REGIONE TOSCANA

COMUNE DI MASSA (MS)

IMPIANTO IDROELETTRICO EX FILANDA DI FORNO NEL COMUNE DI MASSA

REDATTO:

Ing. Dario Bessi
Via Don Aldo Mei 64k
55012 Capannori (LU)
e-mail: info@studiobessi.com
pec: dario.bessi@ingpec.eu
tel/fax: 0583/429514

CONSULENZA TECNICA:

Studio tecnico
Geom. Mauro Giusti e Cesare Beconcini
Via Paolinelli Trav II int 2
55014 Marlia - Capannori (LU)
tel 0583/407149

SOGGETTO TITOLARE:

Comune di Massa
Via Porta Fabbrica n°1
54100 Massa

V.I.A. POSTUMA

(AI SENDI DEL'ART. 43 L.R. 10/2010)

DIC. 2021

Sommario

1. Premessa 4
2. Informazioni generali 6
3. Contesto territoriale 7
3.1 Suolo 8
3.2 Acque superficiali e sotterranee 16
3.3 Aria 20
3.4 Aree di particolare valore ambientale e paesaggistico e beni culturali 23
3.5 Prima analisi degli effetti ambientali 41
4. Inquadramento programmatico 44
4.1 Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico 44
4.2 Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Massa-Carrara (PTC) 69
4.3 Progetto Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) 77
4.4 Progetto PAI 87
5. Inquadramento amministrativo 91
6. Inquadramento tecnico 94
6.1 Descrizione delle opere 95
6.2 Modalità di presa utilizzo e restituzione delle acque 102
6.3 Verifica del canale di derivazione 103
6.4 Verifica della condotta forzata 104
6.5 Portate disponibili 105
6.6Deflusso minimo vitale 109
7. Proposta di piano di monitoraggio ambientale (PMA) 117
7.1 Ecosistema acquatico 118

7.2 Individuazione delle stazioni di monitoraggio 121

7.3 Componenti ecosistemi 122

7.4 Monitoraggio morfologico dell'ecosistema ripariale 132

7.5 Componente fauna ittica 137

8. Mitigazione delle opere esistenti 144

1. Premessa

La presente relazione tratta di un impianto idroelettrico ubicato in località Forno nel Comune di Massa (MS). In particolare la presente è una VIA postuma, istituita dalla Regione Toscana, nella L.R. 10/2010, all'art.43, riguardante cioè opere già realizzate e funzionanti.

Figura 1: Reticolo idrografico

Tale procedura non viene quindi esperita in fase progettuale, secondo la logica propria della VIA stessa, ma in fase di rinnovo di autorizzazione o concessione relative all'esercizio di attività per le quali all'epoca del rilascio non è stata effettuata alcuna valutazione di impatto ambientale e che attualmente rientrino nel campo di applicazione delle norme vigenti in materia di VIA.

Per le parti di opere e impianti esistenti interessati da modifiche è finalizzata ad individuare, descrivere e valutare i relativi impatti sull'ambiente delle modifiche proposte e si conclude con un giudizio in ordine alla compatibilità ambientale o meno delle modifiche medesime e con l'individuazione di eventuali misure di mitigazione, compensazione o monitoraggio.

Per le opere e gli impianti esistenti, o parti di essi, non oggetto di modifica, prende in esame gli impatti determinati dall'attività in valutazione, come risultanti anche dai dati di monitoraggio

raccolti nel tempo, e si conclude con l'individuazione di specifiche misure, eventualmente necessarie, di mitigazione dell'impatto ambientale, nonché di compensazione e monitoraggio, tenuto conto anche della sostenibilità economico-finanziaria delle medesime misure in relazione all'attività esistente.

Il Comune di Massa è attualmente titolare della concessione di derivazione a scopo idroelettrico delleacque del fiume Frigido. La concessione è stata assentita con delibera di Giunta Regionale n° 2274 del15/03/1991.

Con comunicazione del 20/01/2021 (prot. 38222) la Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile –Settore Genio Civile Toscana comunicava che la scadenza della concessione fissata per il 14/03/2021era stata prorogata al 29/07/2021 per effetto della Delibera del Consiglio dei Ministri del 13/01/2021.

I parametri di concessione della istanza di rinnovo sono di seguito riassunti:

- Uso dell'acqua: forza motrice – idroelettrico
- Portata di concessione: 960 l/s
- Salto di concessione: 54.9 m
- Potenza di concessione: 516.70 kW
- DMV: 10 l/s
- Luogo e modalità di presa: raccordo canalizzato delle acque sul T. Frigido
- Luogo e modalità di restituzione della acque: le acque sono interamente restituite nel T. Frigidoin località Forno.

2. Informazioni generali

La derivazione oggetto di studio è attiva sin dalla fine del 1800 quando fu realizzata una Filanda perla lavorazione industriale del cotone che necessitava di abbondante e continuo approvvigionamentoidrico, che poteva essere garantito dal fiume Frigido.

La concessione originaria infatti risale al 1881 quando fu rilasciata ai proprietari del cotonificio laconcessione di realizzazione di un canale per la derivazione dell'acqua. Allo scopo di sfruttare megliola forza dell'acqua oltre il naturale salto geodetico esistente al di sotto della filanda fu scavato un pozzoprofondo circa 54 m all'interno del quale fu collocata una turbina idraulica di tipo "Pelton" ad uso forzamotrice.

Il pozzo nei primi anni 2000 fu allargato allo scopo di installare una coppia di turbine "Francis" che sonoquelle attualmente in uso. Contestualmente è stata installata una nuova condotta di derivazione.

Per il resto la collocazione delle principali opere idrauliche che compongono la centrale sono mostratenella stralcio di CTR.

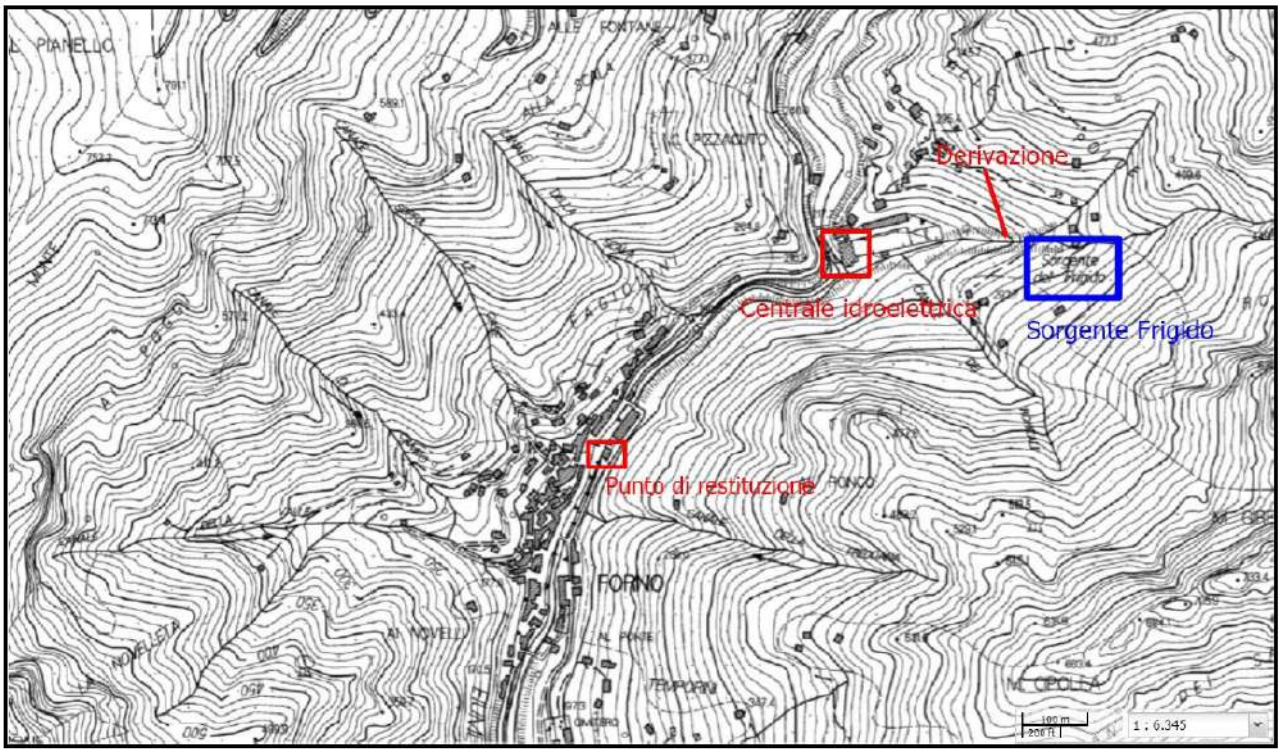


Figura 2: Area di studio

3. Contesto territoriale

Il contesto territoriale è individuato dal "PTC Variante generale di conformazione al PIT/PPR e alla LR 65/2014" di cui si riporta tale capitolo.

La Provincia di Massa Carrara è costituita sostanzialmente da due macroregioni, l'entroterra (la Lunigiana), e la zona costiera, contraddistinte da specifici caratteri territoriali e da un disomogeneo sviluppo urbanistico ed economico. Tale articolazione territoriale nel PTC vigente corrisponde ai sistemi territoriali locali rispettivamente della Lunigiana e di Massa-Carrara.

Il sistema territoriale di Massa-Carrara è costituito dai territori dei comuni costieri di Carrara, Massa e Montignoso che, nel complesso si estendono solamente su circa il 16% della superficie provinciale ma che ospitano oltre il 70% della popolazione provinciale. Si tratta di territori posti nella stretta fascia rivolta a occidente che separa le vette apuane dalla costa tirrenica, solcata da corsi d'acqua che in pochi km scendono dai ripidi versanti montani fino alla foce. Le zone di fondovalle si caratterizzano per una intensa urbanizzazione, per la presenza della maggior parte dei poli produttivi e commerciali e per l'attraversamento di importanti direttrici di comunicazione, soprattutto in senso N-S (Aurelia, Autostrada A12, Ferrovia Roma-Genova).

La commercializzazione del marmo, soprattutto a inizi del secolo scorso, aveva determinato una forte implementazione dei sistemi di trasporto locale su rotaia (la Ferrovia Marmifera di Carrara) e la nascita della struttura portuale (intorno al 1930), funzionale anche per un auspicato sviluppo dell'industria locale afferente a settori diversi da quello del lapideo.

Lo sviluppo di questi territori, non soltanto rappresenta un'opportunità di sviluppo equo per l'Italia intera, ma la possibilità stessa di insediamento di nuove attività economiche e la creazione di occupazione è strettamente correlata al potenziamento dell'offerta qualitativa e quantitativa dei servizi essenziali (istruzione, salute e mobilità), che ne rappresenta dunque una precondizione assoluta e necessaria. Il rischio, infatti, è che al declino demografico e alla marginalità geografica facciano seguito processi disfunzionali di compromissione dell'offerta stessa dei servizi di base che possono esser meglio in: difficoltà di accesso a scuole che garantiscano un'offerta formativa e livelli di apprendimento pari a quelli assicurati nelle aree urbane; mancata garanzia di presidi sanitari adeguati; mobilità da e verso le aree interne insufficiente.

3.1 Suolo

3.1.1 Inquadramento del contesto

Dall'annuario ARPAT 2019 risulta che nella Provincia di Massa Carrara la percentuale di suolo consumato fino al 2018 è superiore al valore medio regionale, con una densità di suolo consumato pro capite altrettanto superiore. Sia l'incremento percentuale annuale che la densità di consumo annuale si attestano su valori inferiori a quelli regionali.

Privincia	Suolo consumato*		Incremento annuale		Densità Consumo annuale	Densità Consumato procapite
	ettari	percentuale	ettari	percentuale	(m^2/ha)	(m^2/abitante)
Massa Carrara	9.359	8,10 %	9,0	0,10 %	0,78	478
Toscana	163.538	7,11 %	227,7	0,14 %	0,99	440

*Quantità di suolo del territorio regionale consumato fino al 2018

E' importante sottolineare che la maggior parte del consumo di suolo interessa le aree di fondovalle e le pianure costiere nelle quali si concentra una elevata densità di urbanizzato e di popolazione.

Nel consumo di suolo sono comprese anche le diffuse aree estrattive presenti lungo i versanti apuani. L'area di Massa Carrara, con un'economia basata fin dai tempi della dominazione romana, sul marmo, si è sviluppata all'ingresso delle valli che contengono i principali bacini marmiferi di tutta la regione apuana.

Nella provincia di Massa-Carrara si estraggono più del 70% delle pietre per usi ornamentali toscane. Il distretto marmifero costituisce storicamente un importante tassello nell'economia provinciale e rappresenta un elemento identitario della cultura e del paesaggio.

Viste le oggettive peculiarità geomorfologiche, orografiche naturalistiche e paesaggistiche delle Alpi Apuane, le attività estrattive determinano impatti rispetto a molte delle componenti ambientali di interesse. Queste alcune criticità in sintesi:

- Suolo: consumo, potenziale contaminazione
- Sottosuolo: ambiente ipogeo, contaminazione

- Acque superficiali: consumi idrici, inquinamento delle acque, interferenza con il reticolo idrografico dal punto di vista morfologico ed ecosistemico
- Acque sotterranee: consumi idrici, inquinamento delle acque (anche a uso idropotabile)
- Aria: emissioni da lavorazioni e trasporti
- Paesaggio, non soltanto come intervisibilità a scala locale e a scala territoriale più ampia (anche interregionale) ma anche in termini di componenti costituenti le invarianti riconosciute dal PIT/PPR
- Ecosistemi e biodiversità: riduzione/danneggiamento diretto e indiretto ad habitat e specie; interferenza con reti di connettività ecologica; impatto su elementi del biotopo con conseguenze sulla funzionalità degli ecosistemi.

A livello territoriale, in particolare nel corso degli ultimi decenni, l'economia legata al lapideo ha evidenziato dei limiti e delle carenze prevalentemente conseguenti al carattere di monotrofia, ossia basata quasi in modo esclusivo sulla ricchezza prodotta da un unico comparto produttivo. Questa situazione, con il progressivo ricorso a innovazioni tecnologiche che hanno determinato una maggiore produttività dell'attività estrattiva, ha portato alla riduzione del numero degli addetti al monte e nei laboratori a valle. Peraltro, la disponibilità di macchinari e mezzi ha reso possibile puntare a una produzione basata più sulla quantità che non sulla qualità del materiale estratto, portando a un approccio sempre più di carattere industriale invece che "artigianale" e basato sulla importante conoscenza ed esperienza dei cavatori. Si riducono le rese e l'escavazione produce grandi quantità di materiali di scarto che difficilmente trovano spazio quali materie seconde.

L'analisi dei dati di uso del suolo 2016 (Regione Toscana) evidenzia comunque che la maggior parte del territorio provinciale è occupata da territori boscati (indice di copertura boschiva) e ambienti seminaturali, corrispondenti quasi esclusivamente alle zone collinari e alle zone montane, comprese nel territorio delle aree protette (Parco Nazionale Appennino Tosco Emiliano e Parco Regionale delle Alpi Apuane) e nelle relative aree contigue.

Le superfici agricole utilizzate sono inferiori all11% a fronte di superfici artificiali che raggiungono il 9,4%.

Dall'analisi dell'uso del suolo 2007 della Regione Toscana, la valutazione ambientale del PIT/PPR ha ricavato l'indice di impermeabilizzazione che, a livello regionale presenta un valore medio del 5,96%.

Dalla carta di sintesi tratta dal RA del PIT/PPR si osserva che i Comuni costieri si caratterizzano per un indice di impermeabilizzazione molto superiore al valore medio regionale, ossia tra il 10 e il 25%.

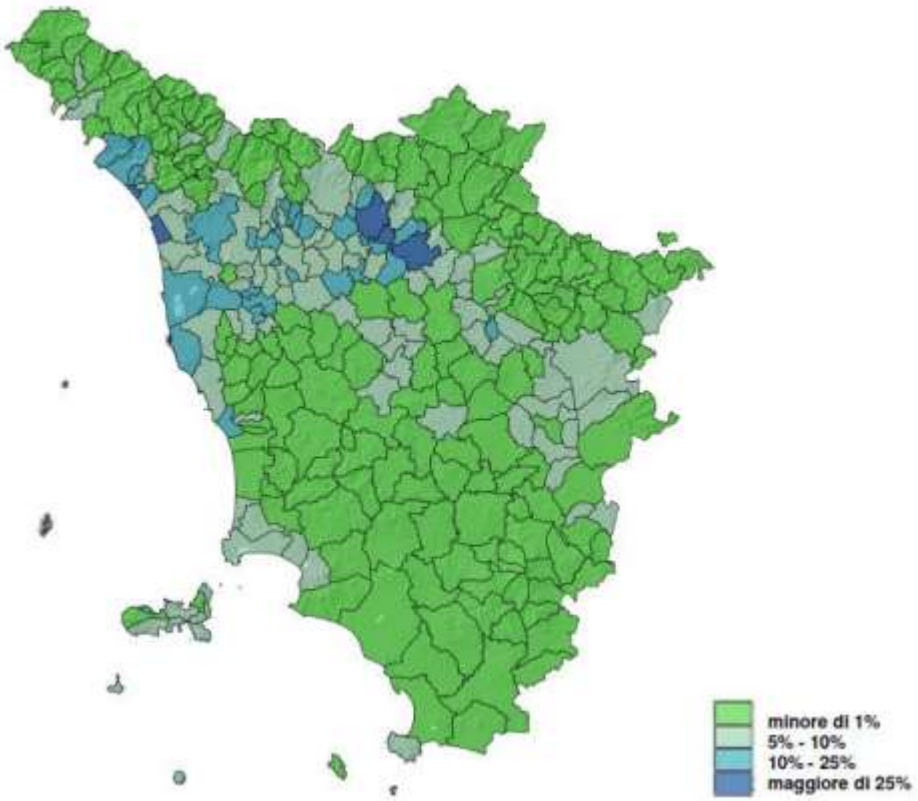


Figura 3: Indice di impermeabilizzazione

Nella zona della piana costiera compresa tra Massa e Carrara nel periodo tra le 2 guerre, nacque la Zona Industriale Apuana (ZIA), estesa su circa 800 ha, al fine di inserire nel territorio (soprattutto a seguito della profonda crisi del 1929) un'alternativa di sviluppo al settore marmifero - ormai da tempo unico asse portante dell'economia locale – che fosse in grado di diversificare le possibilità occupazionali e tamponare situazioni di disagio sociale.

Da considerare che all'istituzione della ZIA fece seguito il secondo conflitto mondiale e questo non consentì agli insediamenti industriali di radicarsi sul territorio e di intervenire concretamente nell'economia locale divenendone una componente necessaria e fondamentale.

Nel corso degli anni ’50 si assistette a un forte incremento della popolazione residente (a fronte dello spopolamento della Lunigiana) e conseguentemente a una crescita, anche se non con la stessa rapidità e prontezza, del settore produttivo e del terziario. A questo si aggiunga che, sempre in quegli anni, l’introduzione di macchinari e tecnologie di estrazione aumentava la redditività della produzione di marmo ma determinava una conseguente riduzione dell’occupazione nel settore e che, anche se complessivamente il traffico portuale dei prodotti marmiferi era rimasto sostanzialmente invariato, in realtà si assisteva a una riduzione dell’export di materiale locale a favore dell’importazione di marmi e graniti dall’estero.

Negli anni ’60 le aziende della Zona Industriale Apuana ebbero così modo di delinearsi e rafforzarsi dal momento che, almeno in parte, riuscivano ad assorbire parte di questa forza lavoro arrivando a detenere da sole circa il 15% dell’occupazione industriale di tutta la Provincia.

Dal 1980 si è assistito al declino delle grandi aziende che si erano insediate in questa zona: Cnasa e Ferroleghe vennero poste in cassa integrazione; il 25/10/1987 un referendum consultivo della popolazione risultò a favore della chiusura della Farmoplant e pochi mesi dopo, il 07/07/1988, avvenne lo scoppio di un serbatoio presso l’impianto formulati liquidi con la formazione di una pericolosa nube tossica.

A seguito dell’insediamento e della chiusura di tali attività industriali nella zona compresa tra i Comuni di Carrara e di Massa permangono forti condizioni di criticità legate alla contaminazione del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee, come riconosciuto dal riconoscimento di Siti di bonifica di valenza nazionale e regionale e dal costante monitoraggio effettuato che rileva, nonostante gli anni intercorsi, ancora concentrazioni di alcuni parametri superiori ai valori soglia di legge.

Informazioni di maggior dettaglio sono disponibili negli elaborati del Piano regionale di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati (PRB) approvato con Del. C.R. n° 94 del 18/11/2014, il PRB, redatto secondo quanto indicato dalla L.R. 25/1998 e dal D.Lgs 152/2006, è lo strumento di programmazione unitaria attraverso il quale la Regione definisce in maniera integrata le politiche in materia di prevenzione, riciclo, recupero e smaltimento dei rifiuti, nonché di gestione dei siti inquinati da bonificare.

Dall'annuario ARPAT 2019 emerge che la Provincia di Massa Carrara presenta una densità dei siti interessati da procedimento di bonifica molto elevata (oltre il doppio) rispetto al valore registrato a livello regionale.

La percentuale di superficie rispetto al territorio provinciale è pari quasi al 3% e corrisponde a circa lo 0,8% del territorio regionale.

	Densità dei siti (n.siti/100 Km²)	Percentuale superficie rispetto al territorio (provinciale e regionale)
Provincia di Massa Carrara	38,5	2,9 %
Toscana	18,8	0,8 %

Il dato evidenzia una condizione di particolare criticità considerato peraltro che, come evidenziato nel precedente capitolo, il territorio presenta una elevata densità di consumo di suolo particolarmente concentrata nelle zone comprese tra i piedi delle colline e la costa tirrenica.

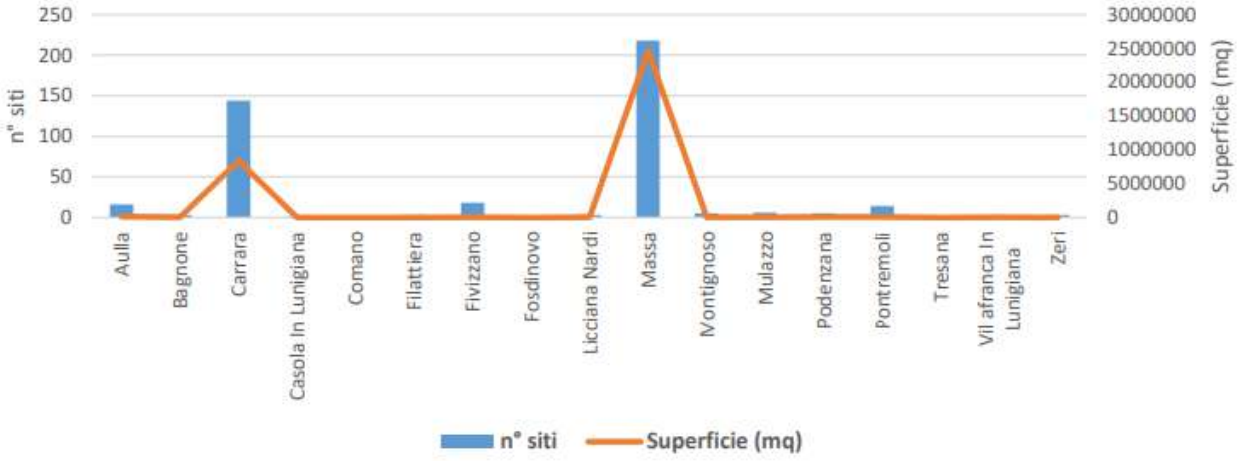


Grafico 1: Numero di siti oggetto di bonifica e superficie occupata (mq)

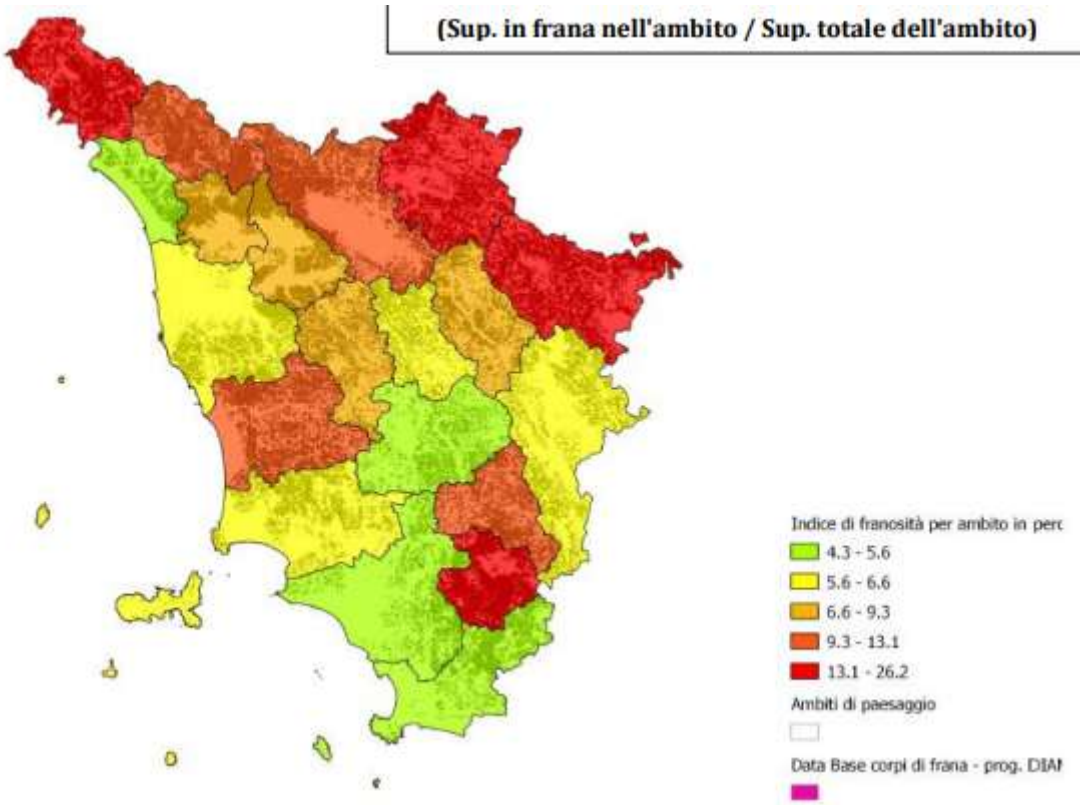
Nel Rapporto Ambientale saranno riportati i dati di maggior dettaglio relativi alla distribuzione di Siti oggetto di bonifica nella Provincia di Massa Carrara per tipologia di attività e per comune precisando il numero di quelli compresi in SIR (Siti di Interesse Regionale) e in SIN (Siti di Interesse Nazionale).

La conformazione orografica e morfologica del territorio provinciale, caratterizzato da una significativa acclività dei versanti e da bacini idrografici assai compressi tra le sorgenti montane e il

mare, rende assai vulnerabile la risorsa suolo sotto il profilo geomorfologico e della stabilità. A questo si aggiungono l'affioramento di rocce con caratteristiche geomeccaniche scadenti, la mancanza di una corretta regimazione delle acque, la presenza di estese coperture di depositi incoerenti o pseudoincoerenti derivanti da fenomeni di abbandono delle attività agricole e forestali a seguito di spopolamento delle zone montane.

Dall'analisi della Banca Dati Frane e Coperture della Regione Toscana, la valutazione ambientale del PIT/PPR ha ricavato l'indice di franosità per ogni ambito di paesaggio che fornisce un quadro sintetico della situazione sui dissesti.

Dalla carta di sintesi tratta dal RA del PIT/PPR si osserva che i Comuni della Lunigiana posti in zona Appenninica si caratterizzano per un indice di franosità molto elevato rispetto ai comuni posti lungo la fascia costiera.



A tale situazione di dissesto contribuiscono con effetti sinergici e cumulativi le attività estrattive che rappresentano indubbi fattori di pressione/impatto per quanto concerne la risorsa suolo

(morfologia, rete di drenaggio superficiale e sotterranea, erosione, ravaneti e aree denudate) e in particolare per quanto concerne la problematica del dissesto idrogeologico.

I Piani attuativi sopra citati relativi ai bacini estrattivi apuani, redatti ai sensi del PIT/PPR, della L.R. 65/2015 e in coerenza con il Piano regionale Cave, sono gli strumenti attraverso i quali è stata individuata una specifica disciplina per la riduzione degli impatti e dei rischi.

Altro strumento di riferimento per le aree contigue di cava sarà costituito dal Piano integrato del Parco delle Apuane in fase di redazione.

È inoltre da sottolineare la valenza del territorio provinciale per quanto riguarda i peculiari caratteri orografici e morfologici delle sue montagne, dai morbidi crinali appenninici alle più aspre creste, ai torrioni e alle ripide pareti carbonatiche delle Apuane.

Nel sottosuolo carsico apuano scorre un enorme patrimonio idrico che ha scavato grotte di varia lunghezza e profondità; per posizione geografica, sviluppo altitudinale, esposizione, varietà delle rocce questa dorsale si distingue per una elevata biodiversità e per una consistente geodiversità, quale prodotto e testimonianza di una storia geologica notevolmente articolata.

Data la diffusa presenza di emergenze geologiche/geomorfologiche, il PTC vigente (1999-2005) individuava specifici “geotopi” di valenza provinciale, in parte coincidenti con i geositi cartografati nel Piano del Parco delle Apuane risalente al 2016.

3.1.2 Analisi SWOT dello stato attuale

L'analisi SWOT è uno strumento di pianificazione strategica usato per valutare i punti di forza (*Strengths*), le debolezze (*Weaknesses*), le opportunità (*Opportunities*) e le minacce (*Threats*) di un progetto.

Dall’analisi dei Punti di debolezza/Punti di forza sovraordinati e tenendo conto dell’inquadramento generale sopra riportato è possibile effettuare l’analisi SWOT.

Sono stati quindi individuati i principali punti di debolezza e i principali punti di forza del contesto territoriale in esame per quanto concerne la risorsa suolo.

Punti di debolezza	Punti di forza
Elevata urbanizzazione nella pianura e nella pianura costiera	Ridotto consumo di suolo nelle zone montane
Elevata densità di popolazione nella zona costiera	Presenza di aree a bassa densità di popolazione
Processi di spopolamento e abbandono delle zone montane con perdita del presidio territoriale	
Elevati consumo di suolo e indice di impermeabilizzazione nella fascia costiera	Consumo di suolo e indice di impermeabilizzazione non significativi nella maggior parte dei comuni montani della Lunigiana
Elevato n° siti contaminati	
Presenza SIN-SIR	
Presenza numerose attività estrattive	Economia legata al distretto marmifero apuo versiliese
	Tradizione e identità culturale del marmo
	Presenza emergenze geomorfologiche e geologiche: le Alpi Apuane sono riconosciute patrimonio geologico mondiale UNESCO
	Forme carsiche: grotte, doline, valli strette e profonde
Tratti di costa in erosione	Tratti di costa in crescita
Pericolosità geologica elevata/molto elevata	
Pericolosità idraulica elevata /molto elevata	

3.2 Acque superficiali e sotterranee

3.2.1 Inquadramento del contesto

Il bacino del Fiume Frigido si trova nella parte centrale del versante tirrenico delle Alpi Apuane ed è separato dalla Garfagnana dalla dorsale principale della catena, in cui spiccano i rilievi del M. Sagro (1749 m), del M. Grondilice (1805 m), del M. Contrario (1790 m), del M. Tambura (1885 m) e del M. Sella (1730 m).

Il bacino, il cui orientamento è NE-SW, perpendicolare, cioè, all'asse della catena, ha una estensione di circa 60 km^2 alla foce e confina ad Ovest con quello del Carrione, a NW con i sottobacini del Lucido di Vinca e del Solco di Equi, a NE con il bacino del Serchio di Gramolazzo, a Est con il bacino della Turrite Secca, a SE con il sottobacino del Torrente Serra e a Sud con il bacino del Canale di Montignoso.

Si elencano alcune delle principali caratteristiche del territorio in esame dal punto di vista della risorsa acqua:

- La litologia carbonatica delle Apuane determina una ampia distribuzione di rocce permeabili per fratturazione e carsismo e di rocce a bassa permeabilità, quindi il bacino idrogeologico dei corsi d'acqua può essere molto ampio ed estendersi anche all'esterno del bacino idrografico, in porzioni del territorio non comprese nei confini provinciali (si pensi all'area di alimentazione del F. Frigido)
- La presenza diffusa di attività di escavazione costituisce un fattore di impatto significativo per le acque superficiali e sotterranee; i principali corsi d'acqua presentano uno stato di qualità che non raggiunge gli obiettivi fissati dalla Direttiva Quadro 2000/60/CE e dal Piano di Gestione delle Acque del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale.
- I principali corsi d'acqua presentano una significativa artificializzazione delle sponde e degli argini. Tali modifiche sono state oggetto di studio da parte di ARPAT nel corso del progetto speciale cave approvato con Del G.T. n° 945 del 27/09/2016: è stata condotta un'analisi geomorfologica dei principali torrenti e fiumi apuani attraverso indici comparativi (Indice di Qualità Morfologica IQM) che prendono in considerazione le alterazioni rispetto ad una condizione naturale di riferimento.

Oltre al danno su infrastrutture e insediamenti, tali eventi alluvionali particolarmente intensi hanno causato vittime tra i residenti; gli interventi di messa in sicurezza con imponenti arginature in cemento hanno inoltre determinato, in alcuni tratti, forti elementi di frammentazione ecologica (a carico della funzionalità fluviale) e, in taluni casi, la perdita del rapporto tra gli abitati/abitanti e il fiume che, a livello territoriale, riveste un importante ruolo identitario.

- L'ambiente carsico apuano è ricco in acque sotterranee e numerose sono le importanti sorgenti utilizzate a uso idropotabile.

  Tra i principali fattori di criticità l'elevata vulnerabilità per inquinamento diretto e indiretto da attività estrattive e da altre fonti di rischio, situate anche a notevole distanza vista l'estensione dei bacini idrogeologici. Dai dati di monitoraggio ARPAT i corpi idrici sotterranei "Versilia e riviera apuana", "Carbonatico non metamorfico delle Alpi Apuane" e "Carbonatico metamorfico delle Apuane" presentano uno stato chimico BUONO scarso localmente per una serie di parametri che superano lo standard di qualità ambientale (SQA) e i valori soglia (VS) di cui al D.Lgs 20/2005 o concentrazioni massime ammissibili. Soltanto il corpo idrico "Flysh d'ottone" presenta uno stato chimico buono.

Ai sensi dell'art. 121 del D.Lgs 152/2006, il Piano di Tutela delle Acque è lo strumento per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei e la protezione e valorizzazione delle risorse idriche.

Il Piano è l'articolazione di dettaglio, a scala regionale, del Piano di Gestione Acque del distretto idrografico (PGA). Con la delibera n. 11 del 10 gennaio 2017 la Regione ha avviato il procedimento di aggiornamento del Piano di Tutela delle Acque della Toscana del 2005.

Nel territorio provinciale non sono individuate aree a specifica protezione ossia aree sensibili e zone vulnerabili da nitrati provenienti da fonti agricole, secondo i termini dettati dalle direttive 91/271/CEE e 91/676/CEE, come recepite dalla normativa nazionale ed attuate in forma definitiva dapprima dal D. Lgs. 152/99 e attualmente dal D.Lgs. 152/06.

Per quanto riguarda le acque a specifica destinazione questi gli esiti del monitoraggio ARPAT 2014-2019 (vd Report ARPAT 2020):

- acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile (rete POT- - D.Lgs152/06 all'art. 80 e DPR 515/1982) in Provincia di Massa Carrara (n° 4) il 50% presenta una classificazione A2 (T. Bagnone e T. Acquetta) e il 50% una classificazione A38 (T. Canal del Mare e T. Ceccollo).
- acque idonee alla vita dei pesci (rete VTP - D.Lgs152/06 all'art. 84) nel triennio 2017-2019 non risultano presenti stazioni monitorate nella Provincia di Massa Carrara

I comuni di Carrara, Montignoso, Fosdinovo, Aulla, Tresana, Mulazzo, Filattiera, Licciana Nardi e Fivizzano sono inseriti in area con crisi idropotabile attesa (come individuata con D.P.G.R n. 142 del 09/07/20129) e l'allegato D.2 del PAER costituisce importante riferimento, in attesa dell'approvazione dell'aggiornamento del Piano di tutela delle acque, per indicare obiettivi specifici e tipologie di intervento nell'ambito della tutela quali-quantitativa delle risorse idriche.

Per quanto riguarda gli interventi previsti costituisce riferimento il Piano d'Ambito dell'Autorità Idrica Toscana approvato con Delibera n. 7 del 31 marzo 2016.

3.2.2Analisi SWOT dello stato attuale

Dall'analisi dei P/P sovraordinati e tenendo conto dell'inquadramento generale sopra riportato è stata effettuata l'analisi SWOT individuando i principali punti di debolezza e i principali punti di forza del contesto territoriale in esame per quanto concerne la risorsa acqua:

Punti di debolezza	Punti di forza
Corpi idrici superficiali che non hanno raggiunto gli obiettivi di qualità fissati dalla Direttiva Quadro sulle Acque e dal piano di Gestione delle Acque	
Corpi idrici sotterranei che presentano uno stato buono scarso localmente per fenomeni di inquinamento	Presenza di numerose sorgenti soprattutto nell'ambiente carsico apuano
Presenza di corpi idrici sotterranei inquinati dalla presenza di siti contaminati	
Vulnerabilità sorgenti a uso idropotabile	
	Presenza ambienti fluviali di valenza ecosistemica
Alcuni comuni sono inseriti nelle aree di crisi idropotabile attesa	Presenza aree umide planiziali costiere relitte
	Qualità eccellente delle acque marino costiere nelle aree di balneazione
Presenza aree marino-costiere con divieto permanente di balneazione	
Pressioni/impatti esercitati dagli scarichi reflui civili (anche trattati) sulla qualità delle acque marino-costiere	

3.3 Aria

3.3.1 Inquadramento del contesto

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria per la provincia di Massa Carrara riporta i dati ricavati dalle due stazioni di rilevamento situate in ambito urbano nella zona costiera; nell'Annuario ARPAT 2020 non si rilevano criticità nel periodo 2010-2019 per i parametri indagati (medie annuali biossido di azoto, valori medi annuali PM10, n° superamenti valore giornaliero di 50 µg/m3 del PM10, medie annuali PM2,5) in quanto al di sotto dei limiti di legge.

Da segnalare che il valore medio annuale di PM2,5 per la stazione di monitoraggio di Massa-Marina vecchia, nel 2020 risulta di poco superiore ai valori guida e di riferimento raccomandati dall'OMS.

Nel Rapporto Ambientale saranno meglio dettagliati i risultati dell'Annuario ARPAT relativi al territorio provinciale per quanto pertinenti con le competenze del PTCP.

Da considerare che la provincia è titolare delle specifiche competenze in materia di pianificazione dei servizi di trasporto in ambito provinciale, autorizzazione e controllo in materia di trasporto privato, in coerenza con la programmazione regionale, nonché costruzione e gestione delle strade provinciali e regolazione della circolazione stradale ad esse inerente (L.R. 56/2014, vedi Cap. 2.2) e quindi risulta pertinente fornire un quadro conoscitivo di riferimento relativo alla qualità dell'aria e delle emissioni determinate dai flussi di traffico individuando le principali criticità territoriali.

Infatti, i movimenti pendolari generati per comune rilevati nell'ambito del censimento ISTAT 2011 evidenziano valori molto elevati per i comuni costieri di Massa e Carrara e valori compresi tra le 3000 e le 7000 unità per alcuni comuni della Lunigiana.

In Toscana i comuni polaritàindividuati, ossia quelli che attraggono almeno 20.000 spostamenti al giorno e hanno una quota di spostamenti all'interno del proprio Comune superiore al 70% degli spostamenti complessivi dei residenti, comprendevano i dieci capoluoghi di provincia e i comuni di Carrara e di Viareggio.

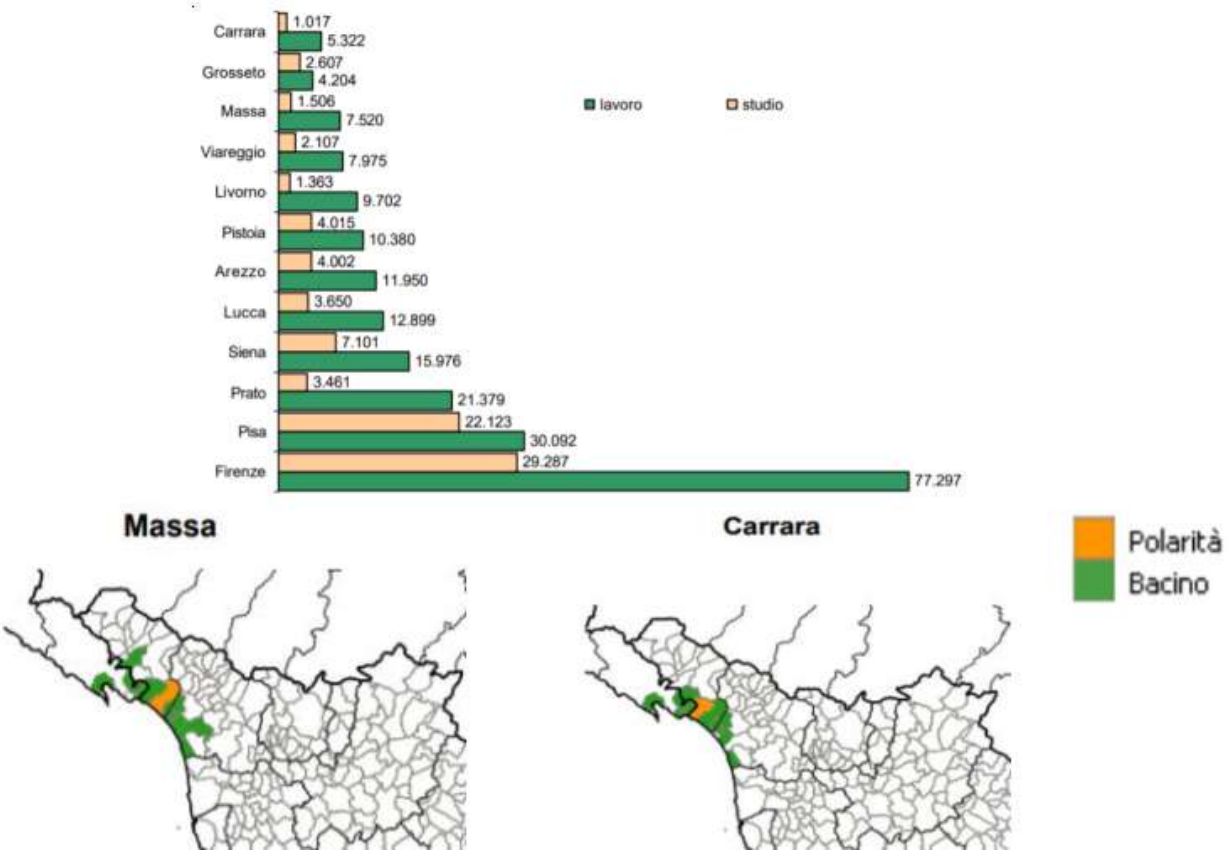


Figura 4:Movimenti pendolari in entrata nelle principali polarità

Nei comuni di Carrara, Livorno e Prato il numero dei pendolari in entrata è inferiore a quelli in uscita.

