive della 53/R punto C.5, vengono individuati altri elementi di interesse sismico, come le aree d'influenza delle scarpate e la fascia di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche diverse.

Nella tavola QG07 vengono riportate anche le colonne stratigrafiche tipo già individuate per i due comuni.

Per la zona di Bibbona, le colonne sono state leggermente modificate, per tener conto delle ripermetrazioni effettuate nella carta Geologica ed in quella MOPS.

Le colonne del Comune di Casale Marittimo non sono state modificate e forniscono peraltro informazioni più dettagliate rispetto alla carta litotecnica.

In queste colonne vengono infatti rappresentati alcuni strati superficiali di scarsa consistenza, individuati grazie alle numerose indagini geognostiche, non riportati nella carta litotecnica, poiché rappresentano caratteristiche locali, limitate a piccole aree circostanti l'abitato di Casale Marittimo.

7.1 – Descrizione delle colonne stratigrafiche tipo dell'area di Bibbona:

I risultati dello studio di MS hanno permesso di suddividere la zona indagata in 13 zone, rispettivamente Zona 1A, 1B, 2A, 2B, 2C, 2D, 3A, 3B, 3C, 4,5,6 e 7.

La colonna della zona 1A corrisponde ai territori dove affiorano le Argille Azzurre pertanto la rispettiva colonna litostratigrafica mostra litotipi "COS" con spessori di oltre 100m con una coltre superficiale a granulometria variabile di spessore inferiore a 3m.

La colonna della zona 1B è caratterizzata, al di sotto di una modesta copertura superficiale a granulometria variabile, da una alternanza di litotipi (ALS) per uno spessore massimo di 50m. Al di sotto giacciono sedimenti sabbioso argillosi moderatamente addensati (SC) con spessori compresi tra 40 e 60m, seguiti da argille sovraconsolidate (COS).

La colonna della zona 2A vede in superficie la presenza di una rilevante copertura sedimentaria poligenica sciolta (detritica o alluvio-colluviale) a grana variabile, di spessore massimo pari a 10m. A seguire si ritrovano sedimenti coesivi sovraconsolidati (COS).

La colonna della zona 2B è costituita da un primo spessore inferiore a 30m di sabbie argillose (SC) seguite da argille sovraconsolidate (COS).

La colonna della zona 2C vede in superficie la presenza di una rilevante copertura sedimentaria sciolta di origine alluvio-colluviale a grana variabile seguita da una alternanza di litotipi (ALS) e/o da sedimenti sabbioso-argillosi (SC) per un totale di 10-30m di spessore. Al di sotto si rilevano le argille sovraconsolidate (COS).

La colonna della zona 2D ricopre le valli alluvionali dei principali corsi d'acqua. La colonna stratigrafica indica una coltre sedimentaria superficiale di spessore inferiore a 30m seguita da sedimenti granulari con spessori compresi tra 20 e 60m (Gcat+GRc+GRS, litotipo accorpato per comuni caratteristiche sismiche rispetto ai depositi soprastanti).

Al di sotto si hanno alternanze di litotipi (ALS) ed infine il basamento coesivo sovraconsolidato (COS).

La colonna della zona 3A vede, sotto una sottile copertura poligenica, sedimenti granulari poco consolidati (GCat, ghiaie argillose alterate) con spessore inferiore a 20 metri.

Al di sotto si hanno litotipi granulari più consistenti (GRc o GRS) caratterizzati da circa 20-40m di spessore. Proseguendo in profondità si incontrano alternanze di litotipi ALS per circa 40-60m seguiti infine dal basamento coesivo sovraconsolidato (COS).

La colonna della zona 3B vede la presenza in affioramento di sedimenti a granulometria mista di spessore massimo pari a 40m, seguiti da litotipi granulari (GRc+GRS) per circa 30-100m. Al di sotto si hanno alternanze di litotipi ed infine, a grande profondità, il basamento coesivo sovraconsolidato (COS).

La colonna della zona 3C è analoga alla 3B a partire dal secondo strato e proseguendo in profondità. Dopo una coltre alluvio-detrica di esiguo spessore (<3m) si passa a litotipi granulari (GRc+GRS) con 20-40m di spessore. Al di sotto si hanno alternanze di terreni (ALS) per 40-60m per poi passare al basamento coesivo sovraconsolidato (COS).

