

Comune di Massa (MS)

Piano degli Arenili e dei Viali a Mare

Piano attuativo ai sensi dell'art. 86 del R.U.



Progettisti

RTP Nardini Piccinini et al.

Dott. Arch. Fabio Nardini - Capogruppo

Dott. Geol. Andrea Piccinini

Dott. Agr. Francesco Pitta

Collaboratori

Simona Piccinini, PhD

Dott. Arch. Pierpaolo Baldini

Dott.ssa Pian. Ter. Veronica Fontanini

Supporto al procedimento di VAS

RTP Nardini Piccinini et al.

Dott. Arch. Fabio Nardini - Capogruppo

Dott.ssa Biol. Antonella Grazzini (coll.)

Dott. Geol. Paolo Nicoletti (coll.)

Responsabile del Procedimento

Dott. Arch. Lorenzo Tonarelli

Dirigente Settore Lavori pubblici, Assetto del territorio e Protezione civile

Dott. Arch. Fabrizio Boni

Garante dell'informazione e della partecipazione

Dott.ssa Daniela Lori

Relazione tecnica sulla fattibilità geologica, idraulica e sismica

Settembre 2024

INDICE

1.	INTRODUZIONE	2
2.	VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA, IDRAULICA E SISMICA.....	3
3.	DEFINIZIONE DELLA FATTIBILITA' IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOLOGICI, IDRAULICI E SISMICI.....	5
3.1.	Fattibilità introdotte nel PAAV: F3c per alluvioni costiere e F3s per aspetti sismici	7
4.	MODALITA' DI ATTRIBUZIONE DELLE CLASSI DI FATTIBILITA' ALLE PREVISIONI URBANISTICO EDILIZIE E AMMISSIBILITA' DEGLI INTERVENTI	8
4.1.	Scheda norma della Fattibilità dello specifico intervento	8
4.2.	Attribuzione della classe di Fattibilità attraverso Matrice	8
5.	ELABORATI CARTOGRAFICI DI SUPPORTO AL PAAV	9
5.1.	Carte delle pericolosità geologica, idraulica e da alluvione costiera e sismica	10
5.2.	Carta della morfodinamica costiera.....	10
5.3.	Carte della Vulnerabilità dell'acquifero e problematiche connesse alla risorsa idrica.....	11

1. INTRODUZIONE

Nel disciplinare l'attività urbanistica ed edilizia della fascia litoranea del Comune di Massa, il PAAV definisce le condizioni per la gestione degli insediamenti esistenti e per le trasformazioni degli assetti insediativi, infrastrutturali ed edilizi, in coerenza con il quadro conoscitivo del RU e con i contenuti statuari e strategici del Piano Strutturale.

La trasformabilità del territorio è legata alle situazioni di pericolosità e di criticità rispetto agli specifici fenomeni che le generano ed è connessa ai possibili effetti (immediati e permanenti) che possono essere indotti dall'attuazione degli interventi previsti dal PAAV.

Le condizioni di attuazione sono riferite alla Fattibilità delle trasformazioni e delle funzioni territoriali ammesse, fattibilità che fornisce indicazioni in merito alle limitazioni delle destinazioni d'uso del territorio in funzione delle situazioni di pericolosità riscontrate e del rischio atteso, nonché in merito agli studi e alle indagini da effettuare a livello di Progetto Unitario Convenzionato e/o intervento edilizio diretto.

Le carte di pericolosità geologica, idraulica e sismica del PS vigente, oltre allo studio di Microzonazione Sismica di II° livello, costituiscono il riferimento prioritario per la corretta modalità di attuazione degli interventi ammessi e previsti dal PAAV.

Secondo quanto indicato dalla normativa suddetta, il PAAV definisce le condizioni per la gestione degli insediamenti esistenti e per le trasformazioni degli assetti insediativi, infrastrutturali ed edilizi, in coerenza con le situazioni di pericolosità e le criticità messe in evidenza a livello di Piano Strutturale e/o PGRA.

Lo studio di Fattibilità geologica, idraulica e sismica (contenuto negli Elaborati degli studi geologici, idraulici e sismici del PAAV) si compone dei seguenti elaborati:

- a) Relazione tecnica sulla Fattibilità geologica, idraulica e sismica (questa relazione);
- b) Norme Tecnico Geologiche e Fattibilità degli interventi secondo la disciplina prevista dal Titolo VII delle N.T.A. del PAAV;
- c) Condizioni e prescrizioni per le realizzazioni contenute nell'Allegato 2 delle N.T.A. "Schede Norma Aree di Trasformazione".

Le indagini di fattibilità idraulica, geomorfologica e sismica, redatte ai sensi dell'art. 104 della L.R. 65/2014, in applicazione delle disposizioni del regolamento di cui al DPGR 5R/2020, hanno richiesto l'elaborazione dei seguenti elaborati cartografici necessari per valutare le previsioni urbanistiche di progetto in funzione della loro esposizione a fattori di rischio geologico, idraulico e sismico:

Tavola QG.1.1 Geologia e geomorfologia costiera - Tratti costieri 1-2 (scala 1:3.000);

Tavola QG.1.2 Geologia e geomorfologia costiera - Tratti costieri 3-4-5 (scala 1:3.000);

Tavola QG.1.3 Geologia e geomorfologia costiera - Tratti costieri 6-7 (scala 1:3.000);

Tavola QG.2 Morfodinamica costiera (scala 1:6.000);

Tavola QG.3.1 Vulnerabilità dell'acquifero e problematiche connesse alla risorsa idrica - Tratto di costa a ponente del Fiume Frigido (scala 1:4.000);