Il dato risulta particolarmente di interesse per le specifiche competenze provinciali in quanto si riflette sull'utilizzo del mezzo privato e/o del trasporto pubblico locale. Al tempo stesso esso ha riflessi anche sui volumi di traffico e quindi sulle emissioni in atmosfera non soltanto diffuse ma anche concentrate nei poli attrattivi per studio, lavoro e altri servizi.

Nell'ambito del quadro valutativo dello stesso Piano sono individuati tra i principali costi esterni associati alla mobilità:

- contributo al fenomeno del surriscaldamento globale dovuto all'incremento di emissioni di gas climalteranti, che contribuiscono ad aumentare l'effetto serra, connesso in larga misura ad alcuni processi di combustione per la produzione di energia che viene utilizzata anche in ambito trasporti;

- inquinamento atmosferico, connesso alle emissioni in atmosfera da parte dei veicoli a motore di sostanze nocive per la salute umana come materiale particolato da combustione (PM10 e PM2.5), ossidi di azoto (NOx), ossido di zolfo (SO2), ozono (O3) e altri composti organici volatili (VOC).

Ai sensi dell'art. 12, comma 1, lettera a) e lettera b) della L.R. n° 9 del 11/02/2010 "Norme per la tutela della qualità dell'aria ambiente" la Deliberazione della Giunta Regionale n° 1182 del 09/12/2015 e in particolare gli allegati 2 e 3 classificano i Comuni sulla base dei dati del monitoraggio periodico.

Questa la situazione nella Provincia di Massa Carrara:

- Comuni che rientrano in aree di superamento per alcuni parametri- sono tenuti all'elaborazione e all'adozione dei Piani di Azione comunale: Massa, Carrara
- Comuni il cui territorio è limitrofo a quello di Comuni in area di superamento: Fivizzano, Fosdinovo, Montignoso
- Comuni che non rientrano e non hanno contati con aree di superamento accertate: Aulla, Bagnone, Casola in Lunigiana, Comano, Filattiera, Licciana Nardi, Mulazzo. Podenzana, Pontremoli, Tresana, Villafranca in Lunigiana, Zeri.

3.3.2 Analisi SWOT dello stato attuale

Punti di debolezza	Punti di forza
I grandi comuni costieri ricadono in aree di superamento	La maggior parte del territorio provinciale ricade in aree non di superamento
Alto tasso di pendolarismo a livello comunale intorno a 2 comuni "polarità" (dati 2011)	Dal punto di vista socio economico: territorio attraversato da grandi direttrici di comunicazione
Elevati flussi di traffico pesante legati al settore lapideo	Elevati livelli di naturalità soprattutto in zone collinari-montane con buona qualità dell'aria e assorbimento CO2
Aree caratterizzate da elevata densità infrastrutture per la mobilità	

3.4 Aree di particolare valore ambientale e paesaggistico e beni culturali

3.4.1 Biodiversità ed ecosistemi

Il valore naturalistico del territorio provinciale è riconosciuto dalla presenza di aree protette e di numerosi siti della Rete Natura 2000 istituti ai sensi della Dir. 92/43/CE e della Dir. 2009/147/CE a tutela di habitat e specie legati agli ecosistemi fluviali, forestali e alle aree aperte con praterie e affioramenti rocciosi dei crinali appenninici e dei rilievi apuani nord-occidentali.

In effetti, gran parte delle principali aree di valore naturalistico delle zone montane appenniniche, dal M. Orsaro a NW al M.te Tondo a SE, così come dei rilievi Apuani nord-occidentali, risulta interna ai Siti della Rete Natura 2000 e/o al Parco Nazionale dell'Appennino Tosco-Emiliano (PNATE) e al Parco Regionale delle Alpi Apuane (PRAP).

Il territorio del Parco Nazionale dell'Appennino Tosco emiliano interessa una superficie di 26.149 ettari a cavallo tra la Toscana e l'Emilia Romagna. Esso comprende le porzioni di crinale appenninico delle province di Lucca, Massa Carrara, Parma e Reggio Emilia tra le valli del Dolo, dell'Asta, del Secchia, dell'Enza, del Cedra, del Bratica e del Parma sul versante emiliano e per la Toscana tra le valli del Taverone e del Rosaro.

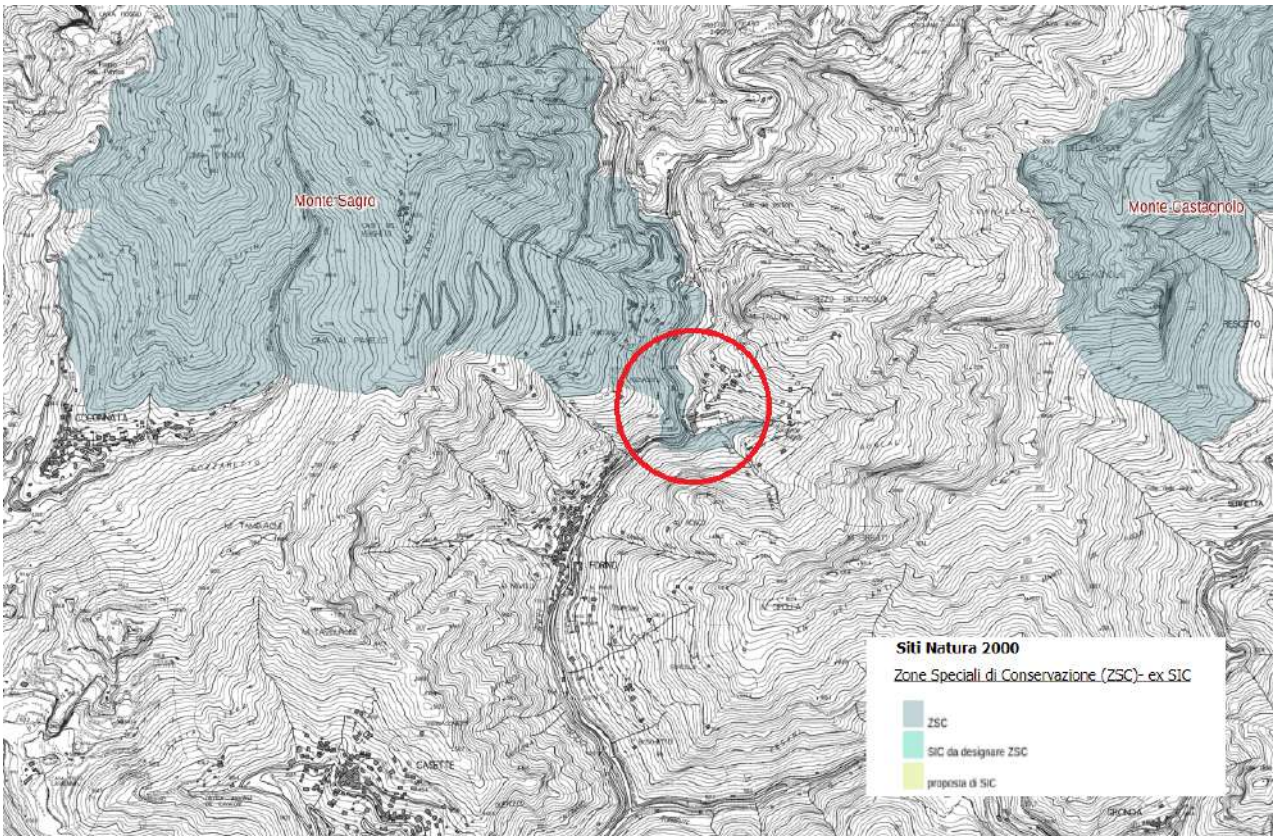


Figura 5: Siti Natura 2000

Nel Parco rientrano i territori appartenenti a 13 comuni tra cui, in Provincia di Massa Carrara quelli di Comano, Filattiera, Fivizzano, Licciana Nardi, Bagnone. La riserva MAB riconosciuta dall'Unesco l'8/06/2015 comprende 34 comuni e si estende su 223.229 ettari.

Il Parco Regionale delle Alpi Apuane si estende su complessivi 20598 ha (di cui circa il 33% in Provincia di Massa Carrara e la superficie restante in Provincia di Lucca) ed è circondato da un'area contigua di circa 27207 ha (di cui circa il 30% in Provincia di Massa Carrara e la superficie restante in Provincia di Lucca.

Il Piano Stralcio del Parco delle Alpi Apuane è stato approvato dal Consiglio Direttivo dell'Ente con Deliberazione n° 21 del 30/11/2016 e risulta in corso l'iter del Piano Integrato del Parco previsto dalla L.R. 30/2015.

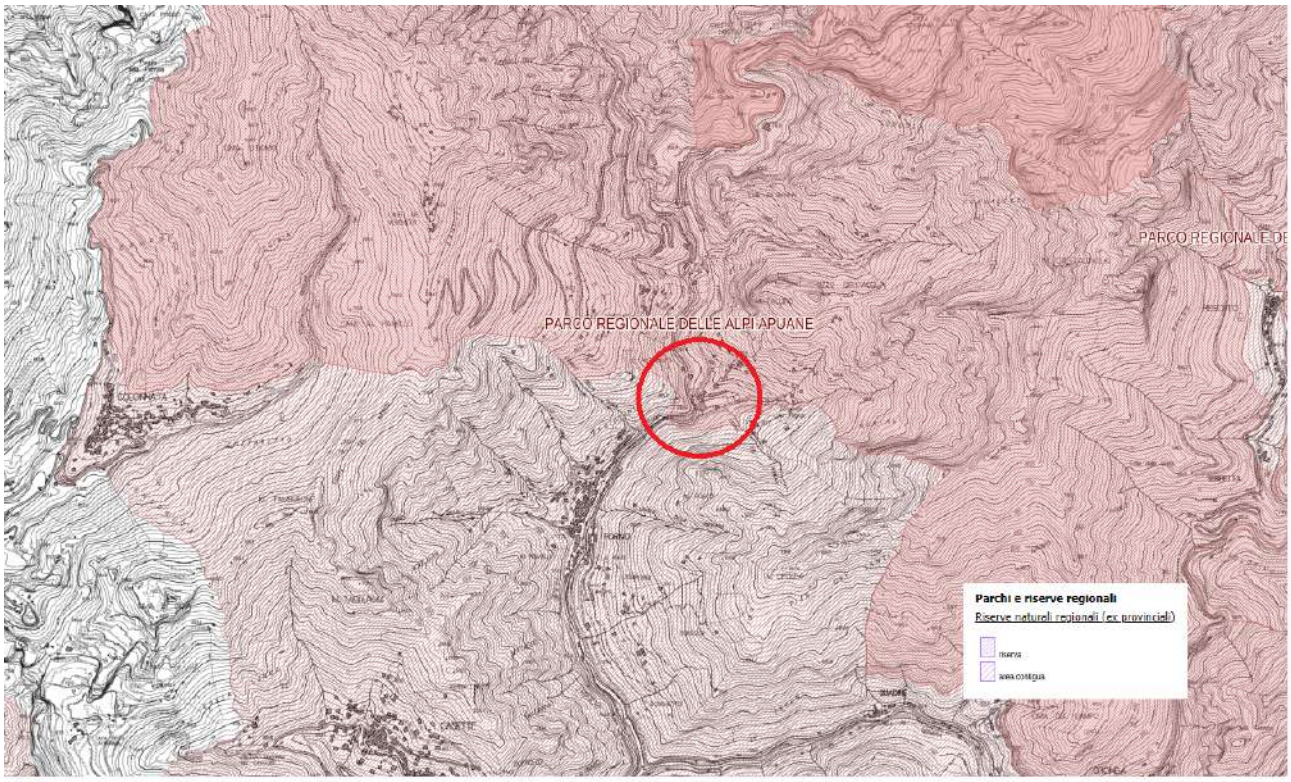


Figura 6: Parco regionale delle Alpi Apuane

Nel territorio provinciale, ai sensi della L.R. 49/95 (ora abrogata e sostituita dalla L.R. 30/2015), erano state istituite 3 Aree Naturali Protette di Interesse Locale; 1 ricade nell'area umida costiera del Lago di Porta e le altre due comprendono tratti disgiunti del Fiume Magra nel settore vallivo dove la pendenza del corso d'acqua diminuisce favorendo il deposito dei materiali erosi a monte:

- ANPIL 'Fiume Magra 2' (309 ha), si localizza più a monte, tra la confluenza del Torrente Caprio insinistra idrografica e la Località Ghiaone a valle e a sud (comune di Filattiera)
- ANPIL 'Fiume Magra in Lunigiana' più a valle (364 ha), tra la confluenza in destra idrografica delTorrente Canossilla a monte e in destra idrografica e quella del Torrente Aulella a sud e in sinistra idrografica (Comuni di Podenzana, Licciana Nardi, Villafranca in Lunigiana, Mulazzo, Tresana, Aulla)
- ANPIL "Lago e rupi di Porta" in Comune di Montignoso (MS) contigua all'ANPIL "Lago e rupi di Porta" in comune di Pietrasanta (LU)

La nuova legge regionale sulle aree protette L.R. 30/2015 norme per la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturalistico-ambientale regionale, ha riunito in un'unica disciplina

coordinata le politiche di tutela, conservazione e valorizzazione del patrimonio naturalistico ambientale regionale costituito dal sistema regionale delle aree naturali protette e dal sistema regionale della biodiversità.

In questo sistema non vengono riconosciuti le A.N.P.I.L. e i Parchi provinciali, se non nella misura in cui siano ricollocati nelle tipologie riconosciute dalla legge: Parchi regionali, Riserve naturali regionali, Siti della Rete Natura 2000 (ZSC, ZPS).

Nel territorio coinvolto nella pianificazione ricadono i seguenti siti della Rete Natura 2000, che possono essere suddivisi 3 ambiti principali:

- Alto Appennino Tosco-Emiliano
    - ZSC 'Monte Orsaro' (IT5110002)
    - ZSC 'M. Matto - M. Malpasso' (IT 5110003)
    - ZSC 'M. Acuto - Groppi Di Camporaghera' (IT 5110004)
    - ZSC 'M. La Nuda - M. Tondo' (IT5110005)
- Alpi Apuane
    - ZSC 'Monte Borla - Rocca di Tenerano' (IT5110008)
    - ZSC 'Monte Sagro' (IT5110006)
    - ZSC 'Valli Glaciali di Orto Di Donna e Solco Di Equi' (IT5120008)
    - ZPS 'Praterie primarie e secondarie delle Apuane' (IT5120015)
    - ZSC "Valle del Serra-M. Altissimo" (IT5120010)
    - ZSC M. Castagnolo (IT5110007)
    - ZSC "M. Tambura-M. Sella" (IT5120013)
- Fondovalle fluviale e pianura urbanizzata
    - ZSC 'Valle Del Torrente Gordana' (IT5110001)
    - ZPS "Lago di Porta"(IT51260101)

3.4.2 Le connettività ecologiche e la frammentazione

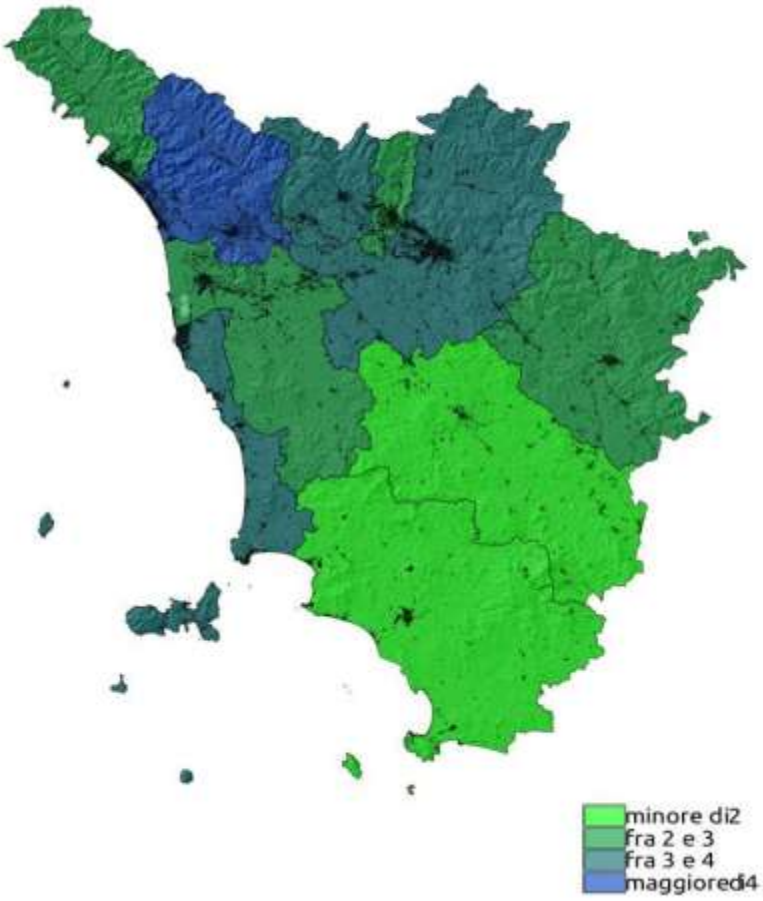
Costituisce riferimento la carta del PIT/PPR relativa alla II invariante "I Caratteri ecosistemici del paesaggio" e in particolare il tematismo "gli elementi funzionali della rete ecologica".

Per la necessaria conformità con il PIT/PPR, nell'ambito della redazione degli elaborati di Piano, saranno elaborati specifici approfondimenti conoscitivi e cartografici relativi alle invarianti.

In particolare, per quanto riguarda il patrimonio e le risorse naturalistico-ambientali, nell'ambito dell'analisi della II invariante "i caratteri ecosistemici del paesaggio", partendo dall'elaborazione più recente dell'uso del suolo da parte della Regione Toscana e da documentazioni e studi disponibili, saranno individuati i morfotipi ecosistemici e gli elementi funzionali delle reti ecologiche alla scala territoriale della Provincia di Massa Carrara e del suo intorno.

Di seguito si riportano i dati relativi ai 2 indicatori popolati nel Rapporto Ambientale del PIT/PPR che descrivono il fenomeno della frammentazione causato rispettivamente dalla struttura e organizzazione/forma degli insediamenti (Indice di Frammentazione per urbanizzazione -Urban Fragmentation Index –UFI) e dalla presenza di infrastrutture di comunicazione (Indice di frammentazione da infrastrutture- Infrastructural Fragmentation Index – IFI).

La frammentazione incide sulla connettività delle reti ecologiche e quindi sulla loro funzionalità ma anche sull'uso del suolo e sul paesaggio, determinando una interferenza di tipo percettivo sulle visuali.

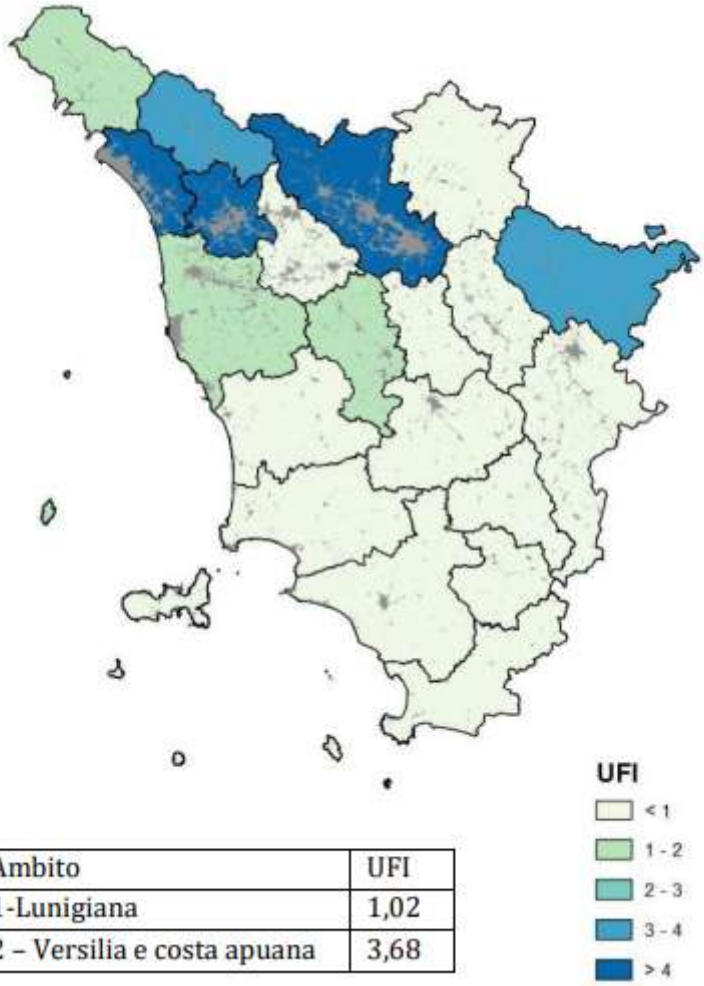


Provincia	UFI
GR	1,13
SI	1,95
AR	2,30
PI	2,36
MS	2,48
PO	2,82
FI	3,54
PT	3,56
LI	3,57
LU	4,86

Figura 7: Indice di Frammentazione per urbanizzazione (UFI)

La suddivisione del territorio regionale in ambiti di paesaggio permette di dettagliare meglio l'UFI in quanto raggruppa i territori in base alle loro caratteristiche e non in base alla suddivisione Amministrativa.

L'UFI calcolato per ambiti di paesaggio, è meglio distribuito e con valori che rispecchiano meglio il fenomeno della frammentazione per urbanizzazione.



Ambito	UFI
1-Lunigiana	1,02
2 – Versilia e costa apuana	3,68

Figura 8: Ambiti

Nel calcolo dell'IFI sono state eliminate le aree urbanizzate, così come definite dall'ISTAT. Questo perché tale indicatore naturalmente ha un senso nelle aree a più marcato carattere naturale e non dentro i centri urbani che, per loro natura, sono organizzati da una fitta rete di strade.

Il calcolo e la mappatura dell'IFI evidenziano qualche valore superiore alle aspettative in comuni non a forte urbanizzazione: aree relativamente poco popolate hanno indici talvolta superiori alla media, laddove più che la quantità di infrastrutture pesa la loro tipologia e organizzazione del reticolo complessivo.

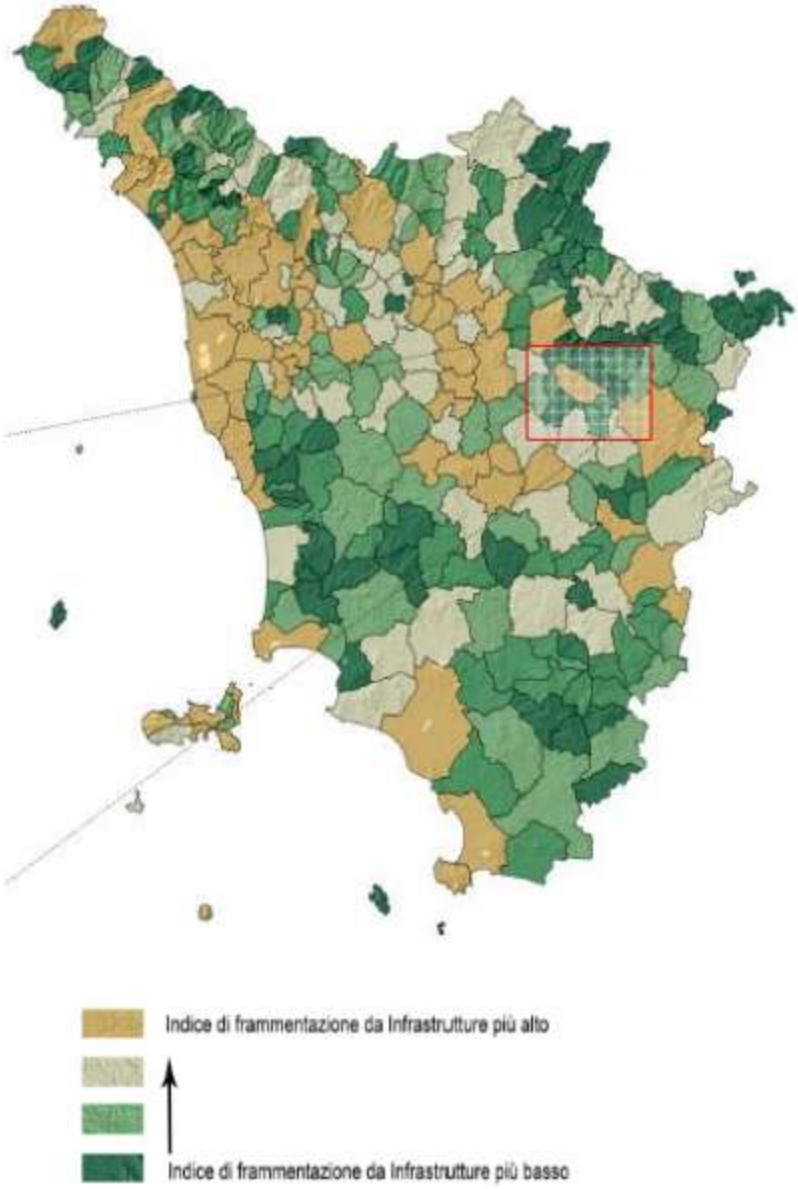
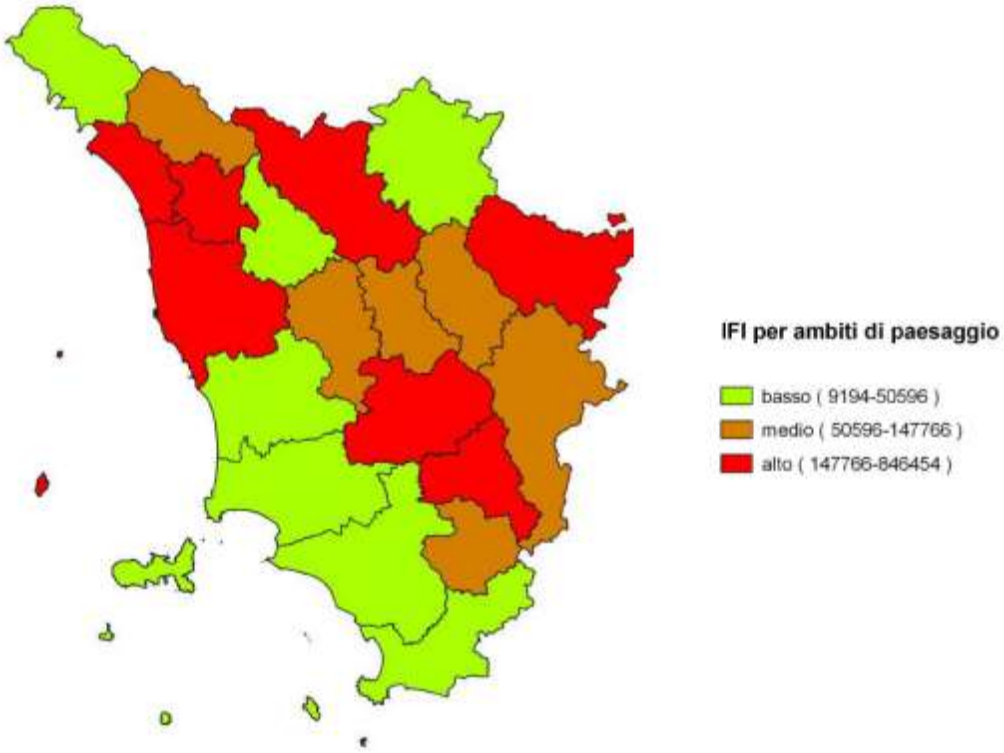


Figura 9: Indice di frammentazione da infrastrutture

La zona costiera dell'ambito 2 "Versilia e costa apuana" raggiunge un valore di IFI alto mentre l'ambito 1 della Lunigiana presenta un valore basso.



Ambito	IFI
1- Lunigiana	38264,29
2- Versilia e costa apuana	75344,71

Figura 10: IFI per ambiti di paesaggio

3.4.3 I beni oggetto di tutela paesaggistica

Nel territorio della Provincia di Massa Carrara ricadono numerosi immobili e aree di interesse pubblico (Art. 143 D.Lgs 42/04).

Si propone anche nell'ambito del Rapporto Ambientale della presente variante generale al PTC l'indicatore Uso del suolo in aree vincolate per decreto sulla base dei dati relativi all'uso del suolo più recenti disponibili; l'indicatore è stato già popolato nel Rapporto Ambientale del PIT/PPR sulla base dell'uso suolo RT 2007 individuando anche la percentuale di territorio vincolato per decreto che ricade in area protetta e/o nella Rete Natura 2000.

Inoltre sul territorio provinciale ricadono i seguenti beni tutelati ai sensi dell'art. 142 c.1 del Codice del Paesaggio:

a) i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare: l'area dell'intervento si trova a notevole distanza dalla costa, perciò non ricade in tale zona;

b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi: la zona di studio non si trova nei pressi di laghi, perciò non è interessata da tale area tutelata;

c) i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con RD 11/12/1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna;

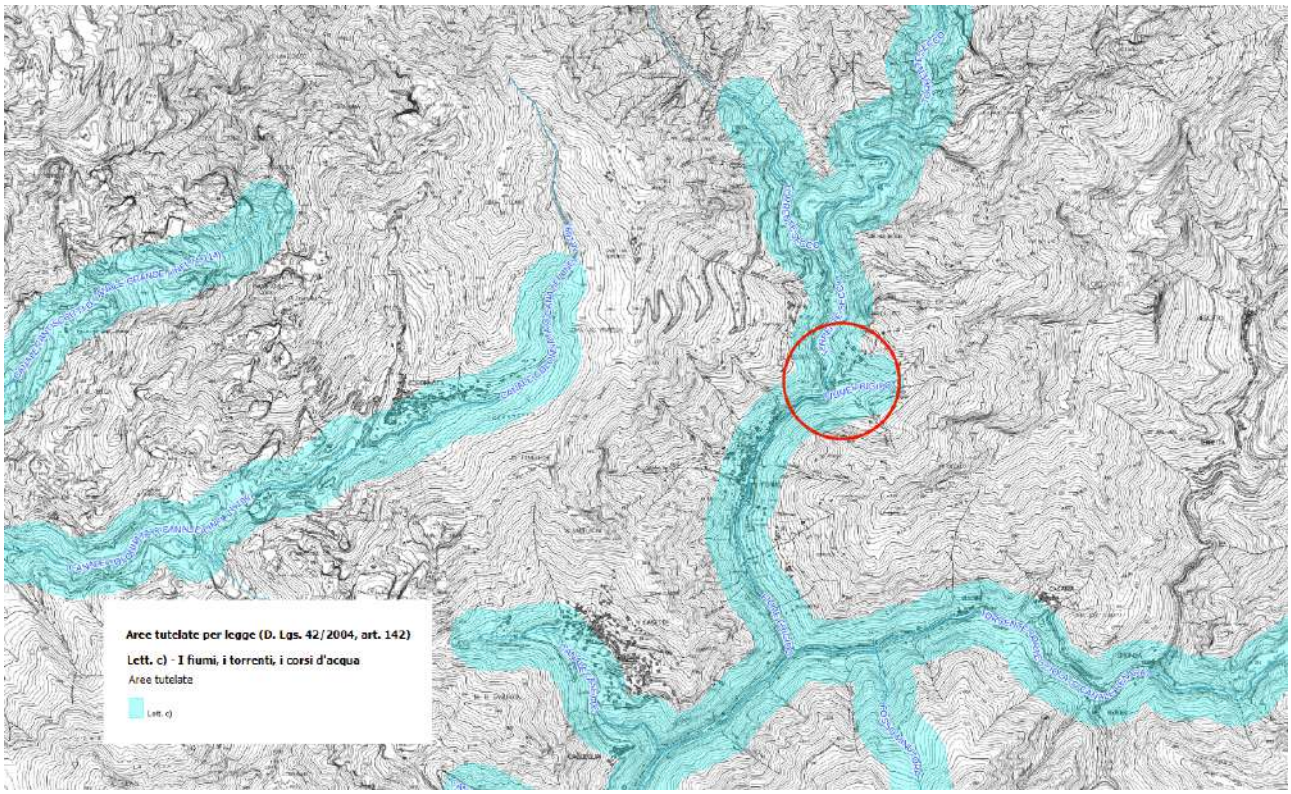


Figura 11: Aree tutelate lettera c

d) le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole: la zona di studio non si trova a quote elevate, perciò non ricade in tale area tutelata;

e) i ghiacciai e i circhi glaciali: valgono le stesse considerazioni del punto precedente;

f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi: la zona, come già descritto, ricade nell'are del Parco regionale delle Alpi Apuane e nei siti protetti di Natura 2000;

g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227 (norma abrogata, ora il riferimento è agli articoli 3 e 4 del D.Lgs n. 34 del 2018);

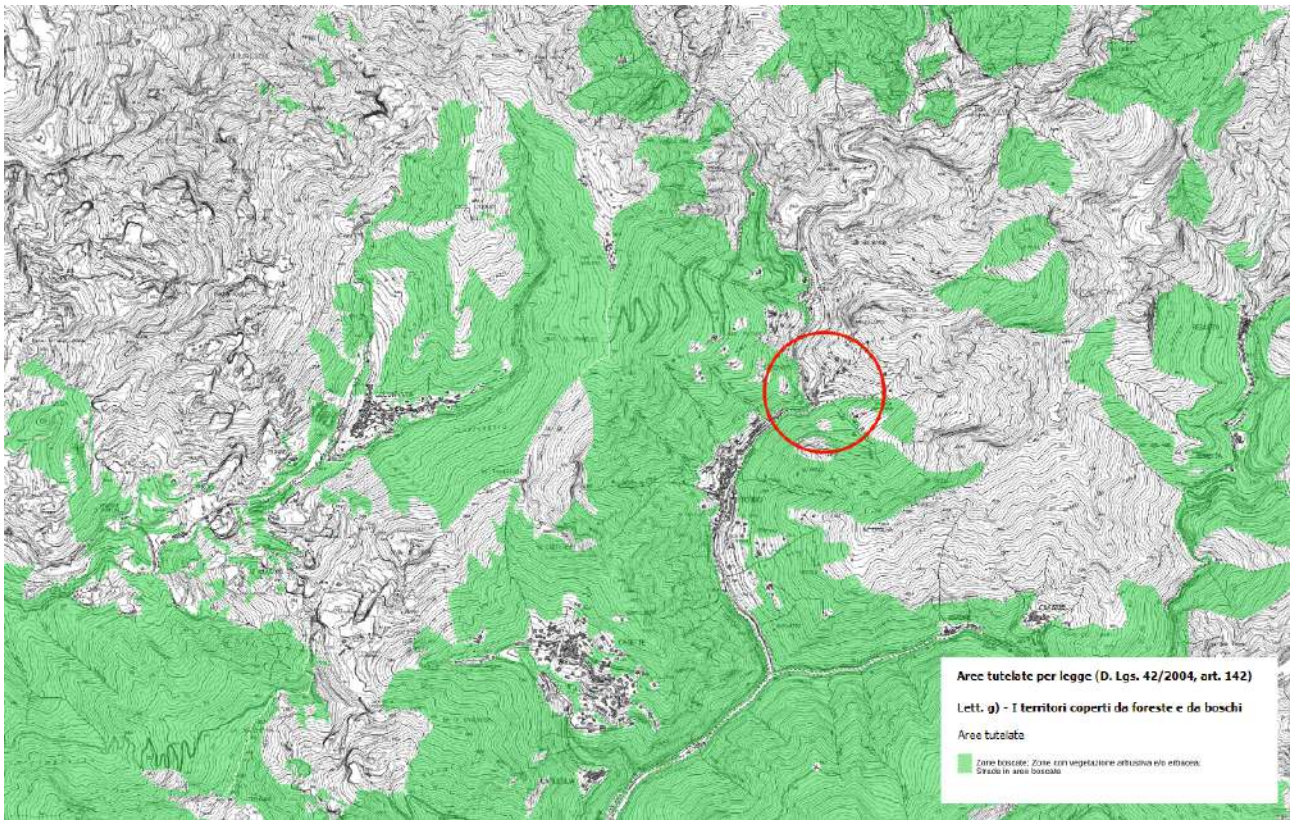


Figura 12: Aree tutelate lettera g

h) le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici;

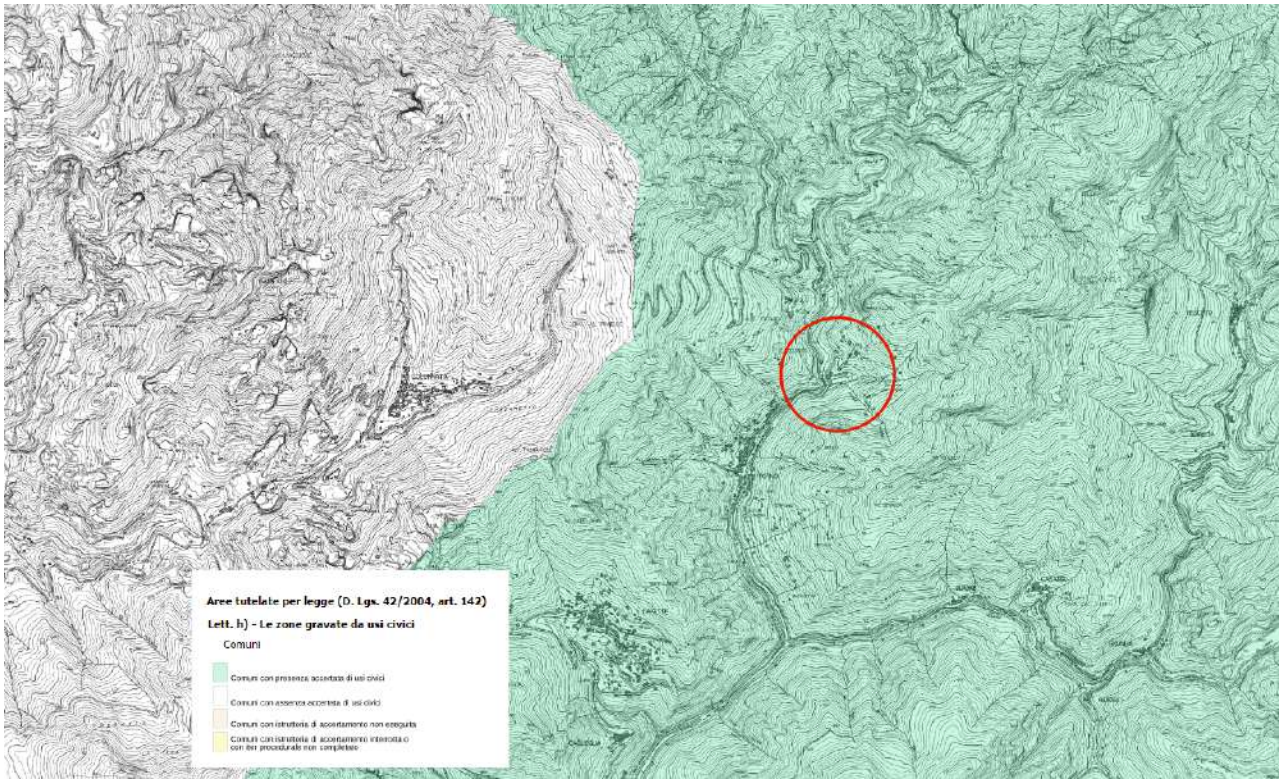


Figura 13: Aree tutelate lettera h

i) le zone umide incluse nell'elenco previsto dal D.P.R. 13 marzo 1976, n. 448: l'area di studio non si trova nei pressi di zone umide;

m) le zone di interesse archeologico: l'area di interesse non è ubicata in vicinanza a tali zone.

Analisi SWOT dello stato attuale

Dall'analisi dei P/P sovraordinati e tenendo conto dell'inquadramento generale sopra riportato è possibile effettuare l'analisi SWOT individuando i principali punti di debolezza e i principali punti di forza del contesto territoriale in esame per quanto concerne le aree di particolare valore ambientale e paesaggistico.

Punti di debolezza	Punti di forza
Elementi di frammentazione: cave, infrastrutture	Presenza numerosi Siti Natura 2000
Forte urbanizzazione dell'area di costa	Presenza di aree protette
Presenza di elementi in stato di degrado	Costa prospiciente il santuario Pelagos
Processi crescenti di pressione antropica sulla pianura costiera con indebolimento del sistema relazionale storico "mare-pianura-montagna"	Presenza lembi di aree umide residue retrodunali
Pressioni sui corsi d'acqua e le zone perifluviali	Le Alpi Apuane costituiscono paesaggio assolutamente unico e non riproducibile qualificato da valori naturalistici di alto pregio e dal paesaggio antropico del marmo
	Presenza di centri e nuclei storici
	Diffusa presenza di testimonianze storico culturali e testimoniali

3.4.4 Energia e clima

Nel Rapporto Ambientale verranno inseriti dati climatici ricavati da banche dati disponibili e saranno citati studi e documentazioni relativi ai cambiamenti climatici in corso, anche in relazione ai tragici eventi di dissesto idrogeologico che hanno interessato il territorio provinciale.