La colonna 4 rappresenta la punta occidentale degli ultimi blandi rilievi della metà settentrionale del Comune di Bibbona, dove subaffiorano litotipi GCat per spessori di circa 20m. Al di sotto si hanno litotipi molto assortiti (GM) con spessore massimo pari a 40m seguiti in profondità da litotipi prevalentemente granulari (GRc+GRS) con spessore presunto compreso tra 30 e 100m. A seguire si incontrano alternanze di litotipi (ALS) seguite da sedimenti coesivi sovraconsolidati (COS).

La colonna 5 rappresenta il territorio di fondovalle lungo la via Aurelia. I sedimenti alluvionali sulla base dei dati a disposizione hanno spessori inferiori a 20m e sono seguiti da depositi misti, genericamente indicati con la sigla GM.

La colonna 6 rappresenta il territorio di piana costiera a valle della via Aurelia. I depositi sabbiosi organici (OL+SW) sono stati uniti ed hanno spessori compresi tra 5 e 20m. Sono seguiti da depositi alluvionali di spessore inferiore a 10m. Il basamento è caratterizzato da depositi misti, genericamente indicati con la sigla GM.

La colonna 7 rappresenta la fascia litorale. Comprende uno spessore superficiale di sabbie sciolte con livelli di panchina di circa 10m di spessore, seguiti da circa 20-30m di sedimenti alluvionali recenti prevalentemente granulari. Il basamento è caratterizzato da depositi misti, genericamente indicati con la sigla GM.

7.2 – Descrizione delle colonne stratigrafiche tipo dell'area di Casale Marittimo:

I risultati dello studio di MS hanno permesso di suddividere la zona del centro abitato di Casale Marittimo in 7 zone, rispettivamente Zona 8A,8B, 9A, 9B, 10, 11 e 12. Tali zone sono caratterizzate da profondità diverse del passaggio tra i litotipi sabbioso-limosi superficiali e il substrato costituito da calcareniti o da argille sovraconsolidate.

La colonna della zona 8A vede il passaggio dal litotipo sabbioso-limoso (SC) al substrato con prevalenza di calcareniti (ALS) alla profondità di 8m. Le ALS presentano velocità di 500-600 m/sec nei primi 12m circa e al di sotto salgono sugli 800 m/sec (ALS_s).

La colonna della zona 8B è equivalente alla 8A ma lo strato SC ha spessore inferiore ai 3m. Le calcareniti ALS con Vs <800m/s hanno spessore di circa 7-10m e sono seguite dal medesimo litotipo più consistente (ALS_s).

La colonna della zona 9A ha in superficie un esiguo spessore di detrito (DT) di circa 3m sovrapposto ad un limitato spessore di argille limose (CL). Il passaggio alle argille sovraconsolidate (COS) si incontra a circa 11m di profondità.

La colonna della zona 9B ha in superficie uno strato di circa 7.0 metri di limi sabbiosi (LS) che passano alle argille limose (CL) e successivamente, alla profondità di circa 20m, al substrato argilloso (COS), che può presentare lenti granulari (GRS).

La colonna della zona 10 vede in superficie l'interposizione tra le sabbie limose superficiali (SC) ed uno strato di argille sabbiose (AS) di spessore pari a circa 25m. Il passaggio al substrato (COS) si ha a circa 30m di profondità.

La colonna della zona n.11 individuata nell'area della Casetta presenta una copertura superficiale limitata (SC) fino a 5.0m e il passaggio al substrato calcarenitico sottostante (ALS) è caratterizzato da un aumento graduale della velocità Vs con la profondità. Si possono rilevare lenti granulari (GRc) tra la copertura recente e le ALS.

La colonna della zona n.12 rappresenta l'area di transizione tra i calcari e le argille sovraconsolidate. In particolare è caratterizzata da uno spessore superficiale di sabbie limose (SC) di 15m che sovrastano litotipi a composizione eterogenea (COS e ALS) con passaggi sia laterali che verticali.

7.3– Zone suscettibili di instabilità

AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

La carta QG07 riporta la caratterizzazione di frequenza di sito secondo la legenda degli studi già redatti a supporto del Regolamento Urbanistico di Bibbona.