Tavola QG.3.2 Vulnerabilità dell'acquifero e problematiche connesse alla risorsa idrica - Tratto di costa a levante del Fiume Frigido (scala 1:4.000);

Tavola QG.4.1 Pericolosità geologica - Tratti costieri 1-2 (scala 1:3.000);

Tavola QG.4.2 Pericolosità geologica - Tratti costieri 3-4-5 (scala 1:3.000);

Tavola QG.4.3 Pericolosità geologica - Tratti costieri 6-7 (scala 1:3.000);

Tavola QG.5.1 Pericolosità idraulica e da alluvione costiera - Tratti costieri 1-2 (scala 1:3.000);

Tavola QG.5.2 Pericolosità idraulica e da alluvione costiera - Tratti costieri 3-4-5 (scala 1:3.000);

Tavola QG.5.3 Pericolosità idraulica e da alluvione costiera - Tratti costieri 6-7 (scala 1:3.000);

Tavola QG.6.1 Pericolosità sismica - Tratti costieri 1-2 (scala 1:3.000);

Tavola QG.6.2 Pericolosità sismica - Tratti costieri 3-4-5 (scala 1:3.000);

Tavola QG.6.3 Pericolosità sismica - Tratti costieri 6-7 (scala 1:3.000).

2. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' GEOLOGICA, IDRAULICA E SISMICA

Le attribuzioni delle classi di Fattibilità derivano dalla sovrapposizione delle carte delle pericolosità con le destinazioni d'uso previste dal nuovo Strumento Urbanistico.

Per l'assegnazione della Fattibilità occorre inoltre tenere conto delle eventuali situazioni, non ricomprese nelle carte della pericolosità di cui sopra, connesse a problematiche idrogeologiche, criticità ambientali o più in generale ad elementi di tipo geomorfologico di interesse ambientale che possono interferire con l'attuazione delle previsioni urbanistico edilizie.

Di seguito si riportano gli elaborati costitutivi della componente geologica, idrogeologica, idraulica e sismica (vedi art. 32 delle N.T.A. del PAAV) ritenuti più significativi per assegnare la Fattibilità delle previsioni e degli interventi ammessi dal PAAV che individuano le problematiche fisiche del territorio rispetto alle quali ciascun intervento sia sul patrimonio esistente che di nuova previsione dovrà conformarsi garantendo condizioni di stabilità e funzionalità nel tempo, senza creare condizioni di aggravio della pericolosità nelle aree limitrofe e/o sulle strutture esistenti.

Come visibile dall'elenco sotto riportato, oltre alle cartografie derivate dal PS vigente, per quanto riguarda la Pericolosità idraulica, nell'ambito della redazione del PAAV, è stata redatta una cartografia unica della pericolosità idraulica integrando la pericolosità derivante dagli studi idrologici idraulici preesistenti (variante PS 2015) con le aree esondabili provenienti dagli studi di PGRA con particolare riferimento al tema delle alluvioni costiere.

Le aree interessate da alluvioni costiere sono contraddistinte da una potenziale instabilità dovuta a fenomeni erosivi marini, per ingressione delle acque marine, connessi all'evoluzione della linea di riva. Tali aree presentano una pericolosità P3 per alluvioni costiere ($Tr \leq 50$ anni) e una pericolosità geologica medio elevata per fenomeni erosivi (G.3e). La perimetrazione delle aree P3 coincide con quella delle aree G.3e.

La perimetrazione delle aree a pericolosità da alluvione costiera denominate con la sigla P3 nelle tavole della Pericolosità idraulica e da alluvione costiera (Tavole QG.5) e con la sigla G.3e nelle tavole della Pericolosità geologica (Tavole QG.4) è stata definita dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale sulla base di elaborazioni modellistiche che, tenendo conto dell'attuale andamento della linea di riva e delle statistiche del clima meteomarinario, stimano gli effetti indotti dall'innalzamento dell'onda per vari scenari. All'interno delle aree a pericolosità da alluvione costiera, la Fattibilità geologica e quella da alluvione costiera, è disciplinata ai sensi dell'art. 39 delle N.T.A. del PAAV.

Lo scenario da alluvione costiera rappresentato nelle tavole di cui sopra, elaborato e di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, risulta in gran parte superato dagli effetti dell'alluvione costiera verificatasi in occasione delle mareggiate del novembre/dicembre 2023 con particolare riferimento a quella del 03/11/2023 che per periodo ed altezza d'onda rappresenta una delle mareggiate più devastanti abbattutesi sulla costa massese negli ultimi decenni.

Per la descrizione dell'evento si rimanda alla Relazione generale dove sono contenute mappe che illustrano l'estensione dell'alluvione costiera raggiunta nelle località Ronchi e c/o il Fosso

Poveromo, località per le quali sono documentabili gli effetti dell'inondazione per tratti omogenei significativi.

Per quanto riguarda i battenti idraulici fluviali e relative velocità di esondazione necessari anche per determinare la magnitudo idraulica, il PAAV rimanda agli studi idraulici di corredo al PS vigente.