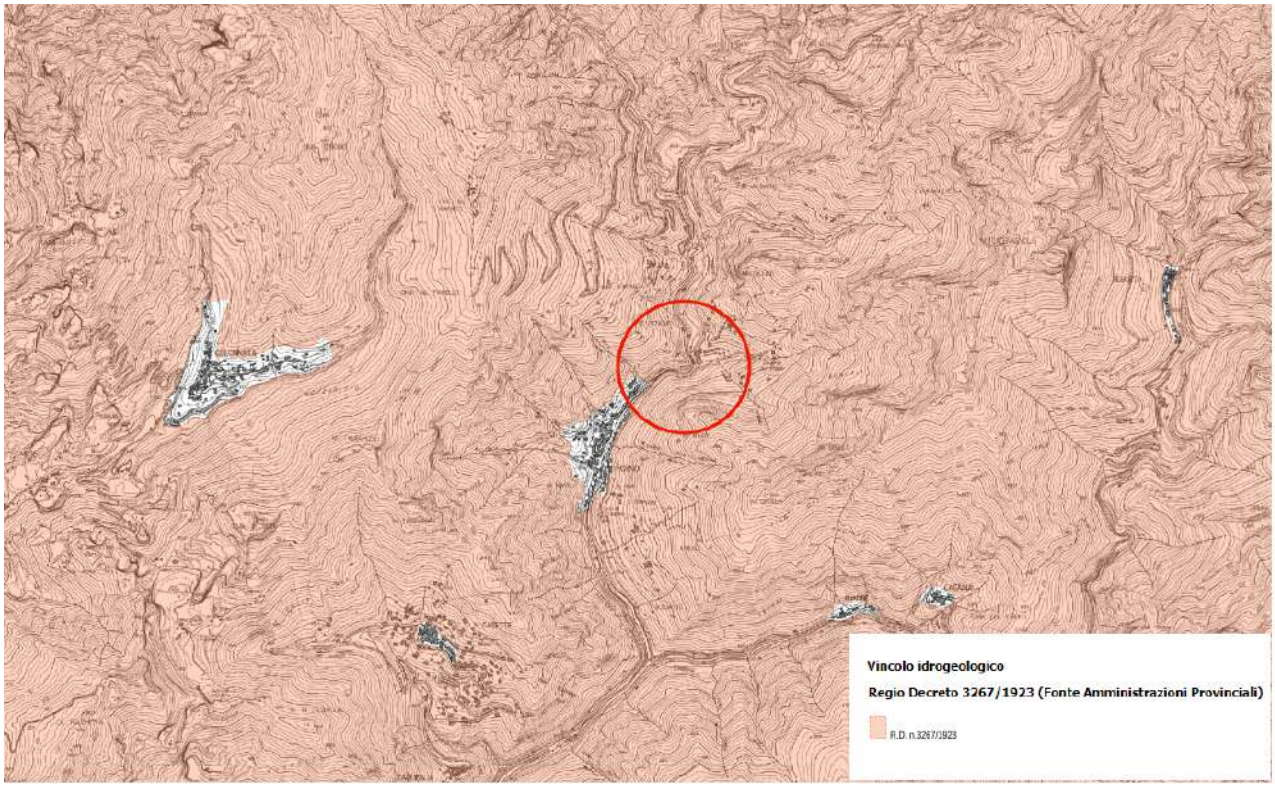


Figura 14: Vincolo idrogeologico

Per quanto riguarda i consumi energetici i dati messi a disposizione dai gestori possono fornire un inquadramento territoriale utile per comprendere l'incidenza dei diversi settori e poter attuare corrette politiche di risparmio energetico e di ricorso a sistemi di approvvigionamento alternativi meno impattanti come previsto (e prescritto) dalle strategie comunitarie, nazionali e regionali.

A livello delle specifiche competenze provinciali è importante individuare strategie efficaci sia per quanto riguarda il contrasto al cambiamento climatico nei settori delle infrastrutture scolastiche e della mobilità.

Nel Rapporto Ambientale saranno riportati i valori di radiazione solare a scala provinciale e comunale e i dati di dettaglio relativi al numero, alla potenza e alla produttività lorda degli impianti fotovoltaici installati sul territorio provinciale in esame. A una prima verifica risulta che tale produttività lorda, nel periodo 2018-2019, si attesta sui valori più bassi a livello regionale.

Analisi SWOT dello stato attuale

Dall'analisi dei P/P sovraordinati e tenendo conto dell'inquadramento generale sopra riportato è possibile effettuare l'analisi SWOT individuando i principali punti di debolezza e i principali punti di forza del contesto territoriale in esame per quanto concerne la risorsa energia e clima.

Punti di debolezza	**Punti di forza**
N° e potenza impianti solari fotovoltaici inferiori ai valori delle altre province toscane	Valori medi di radiazione solare annua elevati
Valori di produzione lorda degli impianti fotovoltaici in Provincia di Massa Carrara tra i più bassi a livello regionale	Ricorso a impianti di produzione di energia rinnovabile di diversa tipologia (eolico, idroelettrico, solare fotovoltaico)
Scarsa resilienza del territorio provinciale in relazione ai fenomeni di dissesto idrogeologico	

3.4.5 Rifiuti

Dal maggio 2019 sono tornate in capo alle Province le deleghe ambientali che hanno a che fare con i controlli periodici su tutte le attività di gestione, intermediazione e di commercio dei rifiuti e accertamento delle relative violazioni, nonché le competenze sulla verifica e il controllo dei requisiti per l'applicazione delle procedure semplificate previste da un decreto del 2006.

Piano regionale di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati (PRB) approvato con Del. C.R. n° 94 del 18/11/2014, il PRB, redatto secondo quanto indicato dalla L.R. 25/1998 e dal D.Lgs 152/2006, è lo strumento di programmazione unitaria attraverso il quale la Regione definisce in maniera integrata le politiche in materia di prevenzione, riciclo, recupero e smaltimento dei rifiuti, nonché di gestione dei siti inquinati da bonificare.

Produzione di rifiuti urbani

	Provincia di Massa Carrara	Toscana
Rifiuti urbani prodotti (t)	120.924	**2.241.639**
Rifiuti urbani pro capite (kg/ab.•anno)	617	**599**

Raccolta differenziata

	Provincia di Massa Carrara	Toscana	Obiettivo 2011	Obiettivo 2012
Percentuale raccolta differenziata (percentuale)	44,15 %	53,89 %	60 %	65 %
Raccolta differenziata pro capite (kg/ab.•anno)	272	323	-	-

Nel Rapporto Ambientale sarà riportato l'elenco dei Siti contaminati e analizzata la situazione di produzione e raccolta dei rifiuti sul territorio in esame. In particolare, sarà dato rilievo all'incidenza della raccolta differenziata rispetto al totale degli RSU. Questo dato è da mettere in relazione con la disponibilità di punti di raccolta adeguati (se necessari) e di servizi pubblici e privati di gestione dei rifiuti in una prospettiva di prossimità di recupero e trattamento e di autosufficienza a livello comprensoriale.

Con deliberazione di Giunta regionale n. 1094 del 08-11-2016 è stato approvato il documento di avvio del procedimento relativo alla "Modifica del piano regionale di gestione dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati per la razionalizzazione del sistema impiantistico di trattamento dei rifiuti".

Nel Rapporto Ambientale dovranno anche essere verificati i contenuti pertinenti del Piano Straordinario per la gestione dei rifiuti dell'ATO Costa, approvato con Delibera d'Assemblea n. 11 del 06.07.2015 dall'Autorità d'ambito per la gestione integrata dei rifiuti urbani11. In particolare: la localizzazione e la tipologia dei centri di raccolta e la localizzazione di impianti di trattamento/smaltimento rifiuti.

Analisi SWOT dello stato attuale

Dall'analisi dei P/P sovraordinati e tenendo conto dell'inquadramento generale sopra riportato è possibile effettuare l'analisi SWOT individuando i principali punti di debolezza e i principali punti di forza del contesto territoriale in esame per quanto concerne la gestione dei rifiuti.

Punti di debolezza	Punti di forza
Percentuale di raccolta differenziata dei rifiuti urbani inferiore ai valori obiettivo 2011-2012	
Percentuale di raccolta differenziata dei rifiuti urbani inferiore ai valori regionali 2019	
Quantità di rifiuti urbani prodotti pro capite superiore di quanto registrato a livello regionale	
Elevata densità impianti di gestione dei rifiuti in alcune porzioni territoriali costiere	
Gestione dei rifiuti speciali	

3.4.6 Inquinamento fisico

Nel Rapporto Annuale ARPAT 2019 la densità delle linee elettriche rispetto alla popolazione (km/10000 abitanti) e la densità delle linee elettriche rispetto alla superficie territoriale (km/kmq) nella Provincia di Massa Carrara risultano inferiori rispetto ai valori regionali.

Sono comunque presenti zone su cui si concentrano degli snodi importanti di tali reti con una maggiore concentrazione di reti a media-alta tensione rispetto ad altre aree.

Per quanto riguarda invece la densità delle stazioni radio televisive (RTV) rispetto alla popolazione (n° postazioni/10000 abitanti) e rispetto alla superficie territoriale (n° postazioni/kmq) i valori provinciali risultano significativamente superiori alla media provinciale; gli stessi indicatori popolati per le stazioni radio base, evidenziano una sostanziale equivalenza tra i valori provinciali e regionali.

Nell'ambito del quadro valutativo del Piano Regionale Integrato delle Infrastrutture e della Mobilità sono individuati tra i principali costi esterni associati alla mobilità:

- contributo al fenomeno del surriscaldamento globale dovuto all'incremento di emissioni di gas climalteranti, che contribuiscono ad aumentare l'effetto serra, connesso in larga misura ad alcuni processi di combustione per la produzione di energia che viene utilizzata anche in ambito trasporti;
- inquinamento atmosferico, connesso alle emissioni in atmosfera da parte dei veicoli a motore di sostanze nocive per la salute umana come materiale particolato da combustione (PM10 e PM2.5), ossidi di azoto (NOx), ossido di zolfo (SO2), ozono (O3) e altri composti organici volatili (VOC);
- inquinamento acustico, derivante dall'esposizione di parte della popolazione al rumore generato dal traffico sia stradale che ferroviario e aereo, in particolar modo in prossimità di nodi infrastrutturali di rilevante importanza;
- congestione della rete infrastrutturale e perdita di valore legata al tempo perso negli spostamenti rispetto al tempo di percorrenza ottimale;
- incidentalità, soprattutto di tipo stradale.

3.5 Prima analisi degli effetti ambientali

La norma relativa alla valutazione ambientale strategica precisa che nel presente documento sono da evidenziare a livello preliminare gli effetti significativi derivanti dall'attuazione del piano.

Di seguito sono quindi riportati gli obiettivi generali di sostenibilità ambientale pertinenti al Piano, desunti dalla normativa ambientale, dalla pianificazione/programmazione territoriale e settoriale e dalla prima analisi generale del contesto di riferimento. Gli effetti ambientali delle strategie e degli obiettivi di Piano sono preliminarmente verificati rispetto a tali obiettivi di sostenibilità.

Nel documento di avvio del procedimento si precisa che gli obiettivi generali del PTC si orientano procedendo con politiche ed azioni di governo del territorio che devono in via prioritaria tenere a riferimento la finalità più complessiva di sviluppo sostenibile del territorio regionale volto in particolare a (art. 1, c. 2 LR 65/2014):

- la conservazione e la gestione del patrimonio territoriale, promuovendone la valorizzazione in funzione di uno sviluppo locale sostenibile e durevole;
- la riduzione dei fattori di rischio connessi all'utilizzazione del territorio in funzione di maggiore sicurezza e qualità di vita delle persone;
- la valorizzazione di un sistema di città e insediamenti equilibrato e policentrico, promuovendo altresì la massima sinergia e integrazione tra i diversi territori della Regione;
- lo sviluppo delle potenzialità multifunzionali delle aree agricole e forestali, della montagna e della fascia costiera, coniugando funzioni produttive con funzioni di presidio idrogeologico, ambientale e paesaggistico;
- lo sviluppo di politiche territoriali attente all'innovazione di prodotto e di processo privilegiando le opportunità economiche e l'innovazione delle attività così da consentirne lo sviluppo nel tempo;
- una qualità insediativa ed edilizia sostenibile che garantisca: la salute ed il benessere degli abitanti e dei lavoratori; la piena accessibilità degli spazi pubblici per la generalità della popolazione; la salvaguardia e la valorizzazione degli spazi agricoli periurbani; la produzione locale di energia e la riduzione dei consumi energetici; il risparmio idrico;
- l'organizzazione delle infrastrutture per la mobilità che garantisca l'accessibilità all'intero sistema insediativo e all'intermodalità;

- l'effettiva ed adeguata connettività della rete di trasferimento dati su tutto il territorio regionale.

Nella tabella successiva si riportano gli obiettivi di sostenibilità maturati a seguito dell'analisi preliminare delle componenti ambientali e socio economiche del contesto provinciale.

Questi obiettivi, eventualmente integrati e modificati a seguito di analisi più approfondite svolte in sede di Rapporto Ambientale e di redazione degli elaborati conoscitivi, rappresentano il riferimento per la verifica della sostenibilità del Piano.

Componente	Obiettivi di sostenibilità
Suolo	Riduzione consumo di suolo
	Bonifica siti contaminati
	Riduzione/mitigazione effetti attività estrattive
	Riduzione rischi geologico e idraulico
	Salvaguardia delle emergenze geologiche e geomorfologiche di interesse
Acqua	Salvaguardia della funzionalità fluviale e della qualità morfologica dei corsi d'acqua
	Tutela qualitativa dei corpi idrici superficiali
	Tutela quantitativa delle acque
	Tutela qualitativa dei corpi idrici sotterranei
	Riduzione/mitigazione effetti attività estrattive
	Riduzione rischi geologico e idraulico
	Qualità delle acque marino-costiere
Aria	Salvaguardia della qualità dell'aria
	Mitigare gli effetti prodotti dalle opere infrastrutturali
	Tutelare e valorizzare le risorse territoriali, la natura e la biodiversità

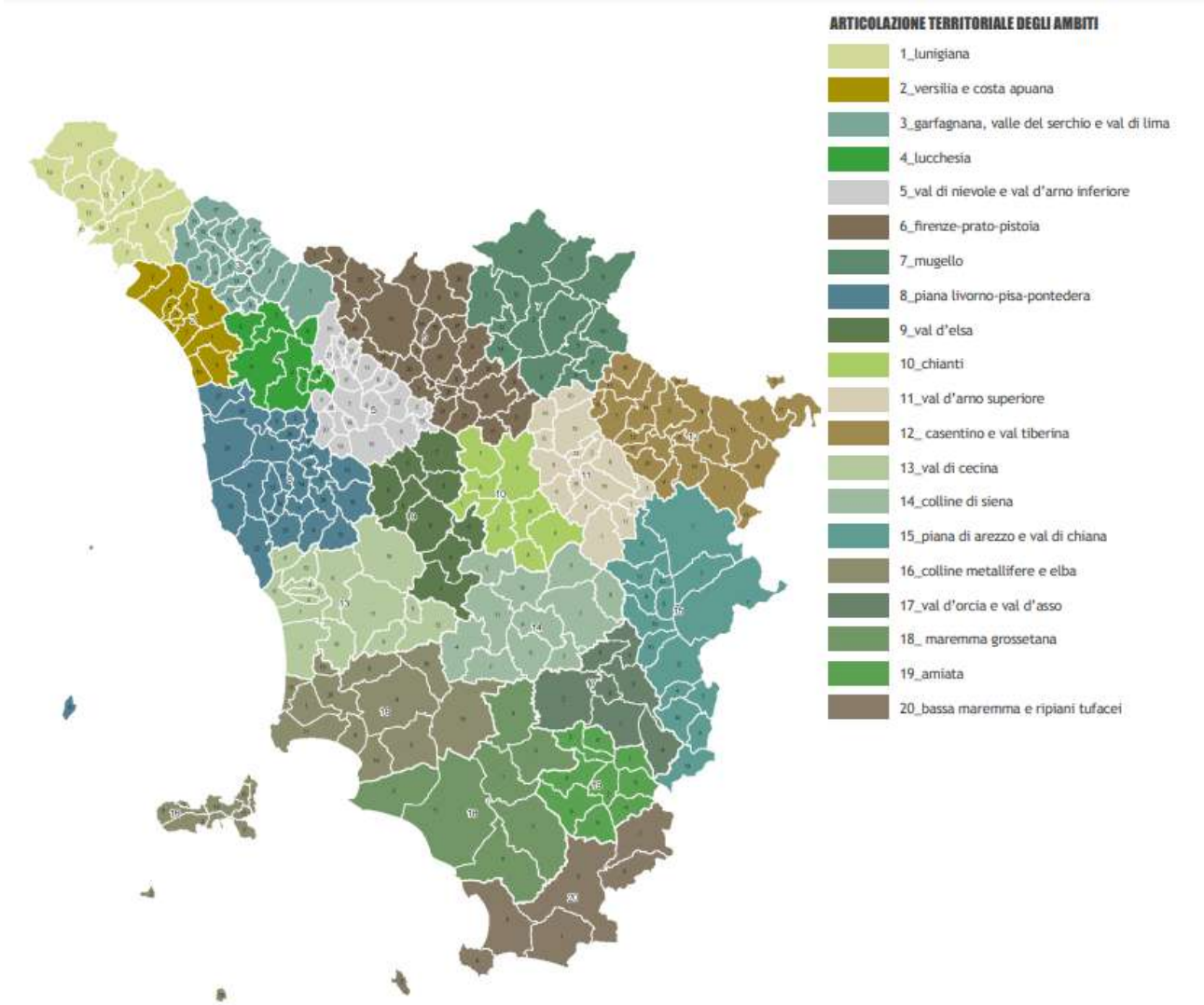
Componente	Obiettivi di sostenibilità
Aree di particolare valore ambientale e paesaggistico e beni culturali	Tutelare le emergenze geologiche/geomorfologiche
	Salvaguardia aree oggetto di vincolo paesaggistico
	Salvaguardia beni di valore storico-architettonico e archeologico
Energia e clima	Contrastare i cambiamenti climatici Ridurre le emissioni di gas serra
	Contrastare i cambiamenti climatici Ridurre i consumi energetici
	Contrastare i cambiamenti climatici Aumentare la percentuale di energia proveniente da fonte rinnovabile
Rifiuti	Ridurre la produzione totale dei rifiuti
	Aumentare la % di rifiuti avviati a raccolta differenziata
	Attuare azioni per il corretto recupero/smaltimento dei rifiuti
Inquinamento fisico	Ridurre la popolazione esposta a inquinamento acustico
	Ridurre la popolazione esposta all'inquinamento elettromagnetico
	Ridurre la popolazione esposta alle radiazioni ionizzanti
	Ridurre l'impatto determinato dall'illuminazione
Qualità della vita e salute umana	Promuovere l'integrazione tra ambiente, salute e qualità della vita-
	Riduzione rischio idrogeologico e sismico
	Migliorare l'efficienza dei servizi (anche ecosistemici) alla popolazione
	Migliorare la sicurezza stradale
Socio economia	Favorire la permanenza della popolazione in zone collinari e montane
	Favorire una differenziazione del sistema produttivo
	Promuovere la qualità della produzione agricola (integrazione delle filiere agricole, ampliamento e valorizzazione delle tipicità locali)
	Promuovere uno sviluppo locale duraturo e sostenibile volto all'integrazione tra attività economiche e componenti territoriali
	Aumentare e consolidare la competitività del sistema produttivo
	Mantenimento e incremento dell'occupazione
	Accrescere la conoscenza e l'innovazione per la crescita

4. Inquadramento programmatico

In questo capitolo sarà fornito un inquadramento dell'area di studio rispetto agli strumenti di pianificazione vigenti con l'obiettivo di conoscere l'evoluzione del contesto territoriale in relazione ad eventuali fabbisogni idrici (agricoltura, innevamento, ecc.) e all'eventuale sussistenza di interessi concorrenti sull'uso della risorsa idrica, con particolare riferimento alla fruizione pubblica del corso d'acqua.

4.1 Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico

La zona di studio corrisponde alla scheda di ambito di paesaggio dell'Ambito 2 "Versilia e costa apuana" del PIT della Regione Toscana, di cui si riportano alcuni estratti.



2_VERSILIA E COSTA APUANA

1 CAMAIORE
2 CARRARA
3 FORTE DEI MARMI
4 MASSA
5 MASSAROSA
6 MONTIGNOSO
7 PIETRASANTA
8 SERAVEZZA
9 STAZZEMA
10 VIAREGGIO

Figura 15: Inquadramento geografico

4.1.1 Strutturazione geologica e geomorfologica

L'ambito Versilia e Costa Apuana è costituito da un mosaico di paesaggi che si sono modellati nel tempo nel contesto delle dinamiche di formazione ed evoluzione geologica e geomorfologica di questo settore dell'Appennino settentrionale.

I paesaggi dominanti sono quelli del nucleo montuoso delle Alpi Apuane che si contrappone alla vasta pianura litoranea apuo – versiliese, ormai ampiamente urbanizzata. Le Alpi Apuane, come tutta la catena Alpi - Appennino, sono il risultato del corrugamento e della dislocazione tettonica terziaria dei domini Ligure e Toscano.

L'assetto attuale della geologia apuana consiste in una finestra tettonica in cui affiorano i terreni metamorfici dell'Autoctono Auctt. e dell'Unità di Massa (strutturati in pieghe isoclinali), sormontati e circondati dall'Unità della Falda Toscana e dalle Unità Liguri, e in cui è possibile decifrare il comportamento della struttura profonda della catena.

Le rocce che costituiscono la dorsale montuosa sono tra le più antiche dell'intera appenninica, risalenti al Paleozoico, e comprendono litologie metamorfiche e non di diversa natura: al nucleo si ritrovano formazioni rocciose appartenenti al Complesso Metamorfico Apuano (Autoctono Auctt.) costituito da rocce calcaree e non, tra cui i famosi Marmi, la cui coltivazione inizia in epoca etrusco - romana.

Nel Pleistocene (circa 1,8 milioni di anni fa) la catena apuana venne interessata dall'azione dei ghiacciai, in particolare nell'ultimo periodo glaciale, il Wurm. L'azione glaciale modellò le cime e i versanti lasciando parecchi segni ancor'oggi visibili: seppur l'estensione dei ghiacciai fosse maggiore nel versante garfagnino delle Apuane dove queste evidenze sono meglio conservate, anche sul versante a mare è possibile rilevare tracce dell'estensione della calotta glaciale.

Le Alpi Apuane sono, inoltre, una delle aree carsiche più importanti d'Italia e presentano fenomeni epigei e ipogei di particolare valore naturalistico e geologico. Sul versante versiliese – apuano la presenza di fenomeni superficiali è limitata a poche zone, mentre più esteso appare il fenomeno profondo che conta cavità estese come l'Antro del Corchia (una delle cavità più vaste d'Italia con oltre 60 km di gallerie e pozzi).

Dal nucleo montuoso si passa rapidamente a zone pianeggianti, separate dall'entroterra da sistemi collinari, costituiti da rocce appartenenti alla Falda Toscana e al Dominio Ligure. La pianura appare

attualmente costituita da una coalescenza di coni di deiezione olocenici, originati dai principali corsi d'acqua della pianura (T. Carrione, F. Frigido, F. Versilia, T. Camaiore), poggianti su conoidi pleistoceniche, obliterati dalla profonda conurbazione che ne ha parzialmente mascherato le morfologie.

Il substrato è costituito da più cicli di sedimenti di origine marina e continentale che hanno colmato una depressione tettonica subsidente (Bacino Versiliese – Pisano) delimitata da un sistema di faglie dirette a direzione appenninica che si sono formate durante la fase distensiva dell'orogenesi appenninica, a partire dal Miocene superiore. La depressione fa parte di un più ampio bacino che si estende tra le Apuane e i Monti Pisani (Dorsale Medio Toscana) ad est, i Monti Livornesi verso sud, e la dorsale sommersa di Viareggio ad ovest.

Il processo di subsidenza è ancora in corso, accentuato in alcune aree (zone costiere retrodunali e Lago di Massaciuccoli) come quelle interessate da bonifiche dove il fenomeno è indotto a causa della costipazione dei terreni conseguente agli interventi effettuati nei primi anni del secolo XX. L'evoluzione naturale del fenomeno è influenzato anche dall'intensificarsi dei prelievi di acque di falda per usi agricoli, industriali e civili.

La zona costiera è caratterizzata da un esteso litorale sabbioso che un tempo presentava un sistema di dune e aree retrodunali di cui rimangono attualmente pochi residui.

Aree umide, un tempo estese su tutta la costa, si riconoscono lungo il litorale nelle aree retrodunali. Tali aree costituiscono residui di zone più ampie bonificate a partire dal XVI secolo attraverso colmate e sistemazioni idrauliche, che hanno visto la deviazione di importanti fiumi come il F. Versilia e la creazione di un vasto reticolo di canali.

Nell'entroterra permangono relitti di laghi costieri nell'area del Lago di Porta e del Lago di Massaciuccoli. Quest'ultima rappresenta l'area umida di origine retrodunale più estesa della Toscana e in passato rappresentava un complesso lagunare che si estendeva fino all'epoca romana dai Monti d'Oltre Serchio fino al Fiume Camaiore.

La linea di riva ha subito nel tempo variazioni di conseguenza ai cicli di ingressione e regressione marina che hanno interessato questo settore di costa. In alcuni tratti dell'entroterra è possibile osservare i resti di un'antica falesia che testimonia la massima ingressione del mare olocenico (circa 5000 a.C.) nella piana apuo – versiliese.

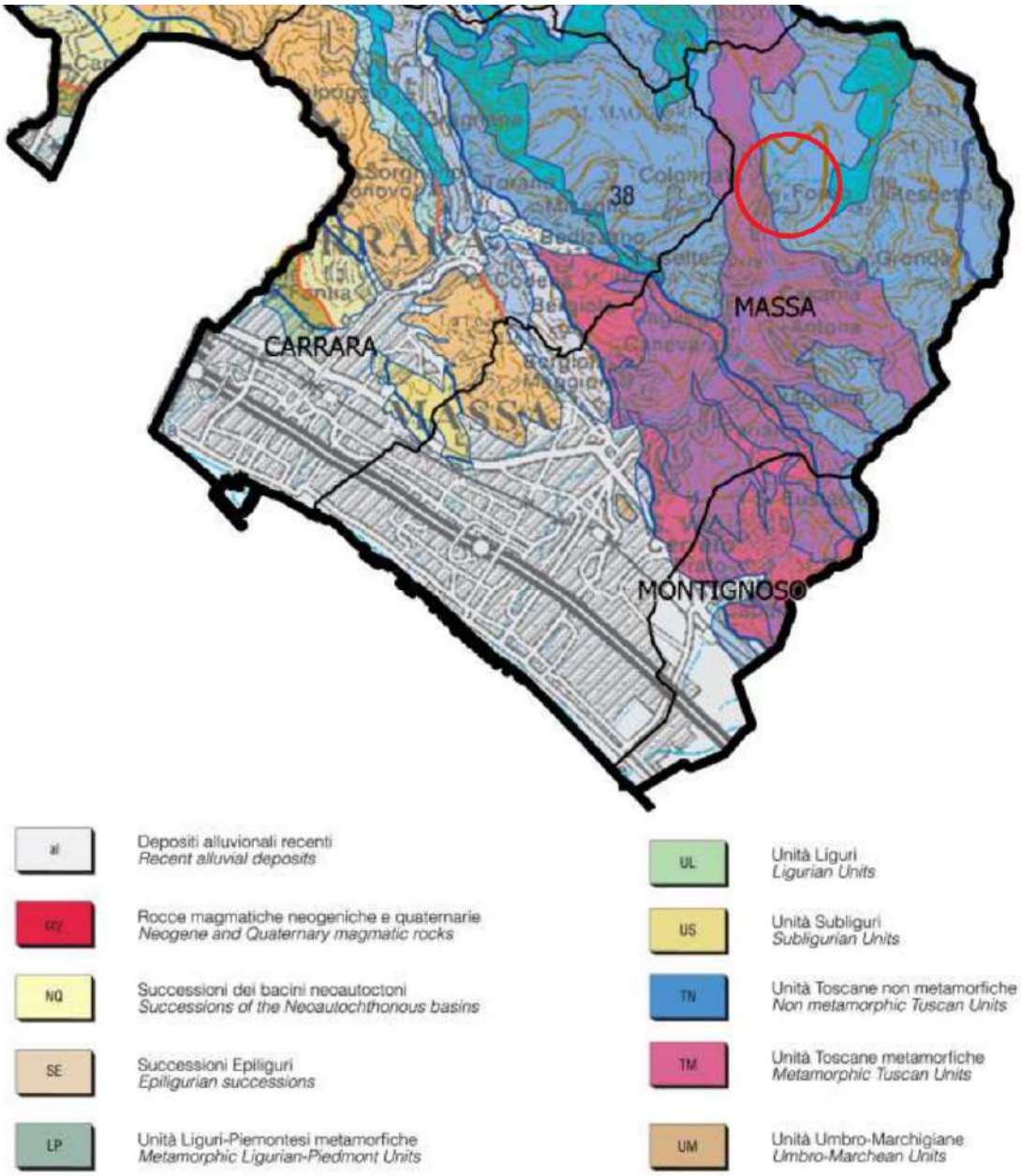


Figura 16: Inquadramento geologico

4.1.2 Processi storici di territorializzazione

All'inizio dell'Ottocento esistevano ben 9 acquitrini nella pianura tra Avenza e Montignoso (i maggiori San Giuseppe, Lago della Fiora o Brugiano e Porta) e le condizioni sanitarie peggiorarono a Massa e a Montignoso. Con la Restaurazione, la duchessa Maria Beatrice ordinò raddrizzamento e arginatura del Frigido e dei corsi d'acqua minori (esecuzione 1817-1827), bonifica dei paduletti (1821-1828 e 1830-1840) e colmamento artificiale dello stagno di Magliano (1843- 45).

Un po' in tutta la pianura costiera di recente bonifica si diffusero quelle colture orticole e frutticole (agli, cipolle, sedani, meloni, agrumi) che si esportavano anche via mare, e che rappresentano il prodromo dell'orticoltura apuana e del vivaismo viareggino dell'età contemporanea.

Con il risanamento, tra seconda metà del XVIII secolo e inizio del XIX secolo, di quasi tutta la marina, si ebbe una forte spinta verso la valorizzazione agricola e demografica, grazie anche alla grave crisi agraria che – dagli anni '70-'80 – colpiva l'area montana, costringendo migliaia di piccoli agricoltori-allevatori a trasferirsi nei centri maggiori della bassa collina e pedecolle, nella pianura e nelle marine in graduale sviluppo.

La crisi dell'agricoltura montana venne aggravata da quella dell'industria siderurgica che nel 1836 il granduca Leopoldo II cedette a privati che non possedevano i capitali necessari all'ammodernamento degli impianti: a breve vennero quasi tutti chiusi o trasformati in segherie di marmo. Anche i tentativi di aprire miniere per sfruttare i piccoli giacimenti di piombo argentifero non ebbero successo durevole.

Nella sottostante pianura, proprietari e livellari misero definitivamente a coltura tutta l'area compresa tra i poggi e il mare: in una prima fascia oliveti e viti per lo più ai bordi dei campi, cereali e foraggi, con a seguire – fin alla spiaggia – spazi a colture intensive orticole, che in grandi quantità si esportavano.

Fu la 'rivoluzione' stradale e ferroviaria sette-ottocentesca a rappresentare un fattore di sviluppo economico per campagne e centri abitati, che seppero irrobustire i loro tradizionali apparati di commercializzazione e produzione artigianale o piccolo-industriale. Le nuove linee ferroviarie, con le loro stazioni, ebbero un ruolo 'esplosivo' nella determinazione dei processi e delle direttrici di espansione degli agglomerati.

Alla fine del XIX secolo, si manifestarono sintomi importanti di un nuovo dinamismo sociale e politico nel litorale e tra 1861 e 1901 emersero i due poli industriali di Massa e Carrara per effetto dell'allargamento ed intensificazione della produzione marmifera. All'inizio del secolo XX, erano presenti città industriali, turistiche e di servizi. Nel 1911 erano ritenuti comuni industrialmente importanti Viareggio e Pietrasanta.

La graduale urbanizzazione turistica del litorale apuano si congiungeva (mediante il viale litoraneo costruito subito dopo la Grande Guerra) con quella di Ronchi-Cinquale-Forte dei Marmi e si assisteva all'espansione di una vera e propria economia del turismo balneare che da Viareggio si spingeva verso nord, con le tante marine dalla conformazione regolare, con caseggiati plurifamiliari, ville, villette, giardini e pinete: un vero e proprio sistema costituito da Marina di Carrara, Marina di Massa, Forte dei Marmi, Marina di Pietrasanta (con Fiumetto, Tonfano, Motrone, Focette), Lido d Camaiore e Viareggio con Torre del Lago.

Nel 1938 il governo fascista costituì la zona industriale di Apuania su circa 800 ha tra le marine di Massa e Carrara e le omonime città capoluogo (che con Montignoso furono accorpate fino al 1946 nel Comune di Apuania); solo nel dopoguerra l'area avrebbe attratto numerosi impianti industriali correlati alle lavorazioni dei marmi e alle manifatture metalmeccaniche e chimiche.

Nell'ultimo dopoguerra, nonostante la crisi agraria e lo spopolamento delle campagne, tutti i comuni dell'ambito continuarono ad accrescere la loro popolazione almeno fino al decennio 1970-80 in tutta l'area pianeggiante e basso-collinare. La popolazione passò dalle 248.000 unità circa del 1951 alle quasi 303.000 del 1981; solo Stazzema decrebbe da 7058 a 4145 abitanti. Da allora, si susseguirono fasi di arretramento, stasi e sviluppo (sempre moderato), con 300.850 residenti nel 1991, 302.609 nel 2001, e con una più marcata crescita nell'ultimo decennio (oltre 316.500 unità), con saldi positivi soprattutto a Viareggio, Massa, Massarosa e Camaiore e saldi negativi a Stazzema e Forte dei Marmi.

In questo periodo vicino alle città e tra un centro e l'altro si è formato un continuum frutto della valorizzazione turistica delle attività balneari che – al di là di una maglia amministrativa comunale ormai inadeguata – unisce città, cittadine, agglomerati di seconde case, alberghi e campeggi. Il litorale apuano-versiliese costituisce oggi una regione turistico-balneare per antonomasia: le tante piccole marine in pochi decenni hanno formato un unico e sempre più congestionato organismo con le relative criticità ambientali e paesistiche.

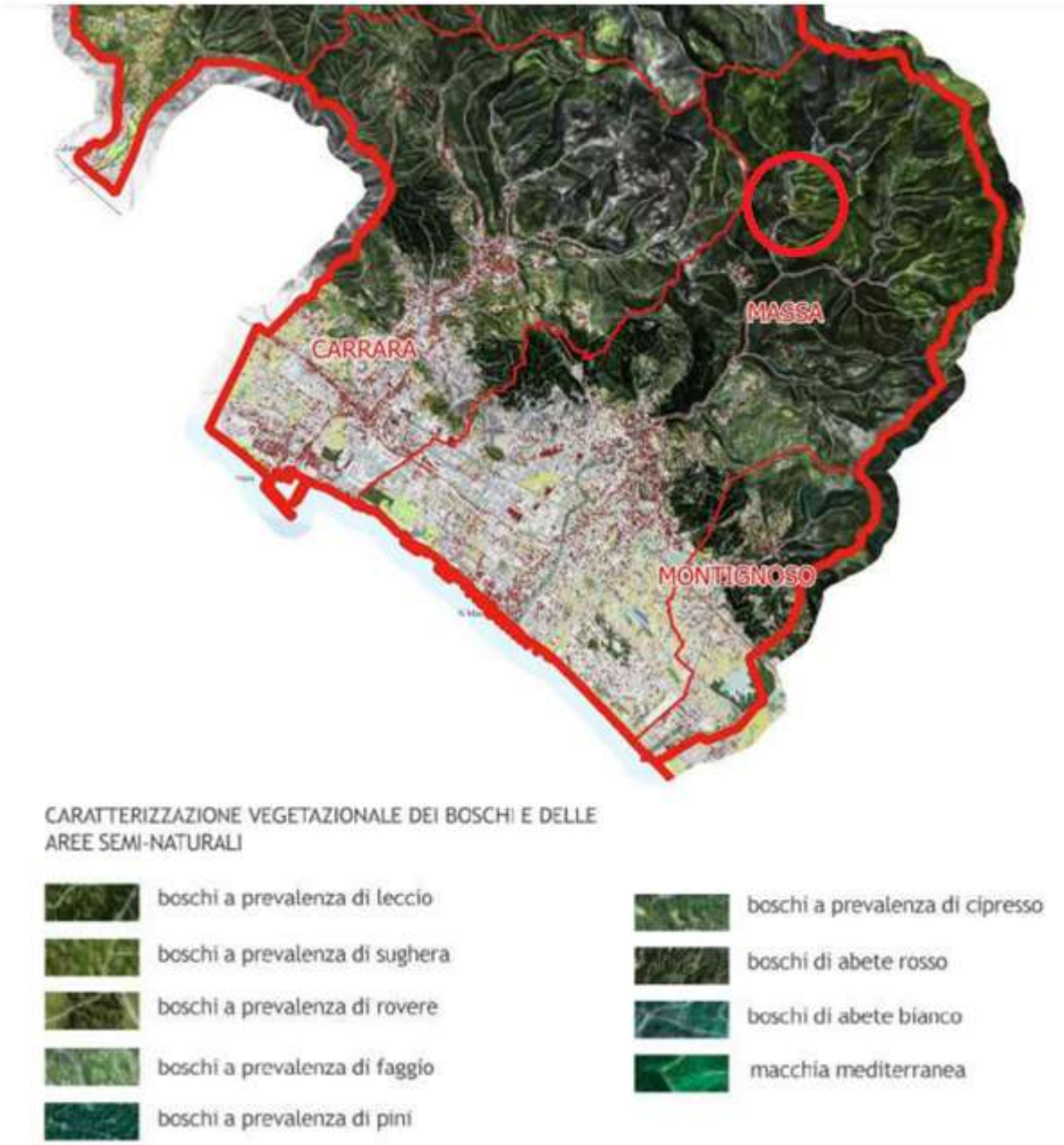


Figura 17: Caratteri del paesaggio

4.1.3 I caratteri idro-geo-morfologici dei bacini idrografici e dei sistemi morfogenetici

L'ambito è caratterizzato da una notevole diversità di forme del rilievo e di litologie, che comprendono formazioni di età compresa tra il Paleozoico e il Quaternario. In poco più di 15 Km, dalla costa verso l'interno, si succedono sistemi morfogenetici di ambiente costiero, di pianura, di collina, di montagna e di dorsale.

Le Alpi Apuane dominano l'ambito e costituiscono un unicum, nella catena appenninica, per le forme simili alle vette alpine e per l'affioramento in finestra tettonica delle formazioni del Complesso Metamorfico delle Alpi Apuane, appartenenti al nucleo più profondo dell'Appennino. I versanti a mare, ripidi e scoscesi, risentono della conformazione geologica dell'area. Strette pieghe anticlinali e sinclinali, con piani assiali molto inclinati, si susseguono a formare i contrafforti apuani, distribuiti tra i tipi fisiografici di montagna e di dorsale.

La Dorsale carbonatica si estende per circa 25 Km in direzione appenninica; è costituita prevalentemente da formazioni carbonatiche dell'Unità Toscana Metamorfica e della Falda Toscana.

Un ruolo importante nel modellamento di versanti e crinali è stato giocato dai ghiacciai, durante l'ultima glaciazione. Lungo tutta la catena si ritrovano infatti forme di origine glaciale e fluvio-glaciale: circhi glaciali, conche di sovraescavazione, rocce montonate, valli ad U, morene, massi erratici e marmitte dei giganti.

Al modellamento del paesaggio contribuiscono estesi fenomeni carsici di superficie e ipogei; i primi si manifestano in doline, carso a blocchi, campi carreggiati e altre forme, i secondi, sviluppatesi prevalentemente nei marmi, hanno prodotto estesi sistemi ipogei di valore paesaggistico, geologico e naturalistico a livello internazionale.

La Montagna è costituita da formazioni appartenenti a diverse unità, dalle Liguridi alle Unità Toscane metamorfiche. In accordo con l'assetto strutturale, dal basso verso l'alto si susseguono morfotipi classificabili come Montagna su unità da argillitiche a calcareo-marnose, Montagna silicoclastica, Montagna calcarea e Montagna ringiovanita sui terreni silicei del basamento.

Gli insediamenti della montagna tendono ad essere più importanti di quelli della collina, ed hanno sfruttato qualsiasi superficie di ripiano o di crinale vagamente utilizzabile, dando luogo ad un insediamento molto denso in rapporto alla natura delle forme. Tra pianura e montagna si estende

una stretta fascia di rilievi collinari, che rappresentano la parte più periferica e ribassata della catena apuana. L'area di pianura si articola in Alta pianura, costituita da conoidi alluvionali attive, e Fondovalle, interni, dove affiorano depositi alluvionali attuali. La massima densità di insediamenti si localizza in queste fasce, insieme con la viabilità storica e le potenzialità agricole, e dove si ha accesso alle risorse della montagna. Il grado di saturazione insediativa dell'alta pianura è altissimo.

Il reticolo idrografico dell'ambito ha un andamento a pettine, dettato dal forte sollevamento, con importanti caratteri angolari determinati dalla densità e attività delle strutture tettoniche. I piccoli bacini idrografici incidono talvolta profondamente all'interno della catena, mentre sono del tutto artificiali nella fascia costiera. Il comportamento dei corsi d'acqua è fortemente torrentizio, per i brevi tempi di corrivazione e le forti pendenze medie. Le caratteristiche delle piogge, determinate dalla brevissima distanza tra il mare e un alto crinale parallelo alla costa, intensificano questa dinamica.

Il paesaggio della Montagna calcarea è stato e viene profondamente rimaneggiato dall'uomo, le cui azioni hanno comportato notevoli dinamiche di trasformazine.

Gli ampi fronti di cava e i depositi di scarto dell'attività estrattive, i ravaneti, hanno rimodellato crinali, versanti e fondovalle creando forme peculiari, visibili anche a grande distanza, e alterando profondamente l'idrologia.

L'intensa attività mineraria che, indipendentemente dal marmo, ha interessato l'ambito è completamente cessata, con l'eredità di vari siti minerari abbandonati. Un tempo occupata da specchi d'acqua salmastra, la fascia delle depressioni retrodunali ha visto estese bonifiche idrauliche, che hanno aperto alla coltivazione ampie aree di suoli organici.

La prevalenza delle forme carbonatiche e del carsismo introduce un valore semplice quanto basilare: l'ambito è, quasi per intero, una macchina per catturare acqua di pioggia.

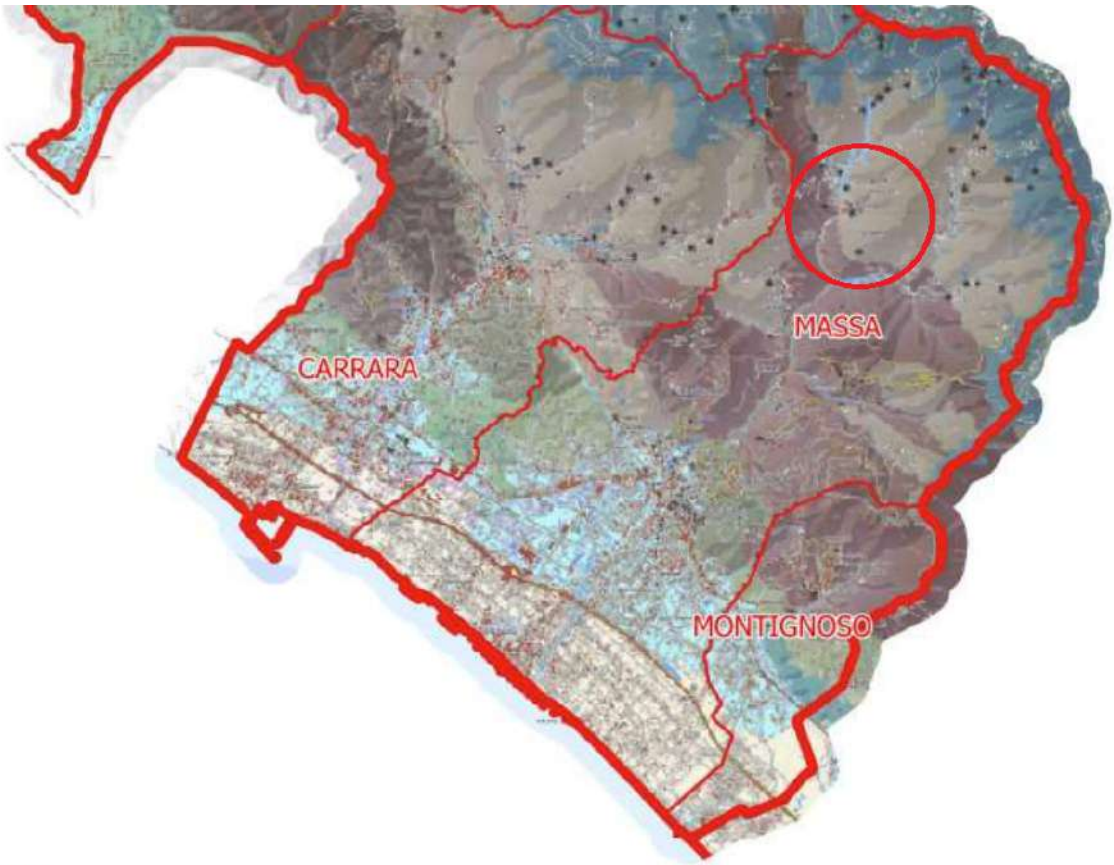
Gli elementi della macchina sono:

- la conformazione orografica, che favorisce una piovosità elevatissima;
- la frequenza di rocce carbonatiche permeabili;

- l'assetto tettonico, con frequenti strati verticalizzati, particolarmente adatti a condurre le acque lungo i giunti;
- la presenza di spesse coltri regolitiche permeabili sui versanti collinari e montani su formazioni silicee.