Le misure di frequenza sono state rappresentate con una scala cromatica in funzione della frequenza di risonanza di sito (f_0) e con una scala dimensionale del simbolo funzione dell'ampiezza del picco (A_0). Picchi con ampiezza inferiore a 2 sono stati considerati poco significativi per il presente studio.

Grazie alla mappatura delle frequenze di sito è stato possibile perimetrare alcune aree potenzialmente suscettibili di amplificazione stratigrafica. In particolare è stata individuata l'intera area dell'abitato di Bibbona e parte del territorio agricolo immediatamente a nord che presenta picchi significativi nell'intervallo di frequenza compreso tra 2,5 e 10Hz.

Tale area è caratterizzata in prevalenza dalla microzona 3A ed in minor misura dalle microzone 1B e 3C.

E' verosimile che i picchi di amplificazione siano imputabili alla presenza delle Sabbie ed Argille ad Arctica islandica (SC nella carta litotecnica), che possono essere di consistenza sensibilmente differente rispetto ai terreni sovrastanti e sottostanti.

Lo stesso contesto litotecnico è stato individuato anche a sud di Bibbona, in località Cascina- Aioncino, dove, sebbene non si abbiano misure di microtremore, è stata segnalata la medesima possibilità di amplificazione stratigrafica.

Altra area potenzialmente soggetta ad amplificazione è stata individuata lungo la linea di costa, dove le tomografie individuano picchi importanti a frequenza generalmente comprese tra 1 e 2,5Hz.

CEDIMENTI DIFFERENZIALI

In questa classe è stata inserita, la fascia di contatto tra le argille azzurre (COS) e le formazioni geologiche soprastanti. Stesso criterio è stato applicato alla microzona 12, in corrispondenza del versante sud di Casale Marittimo.

LIQUEFAZIONE

La fascia di terreni che va dalla linea di costa a poco oltre la via Aurelia, comprendente gli abitati di La California e Marina di Bibbona è stata individuata a possibile liquefazione in occasione di eventi sismici, per la presenza di strati o lenti di sabbie sature.

I terreni sabbiosi sciolti saturi della fascia litorale sono stati campiti con un apposito retino ritenendoli particolarmente sensibili ai fenomeni di liquefazione.

INSTABILITA' DI VERSANTE

In questa classe sono stati inseriti gli areali coinvolti da fenomeni di dissesto sia attivi che quiescenti, individuati con differente retino.

8- CARTA DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA - TAVOLA QG08

Entrambi i comuni avevano già una carta di pericolosità geologica redatta ai sensi del D.P.G.R. 53/r, verificata anche ai sensi del PAI.

Al fine di rendere coerenti i due elaborati, in questa sede è stato necessario rivedere alcune classificazioni attribuite alle zone di fondovalle per renderle maggiormente coerenti con quanto disposto dal D.P.G.R. 53/r , e modificare alcuni contatti al bordo dei due comuni in modo da dare conferire continuità alla cartografia.

Nel rispetto del D.P.G.R. 53/R il territorio comunale è stato suddiviso in 4 classi di pericolosità geologica G1, G2, G3 e G4.

Pericolosità geologica bassa (G.1): aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi. In questa classe ricadono i depositi alluvionali attuali, recenti e terrazzati, lontani da forme di dissesto e, nel territorio comunale di Bibbona, una porzione della formazione delle argille azzurre, affiorante su pendenze molto basse. Ricadono inoltre in questa classe aree ubicate su alti morfologici pianeggianti, con sottosuolo costituito da terreni incompressibili ad elevata resistenza.

Pericolosità geologica media (G.2): aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

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 caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici.

In questa classe sono stati inseriti anche i depositi eolici, i depositi di spiaggia e i depositi palustri del territorio comunale di Bibbona in quanto il loro scarso addensamento può costituire elemento di attenzione per l'integrità delle strutture. In cartografia queste aree sono state evidenziate con apposito retino identificato con "terreni suscettibili di cedimenti differenziali".

Dalla verifica dei dati interferometrici satellitari messi a disposizione dalla Regione Toscana non si ravvisano invece problematiche connesse a fenomeni di subsidenza.