Gli elaborati di riferimento per la fattibilità delle previsioni e degli interventi ammessi dal PAAV sono pertanto i seguenti così come disciplinato dall'art. 32 delle N.T.A.:

- a) Geologia e geomorfologia costiera - Tavole QG.1 (scala 1:3.000);
- b) Morfodinamica costiera - Tavole QG.2 (scala 1:6.000);
- c) Vulnerabilità dell'acquifero e problematiche connesse alla risorsa idrica - Tavole QG.3 (scala 1:4.000);
- d) Pericolosità geologica - Tavole QG.4 (scala 1:3.000);
- e) Pericolosità idraulica e da alluvione costiera - Tavole QG.5 (scala 1:3.000);
- f) Pericolosità sismica - Tavole QG.6 (scala 1:3.000);
- g) Elaborati grafici e Relazione tecnica dello Studio di Pericolosità idraulica del Comune di Massa (DCC n° 34 del 12/05/2015 pubblicato sul Burt n°22 del 03/06/2015);
- h) Studi di microzonazione sismica di primo e secondo livello (MS1 e MS2) consultabili sul sito della Regione Toscana www.regione.toscana.it/-/risultati-delle-indagini-nella-provincia-di-massa-carrara.

3. DEFINIZIONE DELLA FATTIBILITÀ IN RELAZIONE AGLI ASPETTI GEOLOGICI, IDRAULICI E SISMICI

Ricostruito e aggiornato lo scenario di pericolosità della fascia litoranea del Comune di Massa, per tutte le aree nelle quali sono previste trasformazioni e/o modifiche significative dell'uso del suolo si sono verificati i possibili effetti dei nuovi interventi proposti dal PAAV in relazione sia alla tipologia che al dimensionamento degli stessi sia alle diverse condizioni di pericolosità geologica, idraulica e sismica del contesto locale in cui si inseriscono.

Di fatto le condizioni per la Fattibilità degli interventi ammessi dal PAAV sono state valutate ricorrendo alle condizioni di seguito riportate:

Fattibilità senza particolari limitazioni (F1): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia;

Fattibilità con normali vincoli (F2): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia;

Fattibilità condizionata (F3): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi;

Fattibilità limitata (F4): si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali la cui attuazione è subordinata alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza che vanno individuati e definiti in sede di redazione del medesimo regolamento urbanistico, sulla base di studi, dati da attività di monitoraggio e verifiche atte a determinare gli elementi di base utili per la predisposizione della relativa progettazione.

E' stato ritenuto opportuno distinguere la Fattibilità in funzione delle situazioni di pericolosità riscontrate per i diversi fattori: geologici (geologici s.s., geomorfologici e/o di dinamica costiera), idraulici e sismici, ai fini di una più agevole e precisa definizione delle condizioni di attuazione delle previsioni, delle indagini di approfondimento da effettuare a livello edilizio.

La valutazione della Fattibilità di un intervento si ottiene, in linea generale, dalla sovrapposizione della pericolosità dell'area con la tipologia di intervento in previsione.

Al fine di giungere più facilmente alla sintesi delle problematiche legate ad ogni previsione urbanistica, nel presente studio, per ciascun intervento definito da specifica scheda urbanistica (vedi Allegato 2 delle N.T.A. "Schede Norma Aree di Trasformazione) sono state definite le condizioni e le prescrizioni per le realizzazioni sulla base delle direttive contenute nel Titolo VII delle N.T.A. del PAAV ("*Norme Tecnico Geologiche e Fattibilità degli interventi*") oltre che delle NTG del RU.

Così come specificato al comma 2 dell'art. 31 delle N.T.A. del PAAV, le norme tecnico geologiche del Titolo VII integrano le NTG del RU per alcuni temi specifici caratteristici delle aree interne al perimetro del PAAV.

Le norme di cui sopra costituiscono il riferimento prioritario per la corretta modalità di attuazione degli interventi ammessi e previsti dal PAAV.

La documentazione geologica, idraulica, sismica ed ambientale di corredo ad ogni intervento urbanistico edilizio ammesso dal PAAV deve obbligatoriamente riportare, oltre alle classi di pericolosità contenute nel PS, le classi di Fattibilità riferite alle singole problematiche che le hanno generate, unitamente alle relative prescrizioni e condizionamenti secondo quanto disciplinato dalle NTG del RU oltre che dalle norme del Titolo VII sopra richiamate. Il geologo libero professionista incaricato di redigere la relazione geologica o altra documentazione tecnica similare, dovrà verificare ed eventualmente approfondire le pericolosità riportate nel Piano Strutturale e dovrà certificare, al termine del proprio studio e sulla base dei contenuti delle Norme prescrittive di

Fattibilità che l'intervento previsto risulta ammissibile con riferimento al contesto geologico in s.l. in cui si inserisce.

3.1. Fattibilità introdotte nel PAAV: F3c per alluvioni costiere e F3s per aspetti sismici

Il PAAV introduce, rispetto al RU vigente, una nuova fattibilità condizionata denominata F3c che disciplina le aree interessate da alluvioni costiere e ridefinisce la fattibilità condizionata F3s per gli aspetti sismici rendendo la norma in linea con le direttive regionali emanate con DPGR 5/R del 2020.

La Fattibilità F3c tiene conto sia degli effetti indotti dall'innalzamento dell'onda (aree P3 per alluvioni costiere) che della potenziale instabilità geologica per fenomeni erosivi indotti dall'ingressione delle acque marine (aree G.3e).

L'attuazione degli interventi sul patrimonio edilizio esistente ricadenti in aree con pericolosità P3 per alluvioni costiere ($Tr \leq 50$ anni) e con pericolosità G.3e per fenomeni erosivi risulta disciplinata dall'art. 40 delle N.T.A. del PAAV che tiene conto del principio di sostenibilità degli interventi richiamato dal § 3.4 del DPGR 5/R del 2020 ("*Criteri generali di fattibilità in relazione alle alluvioni costiere*").