L'ambito è quindi caratterizzato da grandissime risorse idriche, condivise con gli ambiti adiacenti grazie all'ampio raggio delle circolazioni molto profonde. Le zone di montagna e dorsale alimentano un acquifero strategico di importanza regionale (CISS 99MM010). Lungo le pendici sono presenti numerose sorgenti; molte sono captate a scopi idropotabili, mentre alcune presentano proprietà oligominerali. Sono presenti alcune delle risorgenze carsiche più importanti della Toscana, tra cui la sorgente del Fiume Frigido la cui portata media supera i 1500 l/s.

La parte di Depressioni retrodunali non interamente prosciugata mette a disposizione scenari unici; i rimanenti laghi salmastri retrodunali sono tra i principali laghi costieri italiani, di alto valore naturalistico e paesaggistico.



LEGENDA

- costa a dune e cordoni (CDC)
- depressioni retrodunali (DER)
- costa alta (CAL)
- fondovalle (FON)
- bacini di esondazione (BES)
- depressioni umide (DEU)
- pianura bonificata per diversione e colmate (PBC)
- pianura pensile (PPE)
- alta pianura (ALP)
- margine inferiore (MARi)
- margine (MAR)
- collina dei bacini neo-quaternari, litologie alternate (CBAt)
- collina dei bacini neo-quaternari, argille dominanti (CBAg)
- collina dei bacini neo-quaternari, sabbie dominanti (CBSa)
- collina sui depositi neo-quaternari con livelli resistenti (CBLr)
- collina calcarea (Cca)
- collina a versanti ripidi sulle Unità Liguri (CLVr)
- collina a versanti dolci sulle Unità Liguri (CLVd)
- collina a versanti ripidi sulle Unità Toscane (CTVr)
- collina a versanti dolci sulle Unità Toscane (CTVd)
- collina su terreni neogenici deformati (CND)
- collina su terreni neogenici sollevati (CNS)
- collina su terreni silicei del basamento (CSB)
- montagna silicoclastica (MOS)
- montagna calcarea (MOC)
- montagna su Unità da argillitiche a calcareo-marnose (MOL)
- montagna antica su terreni silicei del basamento (MASb)
- montagna ringiovanita su terreni silicei del basamento (MRSb)
- montagna ignea (MOI)
- montagna dell'Appenino esterno (MAE)
- dorsale silicoclastica (DOS)
- dorsale carbonatica (DOC)
- dorsale vulcanica (DOV)

Figura 18: Invariante I - Caratteri idro-geo-morfologici dei bacini idrografici e dei sistemi morfogenetici

Tuttavia l'evoluzione del paesaggio, dovuta prevalentemente all'azione dell'uomo nella storia recente, ha comportato ilsopraggiungimento di alcune criticità.

La tradizionale attività di estrazione del marmo rappresenta una risorsa e contemporaneamente una problematicità: i valori storici, sociali, di cultura materiale e artistica sono rilevanti e tuttavia comportano, per la loro natura, l'erosione di beni di eccezionale valore geomorfologico, in primis i sistemi carsici delle Alpi Apuane I locali fenomeni di degrado legati all'attività estrattiva creano delle interferenze con l'assetto paesaggistico come pure con il naturale andamento del sistema idrografico idrologico.

In stretta connessione, le grandi capacità del sistema di alimentazione delle falde creano possibili ulteriori interferenze; la facilità con cui l'acqua viene convogliata agli acquiferi produce il rischio che, agli stessi, vengano convogliate anche sostanze inquinanti.

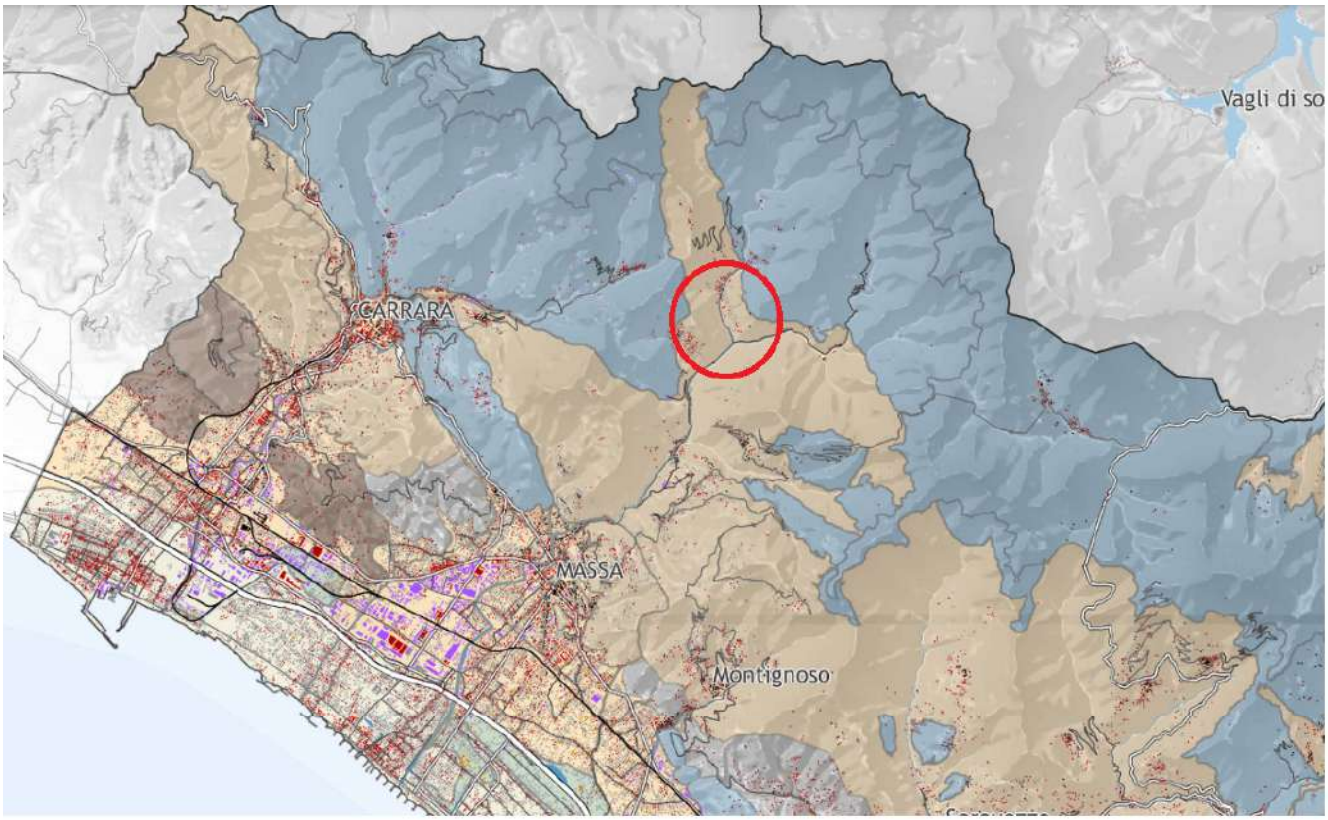
Il comportamento dei corsi d'acqua che scendono alle aree di pianura e costiere da luogo a seri rischi idraulici.

Lungo la costa, i sistemi di bonifica richiedono una costante manutenzione, pena il degrado di un intero paesaggio; le attività antropiche caricano questi sistemi con l'inquinamento, che provoca tra l'altro l'eutrofizzazione del lago di Massaciuccoli, con il prelievo di acqua che aumenta il rischio di ingressione di acque saline e con l'aumentato deflusso.

La subsidenza dei suoli bonificati, in particolare organici, è una conseguenza inevitabile del drenaggio e della coltivazione. I dati relativi a questi suoli fanno pensare che il fenomeno sia in uno stato avanzato, con possibile scomparsa dello strato organico alla scala dei decenni.

La pressione antropica sulla costa a dune e cordoni è molto pesante, e si combina con l'erosione costiera.

Ampi tratti del litorale sabbioso sono interessati da fenomeni di erosione: nonostante le opere a protezione, in alcuni tratti la linea di costa è arretrata di alcune decine di metri. Il carsismo può innescare fenomeni di rischio per gli insediamenti: presso Camaiore, la presenza di un substrato carsico, unitamente all'emungimento della falda, ha innescato la formazione di una voragine (sinkhole) che ha creato danni alle abitazioni.



LEGENDA

- Supporto di ecosistemi e paesaggi di grande valore; ricarica di acquiferi critici
- Supporto di combinazioni di paesaggi naturali di grande valore e di paesaggi storici della bonifica
- Supporto di paesaggi naturali di valore; assorbimento dei deflussi superficiali
- Supporto di paesaggi naturali di valore; alimentazione di acquiferi critici
- Supporto di paesaggi naturali di valore e assorbimento di deflussi superficiali
- Supporto di paesaggi agrari e insediativi di valore, assorbimento di deflussi superficiali
- Supporto di paesaggi di particolare rilievo storico, alimentazione di acquiferi critici
- Supporto di paesaggi agrari e insediativi di valore
- Rischio di deflussi inquinati verso le aree umide
- Alta produzione di deflussi, instabilità dei versanti
- Alta produzione di deflussi e instabilità dei versanti, aggravate dagli abbandoni dei sistemi rurali
- Elevato consumo di suolo e rischio strutturale di esondazione
- Pressione verso il consumo di suolo su ambienti di alto valore ecologico e critici per i sistemi costieri
- Rischio di impoverimento e contaminazione di acquiferi sensibili a causa dell'attività estrattiva
- Versanti instabili

Figura 19: Sintesi delle criticità idro-geo-morfologiche

4.1.4I caratteri ecosistemici del paesaggio

L'ambito si caratterizza per la lunga fascia di pianura costiera estesa tra Carrara e Marina di Vecchiano, con elevata urbanizzazione diffusa, e per l'"emergente" presenza del sistema montuoso delle Alpi Apuane, con elevata energia del rilievo.

In questo contesto il residuale territorio agricolo si presenta estremamente frammentato nella matrice urbanizzata. I pochi elementi naturali o seminaturali presenti sono relegati nei relittuali habitat dunali (dune di Forte dei Marmi e della Macchia Lucchese), palustri e planiziali (Lago di Porta, Bosco della Versiliana, Macchia Lucchese) e nel vasto sistema del Lago di Massaciuccoli, all'interno del Parco regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli.

La fascia collinare e di bassa montagna è dominata da un mosaico di zone agricole terrazzate, boschi termofili e pinete di pino marittimo, con elevata presenza di arbusteti e macchie di degradazione post incendio, e con vasti bacini estrattivi che caratterizzano le zone montane più interne.

Il paesaggio forestale permea anche la fascia montana e alto montana, con castagneti, ostrieti e boschi misti di latifoglie.

Fanno da corona i rilievi interni delle Alpi Apuane, dalla tipica morfologia glaciale e alpina, con praterie sommitali, ambienti rupestri, arbusteti di ricolonizzazione su ex coltivi e importanti torbiere relitte. La fascia montana ospita anche caratteristici borghi montani, spesso affiancati da piccole aree agricole terrazzate, caratterizzandosi per la rilevante presenza di attività estrattive marmifere e non, con vasti bacini estrattivi nell'entroterra carrarese e locali siti estrattivi situati anche in ambiti alto montani e di crinale.

L'ambito si caratterizza per le intense dinamiche contrapposte di artificializzazione e di rinaturalizzazione. Intensi processi di urbanizzazione hanno interessato la pianura costiera, con edilizia residenziale concentrata e diffusa, sviluppo di aree industriali e artigianali (particolarmente concentrate lungo le sponde dei corsi d'acqua) ed elevata densità delle infrastrutture viarie.

Molto intensa risulta l'artificializzazione del reticolo idrografico (in particolare dei torrenti Carrione, Frigido, Versilia e dei fossi minori) e l'inquinamento delle acque, così come lo sviluppo di

strutture turistiche con totale alterazione del sistema costiero sabbioso, ad eccezione degli ambienti dunali interni al Parco regionale di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli.

I processi di artificializzazione e di consumo di suolo della pianura costiera hanno innescato anche negativi condizionamenti sulle importanti aree umide, quali il Lago di Massaciuccoli o il Lago di Porta, con isolamento ecologico, inquinamento delle acque e alterazione del regime idrico e diffusione di specie aliene.

In ambito montano le dinamiche sono relative ai rapidi processi di abbandono degli ambienti agro-silvo-pastorali, con perdita di habitat prativi e pascolivi, di agroecosistemi montani terrazzati e riduzione dei castagneti da frutto. Tali fenomeni risultano rilevanti in tutta l'area apuana, ma sono particolarmente significativi nelle ex aree agricole situate presso i numerosi borghi montani delle valli interne del Vezza e del Rio Lombricese (M.te Matanna-M.te Prana).

Il paesaggio forestale risulta estremamente ridotto e frammentato nella pianura costiera, mentre costituisce un elemento assai più esteso nella fascia pedemontana e montana. I boschi dei versanti apuani più interni costituiscono un vasto nodo forestale primario della rete ecologica regionale, in gran parte caratterizzato da castagneti e boschi misti di latifoglie, in contatto, verso la costa, con la matrice forestale dei bassi versanti, dominata da boschi termofili, ma soprattutto da pinete di pino marittimo spesso degradate e mosaicate con lande e macchie post incendio.

La copertura forestale risulta più densa e continua nelle valli versiliesi rispetto a quelle del carrarese e massese. In queste ultime (ad es. valli di Forno e Resceto), nuclei forestali isolati a dominanza di ostrieti si localizzano su acclivi versanti rocciosi in mosaico con rada vegetazione arborea (aree forestali in evoluzione a basso grado di connettività) o con densa vegetazione arbustiva (lande a ginestrone Ulex europaeus) di ricolonizzazione su ex pascoli e coltivi montani (ad esempio nella Valle del Regolo). Nei versanti apuani anche le faggete montane contribuiscono alla copertura forestale (nodi primari), con particolare riferimento all'alta Valle della Turrite Secca e ai versanti settentrionali del M.te Corchia e del M.te Altissimo.

Nell'ambito della rete ecologica il territorio pedemontano e montano presenta nodi degli ecosistemi agropastorali, estesi agroecosistemi frammentati in abbandono e piccoli

agroecosistemi frammentati attivi. Gran parte della pianura risulta invece associabile alla matrice agroecosistemica di pianura urbanizzata.

La rete ecologica regionale individua il reticolo idrografico, la vegetazione ripariale, le aree umide e gli ecosistemi palustri come elementi di una complessiva rete ecologica di elevato valore naturalistico e funzionale a cui si associano due target della strategia regionale.

Gli ecosistemi fluviali e torrentizi presentano gli elementi di maggiore interesse naturalistico negli alti corsi, con particolare riferimento al Rio Lombricese (a monte di Camaiore), al torrente Serra, Montignoso, a tratti degli alti corsi dei torrenti Vezza, Giardino, Frigido e Turrite Secca, comunque nell'ambito di un sistema idrografico fortemente alterato da varie attività antropiche con particolare riferimento alle attività estrattive, discariche di cava e segherie lungo i corsi d'acqua.

Particolare interesse assumono i tratti più reofili di alto corso e a regime torrentizio, che si sviluppano lungo gli impluvi scavati nella roccia affiorante e spesso quasi del tutto privi di vegetazione ripariale, ma con importanti presenze faunistiche (in particolare anfibi) e con rilevanti testimonianze dell'erosione glaciale, quali le marmitte dei giganti (ad es. lungo il Fosso dell'Anguillara alle pendici meridionali del circo glaciale del M.te Sumbra).

Il reticolo idrografico principale e minore della pianura costiera (torrenti Carrione, Frigido, Versilia, Fossi Fiumetto, Motrone e dell'Abate), pur fortemente alterato ed inserito in un contesto ad elevata urbanizzazione, presenta ancora relittuali stazioni di flora igrofila e palustre.

Gli ambienti alto montani delle Alpi Apuane, con i vasti affioramenti rocciosi e i mosaici di praterie, brughiere e torbiere, i boschi mesofili montani, le aree interne al Parco Regionale Ambienti rupestri sommitali tra il Passo del Vestito ed il M.te Macina, con habitat rocciosi calcarei, rade praterie ed elevata presenza di specie di specie vegetali endemiche delle Alpi Apuane (foto L. Lombardi, archivio NEMO) versilia e costa apuana.

I caratteri ecosistemici del paesaggio di Migliarino, San Rossore e Massaciuccoli (Lago di Massaciuccoli, Macchia Lucchese e dune di Torre del Lago) e le residuali aree naturali o

seminaturali della pianura costiera (Lago di Porta, bosco della Versiliana e Dune di Forte dei Marmi), rappresentano le principali emergenze naturalistiche dell'ambito.

Il complessivo sistema montuoso delle Alpi Apuane costituisce sicuramente la principale eccellenza naturalistica dell'ambito, e una delle principali a livello regionale. Non a caso la Strategia regionale della Biodiversità individua tale massiccio montuoso come uno dei tre target geografici per la biodiversità della Toscana, assieme all'Arcipelago Toscano e all'Argentario, per i suoi alti livelli di biodiversità e valore naturalistico.

In tale contesto è comunque possibile evidenziare, per valore ed estrema vulnerabilità, le diversearee umide e torbiere montane, con particolare riferimento al Padule di Fociomboli (e secondariamente dei Paduli di Puntato e Mosceta).

L'elevato valore naturalistico dell'area è testimoniato anche dalla presenza di un Parco regionale, e da ben sette Siti Natura 2000 (SIR, SIC, ZPS) oltre che alla recente istituzione di un geoparco Unesco.

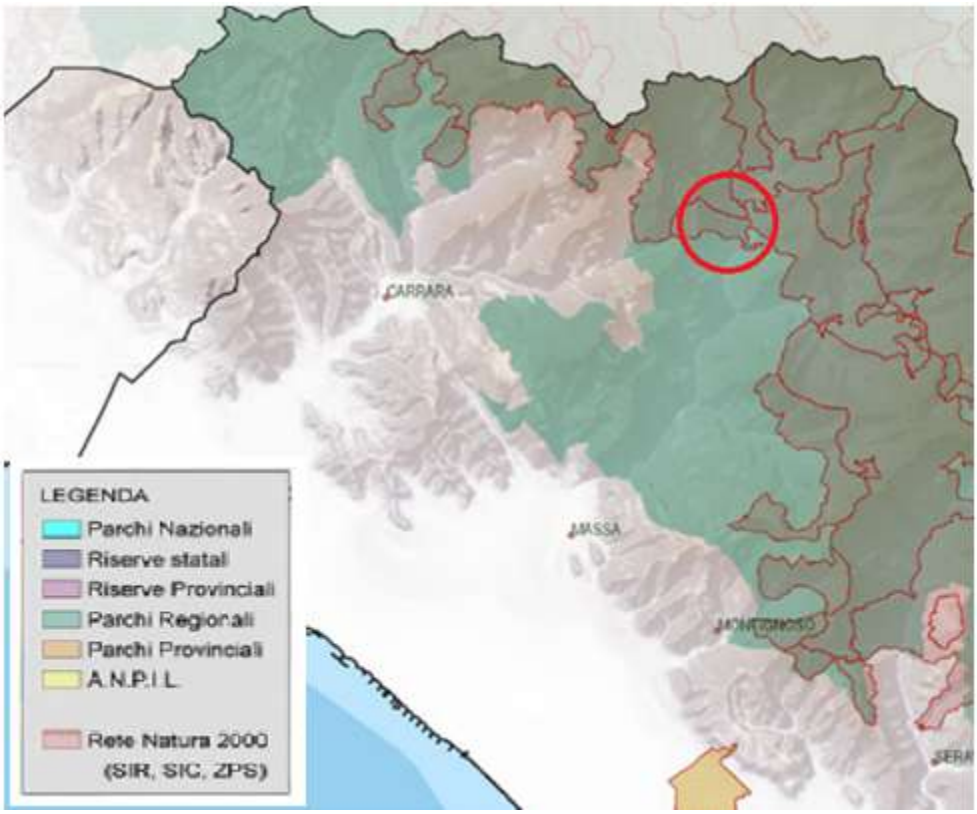


Figura 20: Aree protette e Sistema Natura 2000

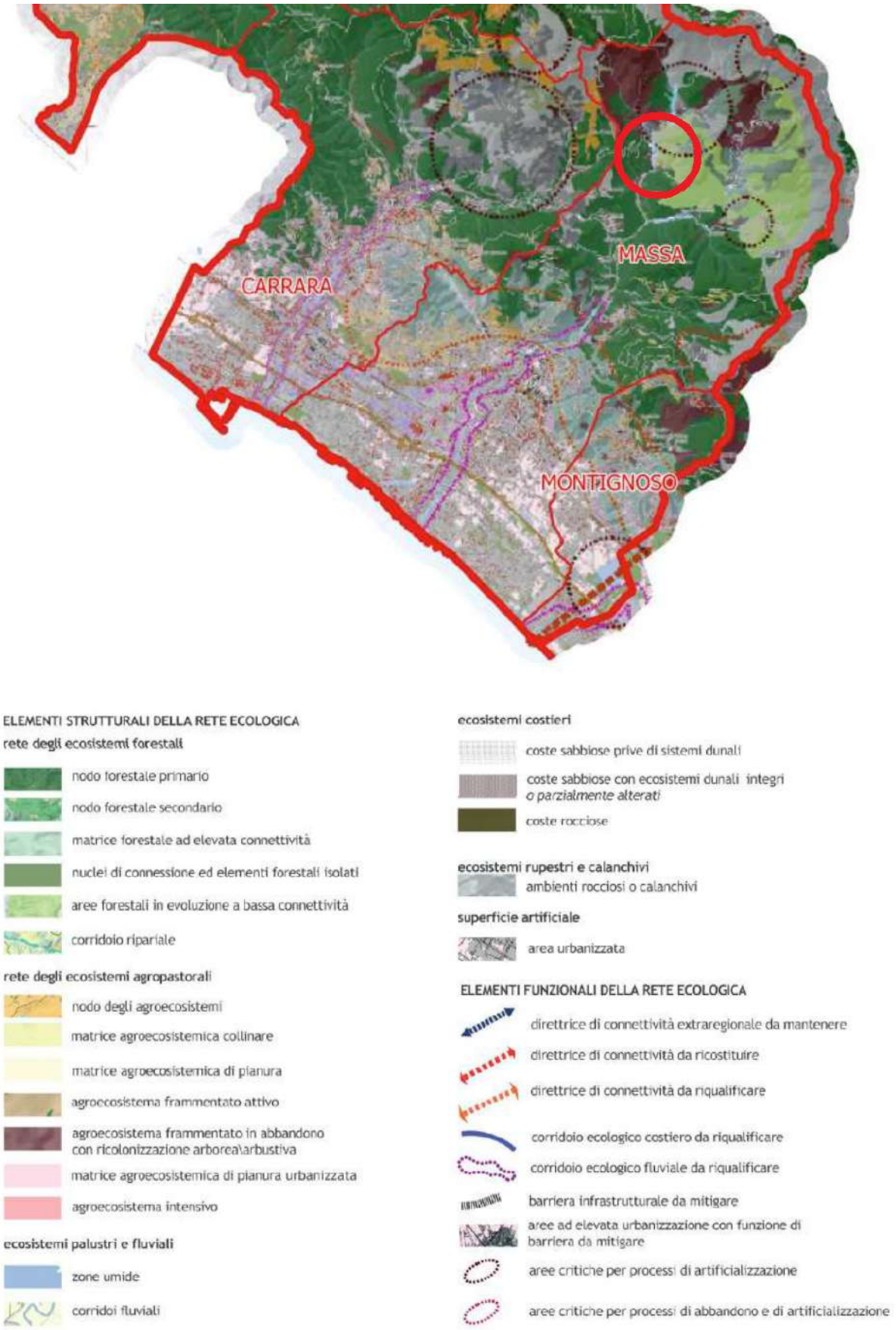


Figura 21: Invariante II - Caratteri ecosistemici del paesaggio

Le principali criticità sono legate alle intense dinamiche di abbandono delle attività agropastorali in ambito montano, all'alto livello di artificializzazione e urbanizzazione della pianura costiera e alla presenza di forme di degrado legate al settore estrattivo delle Alpi Apuane.

Molto intensa risulta l'artificializzazione del reticolo idrografico (in particolare dei torrenti Carrione, Frigido, Versilia e fossi minori) e l'inquinamento delle acque, così come lo sviluppo di strutture turistiche con totale alterazione del sistema costiero sabbioso. Tali attività hanno causato un intenso consumo di suolo, prevalentemente agricolo, la frammentazione e l'isolamento degli elementi naturali o seminaturali di pianura, e una elevata alterazione degli ecosistemi fluviali.

Nel territorio apuano le attività estrattive, di marmo o di inerti, rappresentano elementi di forte criticità rispetto alle valenze naturalistiche, con particolare riferimento agli habitat e alle specie vegetali e animali legate agli affioramenti rocciosi calcarei, ai sistemi carsici e alle risorse idriche ipogee, così come agli ecosistemi fluviali e alle importanti risorse idriche. Queste ultime sono talora interessate da fenomeni di inquinamento fisico da marmettola derivante dal dilavamento di piazzali e discariche (ravaneti) di cava, e da scarichi derivanti da segherie e attività di lavorazione del marmo. Particolarmente rilevanti risultano le trasformazioni degli ambienti montani dell'entroterra carrarese, delle aree di fondovalle dell'entroterra, dei crinali di alta quota, delle alte valli della Turrite Secca, del Vezza, del Serra e della zona del Monte Corchia.

Nel territorio apuano le forme di degrado collegate alle attività estrattive, di marmo o di inerti, localmente rappresentano elementi di interferenza rispetto alle valenze naturalistiche, con particolare riferimento agli habitat e alle specie vegetali e animali legate agli affioramenti rocciosi calcarei, ai sistemi carsici, così come agli ecosistemi fluviali e alle importanti risorse idriche.

Rilevanti nei secoli risultano le trasformazioni degli ambienti montani ad opera delle attività estrattive. In ambito montano le dinamiche negative sono relative ai rapidi processi di abbandono degli ambienti agro-silvo-pastorali, con perdita di habitat prativi e pascolivi, di agroecosistemi montani terrazzati, e con la riduzione dei castagneti da frutto e delle comunità animali e vegetali ad essi legate. Tali fenomeni risultano rilevanti in tutta l'area apuana, ma sono particolarmente significativi nelle ex aree agricole montane situate presso i numerosi borghi delle valli interne del Vezza e del Rio Lombricese (M.te Matanna-M.te Prana). In ambito montano le torbiere relittuali di Fociomboli, Mosceta e di località minori, subiscono l'effetto di numerosi elementi di pressione,

quali il pascolamento non controllato e il calpestio, fenomeni di interrimento ed evoluzione della vegetazione o di alterazione del locale regime idrico.

4.1.5 Patrimonio territoriale e paesaggistico

Il patrimonio territoriale e paesaggistico è dato dall'insieme delle strutture di lunga durata prodotte dalla coevoluzione fra ambiente naturale e insediamenti umani. L'individuazione dei caratteri patrimoniali scaturisce dall'esame della consistenza e dei rapporti strutturali e paesaggistici intercorrenti fra le quattro invarianti:

- il sistema insediativo storico
- il supporto idrogeomorfologico
- il supporto ecologico
- il territorio agroforestale.

La descrizione del patrimonio territoriale e paesaggistico dell'ambito mette a sistema gli elementi strutturali e valoriali delle quattro invarianti.

Il territorio dell'ambito "Versilia-Costa Apuana" è articolato in tre fasce parallele:

- il sistema montano delle Alpi Apuane (principale eccellenza naturalistica sia a livello d'ambito che regionale), segnato da numerosi solchi vallivi e da vasti bacini estrattivi, e caratterizzato storicamente da rare e sporadiche forme di insediamento;
- la ridotta fascia di collina e pedecollina, posta tra montagna e pianura, interessata da un mosaico di zone agricole terrazzate, boschi termofili e di pino marittimo, densamente insediata da piccoli borghi rurali in forte relazione con le aree agricole circostanti e da un'edificazione sparsa recente;
- la porzione pianeggiante, estesa tra Carrara e Marina di Vecchiano, a sua volta articolata in alta pianura e sistema costiero, in gran parte artificializzata e sottoposta a importanti pressioni come quella dell'industria turistica.

Il paesaggio montano mostra un'articolazione chiaramente dipendente dai caratteri geomorfologici del rilievo. La dorsale e la montagna apuana identificano un territorio di grande pregio paesistico, dato dalla compresenza di valori naturalistici ed ecosistemici, come

l'alimentazione degli acquiferi strategici che questi suoli assicurano, le numerose sorgenti, gli ecosistemi rupestri ricchi di habitat e specie vegetali eanimali di interesse regionale e comunitario, gli ecosistemi fluviali e torrentizi negli alti corsi, la copertura boschiva (coincidente quasi completamente con un vasto nodo della rete ecologica forestale) e in particolare i castagneti da frutto (concentrati attorno a Vergeto di Massa, nella Valle del Serra e nell'alto bacino del Vezza) e le stazioni abissali di faggio.

Di grande rilievo sono i valori estetico-percettivi, dati soprattutto dalle montagne carbonatiche dalle forme giovanissime che strapiombano sulla profonda fascia di costa a dune e cordoni, dal crinale dell'Omo Morto e i rilievi isolati del Procinto, dagli Archi naturali del Monte Forato e dalle pareti simili a scogliere dei Torrioni del Corchia, tali da avvicinare il paesaggio a quello delle Alpi dolomitiche.

Non mancano i valori storico-testimoniali, come esempio di una particolare organizzazione territoriale che vedeva nell'economia agrosilvopastorale della montagna da un lato, e nelle attività minerarie dall'altro, le proprie risorse principali. Il paesaggio è strutturato da un rete insediativa rada costituita da alpeggi e insediamenti stagionali legati alle attività pascolive o a quelle minerarie, e da piccoli borghi rurali (come Stazzema, Retignano, Levigliani, Pruno, Orzate, Cardoso, Valinventre) circondati dal bosco. Al loro contorno, quasi sempre, piccole isole di coltivi di impronta tradizionale, equipaggiate da sistemazioni di versante in ragione delle elevate pendenze tipiche di questi suoli, e occupate principalmente da piccoli vigneti, oppure da mosaici agricoli complessi in cui si combinano colture erbacee e filari di colture legnose, poste sui bordi degli appezzamenti.

Rilevante la funzione di diversificazione morfologica ed ecologica svolta da queste isole agricolo-pascolive all'interno del manto boschivo, spesso coincidenti con nodi della rete degli ecosistemi agropastorali.

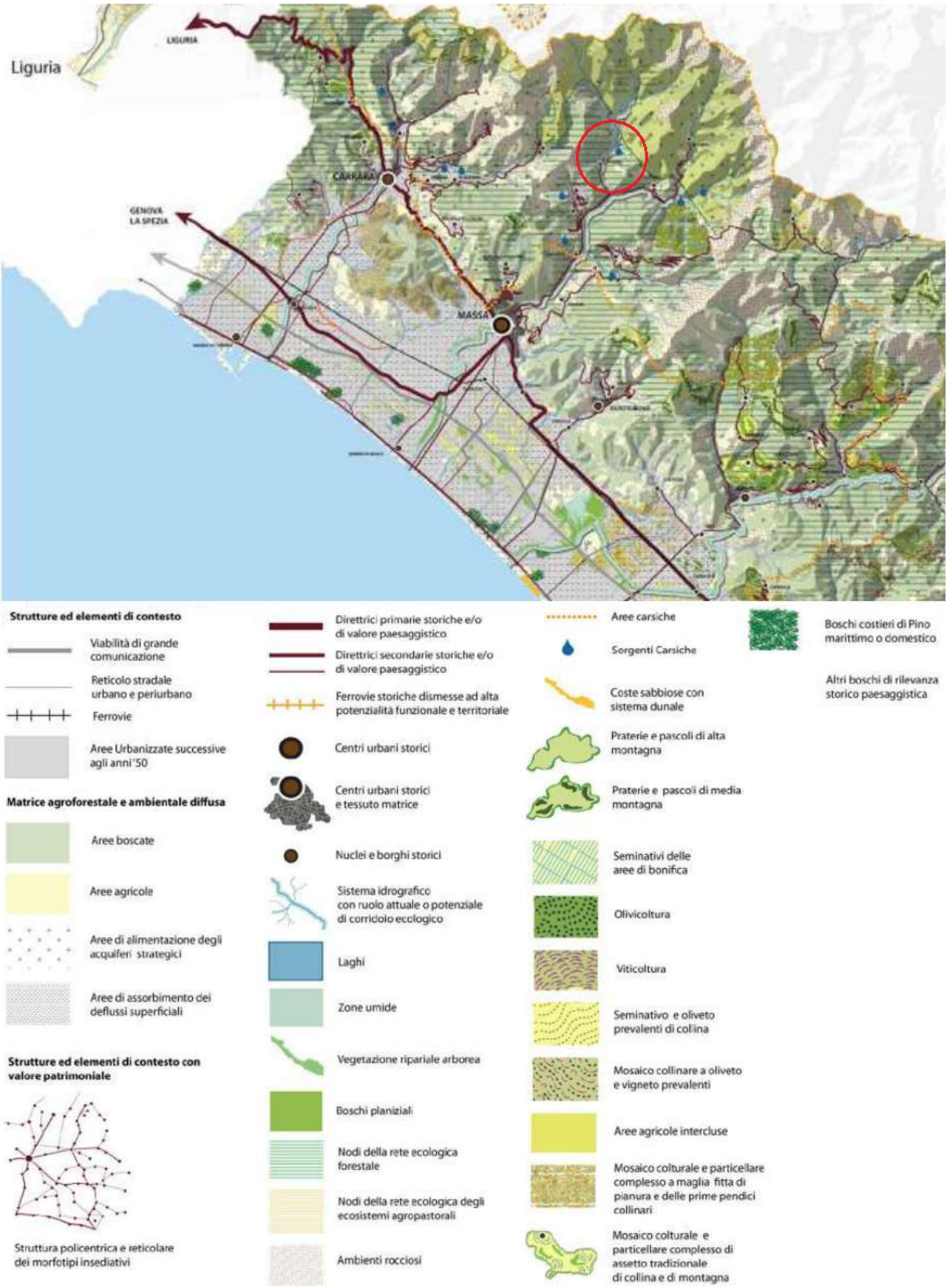


Figura 22:Patrimonio territoriale e paesaggistico

Tra le principali criticità presenti si evidenzi al presenza lungo la pianura di urbanizzazioni continue, comprendenti lottizzazioni residenziali, centri commerciali, piattaforme logistiche ed industriali, che, oltre ad incrementare il consumo di suolo, hanno prodotto fenomeni di frammentazione, destrutturazione e semplificazione del sistema agro-ambientale storico, con conseguente interclusione del sistema di spazi aperti agricoli e delle aree umide di alto valore naturalistico.

L'incremento dei pesi insediativi ed infrastrutturali, infine, ha avuto effetti negativi anche sul sistema delle aree perifluviali, con pesanti ripercussioni sulla funzionalitàidraulica, ambientale e fruitiva dei corsi d'acqua.

L'altra rilevante problematicità paesaggistica è costituita dal recensente intensificarsi anche con l'impiego di nuove tecnologie delle attività estrattiva nelle Alpi Apuane che, con l'apertura di numerosi ed ampi fronti di cava, ha influito sui valori estetici e percettivi del paesaggio, sulle componenti ecosistemiche, sulla funzionalità del reticolo idrografico che, particolarmente in alta quota, incidono sulla percezione d'insieme.

Ulteriori criticità dell'ambiente montano e, anche se più limitatamente, di quello collinare, sono riconducibili all'abbandono di prati e pascoli alle quote più elevate, delle aree agricole limitrofe ai borghi storici e alla loro rinaturalizzazione da parte di successioni secondarie. I processi di abbandono, oltre a provocare una riduzione della diversificazione paesaggistica ed ecologica, contribuiscono a incrementare il degrado delle sistemazioni idraulico-agrarie tradizionali, con conseguenze sulla stabilità dei suoli e sull'equilibrio idrogeologico dell'ambito. Tali fenomeni contraddistinguono tutta l'area apuana, ma sono particolarmente significativi nelle valli interne.

Nel contesto pedecollinare e delle prime pendici è da segnalare la diffusione di urbanizzazioni quasi continue, con caratteri di disomogeneità dovuti alla commistione di funzioni diverse (ad es., residenza/vivaismo, residenza/attività produttive) e tipi edilizi vari; nell'alta collina invece la marginalizzazione dei borghi legati alle attività agro-silvo-pastorali e alle attività estrattive storiche; la scarsa funzionalità della rete viaria; il venir meno delle relazioni con il territorio agricolo.

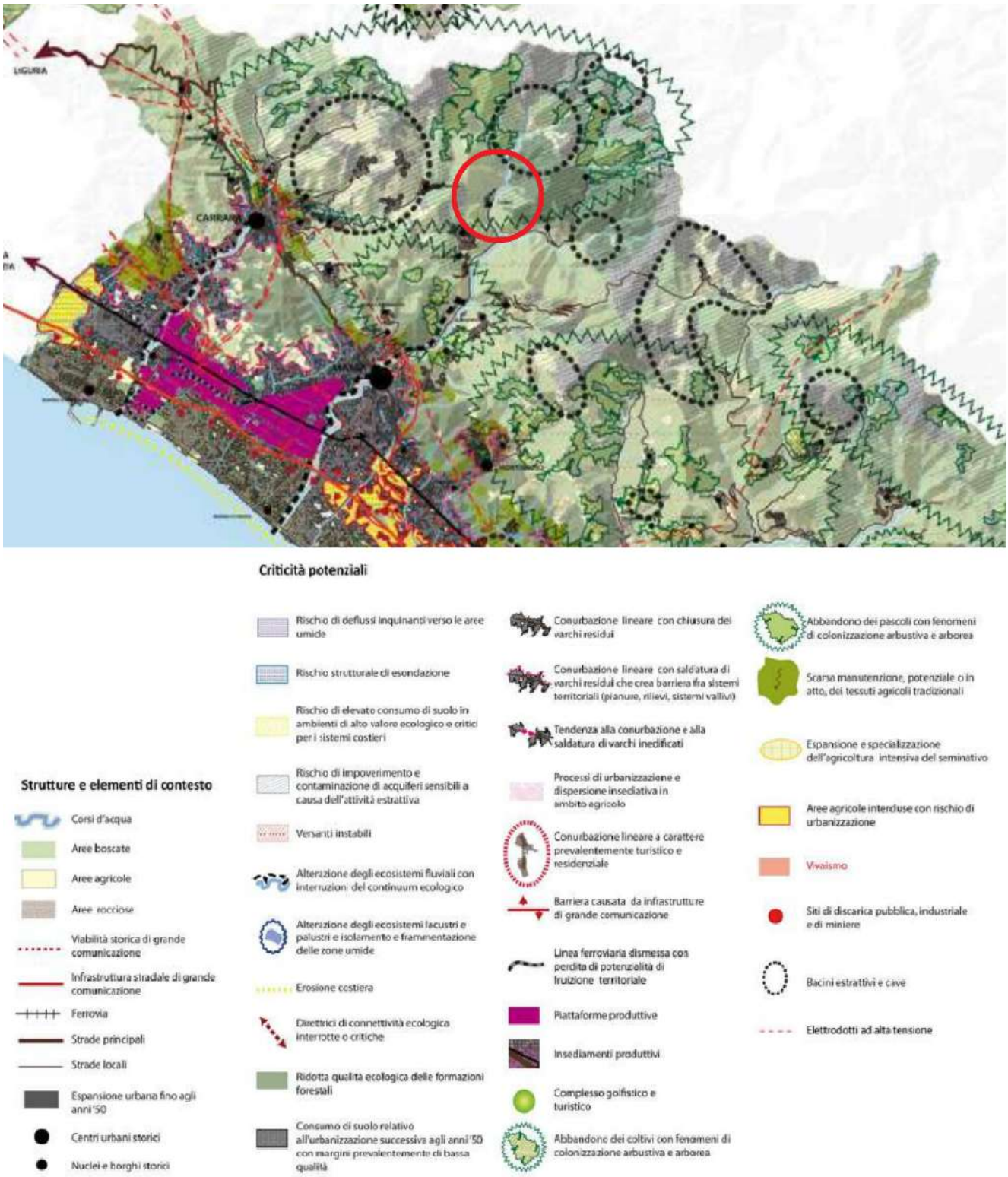
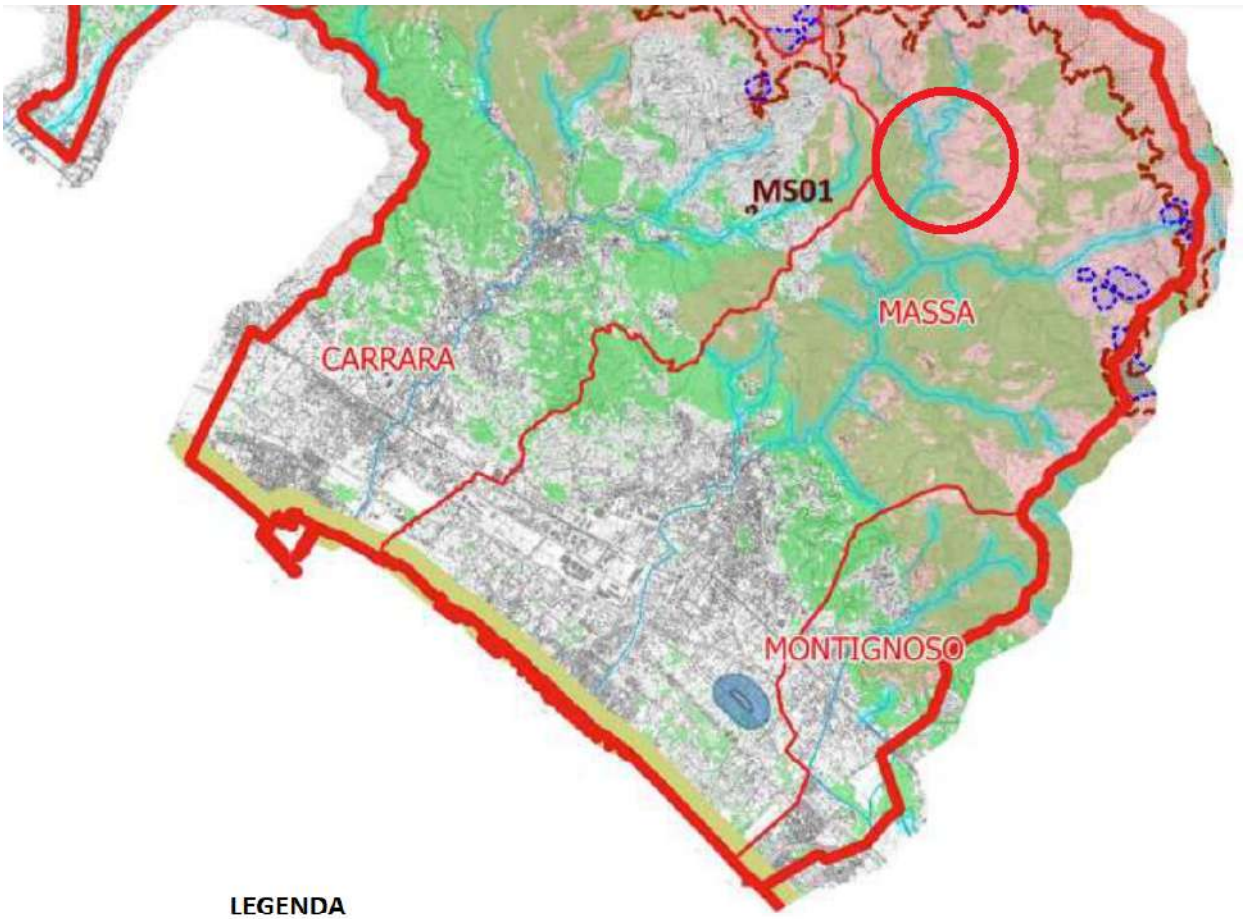


Figura 23: Criticità

4.2 Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Massa-Carrara (PTC)

Il Piano Territoriale di Coordinamento provinciale, ai sensi dell'art. 10 c.2 lett. b) della L.R. 65/2014 è uno strumento della pianificazione territoriale. La variante al PTCP vigente si rende necessaria a seguito dell'entrata in vigore:

- della nuova legge regionale sul governo del territorio L.R. 65/2014 e s.m.i.
- del Piano di Indirizzo territoriale con valenza di Piano Paesaggistico approvato con Del C.R. n° 37 del 27/03/2015
- delle nuove funzioni attribuite alle Provincie a seguito della legge n. 56 del 7 aprile 2014, "Disposizioni sulle città metropolitane, sulle province, sulle unioni e fusioni di comuni".