Pericolosità geologica molto elevata (G.4): aree in cui sono presenti fenomeni geomorfologici attivi e relative aree di influenza.

La classe G4 è stata suddivisa in due campiture per distinguere la zona a pericolosità geologica molto elevata per erosione costiera, da quella a pericolosità per fenomeni di versante.

Nelle carta di pericolosità Geologica, sono state riportate anche le perimetrazioni della pericolosità geologica ai sensi del PAI elaborate recentemente a supporto dei precedenti atti di pianificazione e validate dall'Autorità di Bacino del PAI Toscana Costa per il comune di Bibbona e dall'Autorità distrettuale dell'Appennino Settentrionale per il Comune di Casale Marittimo.

Le perimetrazioni definite per il Comune di Bibbona dallo studio D.R.E.Am. relativamente alla classificazione delle aree a Pericolosità da frana molto elevata (PFME) ed elevata (PFE) sono state regolarmente recepite nelle cartografie del PAI Toscana Costa, dopo aver conseguito il parere favorevole del Genio Civile (esito positivo del controllo a cura del Genio Civile Prot 10561_2016).

Per quanto riguarda il territorio comunale di Casale Marittimo l'iter di adeguamento si è da poco concluso e l'Ufficio Tecnico Comunale ha inviato in data 12/11/2019 all'Autorità Distrettuale dell'Appennino Settentrionale le perimetrazioni della pericolosità geomorfologica condivise tra i tecnici.

9- CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE - TAVOLA QG09

La carta di pericolosità sismica locale è stata realizzata a partire dalla carta MOPS (QG07) sulla base delle direttive di cui al D.P.G.R. 53/R/2011.

Detta normativa definisce le classi di pericolosità sismica locale come segue:

S.1 - Pericolosità sismica locale bassa. Zone stabili caratterizzate dalla presenza di litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata e dove non si ritengono probabili fenomeni di amplificazione o instabilità indotta dalla sollecitazione sismica.

S.2 - Pericolosità sismica locale media. Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (che non rientrano tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3).

S.3 - Pericolosità sismica locale elevata. Zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; terreni suscettibili di liquefazione dinamica (per tutti i comuni tranne quelli classificati in zona sismica 2); zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri.

S.4 - Pericolosità sismica locale molto elevata. Zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; terreni suscettibili di liquefazione dinamica in comuni classificati in zona sismica 2.

10– CARTA DEI BATTENTI IDRAULICI - TAVOLA QG10

La carta dei battenti idraulici assemblea le informazioni degli studi idraulici a disposizione relativamente ai tiranti idrici attesi in concomitanza con eventi alluvionali aventi tempo di ricorrenza pari a 200 anni pericolosità da alluvione media P 2 del PGRA, Pericolosità idraulica molto elevata (I4) del D.P.G.R. 53/r e Pericolosità per alluvioni frequenti della L.R. 41/2018.

La carta riporta i battenti idraulici attesi per il solo comune di Bibbona, mentre per il comune di Casale Marittimo si rimanda agli studi idraulici condotti dall'Ing. Silvio Damiano a supporto del Piano operativo Comunale.

Per il territorio di Bibbona i battenti sono stati graduati secondo 7 classi:

0-0,30 m / 0,30-0,50m / 0,50-0,70m / 0,70-1,00m / 1,00 / 1,20m / 1,20-1,50m / >1,50m.

Alla luce della L.R 41/2018, risulta di primaria importanza l'informazione del battente idraulico per tutte le zone individuate fragili per episodi di esondazione, poiché rappresenta, insieme al parametro della velocità delle acque di esondazione, il valore determinante per definire la magnitudo idraulica. A sua volta la magnitudo idraulica determina, a parità di tempo di ricorrenza dell'episodio alluvionale, la tipologia di intervento da realizzare per la messa in sicurezza di quanto in progetto.

Dal raffronto tra la carta dei battenti, e la carta di pericolosità idraulica, emerge che non tutte le aree indagate dagli studi idraulici, e classificate fragili per episodi di esondazione con tempo di ricorrenza fino a 200 anni (classe I4 ed I3 da strumenti sovraordinati e da studio idraulico non recepito nel PGRA, di cui alla Tav. Qg12A pericolosità idraulica) hanno la definizione del battente idrico atteso.