Secondo la suddetta nuova disciplina, all'interno degli stabilimenti balneari e delle spiagge libere attrezzate, nella zona funzionale denominata attrezzature di Servizio (AS), l'esecuzione di interventi edilizi di *ristrutturazione edilizia ricostruttiva di tipo a* e di *sostituzione edilizia* che interessino edifici esistenti utilizzati per la permanenza del gestore sono fattibili alle seguenti condizioni:

- a) sopraelevazione del piano di calpestio ad una quota di sicurezza nei confronti dell'ingressione marina identificabile con la quota altimetrica del marciapiede lato mare del viale lungomare prospiciente all'ingresso dello stabilimento balneare incrementata con un franco di sicurezza di 20 cm;
- b) realizzazione di una struttura fondazionale di tipo prefabbricato non gettata in opera in grado di mitigare i potenziali fenomeni erosivi indotti dall'ingressione delle acque marine.

In caso di sovrapposizione con aree a pericolosità idraulica fluviale P2 e P3, la quota di sicurezza a cui attestare il piano di calpestio in caso di sopraelevazione è da intendersi quella più conservativa tra il battente idraulico medio incrementato con un franco di sicurezza di 15 cm e la quota altimetrica del marciapiede lato mare del viale lungomare prospiciente all'ingresso dello stabilimento balneare incrementata con un franco di sicurezza di 20 cm. I battenti idraulici di riferimento (con relative velocità di scorrimento), come già ricordato, sono quelli documentati nelle tavole del quadro conoscitivo idraulico del PS vigente e suoi successivi aggiornamenti. Pertanto in caso di aggiornamento del quadro conoscitivo idraulico, la norma intende recepire e riferirsi ai battenti più aggiornati disponibili.

Nelle zone funzionali, interne ad aree P3 per alluvioni costiere e G.3e per fenomeni erosivi, denominate attrezzature balneari (AB), attrezzature per il gioco e il tempo libero (AG) e nelle aree di parcheggio (AP) tutti gli interventi edilizi riguardanti i manufatti e le attrezzature esistenti e/o di progetto non sono sottoposti alle condizioni sopra richiamate purché siano realizzati con tecniche finalizzate alla facile rimozione. Tale previsione vale anche per gli interventi edilizi nella zona funzionale AS riguardanti manufatti diversi dagli edifici esistenti utilizzati per la permanenza del gestore.

La Fattibilità F3s del PAAV, disciplinata dall'art. 41 delle N.T.A., recepisce le direttive del DPGR 5/R del 2020 e si riferisce ad un quadro conoscitivo aggiornato recentemente con lo studio di microzonazione sismica di secondo livello (MS2) consultabile sul sito della Regione Toscana www.regione.toscana.it/-/risultati-delle-indagini-nella-provincia-di-massa-carrara.

4. MODALITA' DI ATTRIBUZIONE DELLE CLASSI DI FATTIBILITA' ALLE PREVISIONI URBANISTICO EDILIZIE E AMMISSIBILITA' DEGLI INTERVENTI

La Fattibilità associabile a ciascun intervento urbanistico edilizio può essere attribuita attraverso l'applicazione di due distinte modalità ben precise:

- a) Scheda norma della Fattibilità dello specifico intervento (Allegato 2 delle N.T.A. del PAAV "Schede Norma Aree di Trasformazione);
- b) Attribuzione della classe di Fattibilità attraverso Matrice.

4.1. Scheda norma della Fattibilità dello specifico intervento

Come già ricordato, per quanto attiene alla fattibilità geologica, idraulica e sismica dei nuovi interventi di trasformazione, le condizioni e le prescrizioni per le realizzazioni delle nuove previsioni sono contenute nell'Allegato 2 delle N.T.A. "Schede Norma Aree di Trasformazione".

Ciascuna scheda norma risulta corredata da una sintesi delle criticità ambientali e/o problematiche di tipo idrogeologico con la relativa specifica delle condizioni di attuazione dell'intervento di trasformazione. Tali condizioni sono funzionali ad una realizzazione sicura e compatibile degli stessi interventi.

A ciascuna classe di Fattibilità corrispondono quindi indicazioni, misure preventive di attenuazione del rischio, piani d'indagini di dettaglio da eseguire preventivamente o contestualmente all'approvazione dell'intervento edilizio di tipo diretto.

4.2. Attribuzione della classe di Fattibilità attraverso Matrice

Il PAAV si occupa anche della gestione, riqualificazione e recupero del patrimonio edilizio esistente la cui trasformazione è resa possibile attraverso la realizzazione di una serie di interventi

edilizi di tipo diretto che le Norme tecniche di Attuazione (N.T.A.) del PAAV disciplinano in maniera puntuale.

Sul patrimonio edilizio esistente, il PAAV consente una vasta gamma di interventi di tipo urbanistico edilizio per i quali non è possibile assegnare in maniera predeterminata una data tipologia di Fattibilità.

Per le zone esterne alle aree P3 per alluvione costiera e G.3e per fenomeni erosivi marini (definite nelle tavole QG.4 e QG.5), la fattibilità degli interventi edilizi ammessi dal PAAV, che si attuano sul patrimonio edilizio esistente mediante interventi di tipo diretto, si definisce mettendo in relazione la classe di pericolosità geologica, idraulica e sismica con la tipologia degli interventi ammessi secondo le “Matrici della Fattibilità” di cui agli Allegati 1 e 2 delle Norme Tecniche geologiche (NTG) del RU. Pertanto il PAAV, per quanto riguarda gli interventi edilizi diretti sul patrimonio edilizio esistente, non definisce una sua matrice di fattibilità ma rimanda alle matrici già definite dallo strumento principale di riferimento rappresentato appunto dal RU vigente.