LEGENDA

a) i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;

b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;

c) i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna;

d) le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole;

e) i ghiacciai e i circhi glaciali;

f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;
- Parco Regionale delle Alpi Apuane
- Parco Nazionale dell'Appennino Tosco Emiliano

g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227 (norma abrogata, ora il riferimento è agli articoli 3 e 4 del decreto legislativo n. 34 del 2018);

m) le zone di interesse archeologico
- MS01- Zona comprendente la cava di marmo romana di Fossacava
- MS02 - Zona comprendente Grotta e Riparo di interesse paleontologico e preistorico
- MS03 - Zona comprendente la grotta di interesse preistorico di Tecchia della Gabellaccia

Figura 24:Beni paesaggistici, aree tutelate per legge - D.Lgs 42/2004 art. 142

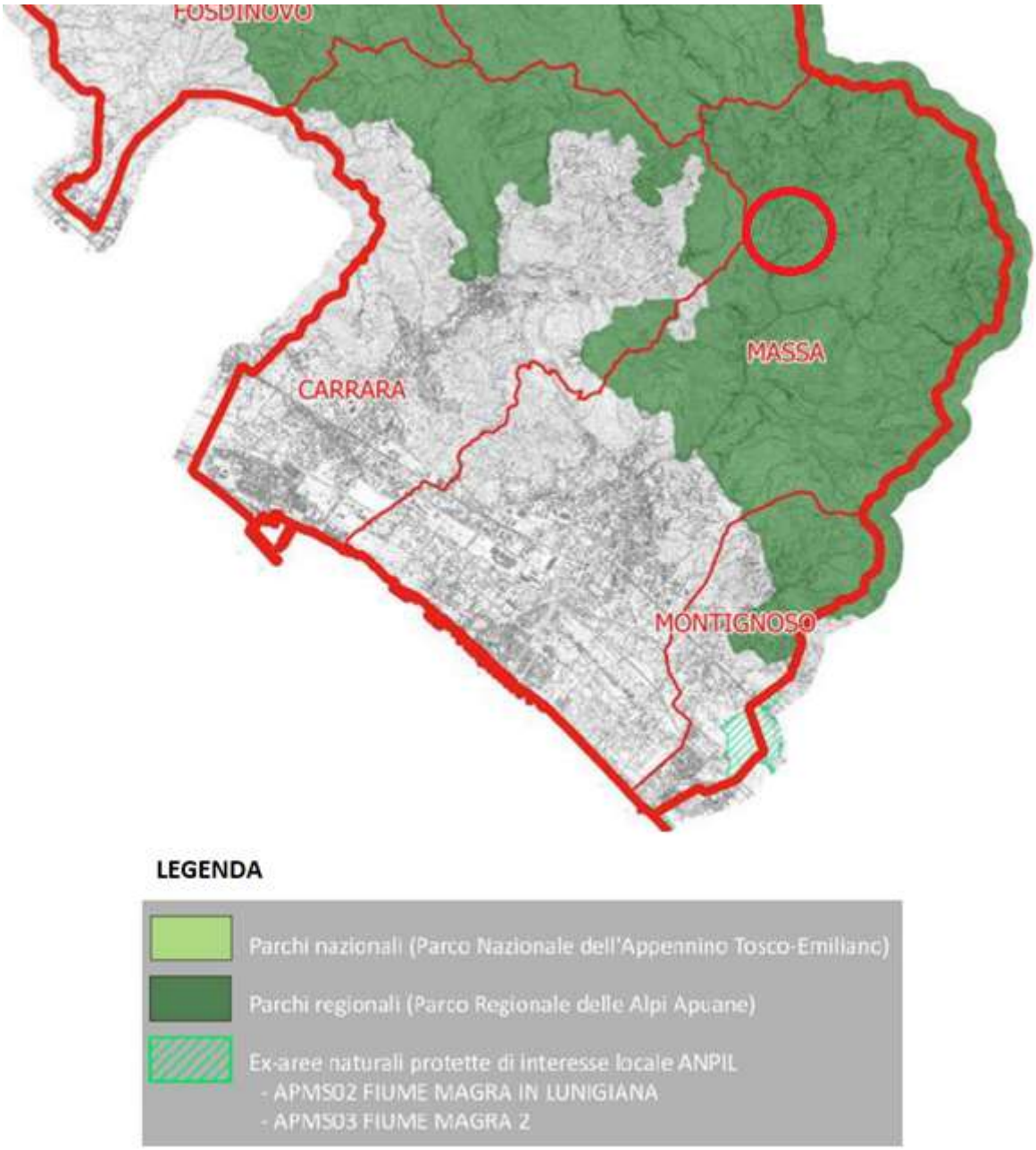


Figura 25: Parchi nazionali, regionale e ex-ANPIL

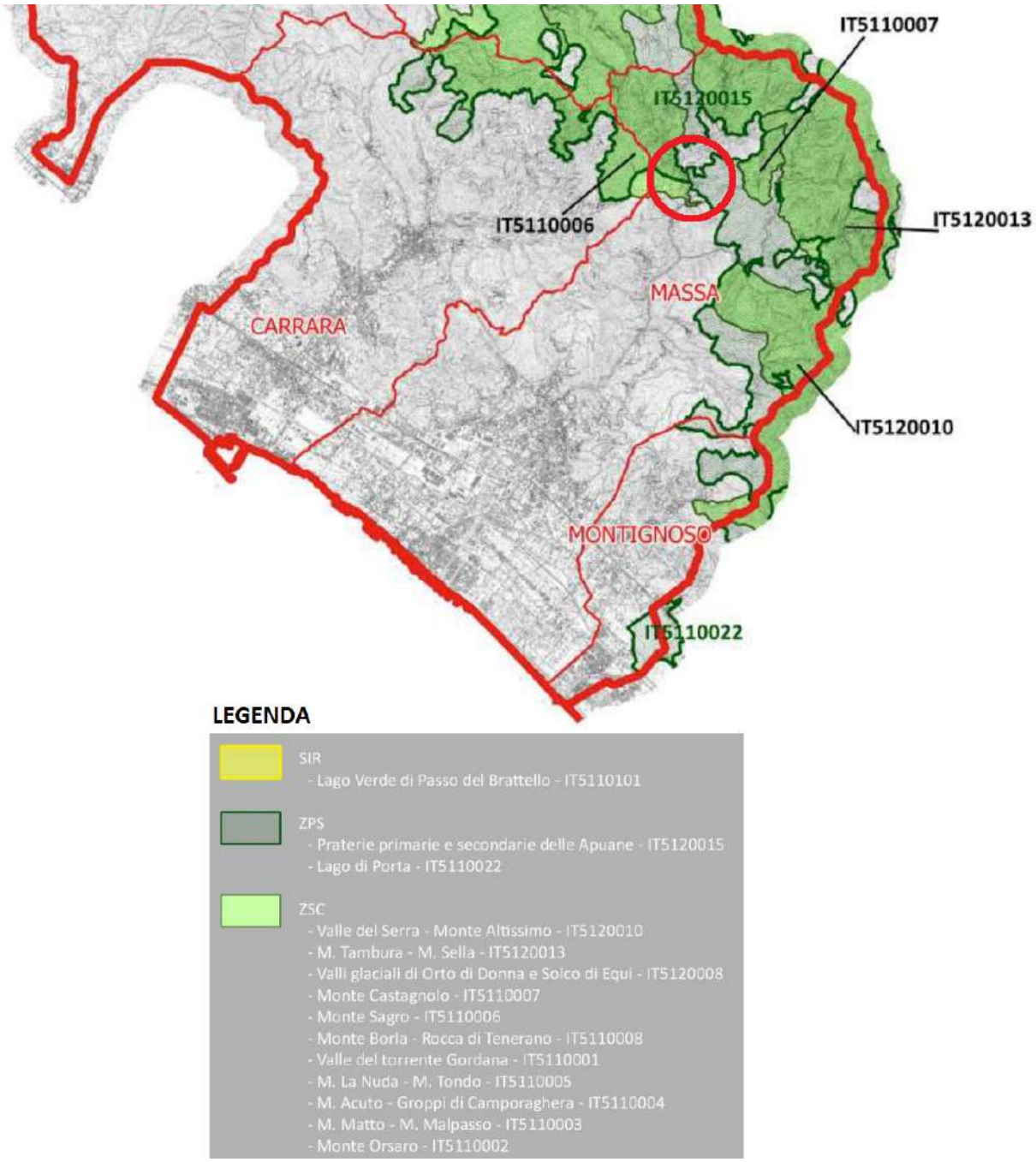
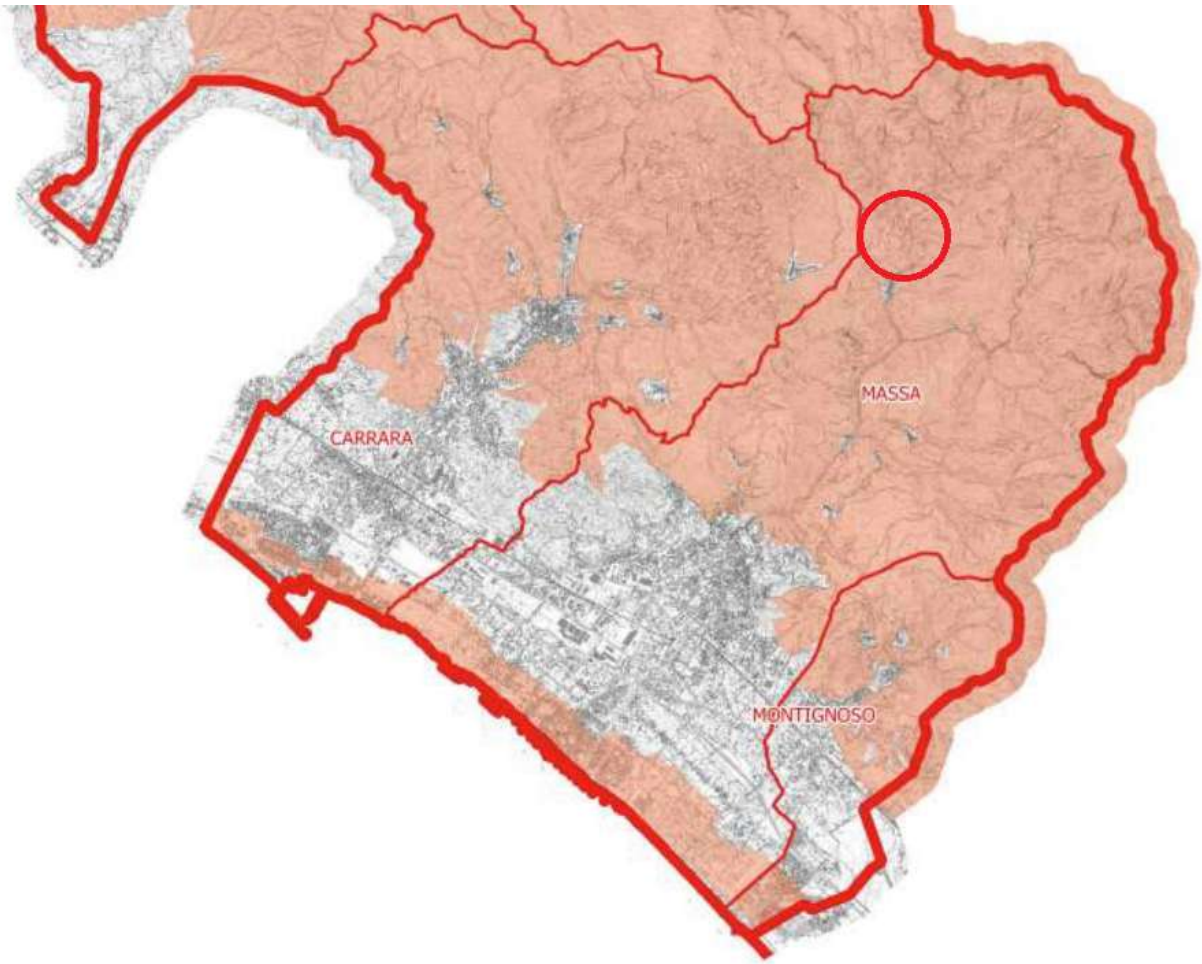


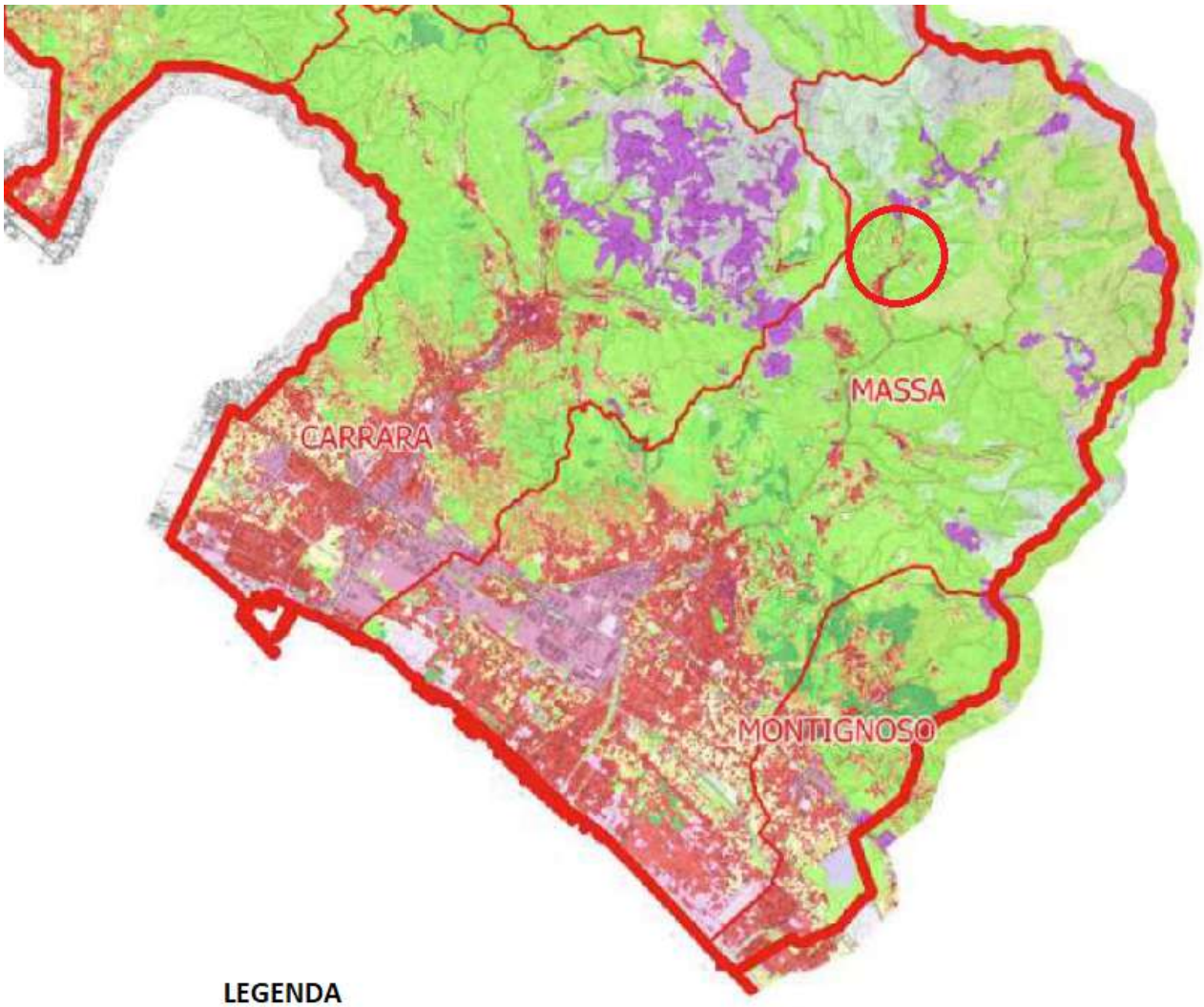
Figura 26: ZPS, SIC, SIR



LEGENDA

Vincolo idrogeologico R.D. 3267/1923

Figura 27: Vincolo idrogeologico



LEGENDA

111: Zone residenziali a tessuto continuo
112: Zone residenziali a tessuto discontinuo
1121: Pertinenza abitativa, edificato sparso
121: Aree industriali e commerciali
1211: Depuratori
1212: Impianti fotovoltaici
122: Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche
1221: Strade in aree boscate
123: Aree portuali
124: Aeroporti
131: Aree estrattive
132: Discariche, depositi di rottami
133: Cantieri, edifici in costruzione
141: Aree verdi urbane
1411: Cimiteri
142: Aree ricreative e sportive
210: Seminativi irrigui e non irrigui
2101: Serre stabili
2102: Vivai
213: Risaie
221: Vigneti
222: Frutteti e frutti minori
2221: Arboricoltura
223: Oliveti
231: Prati stabili
241: Colture temporanee associate a colture permanenti
242: Sistemi colturali e particellari complessi
243: Colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
244: Aree agroforestali
311: Boschi di latifoglie
312: Boschi di conifere
313: Boschi misti di conifere e latifoglie
321: Aree a pascolo naturale e praterie
322: Brughiere e cespuglieti
323: Aree a vegetazione sclerofilla
324: Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione
331: Spiagge, dune e sabbie
332: Rocce nude, falesie, rupi e affioramenti
333: Aree con vegetazione rada
3331: Cesse parafuoco
334: Aree percorse da incendio
411: Paludi interne
421: Paludi salmastre
423: Zone intertidali
511: Corsi d'acqua, canali e idrovie
512: Specchi d'acqua
521: Lagune
523: Mare

Figura 28: Uso del suolo

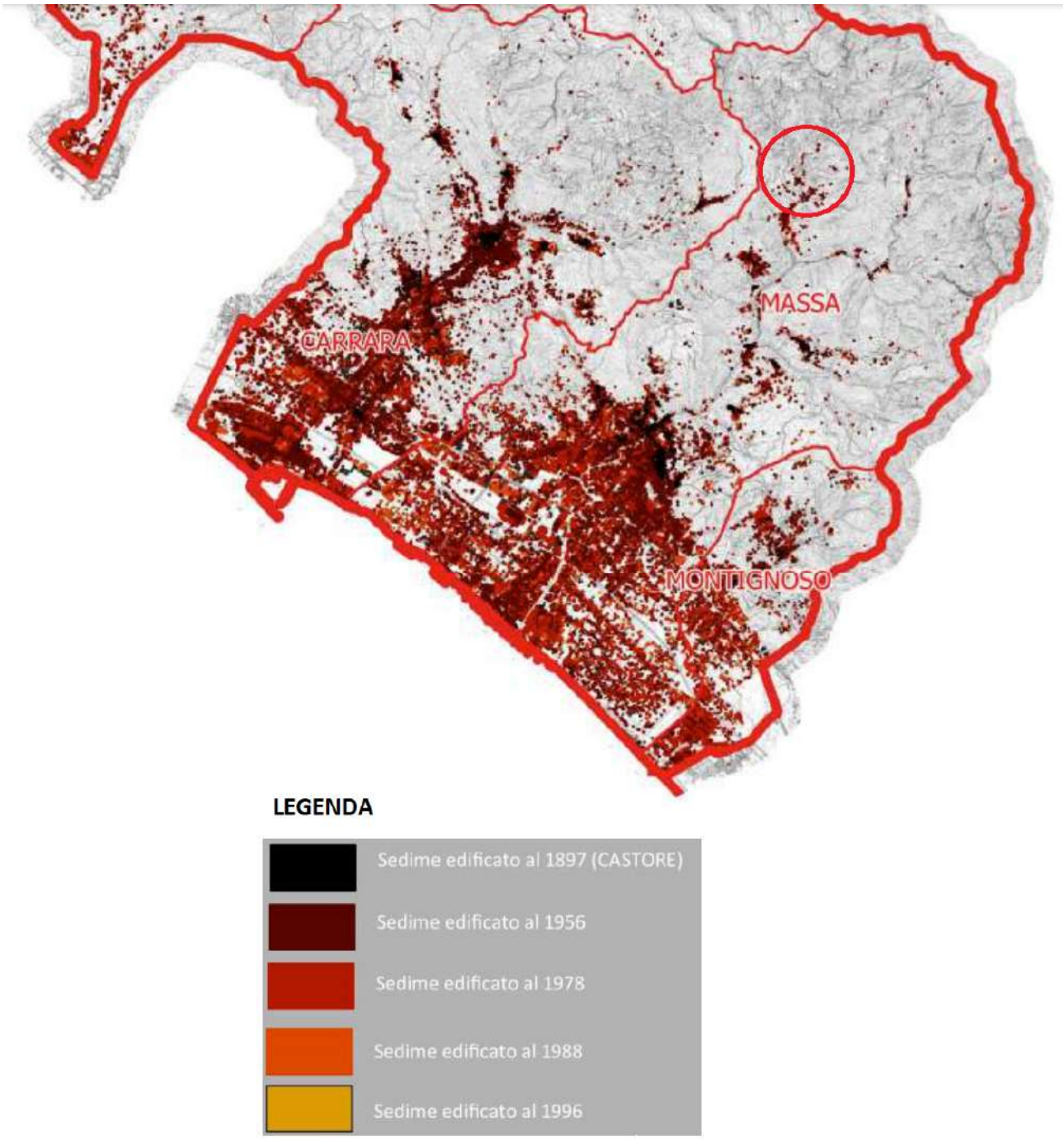


Figura 29: Periodizzazione dei sedimenti

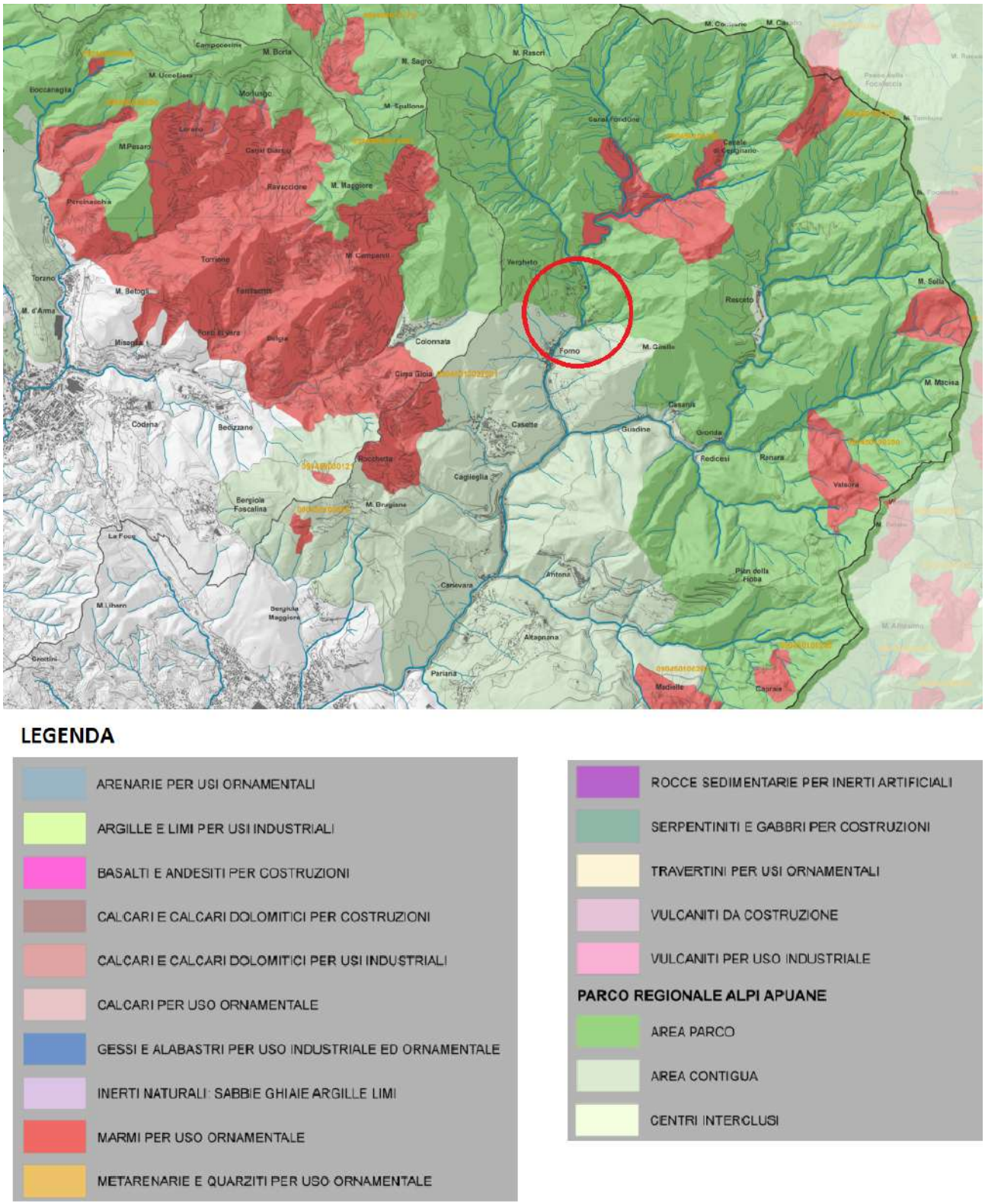


Figura 30: Determinazioni del Piano Regionale Cave (PRC) giacimenti

4.3 Progetto Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)

La zona di studio appartiene al distretto dell'Appennino Settentrionale.

La "Unit of Management" Toscana Nord rappresenta uno degli otto bacini della Toscana ricompresi nel Distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale: Arno (bacino nazionale), Magra, Fiora, Marecchia-Conca e Reno (bacini interregionali), Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone (bacini regionali).

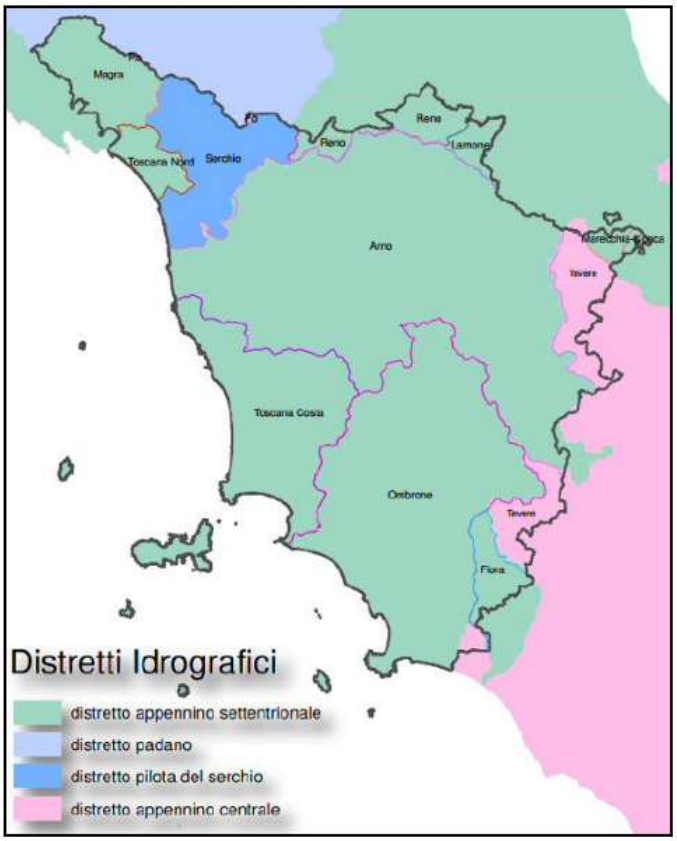


Figura 31: Distretti idrografici in Toscana

Il territorio del bacino è costituito dai territori di 9 Comuni, di cui 3 ricadenti nella provincia di Massa Carrara (per circa il 47% del territorio) e 6 nella provincia di Lucca (per circa il 53% del territorio). Parte dei comuni di Camaiore, Massarosa e Stazzema sono compresi nel Bacino del Fiume Serchio, mentre parte del Comune di Carrara è compreso nel Bacino Interregionale del Fiume Magra. Il territorio è inoltre ricompreso nel Consorzio di Bonifica n.1 Toscana Nord, istituito dalla LR 79/2014.

4.3.1 Cenni descrittivi dei bacini idrografici dell'UoM Toscana Nord

L'UoM denominato Toscana Nord, facente parte del Distretto Appennino Settentrionale, si estende per una superficie complessiva pari a circa 375 Kmq.

Dal punto di vista fisico l'UoM Toscana Nord insiste sul territorio compreso tra il Bacino del Fiume Magra a Nord, il Bacino del Fiume Serchio ad Est e Sud Est ed il Mar Tirreno ad Ovest. L'UoM Toscana Nord comprende un insieme di corsi d'acqua che si originano dalla catena delle Alpi Apuane con recapito diretto a mare. Essi sono riportati nella tabella che segue, ordinati da nord a sud:

	Area bacino (Kmq)	Lunghezza corso d'acqua (Km)	Affluenti principali
T. Carrione	46.6	15.4	Canale di Torano Carrione di Colonnata
T. Ricortola	6.9	8.0	Canale della Foce Fosso Castagnara Fosso Cocombola Fosso Pernice Fosso Codupino
F. Frigido	63.2	17.5	Canale di Regolo Canale Secco
F. Versilia	91.0	24.0	T. Serra T. Vezza Rio Strettoia T. Montignoso T. Canalmagro
T. Baccatoio	27.6	10.9	T. Traversagna - Rio S. Maria Gora degli Opifici Canale del Teso - Trebbiano
F. Camaiore	48.8	11.7	T. Lucese T. Lombricese

Si tratta di corsi d'acqua a carattere tipicamente torrentizio caratterizzati da un percorso piuttosto breve, con andamento generalizzato est-ovest, con pendenza elevata nei tratti montani e collinari (alto e medio bacino) e bassa nella parte di pianura (basso bacino) dove risultano arginati con pensilità più o meno elevata.

L'unica eccezione è castituita dal Fiume Versilia che, dopo la deviazione verso il Lago di Porta (attuata a partire dal 1600), presenta un tratto con andamento nord-est/sud-est e pendenze piuttosto ridotte nel tratto di valle arginato artificialmente.

Bacini Idrografici

I	Baccatoio
II	Camaiore
III	Corsi minori fra Baccatoio e Versilia
IV	Versilia
V	Corsi minori fra Frigido e Versilia
VI	Frigido
VII	Corsi minori fra Ricotortola e Frigido
VIII	Ricortola
IX	Corsi minori fra Ricotortola e Carraione
X	Carrione
XI	Corsi minori fra Carraione e Parmignola

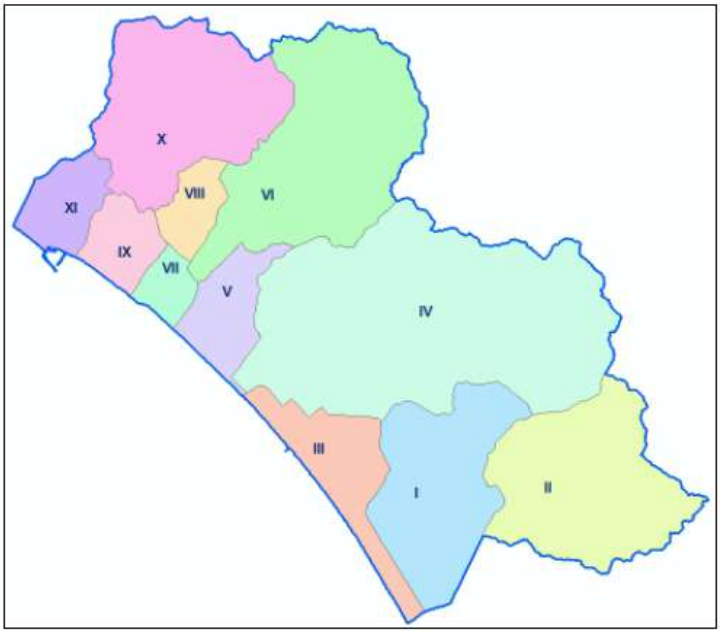


Figura 32: Ambiti idrografici omogenei dell'UoM Toscana Nord

I corsi d'acqua sono caratterizzati da un trasporto solido naturale relativamente modesto in funzione delle caratteristiche geologiche dei bacini contribuenti, dove non sono percentualmente elevate le coperture detritiche.

Potenzialmente elevato (e lo è stato di fatto in passato) il trasporto solido artificiale connesso alla lavorazione delle pietre ornamentali sia per gli apporti del materiale di scarto riversato nei ravaneti sia di quello di segagione (frazioni fini).

Allo stato attuale, essendo in pratica scomparso l'apporto fine artificiale per l'attivazione dei sistemi di raccolta e smaltimento, il materiale che raggiunge il mare è rappresentato sostanzialmente dagli apporti naturali.

L'unico corso d'acqua che ancora trasporta sensibili volumi di materiale è il fiume Frigido.

Nell'area dell'UoM Toscana Nord sono presenti diversi complessi idrogeologici prevalentemente carbonatici caratterizzati da elevata permeabilità dovuta a fratturazione e carsismo. Uno dei principali complessi acquiferi è rappresentato dalla serie carbonatica metamorfica compresa nella Unità delle Alpi Apuane. Tale acquifero è delimitato in basso dal basamento impermeabile e in alto dai sovrastanti calcescisti e diaspri a permeabilità medio bassa. L'altro complesso idrogeologico

più importante è rappresentato dalla serie carbonatica della falda Toscana delimitato in basso dalle Brecce Poligeniche e dalle Marne al tetto. Questi due maggiori acquiferi sono in comunicazione tra loro nelle zone in cui è presente il Calcare Cavernoso che si interpone tra le due unità.

4.3.2 La pericolosità e il rischio di alluvioni

La Direttiva Alluvioni prevede che per ogni UoM siano realizzate nella scala più appropriata delle mappe della pericolosità da alluvione e mappe del rischio di alluvioni.

Le mappe della pericolosità da alluvione contengono la perimetrazione delle aree geografiche che potrebbero essere interessate da alluvioni secondo i seguenti scenari:

a) scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi;

b) media probabilità di alluvioni (tempo di ritorno probabile <cento anni);

c) elevata probabilità di alluvioni, se opportuno.

Per ciascuno di questi scenari dovranno essere necessariamente indicati anche elementi quali l'estensione dell'area inondata, i livelli idrici attesi e alcune caratteristiche del deflusso.

Per il Bacino Regionale Toscana Nord sono state redatte le perimetrazioni delle aree a pericolosità Elevata (PIE) e Molto Elevata (PIME), afferenti a problematiche idrauliche e geomorfologiche, in riferimento al D.P.C.M. 29/9/1998 e al D.L. 180/98, che vanno ad integrare le aree a pericolosità "media" (classe 3) e pericolosità "elevata" (classe 4) già contenute negli strumenti comunali, in attuazione delle direttive regionali toscane che prevedono quattro classi di pericolosità crescente per la zonizzazione del territorio, sia dal punto di vista idraulico che geomorfologico (D.C.R. 94/85, D.C.R. 230/94 e D.C.R. 12/2000).

Poiché sia la direttiva che il decreto di recepimento richiedono, per ciò che concerne la pericolosità, l'individuazione di tre scenari di riferimento (alta, media e bassa probabilità di inondazione), sono state accordate delle procedure di omogeneizzazione indicate negli indirizzi operativi (MATTM, 2013) per non perdere la coerenza tecnica con il PAI.

Quindi la rappresentazione delle aree potenzialmente interessate da alluvioni è classificata come segue:

- 20 < T < 50 anni: (alluvioni FREQUENTI – elevata probabilità di accadimento pericolosità P3);
- 100 < T < 200 anni (alluvioni POCO FREQUENTI – media probabilità di accadimento, pericolosità P2);
- 200 < T < 500 anni (alluvioni RARE DI ESTREMA INTENSITÀ – bassa probabilità di accadimento, pericolosità P1).

dove con T si indica il Tempo di ritorno dell'evento.

Le pericolosità individuate nel PAI dell'UoM Toscana Nord sono state uniformate ed omogeneizzate secondo lo schema degli indirizzi operativi, quindi:

- P4 e P3 (molto elevata ed elevata)
- P2 (media)
- P1 (moderata)

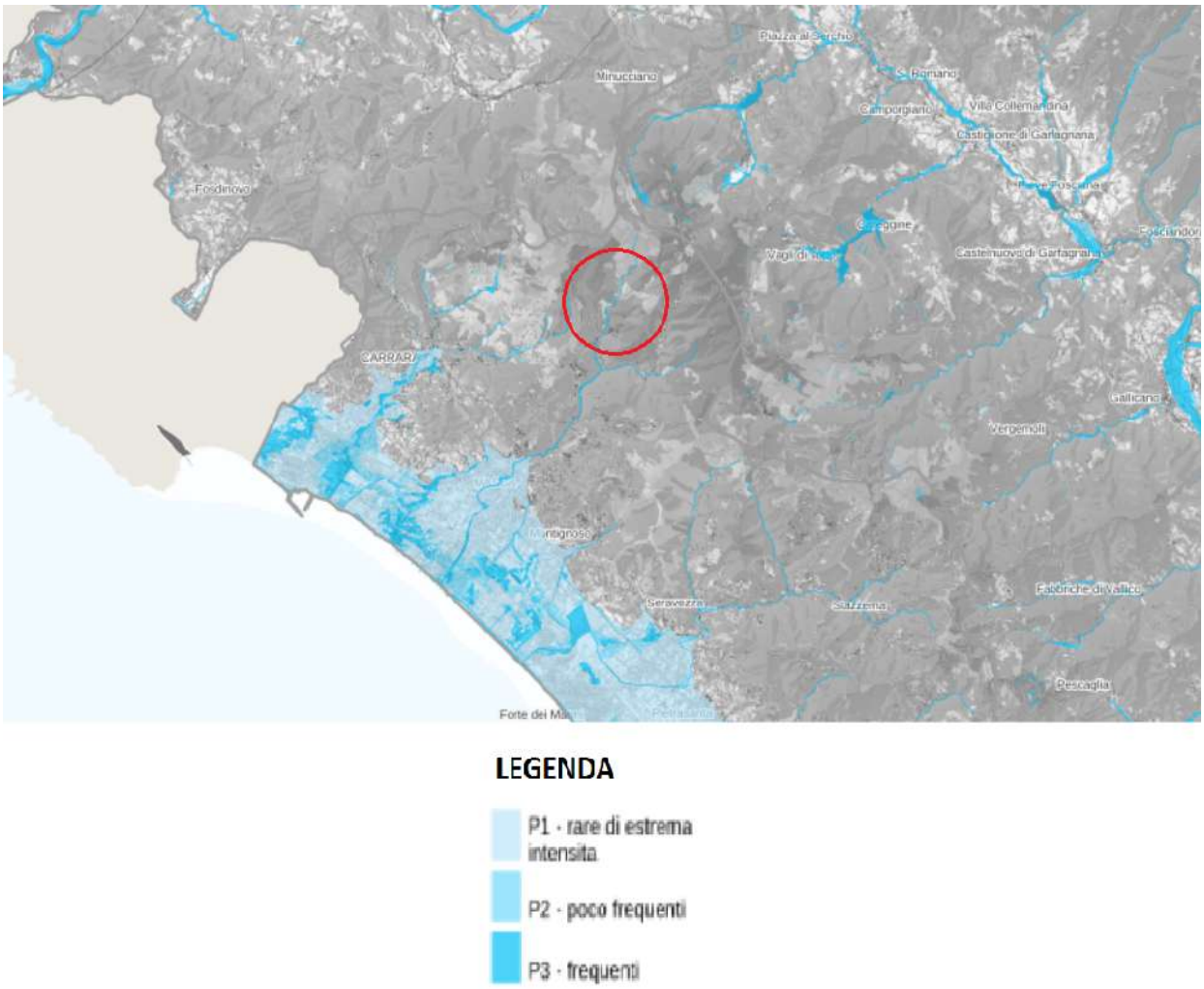


Figura 33: Mappa della pericolosità idraulica

4.3.3 Criticità

La particolare morfologia che caratterizza il territorio dell'UoM Toscana Nord, provoca l'intercettazione, da parte della catena montuosa delle Apuane, delle correnti umide provenienti dall'area mediterranea ed atlantica determinando condizioni di elevata piovosità media annua con valori che raggiungono anche i 3500 mm.