In ogni caso, Considerato che queste aree sono collocate al di fuori del territorio urbanizzato, è necessario subordinare gli interventi in tale aree alle disposizioni previste all'art. 18, comma 2, della LR 41/2018.

Nella carta di pericolosità idraulica è inoltre definita una ulteriore classe I3, per criteri morfologici, per la quale non sono definiti i battenti. In queste aree, vale quanto dettato dall'Art. 18 comma 2 della L.R. 41/2018 che riportiamo di seguito..

Nelle more dell'adeguamento degli strumenti di pianificazione territoriale o urbanistica comunali alle mappe di pericolosità e rischio di alluvione di cui al d.lgs. 49/2010, si assume come battente di riferimento, qualora non determinato:

- a) il battente corrispondente alla quota in alveo della superficie dell'acqua dell'evento alluvionale poco frequente, valutata rispetto al livello del mare;
- b) nei casi in cui non sia determinabile la quota in alveo della superficie dell'acqua dell'evento alluvionale poco frequente, il battente pari a 2 metri.

Per queste zone è possibile quindi eseguire specifici studi idraulici per un adeguato tratto del corso d'acqua che determina le condizioni di fragilità e determinare il battente idraulico di riferimento.

11- CARTA DELLA MAGNITUDO IDRAULICA NELLE AREE ANALIZZATE DA STUDI IDRAULICI TAVOLA QG11

La L.R. 41/2018 ha introdotto il concetto della magnitudo idraulica, ritenendo necessario differenziare le opere la gestione del rischio di alluvioni poco frequenti ($Tr=200$ anni) in funzione dell'intensità del fenomeno idraulico valutato tramite il battente atteso e la velocità della corrente. La combinazione di questi due parametri dà luogo a tre classi di magnitudo, moderata, severa e molto severa.

Gli studi idraulici condotti a supporto del PO del comune di Casale Marittimo, riportano la cartografia della magnitudo idraulica (TAV IDR03 giugno 2022, magnitudo Tamburello e TAV IDR06 luglio 2022, magnitudo Casetta) essendo stati redatti dopo l'entrata in vigore della L.R. 41/2018. In questa zona la magnitudo è stata definita dall'incrocio tra i battenti e le velocità secondo la seguente tabella:

Comune di Casale Marittimo	Definiti sia i battenti che le velocità
magnitudo idraulica moderata	Battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità inferiore o uguale a 1 metro per secondo (m/s)
magnitudo idraulica severa	Battente inferiore o uguale a 0,5 metri e velocità superiore a 1 m/s) oppure battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità inferiore o uguale a 1 m/s
magnitudo idraulica molto severa	Battente superiore a 0,5 metri e inferiore o uguale a 1 metro e velocità superiore a 1 m/s oppure battente superiore a 1 metro

Per il territorio comunale di Bibbona, gli studi sono stati commissionati prima dell'entrata in vigore della L.R. 41/218. Di conseguenza sono stati definiti solo i battenti attesi.

In questa zona la magnitudo è stata definita come segue:

Comune di Bibbona	Definiti solo i battenti
magnitudo idraulica moderata	battente uguale o inferiore a 0,3 metri
magnitudo idraulica severa	battente superiore a 0,3 metri e inferiore o uguale a 0,5 metri
magnitudo idraulica molto severa	battente superiore a 0,5 metri

12– CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA TAVOLA QG12

Entrambi i comuni hanno commissionato studi idraulici a supporto dei recenti atti di pianificazione.

In particolare nel 2018 il comune di Casale ha commissionato gli studi idraulici in prossimità di alcune aree di nuova previsione del Piano Operativo. Gli studi hanno indagato alcuni tratti dei seguenti corsi d'acqua:

- Botro della Valle in prossimità del campo per il gioco del “tamburello”;
- Botro della Valle in prossimità del bivio che porta al centro dell'abitato di Casale Marittimo tra Via della Madonna e la S.P. dei Tre Comuni (n.28).
- Fosso dei Parmigiani nel suo tratto iniziale in loc. Casetta.