Nelle aree interne al PAAV, la classe di fattibilità sismica condizionata Fs3 presente nelle “Matrici della Fattibilità” di cui agli Allegati 1 e 2 delle Norme Tecniche geologiche (NTG) del RU è però disciplinata dall’art. 41 delle presenti norme che recepisce le direttive del DPGR 5/R del 2020.

L'utilizzo delle Matrici della Fattibilità permette di sintetizzare al meglio le diverse casistiche che possono venire a crearsi sul territorio attraverso la connessione di un'ampia tipologia di interventi ammessi dal PAAV (con specifico riferimento alle N.T.A.) con le classi di pericolosità definite dal PS nelle rispettive carte tematiche.

L'attuazione di ciascun intervento edilizio di tipo diretto è subordinata al recepimento, in fase progettuale, delle limitazioni, approfondimenti e prescrizioni associate a ciascuna delle tre classi di fattibilità risultanti in seguito all'applicazione delle Matrici di cui sopra.

La Fattibilità di ciascun intervento è perciò legata all'ambito di pericolosità del contesto in cui questo si inserisce in modo da imporre un progressivo aumento del livello di attenzione rispetto alle problematiche geologiche, idrauliche e sismiche cui ciascun intervento dovrà fare fronte con specifiche indagini e soluzioni progettuali che dimostrino il superamento della pericolosità senza comportare un aggravio per le aree circostanti e le strutture esistenti.

5. ELABORATI CARTOGRAFICI DI SUPPORTO AL PAAV

Di seguito si riportano gli elaborati cartografici di supporto al PAAV previsti dalle Direttive tecniche regionali per lo svolgimento delle indagini geologiche, idrauliche e sismiche.

5.1. Carte delle pericolosità geologica, idraulica e da alluvione costiera e sismica

Le cartografie delle pericolosità sono sostanzialmente derivate da quelle esistenti a supporto del PS vigente. In particolare, per quanto attiene la carta della pericolosità idraulica, gli studi idrologici ed idraulici di riferimento sono quelli dell'ultima variante al PS del 2015 integrati con le aree esondabili previste dagli studi di PGRA (rev. 2021) con particolare riferimento al tema delle alluvioni costiere.

In corrispondenza dell'ampia fascia di arenile gravata da pericolosità idraulica P2 e P3 collocata in sinistra e destra idrografica della foce del Fiume Frigido, le aree di esondazione e i battenti idraulici collegati agli studi del 2015, si ritengono dovuti all'assunzione, nel modello idraulico utilizzato, di condizioni al contorno più cautelative rispetto a quelle indicate dalla linee guida regionali (lo studio idraulico del 2015 ha infatti utilizzato per $Tr=200$ anni una condizione di sovralzamento del livello del mare di 1,30 m s.l.m. contro un livello medio di 0,80 m s.l.m. indicato dalle linee guida regionali (*"Regionalizzazione delle portate di piena in Toscana. Manuale per l'analisi dei fenomeni alluvionali"*; Regione Toscana, 2003).

Si ritiene pertanto auspicabile che i futuri aggiornamenti del quadro conoscitivo delle pericolosità idrauliche utilizzino condizioni al contorno in linea con le indicazioni regionali al fine anche di uniformare gli scenari di esondazione con quelli assunti dai comuni limitrofi.

Come già evidenziato in precedenza, la perimetrazione delle aree a pericolosità da alluvione costiera ($Tr \leq 50$ anni) denominate con la sigla P3 nelle tavole della *"Pericolosità idraulica e da alluvione costiera"* (Tavole QG.5) e con la sigla G.3e nelle tavole della *"Pericolosità geologica"* (Tavole QG.4) è stata definita dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale sulla base di elaborazioni modellistiche che, tenendo conto dell'attuale andamento della linea di riva e delle statistiche del clima meteomarinico, stimano gli effetti indotti dall'innalzamento dell'onda per vari scenari. Trattasi di aree con potenziale instabilità dovuta a fenomeni erosivi marini, per ingressione delle acque marine, connessi all'evoluzione della linea di riva a seguito di alluvioni costiere. Tali aree presentano una pericolosità P3 per alluvioni costiere ($Tr \leq 50$ anni) e una pericolosità geologica medio elevata per fenomeni erosivi (G.3e).

La classe G.3e corrisponde alla classe G3 del DPGR 5/R del 2020 per la potenziale instabilità dovuta a fenomeni erosivi.

La perimetrazione delle aree P3 coincide con quella delle aree G.3e.

La carta della pericolosità sismica è derivata integralmente dal PS vigente.

5.2. Carta della morfodinamica costiera

Per analizzare e comprendere l'evoluzione di tipo morfologico-territoriale della fascia di arenile del PAAV è stata elaborata una carta della morfodinamica costiera che documenta i mutamenti più importanti della linea costa registrati negli ultimi 100 anni, con particolare riferimento alla co-

struzione di opere artificiali che obliterando i lineamenti geomorfologici preesistenti hanno modificato irrimediabilmente il paesaggio del tratto di costa apuana oggetto di studio.

Le principali tematiche contenute nella carta della morfodinamica costiera sono:

- a) Erosione della costa attuale e passata attraverso l'analisi delle linee di riva;
- b) Analisi storica e tipologica delle opere rigide di difesa costiera presenti lungo la costa del PAAV edificate dal 1930 al 2016;
- c) Evoluzione storica dei moli (di ponente e di levante) e della diga foranea del Porto di Marina di Carrara e relazione temporale con i fenomeni erosivi sottoflutto e le conseguenti opere rigide di difesa costiera costruite a partire dagli anni '30;
- d) Morfologia dunale attuale e passata: sistema dunale recente, acquitrini e cordoni sabbiosi litoranei;
- e) Sistema delle foci di interesse per il PAAV.