Tale peculiarità, unita alla forte acclività dei bacini montani, alla marcata presenza di coperture detritiche ed alla forte antropizzazione, determina generalizzate condizioni di dissesto e rischio idrogeologico.

La mappatura della pericolosità idraulica del PAI dell'UoM Toscana Nord è stata realizzata sulla base di dati derivanti da modellistica analitica di tipo idrologico-idraulico e, ove disponibili, su informazioni di natura geomorfologica e/o storico-inventariale.

Nella tabella che segue si riportano i dati quantitativi relativi alle aree a diversa pericolosità idraulica, ovvero la pericolosità Elevata (PIE) e Molto Elevata (PIME).

I dati sono espressi in percentuale rispetto alle superfici comunali e provinciali comprese nel territorio dell'UoM.

	Carrara	*Massa*	*Montignoso*	*Pietrasanta*	*Seravezza*	*Forte dei Marmi*	*Camaiore*	*Prov. Lucca*	*Prov. Massa Carrara*
Sup. (Kmq)	65.2	93.6	16.7	41.7	33.4	9.0	62.7	199.2	175.5
Aree **PIE** (% rispetto alla sup.)	7.2	4.5	6.6	13.9	5.9	18.8	6.7	6.9	5.7
Aree **PIME** (% rispetto alla sup.)	2.7	1.7	5.4	8.4	/	/	8.7	4.5	2.4

Figura 34: Distribuzione delle aree a diversa pericolosità idraulica

Da un'analisi delle diverse situazioni di rischio verificatesi nel corso degli ultimi decenni nell'UoM Toscana Nord, è possibile distinguere alcune tipologie di fenomeni ricorrenti che determinano conseguenti situazioni di pericolosità nelle aree interessate:

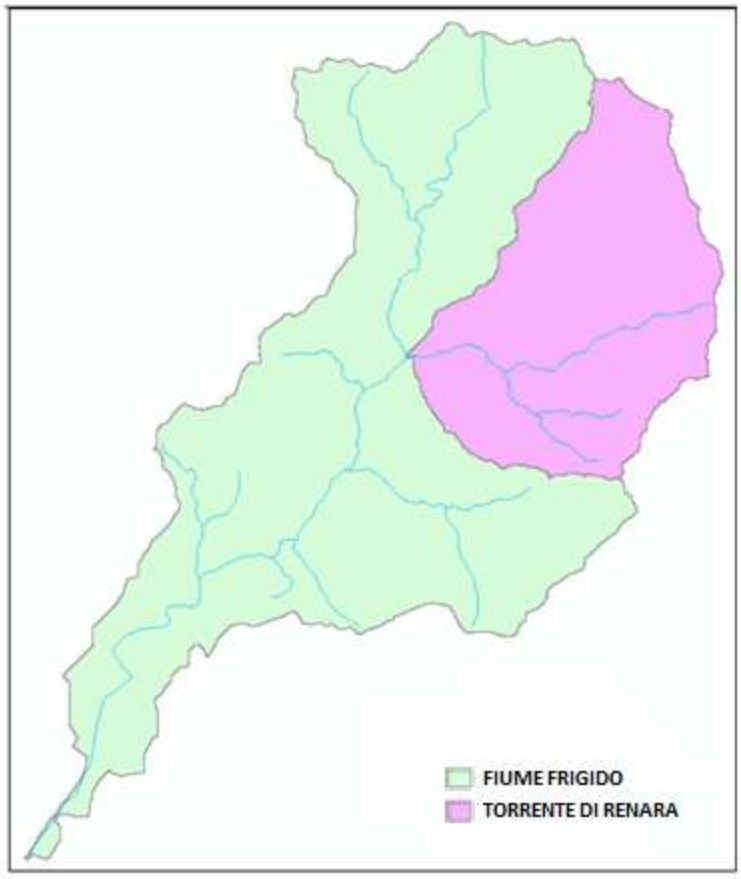
- fenomeni di dinamica d'alveo e di elevati volumi di sedimenti trasportati come colate detritiche in grado di minacciare infrastrutture, beni ed opere di protezione (erosione localizzata con scalzamento di fondazioni di ponti, danneggiamento di opere di protezione longitudinali e trasversali);
- esposizione diretta di infrastrutture ai livelli idrometrici e al transito dei volumi idrici di piena (strade, ferrovie, linee di sottoservizi soggetti ad inondazione in caso di piena);
- esondazioni dei corsi d'acqua del reticolo maggiore nei tratti arginati prossimi ai centri abitati (alluvioni dei corsi d'acqua maggiori, originate per sormonto e/o per collasso delle arginature e caratterizzate da volumi idrici di esondazione consistenti, da velocità di propagazione significative e grandi superfici di allagamento);
- fenomeni di allagamento delle aree urbane e di fondovalle densamente abitate con la presenza di infrastrutture pubbliche, impianti industriali per la lavorazione del marmo,

strutture turistico- alberghiere e importanti infrastrutture viarie di collegamento statali e locali, per insufficienze nel reticolo drenante (che nel tratto di pianura presenta pensilità più o meno pronunciata) nel cui tratto terminale la portata è incrementata dalle acque dei corsi di bonifica, compresi gli impianti idrovori (interessa gran parte delle aree di pianura del bacino e in generale è associata ad elevate frequenze di accadimento anche se il loro tipo di dinamica rende questi eventi meno insidiosi rispetto agli altri, in particolare dal punto di vista dell'incolumità delle persone).

Tali criticità possono presentarsi anche in modo tra loro contemporaneo a seconda dei contesti e delle caratteristiche dell'evento meteorico scatenante.

4.3.4 Area Omogenea Frigido

L'area omogenea Frigido di circa 6.000 ha, comprende i bacini idrografici del fiume Frigido e del suo affluente torrente di Renara. Interessa i comuni di Massa (per il 64,05%) e Carrara (per il 0,35%) della provincia di Massa Carrara.



	Principali bacini e sottobacini	Gerarchia	Area ha
VI Frigido	Fiume Frigido	1	4.358,22
	Torrente di Renara	2	1.837,11

La pericolosità idraulica e gli elementi a rischio

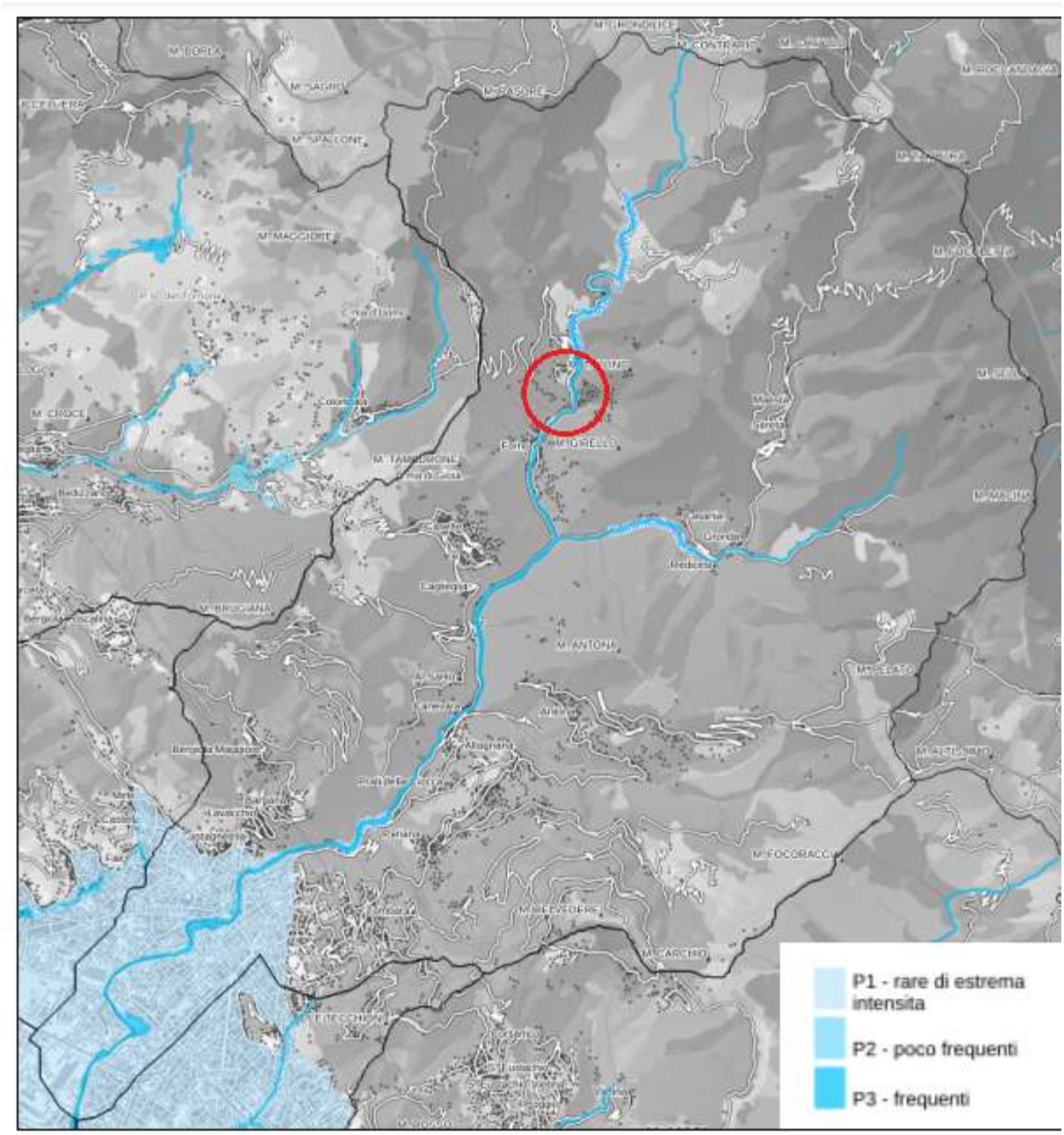


Figura 35: Mappa delle pericolosità dell'Area Omogenea Frigido

La tabella che segue indica la ripartizione delle superfici interessate da pericolosità che interessano l'area omogenea Frigido.

Ambito	Pericolosità	ha
montano-collinare	PI1	5.964
	PI2	5.895
	PI3	5.411
	Tot. ambito	*17.270*
pianura	PI1	1.056
	PI2	384
	PI3	257
	Tot. ambito	*1.696*
	Totale area	**18.966**

Di seguito si riportano le sintesi delle tre condizioni di pericolosità e vulnerabilità degli elementi a rischio considerati per i due ambiti dell'area omogenea Frigido.

		PI1	PI2	PI3
Ambiti ha	territorio montano-collinare	5.964	5.895	5.411
	pianura	1.056	384	257
Elementi a rischio:				
popolazione n.	territorio montano-collinare	1.289	457	419
	pianura	13.438	628	524
B22 ha aree protette potenzialmente interessate da inquinamento	territorio montano-collinare	1,46	1,46	1,46
	pianura	0,00	0,00	0,00
B23 n. insediamenti produttivi e impianti pericolosi	territorio montano-collinare	0	0	0
	pianura	0	0	0
B31 ha beni storici e culturali	territorio montano-collinare	0,01	0,01	0,01
	pianura	2,16	0,02	0,01
B41 ha zone urbanizzate	territorio montano-collinare	0,06	0,06	0,06
	pianura	10,38	0,00	0,00
B42 ha infrastrutture e strutture strategiche	territorio montano-collinare	9,46	7,96	7,16
	pianura	64,74	2,96	2,31
B43 ha zone agricole	territorio montano-collinare	34,42	29,93	29,34
	pianura	56,53	6,12	4,93
B44 ha attività economiche	territorio montano-collinare	1,61	1,50	1,50
	pianura	104,80	5,20	4,18

4.4 Progetto PAI

L'area di interesse è soggetta a rischio geomorfologico: si riportano le carte tematiche del progetto PAI "Dissesti Geomorfologici".

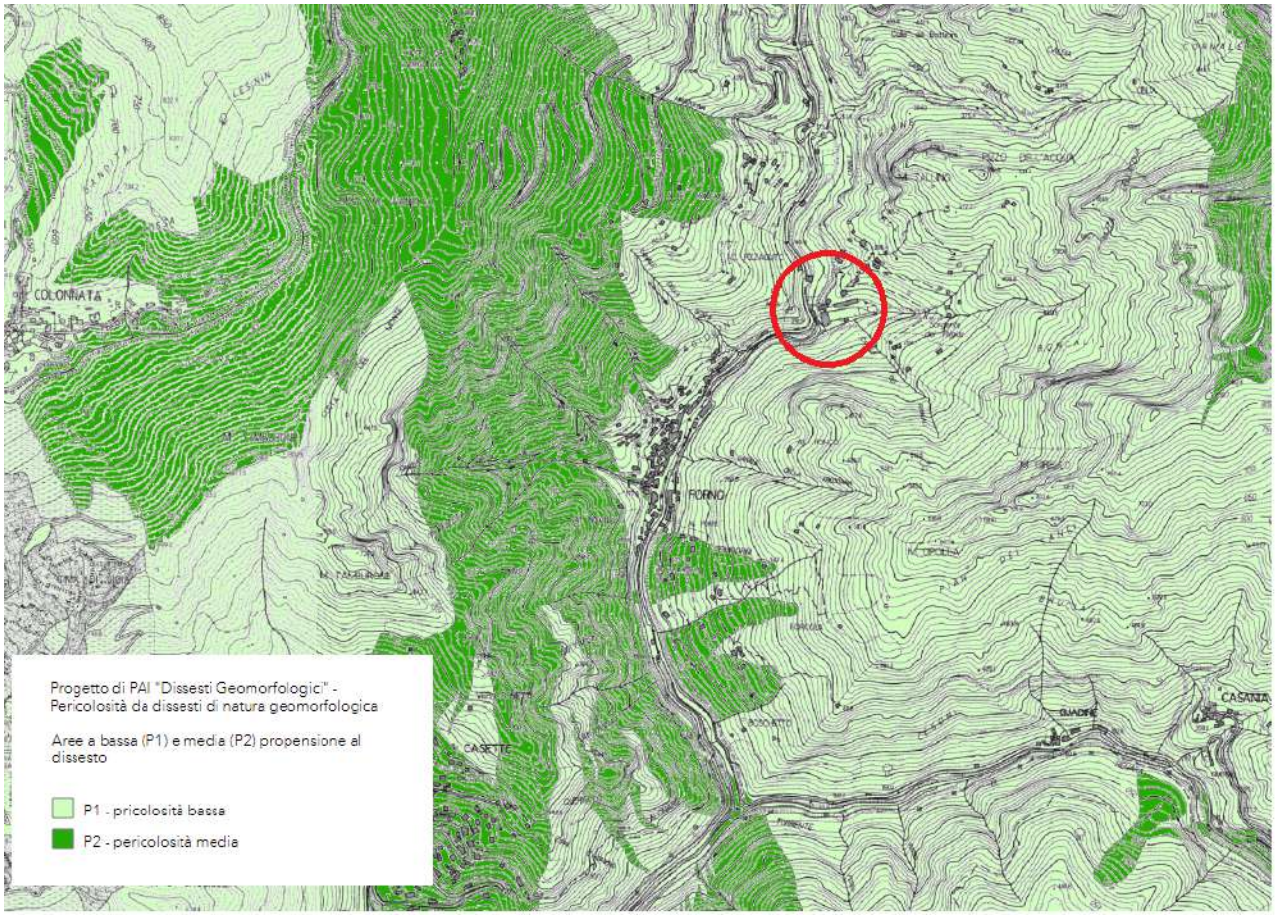


Figura 36: Propensione al dissesto

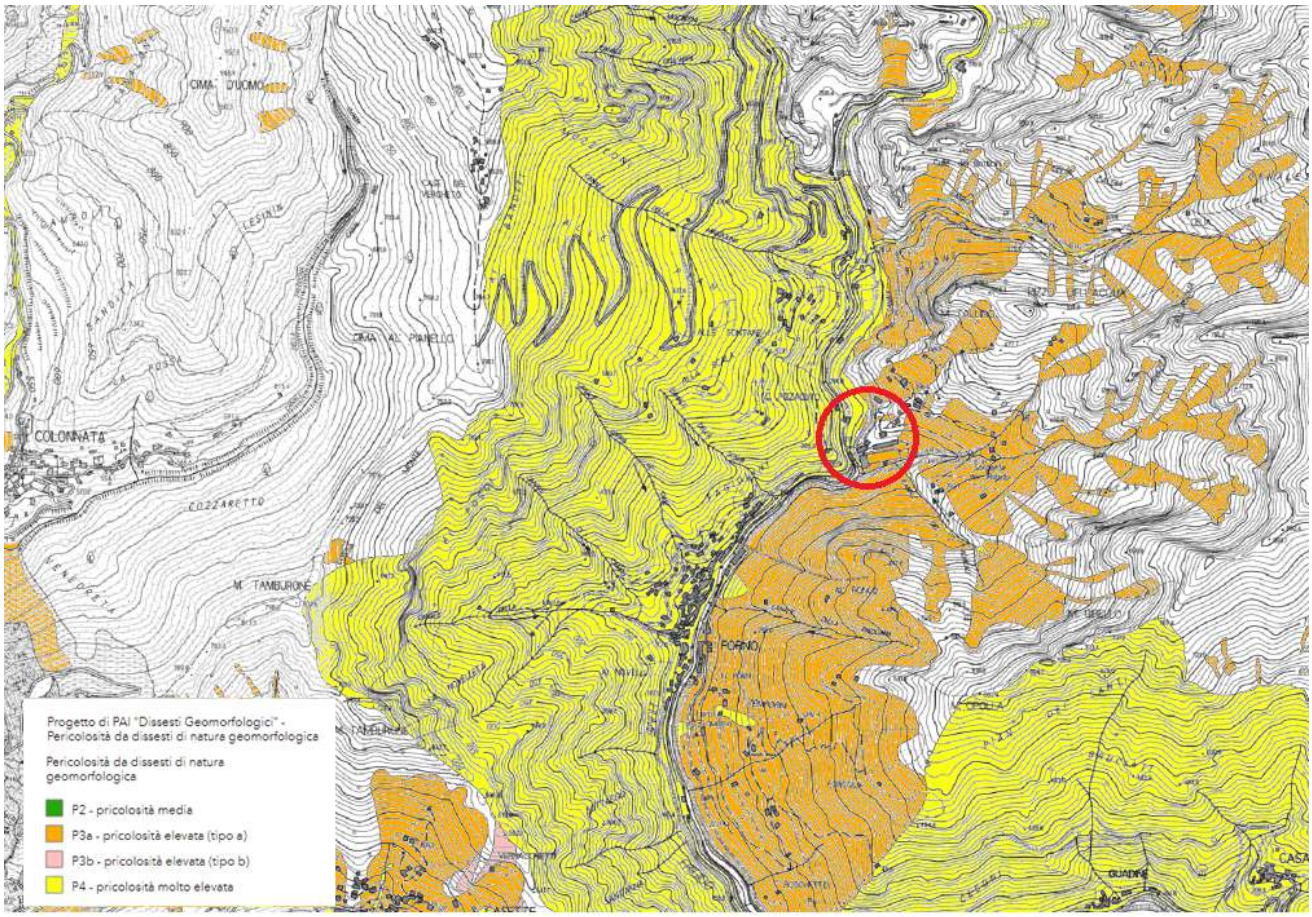


Figura 37: Pericolosità di dissesti

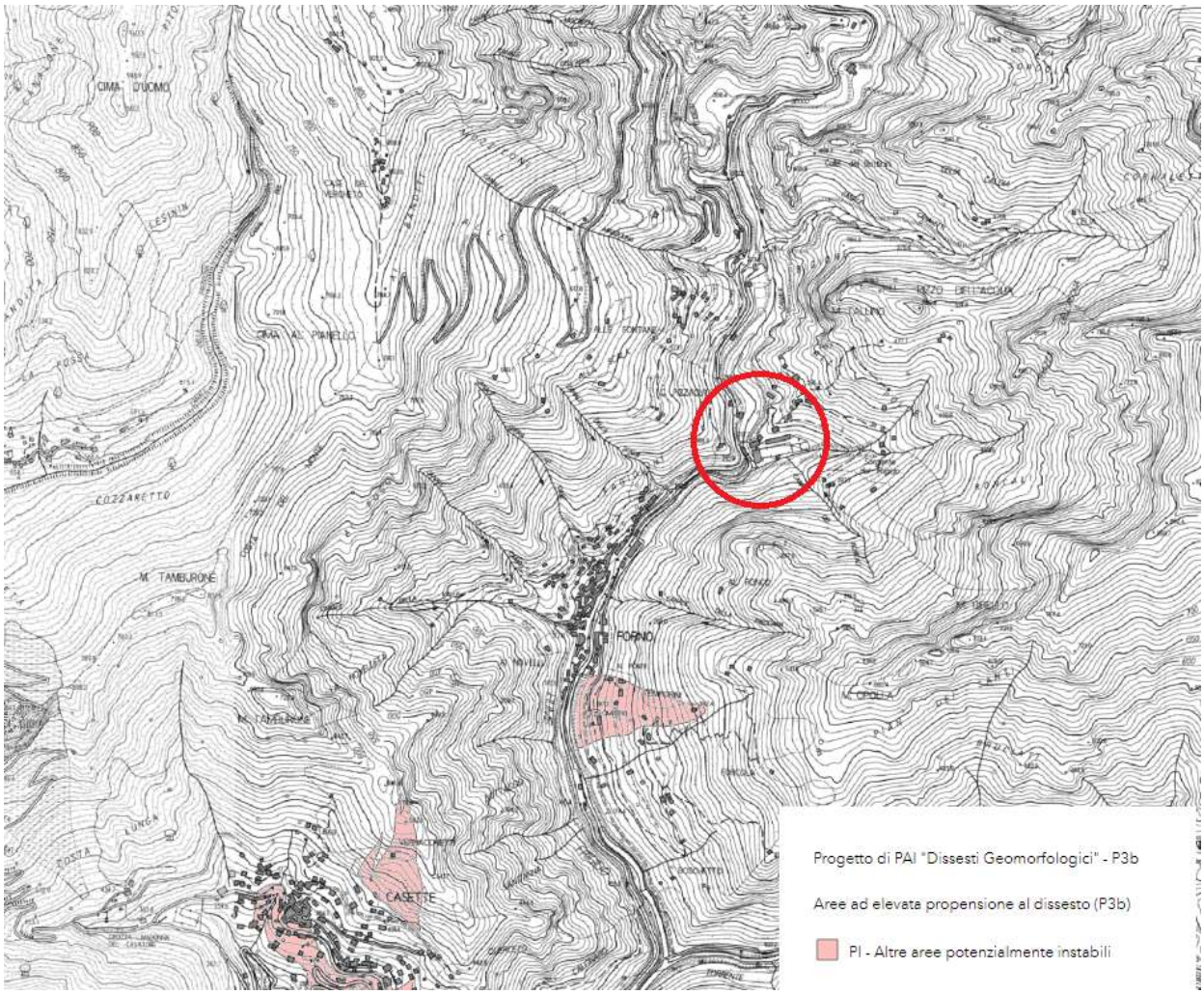
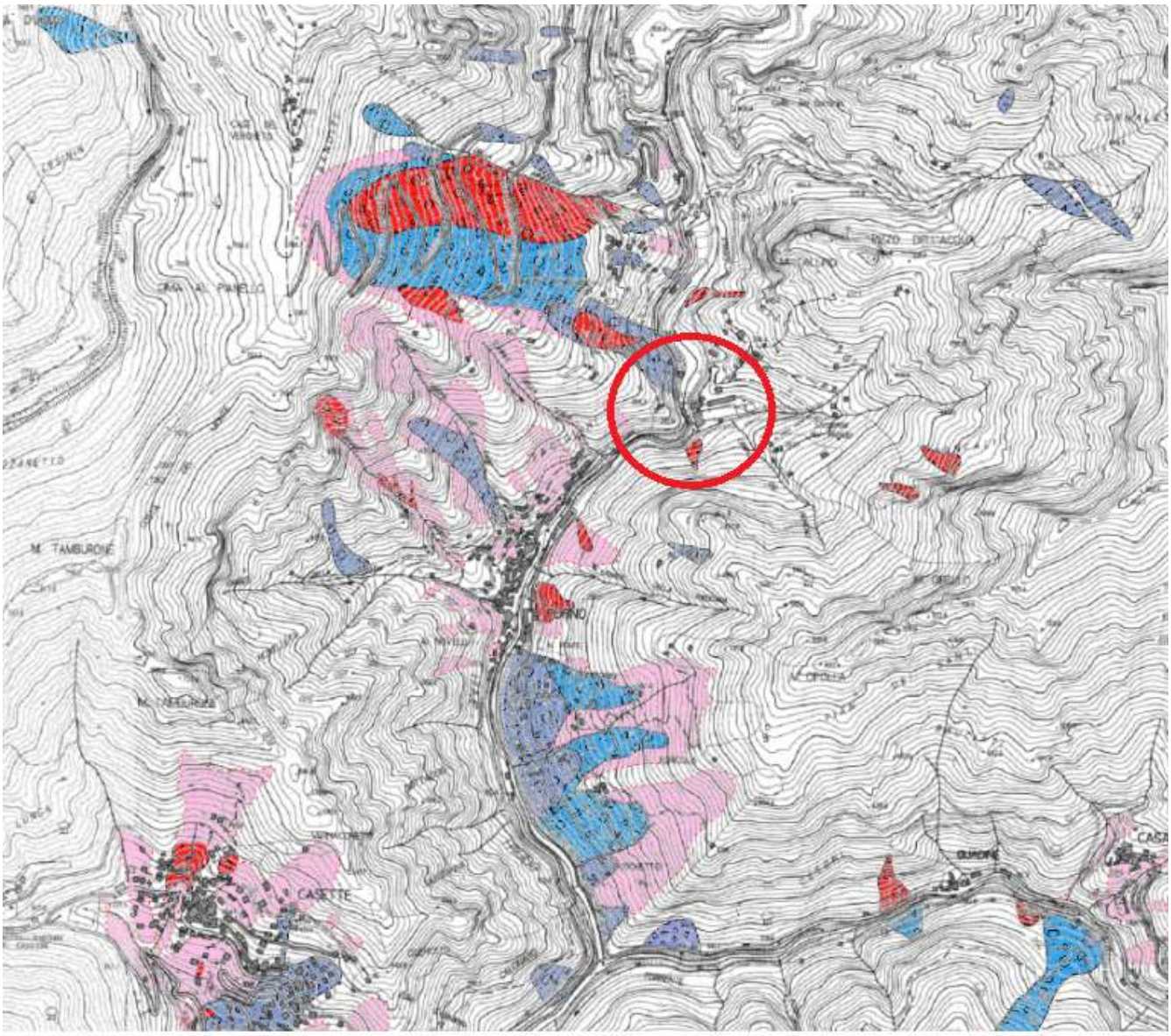


Figura 38: Elevata propensione al dissesto



Progetto di PAI "Dissesti Geomorfologici" -
Banca dati geomorfologica

Banca dati geomorfologica

- S3 - Frane di scivolamento e colata lenta - attive
- S2 - Frane di scivolamento e colata lenta - inattive potenzialmente instabili
- S1 - Frane di scivolamento e colata lenta - inattive stabilizzate
- C3 - Frane di crollo - attive
- C2 - Frane di crollo - inattive potenzialmente instabili
- C1- Frane di crollo - inattive stabilizzate
- R3 - Frane di colata rapida - attive
- R2 - Frane di colata rapida - inattive potenzialmente instabili
- R1 - Frane di colata rapida - inattive stabilizzate
- FD3 - Franosità diffusa e franosità superficiale attiva
- FD2 - Aree potenzialmente instabile per deformazioni superficiali
- DGPV - Deformazione gravitativa profonda di versante
- DM3 - Depressioni morfologiche attive
- DM2 - Depressioni morfologiche potenzialmente instabili
- CON2 - Conoidi di detrito pedemontano e conoidi soggette a debris flow
- CON1 - Conoidi miste detritico-alluvionali
- DOL3 - Dolina attiva
- DOL2 - Dolina inattiva
- ES - Erosione spondale attiva
- FDF - Fascia di dinamica fluviale legata ai processi di erosione attiva
- ND

Figura 39: Banca dati geomorfologica

5. Inquadramento amministrativo

Si riporta un estratto della "Concessione per la derivazione dell'acqua per la produzione forza motrice nel Comune di Massa" rilasciata con Deliberazione ordinaria n. 02274 il 15/03/1991.

Il Disciplinare dell'Ufficio del Genio Civile di Massa Carrara contenente gli obblighi e le condizioni cui è vincolata la concessione della derivazione d'acqua dalla sorgente del Fiume Frigido chiesta dal Comune di Massa con istanza in data 07/12/1984.

- Articolo 1: Quantità ed uso dell'acqua da derivare

  "La quantità d'acqua da derivare dalla sorgente del fiume Frigido in località ex Filanda di Forno del Comune di Massa è fissata in misura non superiore a 960 l/s e potrà essere utilizzata unicamente per uso forza motrice."

- Articolo 2: Dislivello del pelo dell'acqua fra la presa e la restituzione

  "Il dislivello del pelo dell'acqua fra la presa e la restituzione, tenuto conto dell'innalzamento di 2,00 m prodotto dalla diga, sarà di 54,90 m."

- Articolo 3: Dislivello e forza nominale in base alla quale è stabilito il canone

  "Il dislivello fra i peli morti nei canali a monte e a valle dei meccanismi motori sarà di 54,90 m. In conseguenza la forza nominale in base alla quale è stabilito il canone sarà pari a 516,70 KW."

- Articolo 4: Luogo e modo di presa dell'acqua

  "Le opere di presa d'acqua consistono in un raccordo canalizzato dalle sorgenti in un canale fino alla condotta e allo sfioratore che funge da vasca di carico come da progetto […]."

- Articolo 5: Regolazione della portata

  "Affinchè la portata di concessione non possa essere superata e non entri nella derivazione, fin dalla sua origine, una quantità d'acqua maggiore della concessa, l'Amministrazione si riserva la facoltà di ingiungere apposite opere modulatrici."

- Articolo 6: Canale di carico

  "Il canale di carico misura circa 74,00 m. Si avverte che dovranno prendersi tutte le precauzioni necessarie e che saranno eventualmente indicate dall'Amministrazione, per impedire l'infiltrazione dell acque nelle proprietà dei terzi."

- Articolo 7: Luogo e modalità del canale di scarico

  "Il canale di scarico sfocia nel fium Frigido in località Forno nel Comune di Massa secondo le modalità risultanti dal progetto."

- Articolo 8: Condizioni particolari cui dovrà soddisfare la derivazione

  "Tutte le opere inerenti la concessione dovranno essere eseguite con gli accorgimenti necessari affinchè non provochino eventuali danni a terzi, alle persone e alla prorietà pubblica e privata, ponendo in essere tutte le misure necessarie allo scopo. L'Amministrazione concedente resta sollevata da ogni onere e responsabilità in dipendenza della concessione stessa.

  Sarà obbligo del Concessionario di eseguire una semina annuale di avanotti (trotine) nel fiume Frigido nella misura di 10'000 unità e inoltre dovrà lasciare defluire costantemente, subito dopo la presa, una quantità d'acqua non inferiore a 10 l/s. [...]."

- Articolo 9: Garanzie da osservarsi

  "*Sarano a carico della Ditta concessionaria eseguite e mantenute tutte le opere necessarie, sia per attraversamenti di strade, canali, scoli e simili, sia per la difesa della proprietà e del buon regime del fiume Frigido in dipendenza della concessa derivazione, tanto se il bisogno delle dette opere si riconosca prima di iniziare i lavori quanto se venga accertato in seguito."*

- Articolo 12: Durata della concessione

  "Salvo i casi di rinuncia, decadenza o revoca, la concessione è accordata per un periodo di trenta anni successivi e continui decorrente dalla data del Decreto di Concessione.

Qualora al termine della concessione persistano i fini della derivazione e non ostino ragioni di pubblico interesse essa sarà rinnovata con quelle modificazioni che, per le variate condizioni dei luoghi o del corso d'acqua si rendessero necessarie.

In mancanza di rinnovazione, come nei casi di decadenza, revoca e rinuncia, L'amministrazione ha diritto o di ritenere senza compenso le opere costruite o di obbligare il Concessionario a rimuovere e ad eseguire a proprie spese i lavori di ripristino nelle condizioni richieste dal pubblico interesse."

- Articolo 15: Richiami a leggi e regolamenti

"Oltre alle condizioni contenute nel presente disciplinare la Ditta concessionaria è tenuta alla piena ed esatta osservanza di tutte le disposizioni del T.U. 11 Dicembre 1933 n° 1775 per le derivazioni e utilizzazioni di acque pubbliche e del relativo regolamento approvato con R.D. 14 Agosto 1920 n° 1285, nonchè di tutte le prescrizioni e regolamenti concernenti il buon regime delle acque pubbliche, l'agricoltura, la piscicoltura, l'industria, l'igiene e la sicurezza pubblica.

Rimane espressamente stabilito che l'acqua restituita al cordo d'acqua dovrà essere chiara ed indenne da sostanze venefiche ed inquinanti e comunque rispondente ai requisiti di legge."

6. Inquadramento tecnico

Si riportano una visione d'insieme delle opere analizzate su un estratto della CTR e un'immagine aerea di dettaglio.

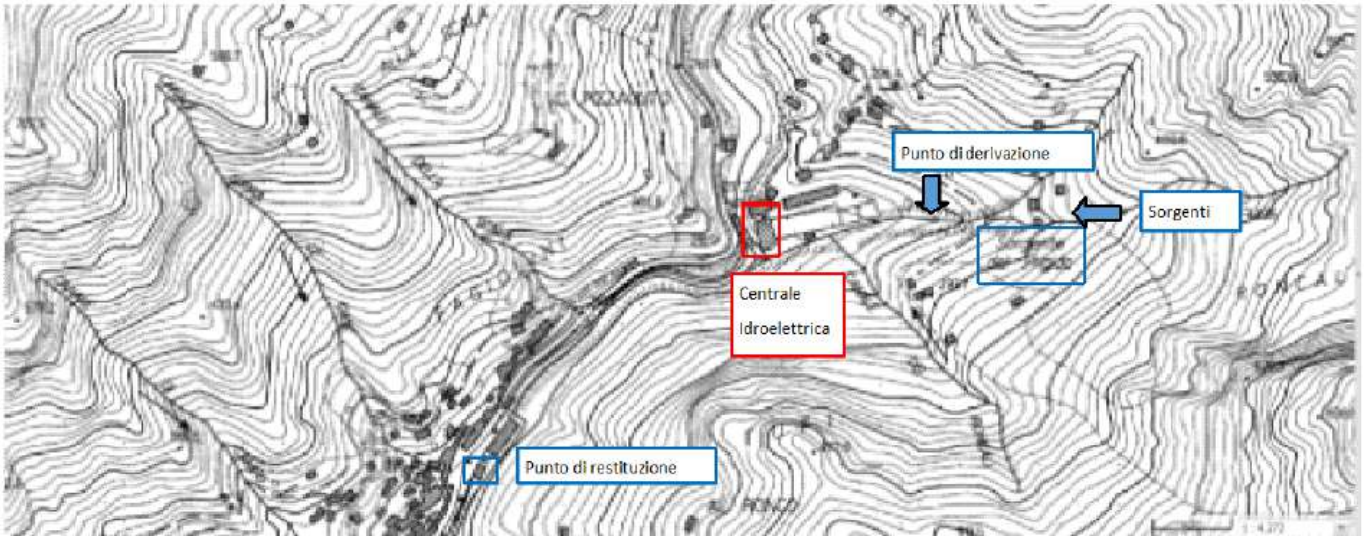


Figura 40: P lanimetria con indicazioni opere

Figura 41: Immagine aerea area d'intervento

6.1 Descrizione delle opere

Le principali opere costituenti il progetto sono:

- Punto di presa: è individuato dalle coordinate latitudine 44° 05’ 12” e longitudine 10° 11’ 07” ed è ubicato a quota 226 m s.l.m.. Tale manufatto è caratterizzato da un raccordo canalizzato semicircolare con sfiorodi troppo pieno e paratoia di sghiaio inprossimità della bocca di presa che alimenta ilcanale di derivazione.

  La bocca di presa èregolata da una paratoia motorizzata che sichiude onde evitare l’ingresso di una quantità eccessiva diacqua quando si verificano consistentiincrementi di portata.

Figura 42: Opera di presa

Si riportano le viste e le sezioni dello stato attuale e dello stato modificato:

- Stato attuale:

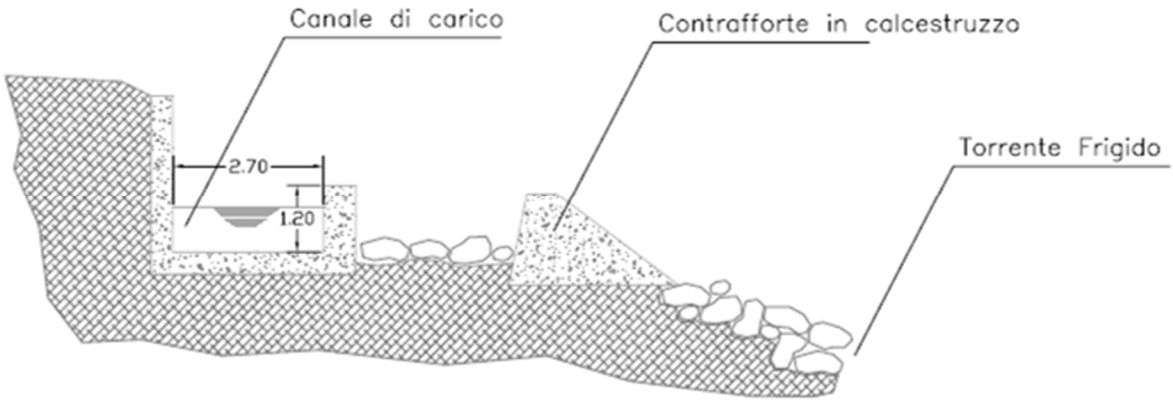


Figura 43: Sezione stato attuale

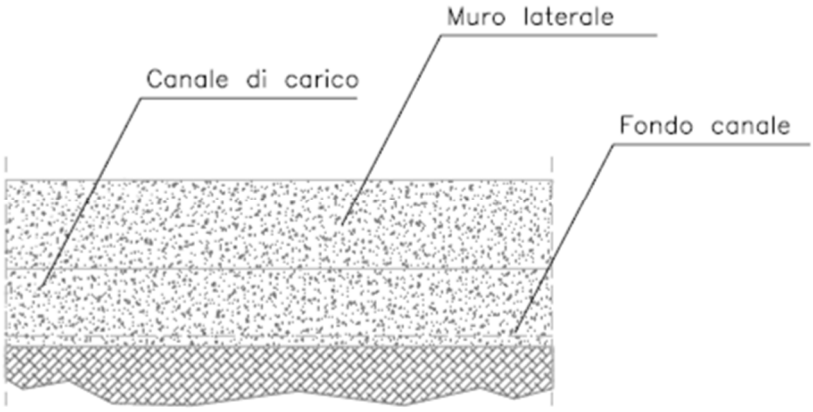


Figura 44: Vista frontale stato attuale

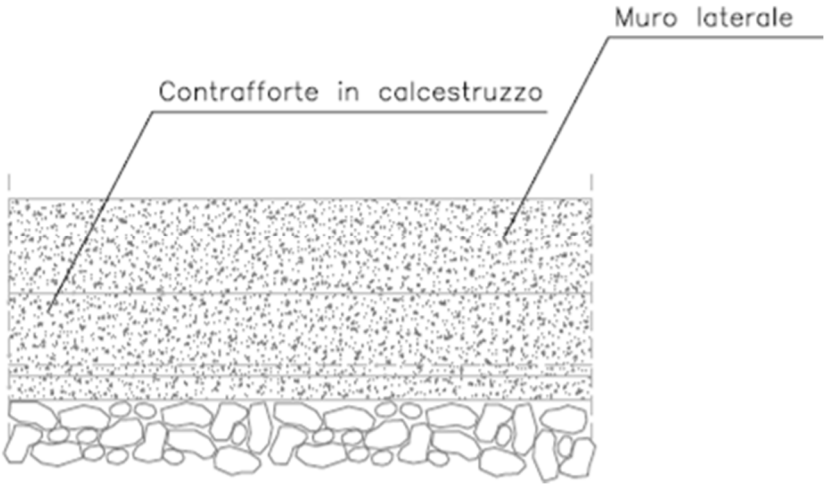


Figura 45: Vista frontale zona di rilascio DMV stato attuale

- Stato modificato:

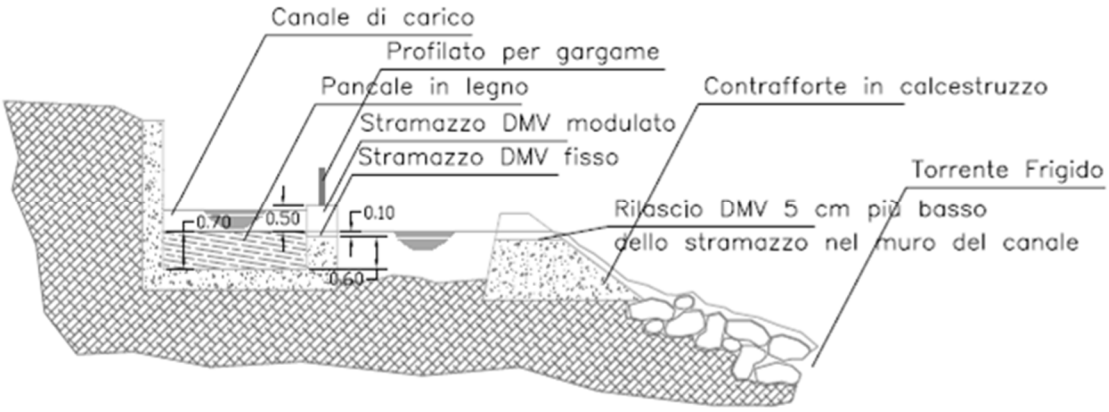


Figura 46: Sezione stato modificato

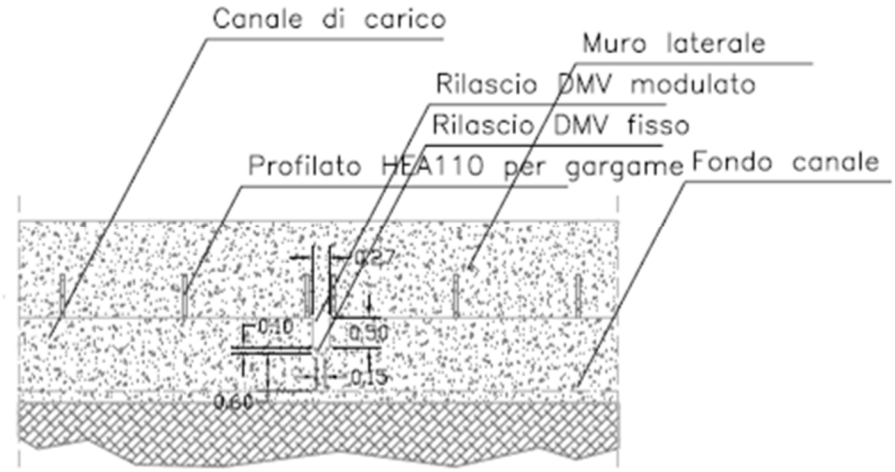


Figura 47: Vista frontale stato modificato

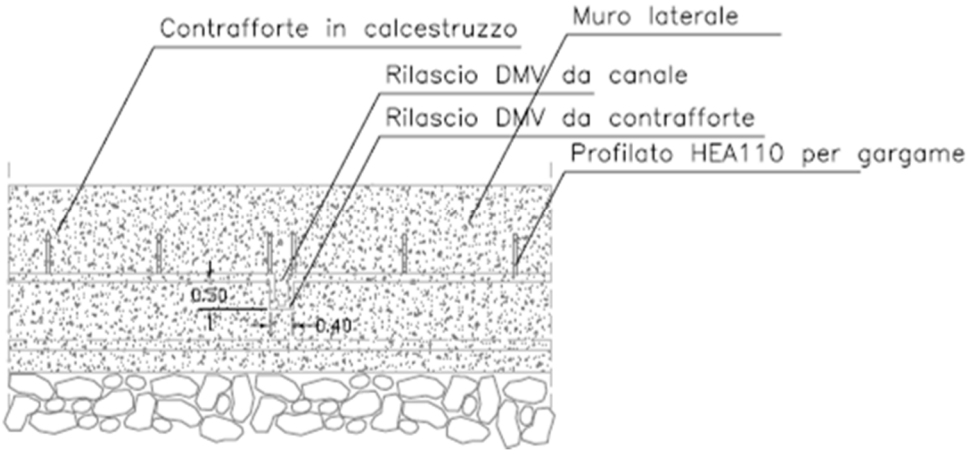


Figura 48: Vista frontale zona di rilascio DMV stato modificato

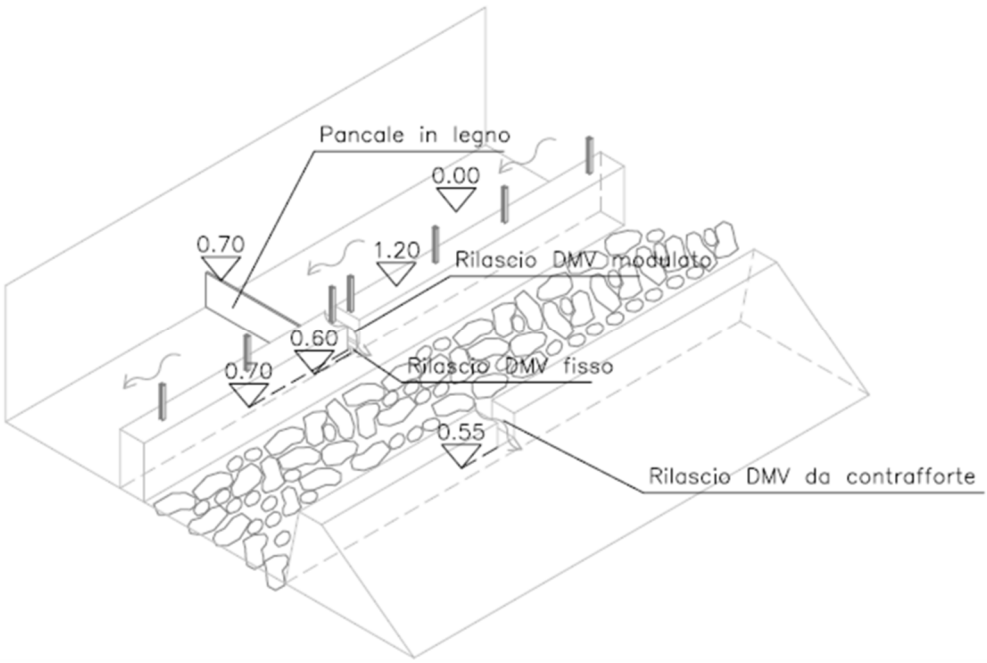


Figura 49: Vista prospettica stato modificato

- Canale di derivazione: è caratterizzato da una sezione rettangolare con larghezza 2,60 m e altezza variabile tra 1,40 m e 1,60 m. Il suo sviluppo, di lunghezza complessiva pari a 170 m e pendenza di 0,24 %, è in parte aperto ed in parte coperto.