Gli studi sono stati eseguiti in conformità alla L.R. 41/2018, producendo anche le cartografie relative ai battenti, alle velocità ed alla magnitudo idraulica.

Il comune di Bibbona nel 2016 ha commissionato Studi idraulici a supporto della Variante quinquennale al Regolamento Urbanistico.

Gli studi hanno approfondito le fragilità idrauliche delle seguenti zone: Area Golf, Marina di Bibbona, La California, Area Fosso delle Basse, indagando i seguenti corsi d'acqua:

- Fosso delle Tane
- Fosso della Madonna,
- Fosso degli Alberelli,
- Fosso delle Acque basse,
- Fosso Trogoli,
- Fossi dei Sorbizzi
- Fossi della Camilla,
- Fosso Livrone,
- Fosso dei Poggiali.

Gli studi eseguiti presso il previsto campo da golf, una delle principali previsioni urbanistiche, hanno integrato quelli redatti nel novembre 2015 a supporto degli elaborati relativi alla variante denominata “Approvazione parziale del Terzo Regolamento Urbanistico relativa alla Scheda Norma 1 – UTOE 1B2 “Campo alla Sainella”.

Per la zona di Bibbona, gli studi sono antecedenti all'entrata in vigore della LR 41/2018, per cui sono stati definiti i battenti all'interno degli ambii di studio, ma non sono state definite né le velocità, né la magnitudo idraulica.

Per il dettaglio degli studi idraulici si rimanda ai rispettivi atti di pianificazione a supporto dei quali sono stati redatti.

A conclusione degli studi idraulici entrambi i comuni hanno provveduto a richiedere l'adeguamento delle cartografie al PGRA.

Nelle aree esterne agli studi idraulici, i redattori dei precedenti strumenti urbanistici hanno definito la pericolosità idraulica ai sensi del D.P.G.R. 53/r, basandosi su criteri morfologici.

A partire dal quadro conoscitivo sopra descritto, abbiamo provveduto ad unire le carte di pericolosità dei due comuni integrando e modificando solo le perimetrazioni derivate dal criterio morfologico, in modo da conferire uniformità lungo la zona di giunzione dei due comuni, correggere alcune incongruità morfologiche e inserire alcune aree ignorate in precedenza.

Le perimetrazioni derivate dagli studi idraulici, non sono state in alcun modo modificate.

Riassumendo:

nelle zone coperte da verifiche idrologico-idrauliche la pericolosità idraulica ai sensi del D.P.G.R. 53/R e della LR 41/2018 è stata così classificata:

Scenario per Alluvioni frequenti

I.4 - Pericolosità idraulica molto elevata: aree suscettibili da allagamenti per eventi con $Tr < 30$ anni;

Scenario per Alluvioni poco frequenti

I.3 - Pericolosità idraulica elevata: aree fragili per eventi di esondazione compresi tra $30 < Tr < 200$ anni.

I.2 - Pericolosità idraulica media: aree della pianura alluvionale fragili per episodi di esondazione con $200 < Tr < 500$ anni.

Esternamente alle aree coperte da studi idraulici, la pericolosità è stata valutata secondo i seguenti criteri morfologici:

Scenario per Alluvioni frequenti

I.4 - Pericolosità idraulica molto elevata: le aree di fondovalle non protette da opere idrauliche per le quali ricorrono contestualmente le seguenti condizioni:

- a) vi sono notizie storiche di inondazioni
- b) sono morfologicamente in situazione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Scenario per Alluvioni frequenti

I.3 - Pericolosità idraulica elevata: le aree di fondovalle per le quali ricorre almeno una delle seguenti condizioni:

- a) vi sono notizie storiche di inondazioni

b) sono morfologicamente in condizione sfavorevole di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a metri 2 sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

In questa classe sono stati inseriti anche gli alvei dei corsi d'acqua minori e di quelli che scorrono lungo versanti incassati.

I.2 - Pericolosità idraulica media: le aree di fondovalle per le quali ricorrono le seguenti condizioni:

- a) non vi sono notizie storiche di 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.

I.1 - Pericolosità idraulica bassa: aree collinari o 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.

La tabella seguente correla le varie dizioni delle normative rispetto ai tempi di ritorno dell'episodio alluvionale di riferimento.