Per approfondimenti circa le tematiche di cui sopra si rimanda alla Relazione generale del PAAV.

La carta della morfodinamica costiera è stata sviluppata per rispondere ai criteri enunciati dal § 3.4 del DPGR 5/R del 2020 (*"Criteri generali di fattibilità in relazione alle alluvioni costiere"*) secondo cui la fattibilità degli interventi ammissibili sul territorio costiero è subordinata alla sostenibilità in relazione alla morfodinamica costiera e agli effetti dovuti ad inondazioni marine.

Auspichiamo inoltre che tale carta costituisca il quadro conoscitivo di partenza con il quale le future grandi opere e/o interventi di difesa costiera dovranno confrontarsi tenendo conto dei lineamenti geomorfologici residuali tutt'oggi presenti e prendendo atto che gli interventi di protezione del litorale sin qui realizzati (in oltre 90 anni di storia), hanno mostrato risultati ben al di sotto delle attese o hanno addirittura fallito l'obiettivo, con enorme spreco di risorsa pubblica e con impatti ambientali e paesaggistici devastanti.

5.3. Carte della Vulnerabilità dell'acquifero e problematiche connesse alla risorsa idrica

Come previsto dal § 3.5 (*"Criteri generali di fattibilità in relazione a problematiche connesse alla risorsa idrica"*) dell'Allegato A del DPGR 5/R/2020, nelle aree ove la previsione possa incrementare una situazione di squilibrio in atto della risorsa idrica o generare situazioni di criticità della risorsa idrica è necessario rispettare i seguenti criteri generali, oltre a quelli già previsti dalla pianificazione di bacino:

- la fattibilità degli interventi è subordinata alla preventiva o contestuale esecuzione di interventi di eliminazione o mitigazione dello stato di rischio idrogeologico accertato o potenziale, tenuto conto della natura della trasformazione e delle attività ivi previste;
- la fattibilità degli interventi è subordinata a contenere i possibili rischi d'inquinamento.

Per dare riscontro alle richieste normative di cui sopra ed esaminare tutte le problematiche connesse alla risorsa idrica, per il territorio del PAAV, sono state definite le tavole QG.3.1 e QG.3.2

“Vulnerabilità dell’acquifero e problematiche connesse alla risorsa idrica” che riguardano rispettivamente il tratto di costa a ponente e levante del Fiume Frigido.

Le tavole descrivono i principali fattori che concorrono alla definizione della vulnerabilità dell’acquifero insieme a diverse altre problematiche connesse alla risorsa idrica che interessano da vicino la fascia dell’arenile.

Le principali tematiche affrontate sono:

- a) Ubicazione, stato autorizzativo e comunicazione dei volumi emunti dai pozzi di derivazione acque sotterranee al servizio degli stabilimenti balneari e/o altre attività (situazione al 15/06/2022);
- b) Morfologia della falda superficiale e linee di flusso idrico sotterraneo (disponibile solo per il tratto di costa a ponente del Fiume Frigido);
- c) Grado di protezione della falda delle unità lito-stratigrafiche di interesse con relativa vulnerabilità dell’acquifero;
- d) Fenomeni di intrusione salina;
- e) Sorgenti di potenziale contaminazione della falda;
- f) Perimetro dell’Ordinanza del Sindaco n°46 del 28/05/2019 di divieto di utilizzo delle acque sotterranee a scopo alimentare, irriguo e igienico sanitario;
- g) Aree di balneazione e relative criticità connesse sia ai divieti permanenti che a quelli temporanei;
- h) Localizzazione degli impianti di depurazione e indicazione del Fosso Lavello come corso d’acqua soggetto a elevate pressioni ambientali.

Con riferimento al punto a) inerente la tematica dei pozzi di derivazione acque sotterranee al servizio degli stabilimenti balneari e altre attività, attraverso una revisione puntuale dei dati forniti dal locale Genio Civile Toscana Nord, competente in materia di concessioni di derivazioni di acque pubbliche, è stato fatto un inventario dei pozzi presenti all’interno del PAAV unitamente alle principali caratteristiche costruttive (principalmente diametro e profondità) e al loro stato autorizzativo.

Lo stato delle concessioni contenuto nelle Tavole QG.3.1 e QG.3.2, fornito dal Genio Civile Toscana Nord, è aggiornato al 15/06/2022. Lo stato reale delle concessioni potrà quindi essere aggiornato sulla base dei contributi forniti direttamente dall’ente regionale o dai singoli stabilimenti balneari nella fase delle osservazioni post adozione.

I pozzi presenti all’interno del PAAV sono, salvo poche eccezioni, di piccolo diametro tipo Norton o abissini (pozzi battuti). Sono costituiti da tubazioni metalliche di piccolo diametro (le più diffuse hanno un diametro di 1”1/4) infisse nel terreno mediante percussione. Le tubazioni metalliche di questa tipologia vengono piantate nel terreno per mezzo di un pesante martello sollevato da una carrucola (“Berta”) e si avvitano tra loro in quanto precedentemente filettate.

Il primo tubo che viene infisso ha la punta di acciaio e per l'altezza di circa un metro è forato per far entrare l'acqua ("puntazza"). Quando il tubo ha raggiunto lo strato acquifero l'acqua viene aspirata mediante una pompa di superficie a mano o elettrica.

Tutti i pozzi Norton presenti all'interno del PAAV si ritiene siano collegati ad una pompa di superficie elettrica.