Figura 50: Canale dei derivazione

- Sgrigliatore: è sito circa 18 m a valle dell'opera di presa

Figura 51: Sgrigliatore

- Locale turbine

Figura 52: Locale turbine

- Punto di restituzione: è individuato dalle coordinate latitudine 44° 05’ 2”e longitudine 10° 10’ 43”ed è ubicato a quota 168 m s.l.m..

Figura 53: Punto di restituzione

6.2 Modalità di presa utilizzo e restituzione delle acque

Le acque del fiume Frigido vengono raccolte tramite un raccordo canalizzato realizzato a fine del 1800. Nel tratto terminale, il raccordo curva verso la bocca di presa per andare ad alimentare il canale di adduzione che alimenta la centrale idroelettrica.

L'ingresso al canale è regolato da una paratoia. Sul lato sinistro della presa e parallelamente alla curva esterna del raccordo è presente una paratoia di sghiaio.

Lungo la curva del canale sono presenti delle bocche deputate al rilascio del DMV. Ogni qualvolta la portata in arrivo alle sorgenti superava la quantità valorizzabile a scopo idroelettrico, la parziale chiusura della paratoia in ingresso al canale impediva l'ingresso eccessivo di acqua. Questa manovra comportava pertanto l'allontanamento dell'acqua in eccesso tramite la soglia superiore del raccordo canalizzato che svolgeva la funzione di stramazzo.

L'acqua derivata sul canale veniva prima sgrigliata e poi recapitata alla vasca di carico della centrale.

Lo sgrigliatore è posizionato circa 18 m a valle della bocca di presa del canale di derivazione.

Nella vasca di carico è presente uno stramazzo che ogni qualvolta si ferma la turbina è in grado di allontanare la portata derivata recapitando la stessa in un affluente destro del Fiume Frigido.

La condotta che alimenta le turbine è di acciaio di diametro 900 mm di lunghezza circa 75 m.Le turbine sono installate in una grotta scavata nelle roccia di dimensione planimetriche pari a circa 8,50 m x 7,00 m.Le turbine attualmente installate sono due macchine di tipo Francis in grado di turbinare complessivamente circa 1550 l/s così suddivise: 2/3 della portata sul gruppo 1 ed 1/3 della portata sul gruppo 2.

Il dislivello esistente tra la vasca di carico e l'asse di rotazione delle turbine è pari a circa 54 m.

Le acque, una volta turbinate, vengono restituire al fiume Frigido tramite un canale a pelo libero sotterraneo lungo almeno 470 m. L'accesso al canale di scarico è inibito da una cancellata in ferro.

6.3 Verifica del canale di derivazione

Come illustrato nei paragrafi precedenti il canale a pelo libero che alimenta la centrale presenta unalarghezza di circa 2.6 m, profondità variabili tra 1.4 m ed i 1.6 m ed un pendenza media dello 0,24%.

Il canale è realizzato in muratura di vecchia fattura ma è stato recentemente oggetto di opere dimanutenzione, consolidamento ed impermeabilizzazione. La scabrezza del canale può pertanto essereragionevolmente assunta pari a 40 $m^{1/3} s^{-1}$.

Assumendo un franco di sicurezza pari a 20 cm si è calcolata la portata massima trasportabile dal canalea pelo libero utilizzando la formula del moto uniforme di Gaucker – Strickler che ha fornito i seguentirisultati:

- Larghezza: L = 2.6 m
- Profondità acqua Y = 1.2 m
- Sezione bagnata Om = 3.12 mq
- Perimentro bagnato B= L + 2·Y = 5 m
- Raggio idraulico $R_{idr} = O_m/B = 0,62$ m
- Coefficiente di scabrezza ks = 40 $m^{1/3} s^{-1}$
- Pendenza $i_f = 0,24$ %
- Velocità moto uniforme $U = ks \cdot R^{1/6} \cdot (R \cdot i_f)^{0,5} = 1,45$ m/s
- Portata $Q = U \cdot O_m = 4.54$ m^3/s

La verifica idraulica mostra pertanto come il canale sia geometricamente compatibile al trasporto diuna portata molto superiore alla portata massima valorizzabile a scopo idroelettrico complessivamentedalle due macchine che è pari a circa 1550 l/s.

Poiché risulterebbe inutile derivare più acqua di quellarealmente valorizzabile dall'impianto a monte e a valle della bocca di presa sono presenti due sonde dilivello che consentono di monitorare che non vengano derivate quantità d'acqua superiori a quelleutilizzabili.

Quando quindi le portate del fiume Frigido superano le quantità previste o per motivi tecnicinon si riesce a turbinare alla massima portata turbinabile, la paratoia automatizzata si chiudeparzialmente per ripristinare il corretto livello all'interno del canale di derivazione

evitandostramazzare dalla vasca di carico.Quest'ultima è comunque dotata di uno stramazzo di troppo pieno di dimensioni in grado diallontanare la portata in esubero.

6.4 Verifica della condotta forzata

Come illustrato nei paragrafi precedenti la condotta che alimenta le due turbina è di diametro DN900e lunghezza 75 m.

La verifica idraulica della condotta è stata svolta utilizzando la formula di Gauckler-Strickler per il calcolo delle perdite distribuite di seguito illustrate:

- $DH = \beta_r \cdot L \cdot \frac{Q^2}{D^5}$

dove

$$\beta_r = \frac{10{,}3}{ks^2 \cdot D^{1/3}}$$

Svolgendo i calcoli ipotizzando una scabrezza ks pari a 85 $m^{1/3}\,s^{-1}$ si ottiene:

$$\beta_r = \frac{10{,}3}{85^2 \cdot 0{,}9^{1/3}} = 0{,}00147$$

$$DH = \frac{0.00147 \cdot 75 \cdot 1.562}{0{,}95} = 0{,}46\,m$$

Alle perdite distribuite si aggiungono quelle concentrate che sono proporzionali alla componente cinetica dell'acqua:

$$H_{cin} = \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot \Omega^2} = \frac{1{,}562}{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}635} = 0{,}3\,m$$

Considerando che la condotta nella sua conformazione presenta le seguenti perdite concentrate:

- Imbocco pari a $0.5 \cdot H_{cin}$
- N° 3 curve pari complessivamente a $0.75 \cdot H_{cin}$

Si può concludere che le perdite di carico lungo le condotte siano complessivamente pari a:

$$DH_{tot} = DH + 1.25 \cdot H_{cin} = 0{,}46 + 1{,}25 \cdot 0.3 = 0{,}835\,m$$

Dai calcoli svolti si evince che la condotta sia di diametro adeguato a trasportare le portata massimaturbinabile dall'impianto.

6.5 Portate disponibili

Le informazioni sulle portate disponibili sul corso d'acqua possono essere desunte da diverse fonti:

- Misure di portata e precipitazione disponibili sul portale del Settore Idrologico e Geologico della Regione Toscana ed in particolare le osservazioni sul fiume Frigido presso Canevara
- Misure di portata / produzioni storiche della centrale Idroelettrica.

Dall'idrometro ed il pluviometro di Canevara, che sottende un bacino di 34.4 kmq, si desume che ilcorso d'acqua presenta un coefficiente di deflusso maggiore a uno a dimostrazione che il contributosorgentizio non può essere trascurato e che lo studio idrologico non possa essere svolto per semplicesimilitudine idrologica con altri bacini limitrofi.

Periodo	1996-2008	2004-2021	
	Qfrigido - Canevara	**P_frigido - Canevara**	**Q/P (coef di deflusso)**
	[mc/s]	[mm]	
Gen	3.45	170.26	1.58
Feb	3.35	157.04	1.50
Mar	3.28	129.76	1.97
Apr	3.11	106.63	2.19
Mag	2.08	111.42	1.46
Giu	1.11	69.87	1.20
Lug	0.37	52.93	0.54
Ago	0.37	52.78	0.55
Set	0.57	105.12	0.41
Ott	1.49	165.61	0.70
Nov	2.24	209.33	0.81
Dic	3.66	170.86	1.67

Lo studio della disponibilità idrica del corso d'acqua può quindi essere svolta a partire dallo studio delleproduzioni della centrale. Allo scopo sono state prese a riferimento le produzioni giornaliere delperiodo 2016 – 2020.

Le produzioni possono essere utilizzate per stimare le portate transitanti sul corso d'acqua a menodelle portate rilasciate come DMV (pari a 10 l/s) e le portate che in esubero non sono state valorizzarea scopo idroelettrico.

La trasformazione delle produzioni giornaliere in portate medie giornaliere è avvenuta con relazioni:

- $Pm24 = \frac{E24}{24}$

  relazione che trasforma la produzione giornaliera in potenza media giornaliera;
- $Qm = \frac{Pm24 \cdot 102}{0{,}75 \cdot H}$

  Dove:

  - H è il salto di concessione pari a 54 m;
  - 0,75 è rendimento medio d'impianto (turbina + generatore).

Riordinando le portate in ordine decrescente e riscalando il tempo su 365 giorni si ottiene un curva didurata delle portate turbinate dall'impianto che di seguito si mostra.

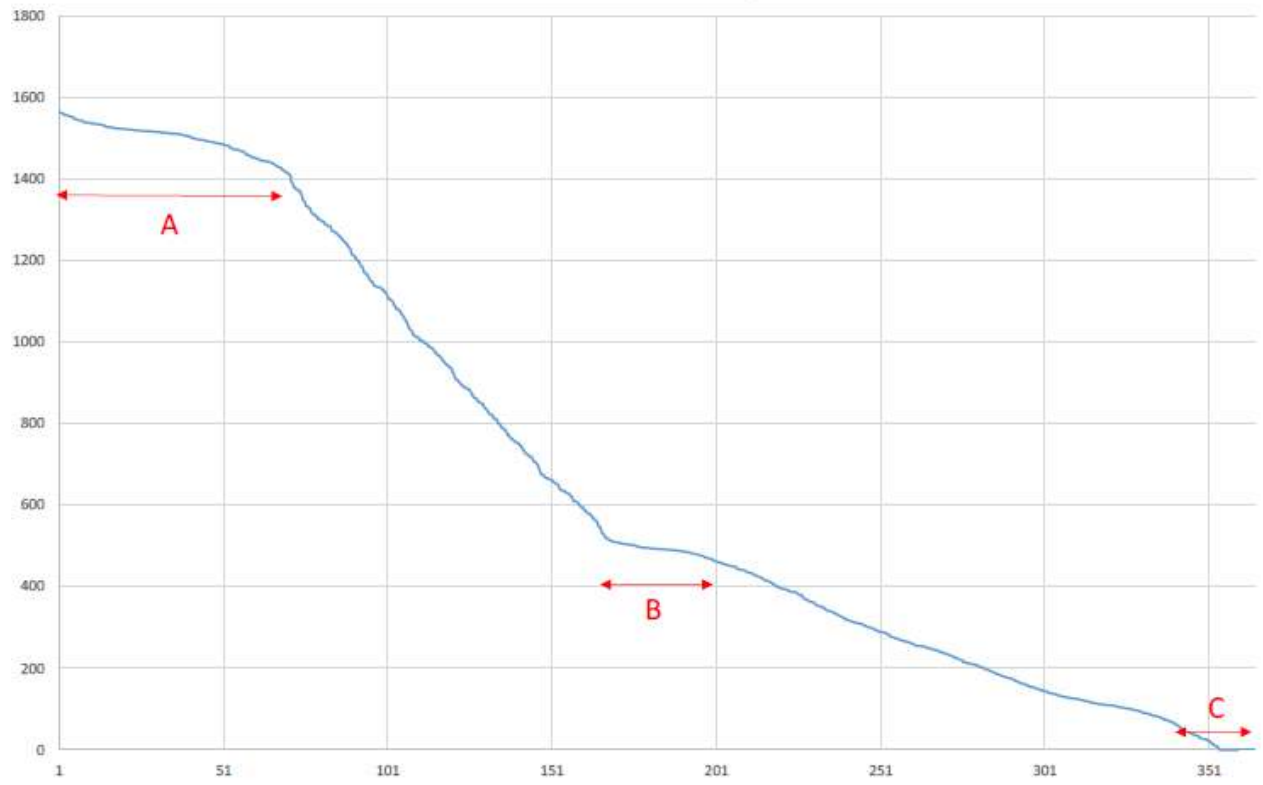


Grafico 2: Centrale Massa - curva didurata delle portate turbinate

La curva presenta chiaramente delle discontinuità che rappresentano 3 distinte situazioni idrologiche:

- Zona A: periodo di tempo in cui le portate naturali eccedono le portate che la centraleidroelettrica riesce a valorizzare. In questo periodo quindi la curva delle portata turbinate èsicuramente più bassa delle portate presenti in alveo;
- Zona B: periodo di tempo in cui le portate naturali sono in grado di saturare la capacità delgruppo 2 dell'impianto ma non sono sufficienti a fare funzionare il gruppo 1. Anche in questoperiodo quindi le portate mostrate sono probabilmente superiori a quelle presenti in alveo;
- Zona C: periodo di tempo in cui le portate naturali sono troppo basse per essere valorizzate epertanto le portate osservate sono più basse di quelle reali.

Per ovviare a questa situazione si è cercato di interpolare la curva delle portate turbinate solo neiperiodi non appartenenti alle zone A B e C sostituendo le portate osservate in questi periodi con quellericavate tramite interpolazione.

L'equazione utilizzata per interpolare i dati di portata osservata per le rispettive durate è ladistribuzione di probabilità di tip.o lognormale dove la probabilità può essere determinata dalla duratacon le seguente relazione:

P = 1-d/366

dove d è la durata espressa in giorni.

I parametri della distribuzione sono due e pari alla media ed alla deviazione standard delle portatemedie giornaliere su 365 giorni.

Poiché, per via delle discontinuità osservate, non è possibile stimare statisticamente le media e ladeviazione standard delle portate medie giornaliere su un intero anno ma solo su porzioni dellostesso, i parametri della distribuzione sono stati ricavati con il metodo dei minimi quadrati cercando ivalori dei parametri che meglio interpolassero i punti osservati nei periodi di interesse.
Il risultato ottenuto è il seguente:

- Qm = 1113 l/s
- Dev.st(Qm) = 2079 l/s

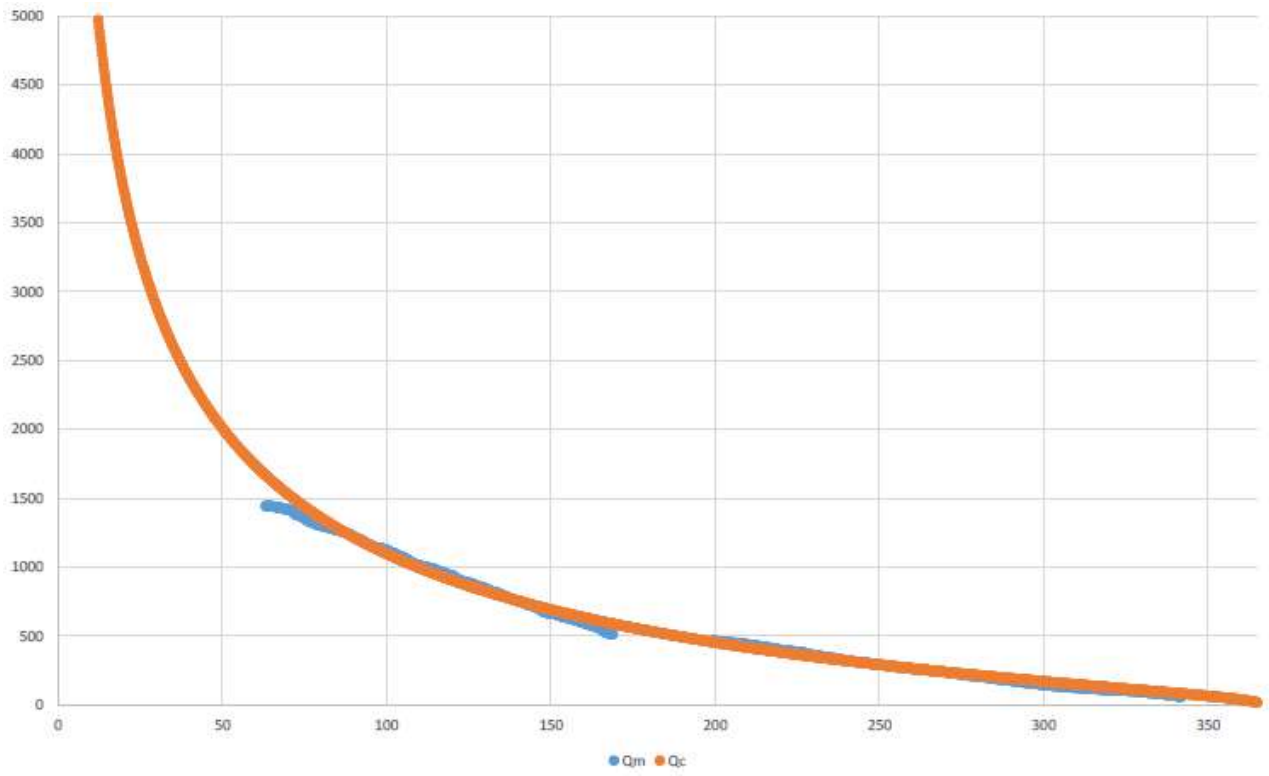


Grafico 3: Torrente Frigido - Curva di durata:

6.6Deflusso minimo vitale

6.6.1Calcolo del deflusso minimo vitale

Nella concessione assentita nel 1991 era obbligo del concessionario rilasciare 10 l/s. Successivamentele norme si sono aggiornate prevedendo specifiche procedure di calcolo per la determinazione delDeflusso minimo vitale.

Secondo la normativa attualmente in vigore il DMV si può calcolare secondo la relazione:

DMV = A·B · C · D · E · F · G · H + MD

Dove:

- Arappresenta la superficie del bacino idrografico sotteso espresso in kmq. Nel caso è risultato pari a circa 0.5 kmq
- B rilascio specifico pari a 1.6 l/(s · kmq)
- C fattore di precipitazione determinato secondo la tabella di seguito riportata.
  Nel caso in esame si è preso a riferimento la stazione pluviometrica più vicina che è risultata quella di Verghetto che nel periodo 2002 – 2020 ha registrato un'altezza di precipitazione media annua pari a 2078 mm da cui si desume che il parametro C sia pari a 1.8.

Precipitazione media annua (mm di pioggia)	**Fattore "C"**
<1200	1
1200-1400	1.2
1400-1600	1.4
1600-1800	1.6
>1800	1.8

- D fattore di altitudine media del bacino da determinarsi secondo la tabelle di seguitoriportata.
  Nel caso in esame l'altitudine media del bacino imbrifero è risultata pari a 643 mslm e pertanto il fattore D assumerà un valore pari a 1.2.

Altitudine media bacino (m s.l.m.)	Fattore "D"
<400	1
400-600	1.1
600-800	1.2
>800	1.3

- E fattore di permeabilità da determinarsi secondo la tabella di seguito riportata.

  Nel caso inesame l'alta presenza di portate di provenienza sotterranea suggerisce che il territorio presentiun'elevata permeabilità e pertanto il fattore E debba assumere un valore pari a 1.4.

Permeabilità media del bacino	Fattore "E"
bassa	1
media	1.1
alta	1.2
elevata	1.4

- F fattore di qualità biologica del corso d'acqua (valutata secondo il metodo IBE) dadeterminarsi secondo la seguente tabella. Secondo l'ultimo rapporto sullo stato ecologico deicorsi d'acqua toscani svolto da Arpat il torrente Frigido è risultato con uno stato ecologicoBuono e pertanto il fattore F può essere assunto pari a 1.1.

Qualità biologica del corso d'acqua	Fattore "F"
non inquinato	1
leggermente inquinato	1.1
inquinato	1.2
nettamente inquinato	1.3
fortemente inquinato	1.4

- **G f**attore di naturalità da determinarsi secondo la seguente tabella.

  Nel caso in esame laderivazione è ormai storica ed interessa aree fortemente antropizzate pertanto il fattore Gpuò essere posta pari a 1.

Classe di naturalità	Fattore "G"
aree di interesse agricolo ed urbanizzate	1
aree di interesse agricolo primario	1.2
aree a naturalità diffusa, ambiti di paesaggio delle montagna	1.4
aree protette a prevalente naturalità di crinale, contigue a parchi e riserve naturali (zone BCD)	1.6
aree di grande pregio (parchi, riserve naturali, statali e provinciali, SIC, SIR, SIN, ANPIL, ANIL, ZPS)	1.8

- H fattore che dipende dalla lunghezza di captazione secondo la relazione:

  H = 1+(D·0.05)

  doveD rappresenta la lunghezza di derivazione espressa in km.

  Nel caso in esame la lunghezza diderivazione può determinarsi come la somma della lunghezza del canale di scarico (pari a circa470 m) e del canale di derivazione (pari a circa 170 m). Il parametro H assume pertanto unvalore pari a 1.032.
- MD fattore di modulazione pari al 10% delle differenza tra la portata naturale ed il terminefisso del DMV data dalla moltiplicazione dei termini da A ad H.

Alla luce dei parametri calcolati il DMV fissoda rilasciarsi nel punto di captazione sarà pari a:

DMV = 0.5 · 1.6 · 1.8 · 1.2 · 1.4 · 1.1 · 1 · 1,032 = 2,73 l/s

Nel caso in esame il termine fisso di MD è da calcolarsi come il 10% della differenza tra la portataistantanea ed il termine fisso di 2,73 l/s.Essendo il termine fisso di entità molto modesta, ai fini del rinnovo della concessione, si propone difissare pari a 5 l/s il termine fisso del DMV.

Il termine di modulazione MD sarà quindi pari al 10% della differenza tra la portata naturale istantaneaed i 5 l/s.

6.6.2 Modalità di rilascio del DMV

Nel paragrafo precedente è stato definito il DMV. Essendo molto modesto il termine fisso il deflussominimo vitale è quindi sostanzialmente composto dal solo termine MD che corrisponde a circa il 10%della portata naturale.Allo scopo di rilasciare la corretta quantità d'acqua prima della captazione si è preliminarmentestudiato l'andamento dei livelli dell'acqua in funzione delle portate turbinate.

Attualmente la captazione dell'acqua è regolata da 3 livelli:

- Livello posto all'esterno della bocca di presa del canale di adduzione
- Livello posto all'interno del canale di adduzione
- Livello posto nella vasca di carico.

Ogni qual volta nel canale si manifesta un livello superiore ai 60 cm la centrale tende a chiudere laparatoia d'ingresso allo scopo di evitare che entri troppa acqua. Questo comportamento si evidenziaosservando i livelli misurati nei pressi della bocca di presa (punti blu nel grafico) e all'interno del canale (puntiarancioni).

Esiste quindi una stretta correlazione tra i livelli dell'acqua che si generano nei pressi dell'opera dipresa e la portata turbinata. Nell'intorno dei 100 l/s, che rappresenta la portata minima turbinabile, illivello dell'acqua presenta livelli piuttosto variabili. All'aumentare della portata turbinata il livellocresce secondo una curva abbastanza ben individuata di equazione:

Livello presa [cm] = 0.0243 · Q [l/s] + 16,049

con una variabilità di circa 2 cm dovuta essenzialmente alla turbolenza dell'acqua.

Nota questa relazione è possibile studiare un sistema passivo di stramazzi in grado di rilasciare unDMV maggiore o uguale a quello di concessione.

Dai rilievi svolti, la sezione del raccordo canalizzato posto appena prima dell'opera di presa, presentauna sezione di tipo quasi rettangolare di larghezza 2,60 m ed altezza 1,20 m.

L'idea progettuale è quindi di installare 5 m prima della bocca di presa uno stramazzo a parete sottiledi altezza 70 cm e largo l'intera sezione del canale.

Si utilizza la formula di Bazin:

$Q = \mu \cdot L \cdot h \cdot (2 \cdot g \cdot h)^{1/2}$

Dove:

- $\mu = (2/3) \cdot (0{,}6075 + 0{,}0045/h) \cdot (1 + 0{,}55 \cdot (h/(h+p))^2)$
- h è il livello dell'acqua a monte dello stramazzo
- L è la lunghezza dallo stramazzo pari a 2,6 m
- p è l'altezza dello stramazzo pari a 0,7 m

si verifica che la portata massima turbinabile di 1550 l/s transita con una altezza h sopra lo stramazzopari a 0,45 m.

Quando invece h presenta un livello pari a 0,50 m, ovvero l'acqua è sul punto di stramazzare lungo ilraccordo canalizzato, la portata transitante nel canale sarebbe pari a 1830 l/s.

Circa 7 metri a monte dello stramazzo verrà incassato nella muro di sponda sinistra uno stramazzocon ciglio di sfioro alla medesima quota di quello prima descritto e di larghezza pari a 29 cm (pari ad1/10 della larghezza dello stramazzo principale). L'imbocco della stramazzo verrà realizzato con unconvergente allo scopo di eliminare l'effetto di contrazione della vena e garantire l'applicazione dellemedesime formule sopra riportate. Così operando avremo la certezza che il termine MD chestramazza lateralmente sia sempre 1/10 della quantità d'acqua che stramazza centralmente e vienequindi derivato verso la centrale.

Il DMV rilasciato dallo stramazzo a bocca convergente viene quindi recapitato definitivamente sul Torrente Frigido tramite uno stramazzo in parete grossa che verrà ricavato operando uno scasso di 1 m nellabriglia realizzata a difesa del raccordo canalizzato. La quota dello stramazzo in parete grossa saràrealizzato 35 cm al di sotto del ciglio di sfioro dello stramazzo Bazin deputato al rilascio del termine dimodulazione del DMV in maniera tale non si realizzi alcuna interferenza tra i due stramazzi.

Le geometrie e il posizionamento degli stramazzi sopra illustrati sono rappresentanti nelle figure cheseguono.

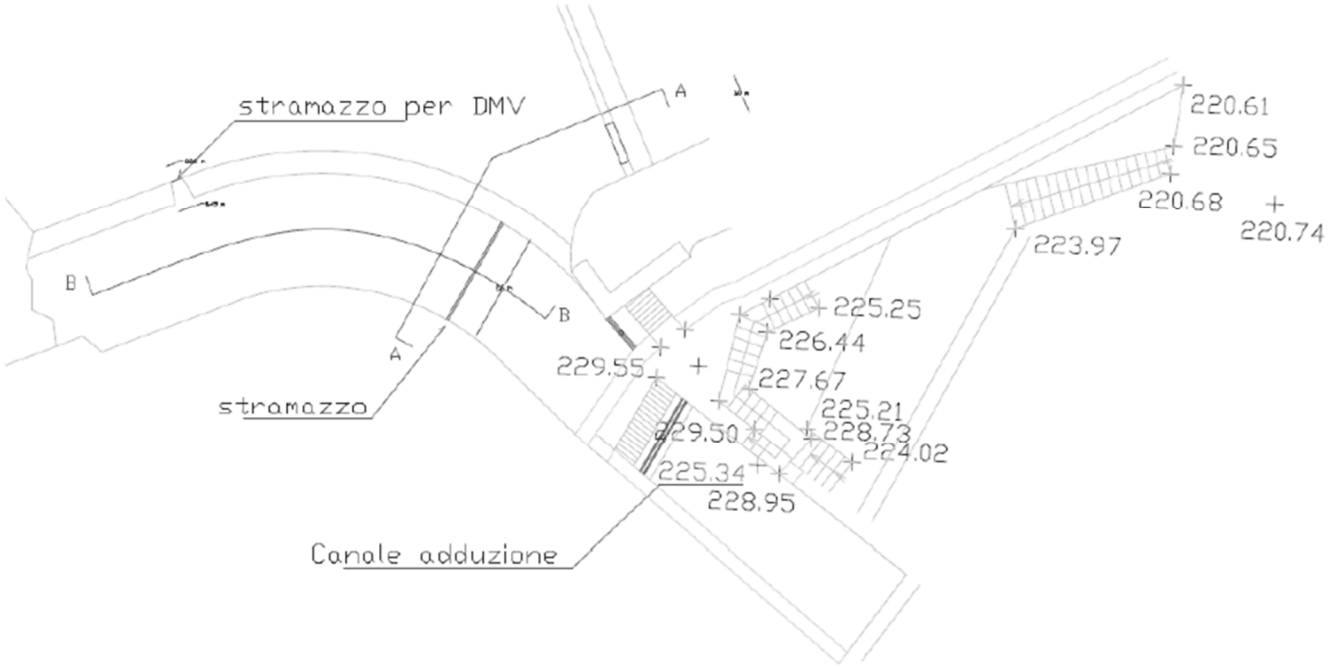


Figura 54: Planimetria

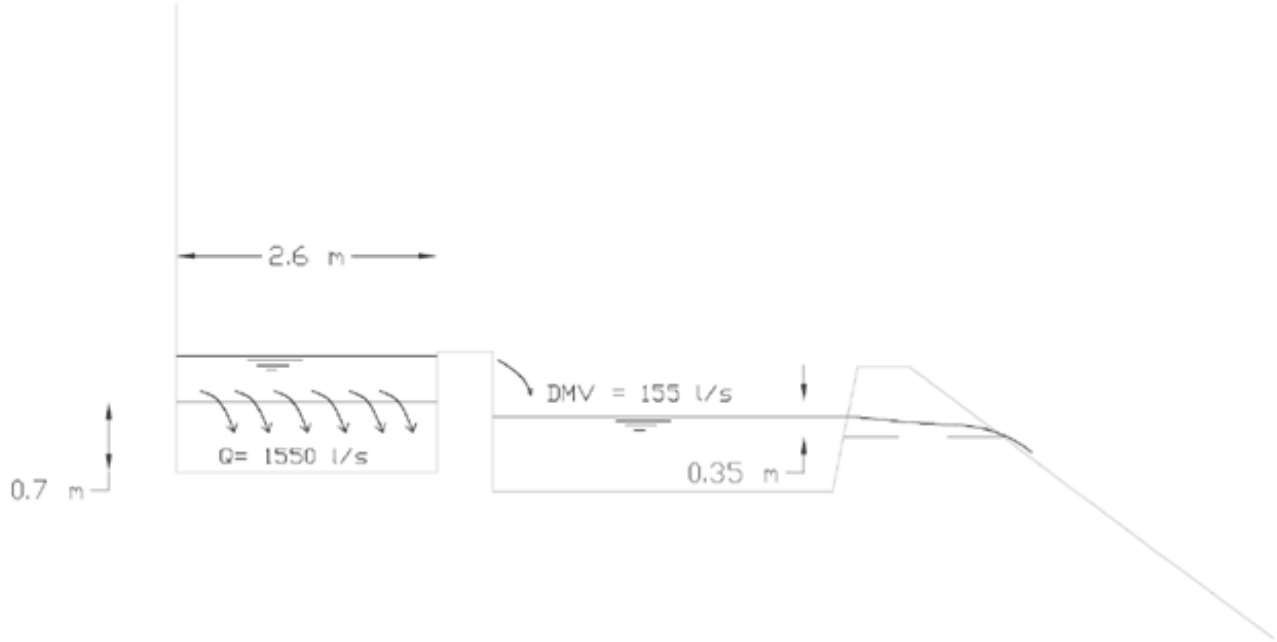


Figura 55: Sezione A-A

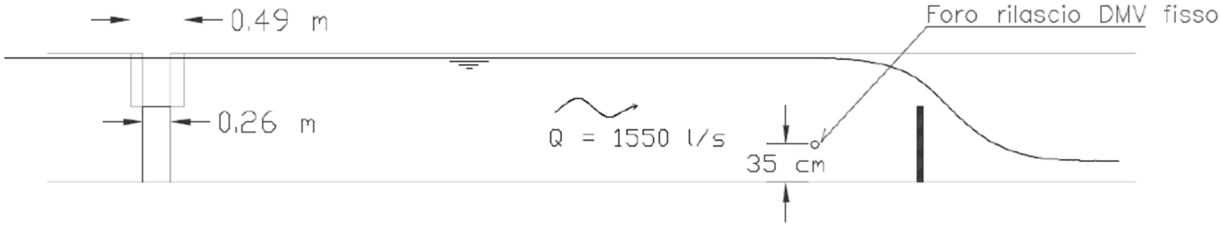


Figura 56: Sezione B-B

Per rilasciare il termine fisso di 5 l/s si è previsto di predisporre un foro di diametro pari a 7 cm posto35 cm sopra il fondo del raccordo canalizzato per consentire il rilascio del termine fisso del DMV.

6.6.3 Verifica del rilascio del termine fisso del DMV

La verifica del rilascio del termine fisso del DMV è stata svolta nelle seguenti condizioni:

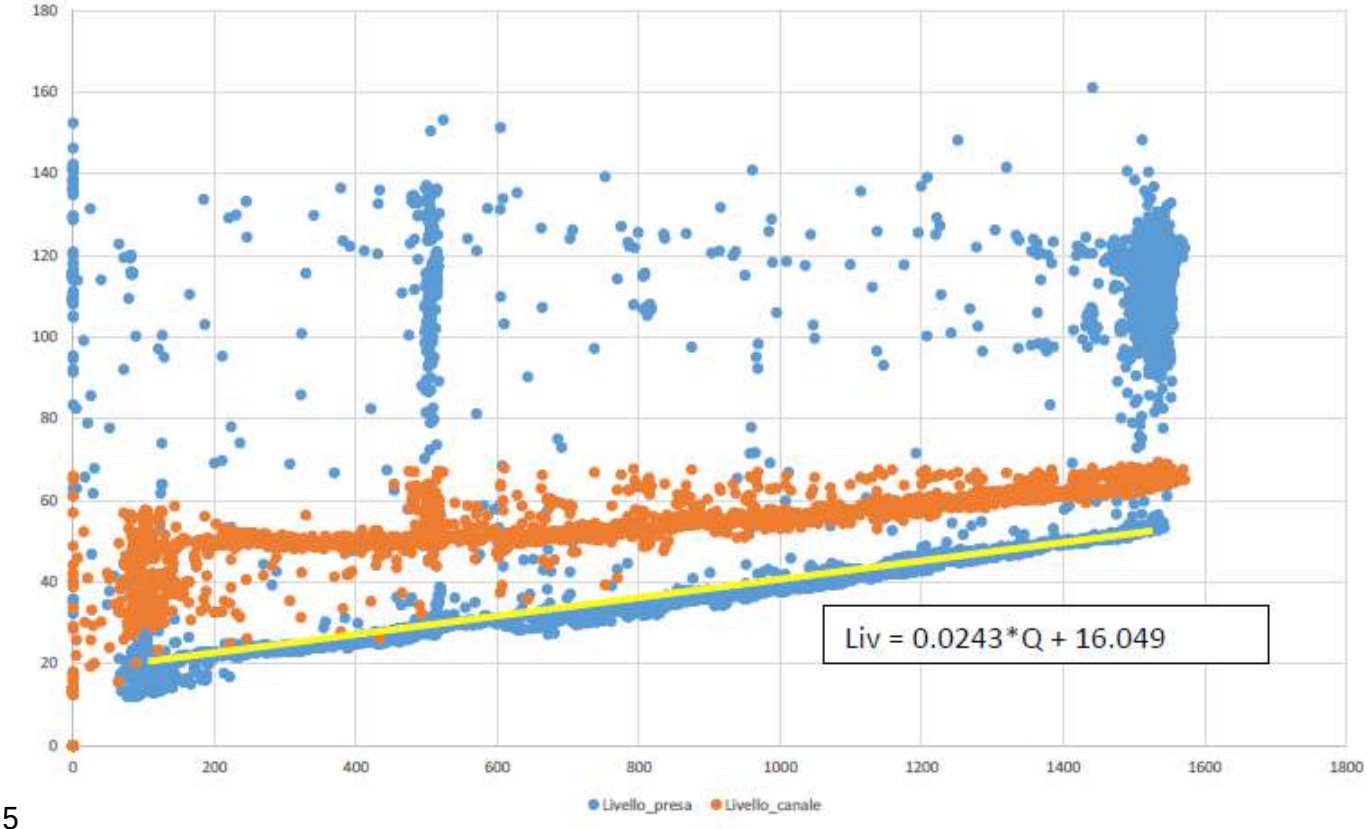
Portata turbinata nulla

- Quota dell'acqua rispetto al fondo canale pari a 0,7 m
- Livello dell'acqua rispetto al foro = 0,7/2 = 0.35 m
- Velocità torricelliana $U = (2 \cdot g \cdot h)^{0,5} = (2 \cdot 9.81 \cdot 0.35)^{0.5} = 2,62$ m/s
- Contrazione della vena Cc = 0,6
- Area foro $S = \pi \cdot D^2 / 4 = 3.14 \cdot 0,07^2 / 4 = 0,0038$ mq
- $DMV_{fisso} = S \cdot U \cdot Cc = 6,04$ l/s

Portata turbinata massima e pari a 1550 l/s

- Quota dell'acqua rispetto al fondo canale pari a 0,7 + 0,45 m = 1,15 m
- Livello dell'acqua rispetto al foro = 0,7/2 + 0,45 = 0,8 m
- Velocità torricelliana $U = (2 \cdot g \cdot h)^{0,5} = (2 \cdot 9,81 \cdot 0,8)^{0,5} = 3,96$ m/s
- Contrazione della vena Cc = 0,6
- Area foro $S = \pi \cdot D^2 / 4 = 3,14 \cdot 0,07^2 / 4 = 0,0038$ mq
- $DMV_{fisso} = S \cdot U \cdot Cc = 9,14$ l/s

Le verifiche hanno dimostrano che il foro predisposto sia più che sufficiente al rilascio di una portatasuperiore ai 5 l/s in ogni condizioni di portata.



5

Grafico 4:Centrale Ex Filanda di Forno - andamento dei livelli dell'acqua in funzione della portata turbinata

7. Proposta di piano di monitoraggio ambientale (PMA)

Il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) si propone di realizzare un inquadramento della situazione territoriale esistente *post-operam* con l'entrata in funzione della derivazione (*ex post*).

Scopo del monitoraggio sarà quello di individuare un superamento di limiti o indici di accettabilità ed attuare tempestivamente azioni correttive.

Tra i concetti principali che hanno governato la stesura del Piano vi è quello della flessibilità, in quanto la complessità delle opere e del territorio interessato, nonché il naturale sviluppo dei fenomeni ambientali, non permettono di gestire un monitoraggio ambientale con strumenti rigidi e statici.