Tempo di ritorno dell'episodio alluvionale	PGRA	DPGR 53/R/2011	L.R. 41/2018
superiore a 500 anni	<i>pericolosità da alluvione bassa (P1)</i>	Pericolosità idraulica bassa (I1)	
maggiore di 200 anni e minore/uguale a 500 anni		Pericolosità idraulica media (I2)	
maggiore di 30 anni e minore/uguale a 200 anni	<i>pericolosità da alluvione media (P 2)</i>	Pericolosità idraulica elevata (I3)	Pericolosità per alluvioni poco frequenti
minore/uguale a 30 anni	<i>pericolosità da alluvione elevata (P3)</i>	Pericolosità idraulica molto elevata (I4)	Pericolosità per alluvioni frequenti

12.1 – Misure di protezione del PGRA

Nel PGRA, con la dizione misure di protezione, vengono individuati interventi a carattere prevalentemente strutturale per la riduzione del rischio idraulico. In questa categoria sono ricomprese le aree ritenute importanti per interventi di prevenzione dal rischio di alluvioni.

Il PAI del Bacino Toscana Costa, aveva già definito planimetricamente alcune aree denominate A.S.I.P. (Aree Strategiche per Interventi di Prevenzione).

Nel territorio comunale di Bibbona, lungo il Fosso Sorbizzi era stata individuata una ASIP, immediatamente a monte dell'attraversamento della Superstrada e della Stazione di Bolgheri.

Purtroppo, nel trasferimento dei dati dal PAI Toscana Costa al PGRA, le perimetrazioni delle ASIP non sono state considerate.

Tuttavia, essendo già intenzione del PGRA correggere tale evidente errore cartografico, abbiamo ritenuto di inserire comunque l'ASIP ubicata all'interno del territorio comunale di Bibbona, correggendo la perimetrazione in minima parte lungo i suoi bordi, in modo da renderla coerente con la morfologia dei luoghi e con la cartografia catastale.

12.2 – Casse di espansione esistenti

Nel territorio comunale di Bibbona, sono stati realizzati alcuni interventi di sistemazione idraulica. Oltre ad interventi di risagomatura d'alveo sono state realizzate tre casse di espansione. Di seguito riportiamo un estratto della relazione idraulica redatta dall'Ing. Chiavaccini con la descrizione delle opere esistenti.:

Cassa sul fosso delle Tane (Figura 1): è ubicata poco a monte della strada del Paratino ed ha una capacità di circa 90.000 mc., ottenuti a seguito degli interventi di approfondimento eseguiti nel 2006/2007.

Nelle condizioni di progetto la cassa consente di laminare la portata duecentennale dal valore di 53 mc/s a quello di 36 mc/s; tale modifica nel progetto consente al corso d'acqua di essere in sicurezza fino al ponte sulla ferrovia (in località La California) per portate entro $T_r=200$ anni.



Figura 1 Cassa di espansione sul F. Tane

Cassa sul fosso della Madonna (Figura 2): è ubicata poco a monte della strada dei Poggiali in Loc. Calcinaiola; ha una capacità stimata di circa 100000 mc; la riduzione di portata ottenibile per la $T_r=200$ anni di progetto è di 18 mc/s (con una attenuazione a circa 66.5 mc/s), valore che non consente di ottenere la sicurezza idraulica dei tratti a valle che presentano capacità di deflusso di 40 mc/s.



Figura 2 Cassa di espansione sul Fosso Madonna

Cassa sul fosso dei Sorbizzi (Figura 3): è ubicata poco a monte della via Campigliese; ha una capacità stimata di circa 50.000 mc. La cassa è caratterizzata da una soglia di sfioro elevata cui è imputabile la scarsa capacità di laminazione della portata.



Figura 3 Cassa di espansione sul Fosso dei Sorbizzi

13– CARTA DELLA VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA - TAVOLA QG13

La metodologia applicata per la redazione della carta di vulnerabilità idrogeologica prende spunto da quella adottata per la redazione della stessa carta elaborata all'interno delle indagini geologiche di supporto al POC del comune di Casale.

La classificazione è stata leggermente modificata ed integrata al fine di ricomprendere anche la casistica tipologica del territorio comunale di Bibbona.