I pozzi al 15/06/2022, secondo i dati forniti dal Genio Civile Toscana Nord, censiti all'interno del PAAV sono 98. Di questi, 91 (93%) sono ad uso degli stabilimenti balneari e i restanti 7 risultano al servizio di altre attività svolte nel PAAV quali ad esempio autolavaggio macchine, rimesaggio barche, circoli della Vela e alimentazione fontane pubbliche.

La maggior parte dei pozzi ha profondità comprese tra 6-8 m dal p.c. mentre circa 15 pozzi hanno profondità comprese tra 25-40 m.

I 91 pozzi ad uso degli stabilimenti balneari sono ripartiti in 88 strutture poiché tre di queste hanno due pozzi concessionati ciascuno. In considerazione del fatto che gli stabilimenti balneari censiti all'interno del PAAV sono in totale 144 risulta che solo il 61% delle strutture ha pozzi di derivazione di acque sotterranee (88 stabilimenti su 144) mentre il restante numero pari a 56 bagni non possiede al suo interno opere di derivazione delle acque di falda (vedi fig.5.1).

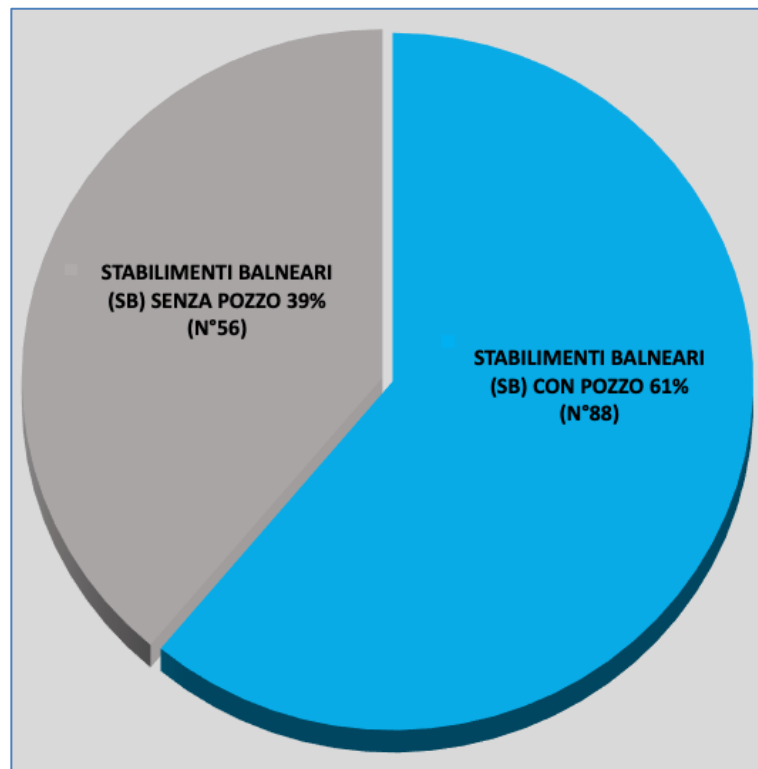


Fig. 5.1. Numero di stabilimenti balneari dotati di uno o più pozzi (88 SB su 144)

Degli 88 stabilimenti balneari serviti da pozzi di attingimento delle acque sotterranee lo stato autorizzativo comunicato dal Genio Civile Toscana Nord risulta quello raffigurato nella fig. 5.2. ed in particolare:

- n°39 stabilimenti balneari su 88 (44%) al 15/06/2022 possiede pozzi con concessione attiva in corso di validità;

- n°37 stabilimenti balneari su 88 (42%) al 15/06/2022 possiede pozzi con concessione scaduta per diversi motivi tra cui rinuncia, mancato rinnovo e/o pratica in corso di perfezionamento;
- n°12 stabilimenti balneari su 88 (14%) al 15/06/2022 possiede pozzi che sono stati solo denunciati ai sensi del D.Lgs n°275/93 sui quali non risulta essere mai stata avviata una pratica finalizzata al rilascio di un titolo concessorio.

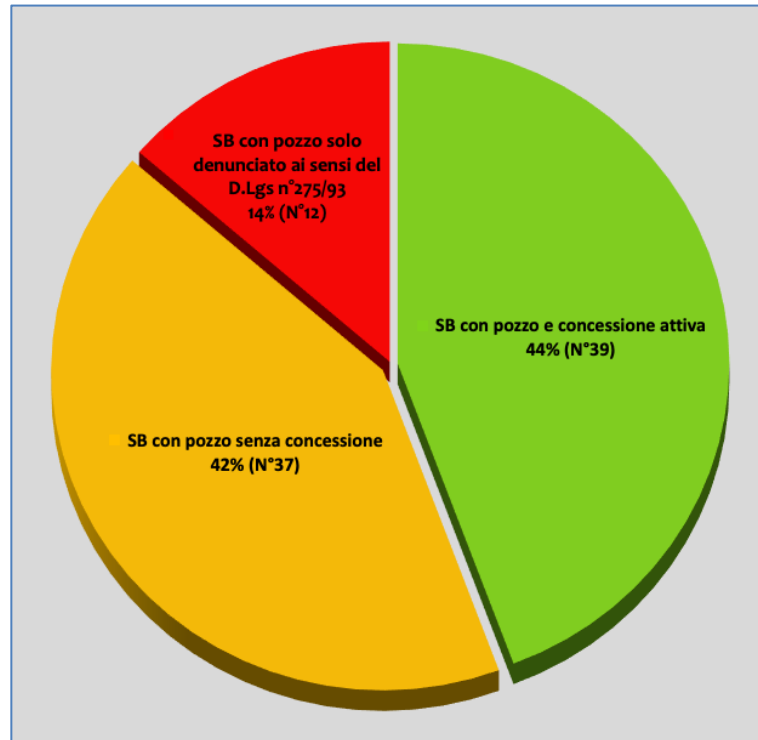


Fig. 5.2. Stato autorizzativo dei pozzi interni agli stabilimenti balneari (riferito agli 88 SB dotati di uno o più pozzi)

Al fine di quantificare i consumi idrici stagionali collegati alle attività idroesigenti interne al PAAV, l'analisi dei pozzi si è occupata anche di analizzare i dati sui volumi di acqua sotterranea estratti dalle comunicazioni rese dai concessionari negli ultimi tre anni (2019-2020-2021) ai sensi dell'art. 8 del DPGR 51/R del 21/04/2015 "Obblighi e modalità di comunicazione delle misurazioni".

L'analisi ha evidenziato che, per il periodo indicato, solo n°6 stabilimenti balneari abbiano effettuato la comunicazione dei volumi di acqua di falda estratti dall'acquifero.

I dati raccolti quindi non consentono, ad oggi, di definire i reali consumi idrici su base stagionale e di conseguenza neanche stimare i fabbisogni idrici di acque sotterranee delle attività interne al PAAV.

In considerazione di quanto sopra, considerata l'importanza di conoscere la qualità e la quantità della risorsa idrica estratta dal sottosuolo si è ritenuto necessario disciplinare il tema delle derivazioni di acque sotterranee attraverso l'art. 35 delle N.T.A. del PAAV al quale si rimanda.

Con riferimento al punto b), al fine di definire la morfologia della falda superficiale e linee di flusso idrico sotterraneo sono stati utilizzati i dati derivati dalle carte isofreatiche del SIN/SIR di Massa e Carrara del recente studio Sogesid spa del Dic. 2019 pubblicato sul sito web della RT in data 03/01/2022. I dati isofreatici, relativi al solo tratto di costa a ponente del Fiume Frigido sono disponibili sia per il periodo di Magra 2018 che per la Morbida 2019.

Per il settore di costa sito a levante del Fiume Frigido, non interessato dallo studio di cui sopra, si è preferito non riportare i dati dello studio regionale del Prof. G. Pranzini del 1999 contenuti nel PS vigente in quanto lo studio Sogesid spa ha messo in evidenza che le carte isofreatiche contenute nel suddetto studio presentano tutta una serie di artifici della superficie piezometrica attribuibili a:

- ⇒ assenza di un rilievo topografico delle quote dei bocca-pozzi. Le quote delle teste-pozzo venivano stimate sulla base delle Carte Tecniche Regionali disponibili (CTR alle scale 1:5.000 e 1:2.000) a partire da punti con quota topografica nota più vicini all'opera di derivazione. In alcuni casi venivano fatte misurazioni di campo con triplometro per abbassare l'errore;
- ⇒ i dati piezometrici pregressi si riferiscono unicamente a pozzi industriali nei quali la strumentazione installata (tubi di mandata flangiati, cavi elettrici e cavi di sicurezza delle pompe ad immersione) rende spesso difficoltosa la lettura accurata della soggiacenza. In tale tipo di opere la misura della soggiacenza viene talvolta sovrastimata in quanto la strumentazione dentro il pozzo risulta di ostacolo alla messa a piombo della sonda freaticometrica che prima di toccare l'acqua origina dei tratti ondulati.

Per i motivi sopra esposti le elaborazioni del 99 non risultano oggi più attendibili e quindi si è preferito non inserirle nel quadro conoscitivo del PAAV attuale.

Con riferimento al punto c) relativo al grado di protezione della falda delle unità stratigrafiche di interesse con relativa vulnerabilità dell'acquifero, si ricorda che l'intero territorio del PAAV insiste su depositi sabbiosi di origine marina (da) caratterizzati da un grado di protezione della falda molto basso corrispondente ad una Vulnerabilità dell'acquifero elevata (E). In considerazione di quanto sopra, è stato valutato che il territorio del PAAV fosse da sottoporre alle disposizioni contenute negli art. 33 e 34 delle N.T.A. del PAAV a cui si rimanda.

Con riferimento al punto d) inerente la tematica dell'intrusione del cuneo salino, il PAAV individua le aree vulnerate da fenomeni di intrusione salina e/o da fenomeni di upconing (richiamo di acqua salata dal basso) sulla base sempre degli studi condotti da Sogesid spa (Nov. 2020) questa volta estratti dalla campagna di monitoraggio di morbida 2019 (fase 2).

Nella cartografia sono state riportate le aree caratterizzate da valori di conducibilità maggiore di 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ritenuti correlabili ed imputabili a fenomeni di intrusione salina.

Con riferimento alla problematica dell'intrusione salina è stata elaborata una specifica disciplina contenuta sempre nell'art. 34 delle N.T.A. del PAAV che regola le attività edilizie che necessitano di scavi sotto falda introducendo una serie di limitazioni e/o condizionamenti anche attraverso la prescrizione di studi specifici prodromici allo scavo, finalizzati alla tutela della risorsa idrica sotterranea oltre che a scongiurare un'ulteriore progressione dell'intrusione salina.

Per quanto riguarda le tematiche di cui ai punti da e) ad h) si rimanda alle tavole QG.3.1 e QG.3.2 "*Vulnerabilità dell'acquifero e problematiche connesse alla risorsa idrica*" al fine di valutare estensione e tipologia delle varie criticità presenti sulla fascia dell'arenile oltre che nello specchio acqueo destinato alla balneazione.

Per ulteriori approfondimenti sulle tematiche di cui sopra si rimanda alla Relazione generale del PAAV.

Massa, 30 Settembre 2024

Dott. Geol. Andrea Piccinini