In particolare il territorio di studio è stato suddiviso in 5 classi:

Classe 1 – Vulnerabilità irrilevante: riguarda le aree costituite da sedimenti argillosi impermeabili (classe idrogeologica I - $p < 10^{-9}$ m/sec), praticamente privi di circolazione idrica sotterranea, per cui gli eventuali inquinanti raggiungono direttamente le vicine acque superficiali o ristagnano sul terreno.

Classe 2 – Vulnerabilità bassa: riguarda le aree in cui la risorsa idrica non è stata considerata vulnerabile. Ricomprende le zone in cui affiorano i litotipi appartenenti alle classi idrogeologiche P3 ed M3, ed alle classi P2 ed M2 (intervallo di permeabilità $10^{-8} < p < 10^{-6}$ m/sec) con pendenza $> 25\%$..

- Classe 3 – Vulnerabilità media:

- Sottoclasse 3a: Corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica presenta un certo grado di protezione, insufficiente tuttavia a garantirne la salvaguardia. Tale classe è stata assegnata alle aree con pendenze $< 25\%$ nelle quali affiorano litotipi a permeabilità mediocre (classi idrogeologiche P2 ed M2) ed ai litotipi appartenenti alla classe M1 (intervallo di permeabilità $10^{-6} < p < 10^{-3}$ m/sec) caratterizzati da acclività $> 25\%$.

Questa classe è stata inoltre attribuita a tutti i depositi alluvionali terrazzati sensibilmente più alti in quota rispetto ai depositi alluvionali attuali, ai depositi continentali VI La “Conglomerati di Bolgheri”, alle coltri detritiche ed alle aree in frana.

- Sottoclasse 3b: corrisponde a situazioni in cui la risorsa idrica presenta un grado di protezione mediocre. Tale classe è stata assegnata alle aree con pendenza $< 25\%$ nelle quali affiorano litotipi semicoerenti a permeabilità buona (classe idrogeologica M1). E' stata inoltre attribuita a tutti i depositi alluvionali attuali e recenti, ed a quelli terrazzati prossimi in quota ai depositi alluvionali attuali.

Classe 4 – Vulnerabilità elevata: riguarda le aree in cui la risorsa idrica è esposta, cioè in cui si possono ipotizzare tempi estremamente bassi di penetrazione e di propagazione in falda di eventuali inquinanti. In essa ricadono i depositi a permeabilità primaria buona (classe idrogeologica P1– intervallo di permeabilità $10^{-6} < p < 10^{-3}$ m/sec) rappresentati dai Depositi eolici, dai depositi di spiaggia e dai depositi lacustri. Questi litotipi sono tutti ricompresi nel territorio comunale di Bibbona, nella fascia di territorio compresa tra la linea di spiaggia ed i depositi alluvionali attuali. In questa classe sono ricompresi anche gli alvei di tutti i corsi d'acqua.

14- CONDIZIONI ALLA TRASFORMAZIONE

Il presente studio aggiorna il quadro conoscitivo degli strumenti urbanistici già vigenti per i Comuni di Bibbona e Casale Marittimo, dalle carte di base (carta geologica, geomorfologica, idrogeologica, litotecnica e dei dati di base, etc) a quelle di sintesi delle pericolosità (geologica, sismica ed idraulica) e della Vulnerabilità idrogeologica.

Per quanto riguarda le condizioni alla trasformazione del territorio restano valide le indicazioni di fattibilità definite all'interno degli strumenti urbanistici dei due Comuni (il PO del Comune di Casale Marittimo e la Variante al Regolamento Urbanistico del Comune di Bibbona) e rappresentate sia nelle Carte di Fattibilità che nelle schede monografiche.

Nel merito si fa un'unica precisazione: nelle zone a pericolosità idraulica elevata (Classe I3) e molto elevata (Classe I4), oltre alle indicazioni di fattibilità suddette deve essere verificato il rispetto della L.R. 24/07/2018 n° 41, (disposizioni in materia di gestione del rischio di alluvioni e potenziamento della tutela dei corsi d'acqua).

Ponsacco, dicembre 2023

Per GEOPROGETTI Studio
Associato
Geol. Emilio Pistilli