Ne consegue la possibilità di adeguare lo sviluppo delle attività di monitoraggio con quello delle attività di derivazione in funzione di varie eventualità che possono essere riassunte e semplificate nel seguente elenco:

- andamento dell'evoluzione dei fenomeni monitorati;
- rilievo di fenomeni imprevisti;
- segnalazione di eventi inattesi (Non Conformità);
- verifica dell'efficienza di eventuali opere / interventi di minimizzazione / mitigazione di eventuali impatti.

In occasione della entrata in funzione della derivazione le possibili alterazioni dell'ecosistema acquatico e ripariale da monitorare possono essere riassunte nel seguente elenco:

- modificazione delle condizioni di deflusso prodotte dall'inserimento di opere in alveo;
- modificazione delle caratteristiche di qualità fisico-chimica delle acque prodotte dalle lavorazioni;
- alterazioni della qualità dell'habitat fluviale nei comparti idraulico, morfologico, chimicofisico, biologico, vegetazionale.

Nella definizione del PMA, presentato di seguito, sono riportati i tempi e i modi di applicazione delle attività di monitoraggio (periodicità delle analisi) in conformità dei regolamenti e dei decreti espressi nel Piano di Gestione idrografico dell'Appennino Settentrionale adottata, ai sensi dell'art. 65 commi 7 e 8 del d.lgs. 152/2006 in relazione agli obiettivi di qualità ambientale definiti dal

Piano stesso e in conformità a quanto previsto nelle "Linee guida per le valutazioni ambientali ex ante delle derivazioni idriche in relazione agli obiettivi di qualità ambientale dei corpi idrici superficiali e sotterranei, definiti ai sensi della Direttiva 2000/60/CE del 23 ottobre 2000, da effettuarsi ai sensi del comma 1, lettera a), dell'art.12 bis Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775", approvate con Decreto del Direttore della Direzione Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del MATTM n. 29/STA del 13.02.2017, come modificato dal Decreto della Direttore Generale per la Salvaguardia del Territorio e delle Acque del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare n. 293/STA del 25.05.2017 (di seguito Linee guida).

7.1 Ecosistema acquatico

Il monitoraggio delle acque superficiali del Torrente Frigido sarà effettuato in due postazioni poste a valle dell'opera di presa nel tratto sotteso alla derivazione e a valle del punto di restituzione delle acque derivate dall'Impianto Idroelettrico Ex-Filanda di Forno.

Si prevede di effettuare un monitoraggio *post operam* o *ex post* nelle tre annualità successive al rinnovo della derivazione.

Gli indicatori monitorati durante tutta la campagna sono:

- parametri idrologico-idraulici (portata, Art. 95 D.Lgs. 152/2006);
- parametri chimico-fisici (temperatura, pH, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto, solidi in sospensione totali, B.O.D.5 e C.O.D., macrodescrittori, metalli pesanti, fitofarmaci);
- parametri biologici EQB [Ittiofauna (Niseci), LIMeco, macrodescrittori attraverso IBE e indice Star_ICMi, Mesohabitat Suitability Assessment, Escherichia coli), Macrofite (Indice IBMR), Diatomee (Indice ICMi)];

L'attività di interpretazione delle misure consisterà in:

- confronto con i dati di monitoraggio di ARPAT relativamente al corpo idrico interessato;
- confronto con i livelli di attenzione ex D.Lgs 152/99 ed D.Lgs 152/06 e con successivo D.M. 260/2010;
- applicazione della Direttiva Derivazioni e quantificazione del rischio ambientale RDC;

- analisi delle cause di non conformità e predisposizione di opportuni interventi di mitigazione.

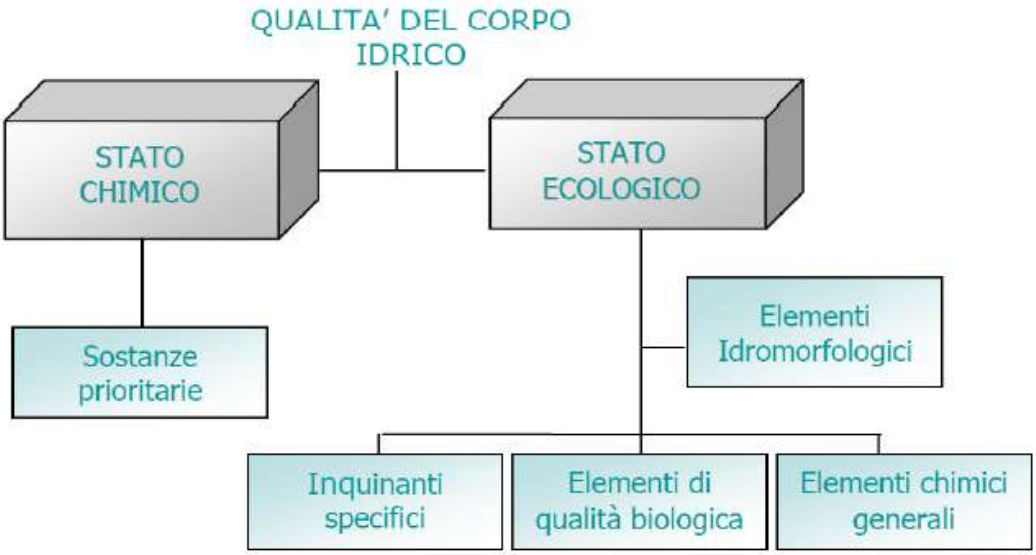


Figura 57: Modalità di classificazione dello stato di qualità ai sensi della WDF Dir 2000/60/CE

La Direttiva 2000/60/CE (WFD - *Water Framework Directive*) istituisce a livello europeo un quadro di riferimento normativo per una efficace gestione e tutela delle risorse idriche attraverso la definizione di piani di gestione a scala di distretto idrografico, finalizzati alla pianificazione delle attività di monitoraggio e delle misure necessarie per il raggiungimento dell'obiettivo di qualità fissato a livello europeo e corrispondente ad uno stato "buono". Il presente studio è costituito dalla combinazione di diverse metodologie di indagine ambientale e biologica su diversa scala. Le modalità di applicazione dei parametri e delle attività di indagine sono definite dal D. Leg. 152/06 e successivi Decreti Ministeriali.

Le modalità di esecuzione dei diversi parametri investigati sono descritti dettagliatamente nel PMA presente.

Di seguito viene riportata la tabella 3.6 del DM 260/10 che indica le frequenze di campionamento nell'arco dell'anno per i diversi parametri monitorati.

ELEMENTI DI QUALITÀ		FIUMI		LAGHI	
BIOLOGICI		**SORVEGLIANZA[1]**	**OPERATIVO [2]**	**SORVEGLIANZA[1]**	**OPERATIVO [2]**
Fitoplancton				6 volte [3]	6 volte [3]
Macrofite		2 volte [4]	2 volte [4]	1 volta [5]	1 volta [5]
Diatomee		2 volte in coincidenza con il campionamento dei macroinvertebrati [6]	2 volte , in coincidenza con il campionamento dei macroinvertebrati [6]		
Macroinvertebrati		3 volte[7]	3 volte[7]	almeno 2 volte[5]	almeno 2 volte[5]
Pesci		1 volta[8]	1 volta[8]	1 volta [9]	1 volta[9]
IDROMORFOLOGICI		**SORVEGLIANZA[1]**	**OPERATIVO**	**SORVEGLIANZA[1]**	**OPERATIVO**
Continuità		1 volta	1 volta[10]		
Idrologia		Continuo [11]	Continuo[11]	Continuo[12]	Continuo[12]
Morfologia [13]	alterazione morfologica	1 volta	1 volta[10]	1 volta	1 volta[10]
	caratterizzazione degli habitat prevalenti [14]	1 volta in coincidenza con uno dei campionamenti dei macroinvertebrati	1 volta in coincidenza con uno dei campionamenti dei macroinvertebrati	1 volta in coincidenza con uno dei campionamenti dei macroinvertebrati	1 volta in coincidenza con uno dei campionamenti dei macroinvertebrati
FISICO-CHIMICI E CHIMICI		**SORVEGLIANZA[1]**	**OPERATIVO[15]**	**SORVEGLIANZA [1]**	**OPERATIVO[15]**
Condizioni termiche Ossigenazione Conducibilità Stato dei nutrienti Stato di acidificazione		Trimestrale e comunque in coincidenza del campionamento dei macroinvertebrati e/o delle diatomee	Trimestrale e comunque in coincidenza del campionamento dei macroinvertebrati e/o delle diatomee.	Bimestrale e comunque in coincidenza del campionamento del fitoplancton	Bimestrale e comunque in coincidenza con il campionamento del fitoplancton
Altre sostanze non appartenenti all'elenco di priorità[16]		- trimestrale nella matrice acqua. Possibilmente in coincidenza con campionamento dei macroinvertebrati e /o delle diatomee	- trimestrale nella matrice acqua. Nell'anno del monitoraggio biologico i campionamenti sono effettuati possibilmente in coincidenza con quelli dei macroinvertebrati e /o delle diatomee.	- trimestrale in colonna d'acqua	- trimestrale in colonna d'acqua
Sostanze dell'elenco di priorità[17]		- mensile nella matrice acqua	- mensile nella matrice acqua	- mensile in colonna d'acqua	- mensile in colonna d'acqua

Figura 58: Frequenze di campionamento nell'arco di un anno per il monitoraggio

7.2 Individuazione delle stazioni di monitoraggio

Di seguito vengono riportati i codici assegnati alle stazioni di monitoraggio individuate e le loro coordinate geografiche.

- **Codice stazione FR _01**

  stazione a valle della derivazione all'interno del tratto sotteso coord. 44°05'05''N 10°10'46''E

- **Codice stazione FR_02**

  stazione a valle del rilascio della derivazione coord. 44°05'00''N 10°10'42''E

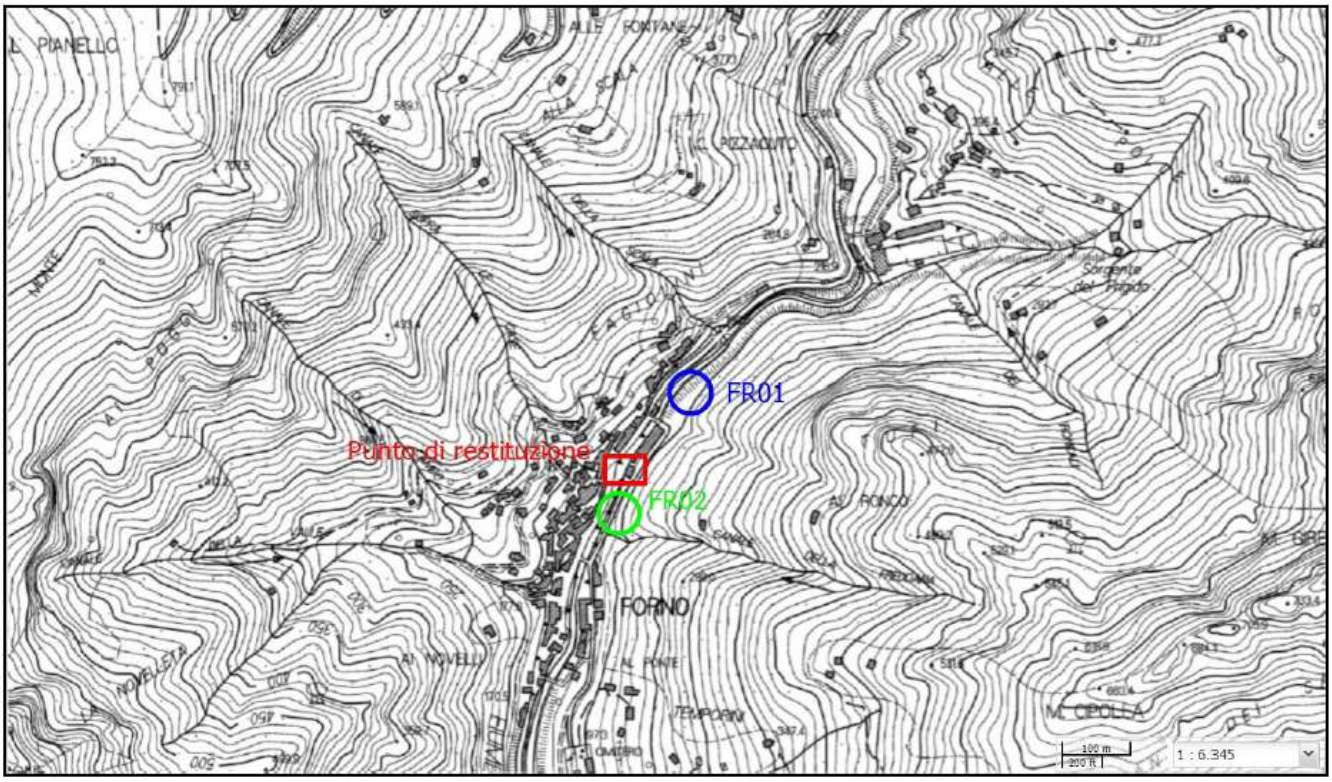


Figura 59: Individuazione delle stazioni di monitoraggio

La scelta delle stazioni è derivata dalla considerazione riguardo al possibile impatto ambientale agli ecosistemi fluviali. La scelta della stazione FR_01 a valle della derivazione permette di poter definire eventuali pressioni o alterazione della derivazione. La scelta della stazione FR_02 è logica conseguenza della verifica di pressioni generate dallo scarico o alterazioni dei parametri ecologici naturali.

7.3 Componenti ecosistemi

7.3.1 Calcolo dell'indice LIMeco e sostanze chimiche prioritarie

L'acronimo LIMeco significa: Livello di Inquinamento dai Macrodescrittori per lo stato ecologico. È un singolo descrittore nel quale vengono integrati i seguenti parametri chimici:

- Ossigeno disciolto (100 - % di saturazione)
- Azoto ammoniacale N-NH4
- Azoto nitrico N-NO3
- Fosforo totale

Il LIMeco viene utilizzato per individuare le classi di qualità di un'acqua corrente. Il procedimento per il calcolo del LIMeco è il seguente:

- ad ogni campionamento vengono analizzati i parametri chimici LIMeco;
- alla concentrazione misurata per ciascun singolo parametro (macrodescrittore) corrisponde un determinato punteggio come indicato nella seguente tabella:

Soglie per l'assegnazione dei punteggi ai singoli parametri per ottenere il punteggio LIMeco						
		Livello 1	**Livello 2**	**Livello 3**	**Livello 4**	**Livello 5**
	Punteggio *	1	0,5	0.25	0.125	0
Parametro (macrodescrittore)						
100-O_2% sat.	soglie	≤ 10	≤ 20	≤ 40	≤ 80	> 80
N-NH_4 (mg/l)		< 0.03	≤ 0.06	≤ 0.12	≤ 0.24	>0.24
N-NO_3 (mg/l)		< 0.6	≤ 1.2	≤ 2.4	≤ 4.8	>4.8
Fosforo totale (µg/l)		< 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	>400

Il LIMeco di ciascun campionamento si ottiene calcolando la media dei punteggi attribuiti ai singoli parametri.

Alla fine dell'anno in esame si hanno, per ciascun sito del corpo idrico, una serie di valori LIMeco corrispondenti al numero dei prelievi effettuati.

Il punteggio LIMeco da assegnare al sito, ai fini dell'attribuzione della classe di qualità, è dato dalla media dei LIMeco calcolati durante tutto il periodo di campionamento.

Qualora il corpo idrico comprenda più punti di monitoraggio, viene considerata la "media ponderata" dei valori di LIMeco, in base alla percentuale di rappresentatività di ciascun punto.

Le classi di qualità LIMeco (indicate nel D.M. 260/2010) sono le seguenti:

- Stato di qualità elevato: LIMeco ≥ 0,66
- Stato di qualità buono: LIMeco ≥ 0,50
- Stato di qualità sufficiente: LIMeco ≥ 0,33
- Stato di qualità scarso: LIMeco ≥ 0,17
- Stato di qualità cattivo: LIMeco ≤ 0,17

Per rilevare tale indice nella situazione post operam le stazioni FR_01 e FR_02 saranno campionate con la frequenza di due campionamenti l'anno per tre annualità successive all'entrata in funzione.

Saranno analizzati i seguenti parametri chimici:

1) Parametri generali

Parametro	Unità di misura	LCL	Codifica
Alcalinità	mg/L $Ca(HCO_3)_2$	-	B
Azoto ammoniacale	mg/L N	0.03	B
Azoto nitrico	mg/L N	0.1	B
Azoto nitroso	mg/L N	0.003	B
Azoto totale	mg/L N	1.0	B
BOD_5	mg/L O_2	2	B
Cloruri	mg/L	1.0	B
COD	mg/L O_2	5	B
Conducibilità	µS/cm a 20°C	-	B
Fosforo totale	mg/L P	0.05	B
Ortofosfati	mg/L P	0.05	B
Ossigeno disciolto (% di saturazione)	%	-	B
Ossigeno disciolto	mg/L O_2	0.5	B
pH	Unità di pH	-	B
Solfati	mg/L	1.0	B
Solidi sospesi	mg/L	10	B
Temperatura acqua	°C	-	B

2) Parametri generali a supporto

Parametro	Unità di misura	LCL	Codifica
Ammoniaca non ionizzata	mg/L NH_3	0.005	B3
Ammoniaca totale	mg/L NH_4	0.04	B3
Calcio	mg/L	1.0	B1
Escherichia coli	UFC/100 ml	100	B2
Magnesio	mg/L	1.0	B1
Potassio	mg/L	1.0	B1
Sodio	mg/L	1.0	B1
Tensioattivi anionici	mg/L MBAS	0.2	B3

7.3.2 Calcolo dell'indice multi habitat parametrico STAR_ICMi

Nella stazioni di campionamento a monte e a valle della derivazione sarà effettuato un monitoraggio della cenosi a macroinvertebrati bentonici seguendo un approccio quali-quantitativo al fine di calcolare l'indice STAR_ICMi.

Il metodo di campionamento utilizzato è di tipo multihabitat proporzionale (Buffagni &Erba,. 2007). Il prelievo quantitativo di macroinvertebrati sarà effettuato su una superficie nota in modo proporzionale alla percentuale di microhabitat presenti nel tratto campionato.

Per la natura stessa del corpo idrico e per la tipologia di impianto si ritiene che i macroinvertebrati bentonici siano il miglior gruppo bioindicatore per la valutazione degli impatti potenziali. Il monitoraggio dei macroinvertebrati verrà eseguito nelle stazioni di campionamento FR_01 e FR_02, nei microhabitat minerali.

Microhabitat	Codice	Descrizione
Limo/Argilla < 6 µm	ARG	Substrati limosi, anche con importante componente organica, e/o substrati argillosi composti da materiale di granulometria molto fine
Sabbia 6 µm - 2 mm	SAB	Sabbia fine e grossolana
Ghiaia 0,2 - 2 cm	GHI	Ghiaia e sabbia molto grossolana
Microlithal 2-6 cm	MIC	Pietre piccole
Mesolithal 6-20 cm	MES	Pietre di medie dimensioni
Macrolithal 20-40 cm	MAC	Pietre grossolane
Megalithal > 40 cm	MGL	Pietre di grosse dimensioni, massi, substrati rocciosi di cui viene campionata solo la superficie
Artificiale	ART	Calcestruzzo e tutti i substrati solidi non granulari immessi artificialmente nel fiume
Igropetrico	IGR	Sottile strato d'acqua su substrato solido, spesso ricoperto da muschi

Lo strumento utilizzato per il campionamento è un retino Surber. La superficie di campionamento è di 0,1 m2. Ogni campione prelevato è costituito da 10 repliche distribuite proporzionalmente tra i microhabitat e le tipologie di flusso, con una superficie totale di campionamento di 1 m2.

Sul materiale raccolto si procede in campo ad un primo riconoscimento e a un conteggio. La determinazione viene effettuata a livello di famiglia e in alcuni casi a livello di genere e completata in laboratorio tramite microscopio stereoscopico o microscopio ottico qualora ritenuto necessario.

Per l'identificazione degli organismi sono utilizzate differenti chiavi dicotomiche. Vengono compilati elenchi faunistici e riportate le abbondanze dei taxa rinvenuti. Gli elenchi faunistici e le relative abbondanze sono elaborati secondo le indicazioni fornite dal D.M. 260/2010.

Per il calcolo dell'indice STAR_ICMi si considerano 6 metriche che descrivono i principali aspetti su cui la 2000/60/CE pone l'attenzione (abbondanza, tolleranza/sensibilità, ricchezza/diversità). Lesei

metriche considerate sono: ASPT, Log10 (sel_EPTD+1), 1-GOLD, Numero di famiglie EPT, Numero totale di famiglie, Indice di diversità Shannon-Weiner.

Tipo di informazione	Tipo di metrica	Nome della metrica	Taxa considerati nella metrica	Rif. bibliografico	Peso
Tolleranza	Indice	ASPT	Intera comunità (livello di famiglia)	Armitage et al. 1983	0,333
Abbondanza/ Habitat	Abbondanza	Log_{10} (Sel_EPTD+1)	Log_{10} (somma di Heptagenidae, Ephemeridae, Leptophlebidae, Brachycentridae, Goeridae, Polycentropodidae, Limnephilidae, Odontoceridae, Dolichopodidae, Stratyomidae, Dixidae, Empididae, Athericidae e Nemouridae + 1)	Buffagni et al. 2004; Buffagni & Erba, 2004	0,266
Ricchezza/ Diversità	Abbondanza	1-GOLD	1-(Abbondanza relativa di Gastropoda, Oligochaeta e Diptera)	Pinto et al. 2004	0,067
	Numero taxa	Numero totale di famiglie	Somma di tutte le famiglie presenti nel sito	Ofenböck et al. 2004	0,167
	Numero taxa	Numero di famiglie EPT	Somma delle famiglie di Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera	Böhmer et al. 2004	0,083
	Indice diversità	Indice di diversità di Shannon-Wiener	$D_{S-W} = -\Sigma(n_i/A) \ln(n_i/A)$	Hering et al. 2004; Böhmer et al. 2004	0,083

Il valore finale dell'indice deriva dalla combinazione dei valori ottenuti per le sei metriche, opportunamente normalizzati e ponderati, e assume valori tra 0 ed circa 1, dove 0 rappresenta il minor valore ottenibile (la peggiore qualità) mentre circa 1 corrisponde alla migliore situazione osservabile (prossima alle migliori condizioni) (Buffagni & Erba, 2007).

Pertanto le metriche di riferimento (RQE) e i giudizi di qualità sono quelli riportati nella tabella seguente:

Valori RQE	STAR ICMi	Colore convenzionale
RQE ≥ 0,97	elevato	
0,72 ≤ RQE < 0,97	buono	
0,48 ≤ RQE < 0,72	sufficiente	
0,24 ≤ RQE < 0,48	scarso	
RQE < 0,24	cattivo	

Nella situazione post operam saranno le stazioni FR_01 e FR_02 campionate con cadenza di due campionamenti all'anno per le tre annualità successive all'inizio della derivazione.

I campionamenti e il conseguente calcolo dell'indice STAR_ICMi dovranno essere in regime di magra e di morbida derivate da portate decrescenti.

7.3.3 Indice di Funzionalità Fluviale I.F.F. e indice IH

L'analisi dell'evoluzione degli ecosistemi fluviali interferiti verrà attuata attraverso all'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) e dell'indice IH che prende in considerazione l'ecosistema fluviale del Torrente Frigido nella sua globalità.

L'obiettivo principale dell'indice consiste nel rilievo dello stato complessivo dell'ambiente fluviale e nella valutazione della sua funzionalità, intesa come risultato della sinergia e dell'interazione di un'importante serie di fattori biotici ed abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre ad esso collegato.

Attraverso l'analisi di parametri morfologici, strutturali e biotici dell'ecosistema, interpretati alla luce dei principi dell'ecologia fluviale, vengono rilevate le funzioni ad essi associate, nonché l'eventuale allontanamento dalla condizione di massima funzionalità, individuata rispetto ad un modello ideale di riferimento. La lettura critica ed integrata delle caratteristiche ambientali consente così di definire un indice globale di funzionalità.

I parametri da monitorare sono espressi dalla "Scheda I.F.F.2007" che si compone di una intestazione con la richiesta di alcuni metadati e di 14 domande che riguardano le principali

caratteristiche ecologiche di un corso d'acqua; per ogni domanda è possibile esprimere una sola delle quattro risposte predefinite.

I metadati richiesti riguardano il bacino, il corso d'acqua, la località, la larghezza dell'alveo di morbida, la lunghezza del tratto omogeneo in esame, la quota media del tratto, la data del rilievo, il numero della scheda, il numero della foto e il codice del tratto omogeneo.

Alle risposte sono assegnati pesi numerici raggruppati in 4 classi (con peso minimo 1 e massimo 40) che esprimono le differenze funzionali tra le singole risposte. L'attribuzione degli specifici pesi numerici alle singole risposte non ha particolari giustificazioni matematiche, ma deriva da valutazioni di esperti sull'insieme dei processi funzionali influenzati dalle caratteristiche oggetto di ciascuna risposta.

Il punteggio di IFF, ottenuto sommando i punteggi parziali relativi ad ogni domanda, può assumere un valore minimo di 14 e uno massimo di 300.

Esiste un caso di domanda ripetuta (domanda 2 e 2bis), che deve essere affrontato rispondendo solo a quella pertinente alla situazione effettivamente rilevata nel tratto, fascia perifluviale primaria o secondaria.

La struttura della scheda I.F.F.2007 consente di esplorare diversi comparti ambientali; le domande possono essere raggruppate in gruppi funzionali:

- le*domande 1 – 4* riguardano le condizioni vegetazionali delle rive e del territorio circostante al corso d'acqua ed analizzano le diverse tipologie strutturali che influenzano l'ambiente fluviale, come ad esempio, l'uso del territorio o l'ampiezza della zona riparia naturale;
- le*domande 5 e 6* si riferiscono alla ampiezza relativa dell'alveo bagnato e alla struttura fisica e morfologica delle rive, per le informazioni che esse forniscono sulle caratteristiche idrauliche;
- le*domande 7 – 9* considerano la struttura dell'alveo, con l'individuazione delle tipologie che favoriscono la diversità ambientale e la capacità di autodepurazione di un corso d'acqua;
- la*domanda 10* considera l'idoneità ittica, valutata in base alle caratteristiche del corso d'acqua in riferimento alla vocazionalità ad ospitare i diversi stati vitali;

- la*domanda 11* considera l'idromorfologia come elemento per lo svolgimento dei processi idrodinamici e geomorfologici;
- le*domande 12 – 14* rilevano le caratteristiche biologiche, attraverso l'analisi strutturale delle comunità macrobenthonica e macrofitica e della conformazione del detrito.

Il punteggio finale viene tradotto in 5 livelli di funzionalità (L.F.), espressi con numeri romani (dal I che indica la situazione migliore al V che indica quella peggiore), ai quali corrispondono i relativi giudizi di funzionalità; sono inoltre previsti livelli intermedi, al fine di meglio graduare il passaggio da una classe all'altra.

VALORE DI I.F.F.	LIVELLO DI FUNZIONALITÀ	GIUDIZIO DI FUNZIONALITÀ	COLORE
261 - 300	I	ottimo	Blu
251 - 260	I-II	ottimo-buono	
201-250	II	buono	verde
181 - 200	II-III	buono-mediocre	
121 - 180	III	mediocre	giallo
101 - 120	III-IV	mediocre-scadente	
61 - 100	IV	scadente	arancio
51 - 60	IV-V	scadente-pessimo	
14 - 50	V	pessimo	rosso

Ad ogni livello di funzionalità viene associato un colore convenzionale per la rappresentazione cartografica; i livelli intermedi vengono rappresentati con un tratteggio a barre oblique a due colori alternati. La rappresentazione grafica viene effettuata con due linee, corrispondenti ai colori dei Livelli di Funzionalità, distinguendo le due sponde del corso d'acqua.

L'applicazione dell'Indice di Funzionalità Fluviale prevede solitamente che i corsi d'acqua vadano indagati nella loro interezza. In questo caso, dato che lo studio di impatto ambientale necessitava di informazioni relative all'interferenza tra l'opera di derivazione e il Torrente Frigido si dovrà analizzare un unico tratto da monte e fino a valle del tratto derivato. Per quanto riguarda la periodicità del monitoraggio le analisi dovranno essere eseguite con una frequenza di un campionamento l'anno per tre annualità successive all'inizio della derivazione.

7.3.4 Indice ICMI (diatomee) e indice RQE_IBMR (macrofite)

L'indice multimetrico da applicare per la valutazione dello stato ecologico, utilizzando le comunità diatomiche, è l'indice denominato Indice Multimetrico di Intercalibrazione (ICMi).

L'ICMi si basa sull'Indice di Sensibilità agli Inquinanti IPS e sull'Indice Trofico TI. Il D.M. 260/10 riporta i valori di RQE relativi ai limiti di classe dell'ICMi, distinti nei macrotipi fluviali indicati anche per Macroinvertebrati.

Macrotipi	Limiti di classe			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
A1	0,87	0,70	0,60	0,30
A2	0,85	0,64	0,54	0,27
C	0,84	0,65	0,55	0,26
M1-M2-M3-M4	0,80	0,61	0,51	0,25
M5	0,88	0,65	0,55	0,26

Nella tabella seguente vengono riportati i valori di riferimento degli indici IPS e TI da utilizzare per il calcolo dei rispettivi RQE.

Macrotipo fluviale	*Valori di riferimento*	
	IPS	TI
A1	18,4	1,7
A2	19,6	1,2
C	16,7	2,4
M1	17,15	1,2
M2	14,8	2,8
M3	16,8	2,8
M4	17,8	1,7
M5	16,9	2,0

L'indice da applicare per la valutazione dello stato ecologico, utilizzando le comunità macrofitiche, è l'indice denominato "Indice Biologique Macrophyitique en Rivière" IBMR.

L' IBMR è un indice finalizzato alla valutazione dello stato trofico inteso in termini di intensità di produzione primaria. Allo stato attuale questo indice non trova applicazione per i corsi d'acqua temporanei mediterranei.

Nella tabella seguente si riportano i valori di RQE_IBMR relativi ai limiti di classe differenziati per area geografica.

Area geografica	Limiti di Classe			
	Elevato/Buono	Buono/Sufficiente	Sufficiente/Scarso	Scarso/Cattivo
Alpina	0,85	0,70	0,60	0,50
Centrale	0,90	0,80	0,65	0,50
Mediterranea	0,90	0,80	0,65	0,50

In tabella seguente sono riportati i valori di riferimento da utilizzare per il calcolo di RQE_IBMR per i macrotipi definiti in tabella 4.1/b del D.M. 260/2010.

Area geografica	Macrotipi	Valore di riferimento
Alpina	Aa	14,5
	Ab	14
Centrale	Ca	12,5
	Cb	11,5
	Cc	10,5
Mediterranea	Ma	12,5
	Mb	10,5
	Mc	10
	Md	10,5
	Me	10
	Mf	11,5
	Mg	11

Il piano di monitoraggio dei parametri che esprimono gli indici ICMi e RQE_IBMR nella fase post operam per il tratto sotteso alla derivazione prevede due campionamenti all'anno per tre annualità successive alla fine dei lavori.

7.4 Monitoraggio morfologico dell'ecosistema ripariale

Il programma di monitoraggio relativo all'ecosistema ripariale si focalizza sugli aspetti di dinamica geomorfologica, vegetazionale del territorio e contribuirà a fornire il necessario background per le operazioni di ripristino post operam.

I punti di monitoraggio previsti si ubicano in coincidenza delle tratte di lavorazione in alveo o in prossimità delle sponde del fiume, ovvero: il sito di imposta dell'opera di presa, il sito di imposta della centrale di produzione.

Si prevede di effettuare una campagna per definire lo stato di fatto post operam e periodiche campagne di misura (la frequenza delle quali sarà funzione delle attività di funzionamento della centrale) previste in prossimità o sui tratti spondali.

Relativamente all'assetto geomorfologico ci si propone di monitorare:

- lo stato di stabilità delle sponde nella situazione attuale, mediante osservazione diretta;
- le modificazioni indotte durante l'impianto in funzione, mediante osservazione diretta.

Le analisi saranno condotte mediante rilievi geomorfologici. Relativamente alla vegetazione ci si propone di monitorare:

- la sottrazione di vegetazione nelle diverse aree interessate dall'opera;
- l'alterazione della struttura della vegetazione e del patrimonio floristico;
- il danno alla vegetazione per alterazioni prodotte dai mutamenti morfologici (scavi, riporti) e dall'introduzione di infrastrutture (scavo per il canale ecc.).

Le analisi saranno condotte mediante l'applicazione dell'indice I.F.F. e di rilievi vegetazionali. L'attività di interpretazione delle misure consisterà in:

- confronto con i dati del monitoraggio ante operam (se esistenti o con dati di bibliografia);
- analisi degli impatti e predisposizione di interventi correttivi delle azioni o pianificazione delle operazioni di ripristino post operam.

7.4.1 Mesohabitat assessment

Per questo tipo di indagini l'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF: Siligardi et al., 2007) si presta molto bene alla comprensione del territorio tramite la valutazione integrata tipica di questo indice, in grado di scorporare le principali componenti ambientali, e quindi di mettere in rilievo quali di esse possono essere maggiormente sensibili agli impatti ed ai disturbi esterni.

Tuttavia si sottolinea che tutti i parametri non vengono misurati ma sono stimati, e perciò questo indice non è in grado di quantificare la variazione ambientale conseguente ad un cambiamento di scenario: ciò è molto evidente nella valutazione del Deflusso Minimo Vitale, della diversificazione dei mesohabitat costituenti l'alveo fluviale, delle fasce perifluviali.

Si ritiene invece che negli studi di impatto ambientale sia invece fondamentale poter "quantificare" come e quanto può modificarsi un ecosistema in conseguenza di una nuova opera.

Per ovviare a questo problema, il presente studio prevede di integrare l'IFF con un pacchetto di tool, in grado di fornire indicazioni tecniche specifiche a livello quantitativo; in particolare, i metodi di valutazione sono stati pensati come descrittori numerici che provvedono alla "misurazione" dell'ambiente, pur avendo la caratteristica imprescindibile di speditività.

I metodi proposti sono denominati: MPA (Mesohabitat Patchwork Assessment) utile a descrivere e misurare la diversità morfologica del corso d'acqua prima dei lavori in alveo; MSA (Mesohabitat Suitability Assessment) utile a individuare su base biologica valori di DMV critici per le specie ittiche target.

Metodo MPA (Mesohabitat Patchwork Assessment)

Il metodo è stato messo a punto per descrivere le peculiarità dell'ecomosaico fluviale costituito dall'alternanza dei mesohabitat tipici, come raschi (riffle), pozze (pool) e zone a scorrimento veloce (run) (Maddock, 1999), caratterizzanti un determinato tratto di corso d'acqua.

Esso permette di ottenere una "mappatura" ambientale (Parasiewicz, 2007), corredata di tabelle descrittive, prima che venga eseguito qualsiasi tipo di opera in fiume: si addice pertanto agli studi ambientali per impianti idroelettrici poiché, al termine dei cantieri, consente di effettuare interventi mirati di riqualificazione, partendo dalla "fotografia" del fiume ante operam. Dal punto

di vista operativo, il metodo prevede l'identificazione dei mesohabitat caratteristici per un determinato tratto fluviale e quindi il loro rilievo da valle verso monte, seguito dalla georeferenziazione tramite sistema GPS/GIS (Schweizer e Pini Prato, 2004).

I dati vengono elaborati per calcolare la frequenza con la quale ogni tipologia di habitat si presenta sul tratto analizzato (% sull'intero tratto), dato indicativo della diversificazione ambientale dovuta all'alternanza spaziale; si calcolano inoltre la lunghezza media di ogni tipologia di habitat e la relativa frequenza chilometrica.

Infine i risultati sono ulteriormente elaborati per valutare il grado di diversità (in termini di ricchezza di habitat) del tratto oggetto di studio (Pini Prato e Schweizer, 2003): sono perciò utilizzati l'indice di diversità di Shannon- Wiener, l'indice di equitabilità di Pielou – in grado di fornire indicazioni sull'equilibrata distribuzione degli habitat– e il Numero di Diversità di Hill, che esprime il numero effettivo di habitat che contribuiscono alla diversità globale (Odum, 1983):

$$Shannon - Wiener : H' = -\sum_{i}^{S} P_i (\ln P_i)$$

$$Pielou : J_1 = \frac{H'}{\ln S}$$

$$Hill : N_1 = e^{H'}$$

Dove:

- Pi = frequenza dell'habitat i-esimo (espresso in %) / somma delle frequenze di tutti gli habitat (100%)
- S = numero delle tipologie di habitat

Metodo MSA (Mesohabitat Suitability Assessment)

Il metodo MSA si basa sulla logica del metodo dei microhabitat (Antonietti e Marchiani, 1999), ovvero sul concetto di diminuzione di habitat fluviale disponibile per la fauna ittica nel momento in cui vi è una captazione idrica, scenario tipico degli impianti idroelettrici: la diminuzione di portata naturale comporta una variazione dei parametri profondità e velocità della corrente, generando un ambiente meno "idoneo" alle specie-bersaglio tipiche della popolazione ittica locale.

Il metodo messo a punto ha la caratteristica di essere particolarmente speditivo poiché usa un sistema semplificato, idoneo soprattutto a indagini preliminari: invece di analizzare tratti di corso d'acqua da rilevare con apposita topografia di dettaglio e su cui eseguire simulazioni idrauliche – come previsto ad esempio dal protocollo PHABSIM (BOVEE et al., 1998) – la misura dei parametri velocità/profondità avviene solo su sezioni scelte come rappresentative dei mesohabitat presenti, motivo per cui viene applicato dopo aver eseguito il metodo MPA per operare una migliore scelta delle sezioni-tipo.

Inoltre i parametri di velocità e profondità derivano solo da misure effettuate in campo poiché si è osservato che, soprattutto su piccoli corsi d'acqua e per portate esigue, le simulazioni idrauliche lasciano molte perplessità e spesso non sono nemmeno applicabili.

Il metodo, invecedi determinare l'area disponibile ponderata (definita ADP col metodo PHABSIM), fornisce i valori di idoneità per una data specie ittica nella singola sezione alle varie portate rilevate, e tali indicazioni vengono poi estese all'intero tratto in esame proprio in virtù della rappresentatività di ogni sezione scelta.

Importante è la valutazione delle portate alle quali eseguire i rilievi. Poiché la metodica prevede di eseguire anche la verifica con valori di portata prossimi al valore del DMV previsto dalle normative, è stata operata una serie di campagne di misure per ottenere i valori di profondità e velocità di corrente solo per le sezioni prescelte alla diverse portate presenti durante i vari periodi dell'anno, e in particolare con portate prossime al DMV: eseguendo più misure con portate diverse, sia inferiori che superiori, si verifica se quel valore rende idoneo ogni singolo mesohabitat per le specie-bersaglio, a seconda delle soglie di idoneità ritenute accettabili e reperibili nella letteratura specialistica.

L'applicazione pratica del metodo consiste nel rilevare una "sezione-tipo" per ogni habitat ritenuto rappresentativo, misurandone velocità e profondità dell'acqua secondo un transetto ad un intervallo regolare (es. ogni 25 cm), ritenuto idoneo a designare la sezione stessa e dipendente dalla larghezza media dell'alveo bagnato.

Si ottiene così una sezione suddivisa in sottosezioni o moduli per ognuno dei quali si calcola il contributo alla portata totale e la idoneità (suitability) per profondità e velocità per ogni specie target.

Per il calcolo dell'idoneità per la profondità di tutta la sezione si usa la media ponderata sulla larghezza:

$$Ip_{tot} = \frac{\sum_i Ip_{M_i} \cdot d_{M_i}}{\sum_i d_{M_i}}$$

Dove:

- I_{ptot} = Idoneità totale (tutta la sezione) per la profondità;
- I_{pMi} = Idoneità per la profondità dell'i-esimo modulo M;
- d_{Mi} = larghezza dell'i-esimo modulo M.

Infine per il calcolo dell'idoneità per la velocità di tutta la sezione si usa la media ponderata sull'area:

$$Iv_{tot} = \frac{\sum_i Iv_{M_i} \cdot A_{M_i}}{\sum_i A_{M_i}}$$

Dove:

- I_{vtot} = Idoneità totale (tutta la sezione) per la velocità;
- I_{vMi} = Idoneità per la velocità dell'iesimo modulo M;
- A_{Mi} = area dell'iesimo modulo M.

Si riportano nelle tabelle seguenti l'epilogo delle integrazioni tra i pacchetti di tool (quantitativi) e l'indice IFF (qualitativo) per l'analisi ambientale e gli obiettivi dei metodi proposti.

COMPONENTE	ATTRIBUTO	METODO	
		MPA	IFF
Mesohabitat fluviali	Caratterizzazione strutturale degli habitat	Frequenza chilometrica delle singole tipologie di habitat e loro dimensioni medie; Indice di Shannon e derivati per valutare la diversità strutturale	Giudizio domanda n. 11 (idromorfologia)
		MSA	IFF
Ittiofauna	Velocità e profondità dell'acqua in sezioni tipo	Idoneità di sezioni idrauliche rappresentative per i parametri di velocità e profondità al rilascio del DMV o per portate differenti	Giudizio domanda n. 10 (idoneità ittica)

INDICE, METODO	OBIETTIVO	COMPONENTE AMBIENTALE	OUTPUT
IFF	Funzionalità Fluviale	Tutto l'ecosistema fluviale ed il territorio circostante	- Punteggio - Cartografia tematica
MPA	Ricchezza di mesohabitat e grado di diversità morfologica	Mesohabitat fluviali: riffle, pool, run, ecc.	- Valori - Indici - Cartografia tematica
MSA	Deflusso Minimo Vitale su base biologica	Portata	- Valori - Curve di idoneità

7.5 Componente fauna ittica

Le finalità del monitoraggio sulla componente faunistica saranno quelle di definire e valutare la struttura e la dinamica di popolazione delle specie ittiche presenti nel tratto di Torrente Frigido nelle stazioni individuate. In tale ottica, una serie ripetuta di campionamenti effettuati sempre con la medesima metodologia costituirà una oggettiva e non confutabile base tecnica su cui valutare la composizione e l'eventuale variazione quali - quantitativa dei popolamenti ittici presenti e della loro distribuzione spazio temporale.

Il rilevamento dei dati ambientali dei siti di monitoraggio, attraverso la compilazione di schede a carattere ambientale, consentirà di verificare eventuali condizioni di deterioramento o di miglioramento. Sono richieste numerose informazioni tra cui:

- Temperatura esterna e dell'acqua
- Concentrazione e saturazione Ossigeno
- Lunghezza e larghezza media stazione
- Superficie alveo stazione
- PH

- Profondità media (m)
- Velocità di corrente (0-5)
- Copertura vegetale (0-5)
- Rifugi ittiofauna (%)
- Grado antropizzazione (0-5)
- Valori di IBE
- Classe di qualità
- IFF
- Assetto fluviale
- Buche (%)
- Correnti (%)
- Piane (%)
- Percentuali di massi, sassi , ciottoli, ghiaia, sabbia, limo, argilla
- Torbidità (0-5)
- Densità di ciprinidi tot. (individui/mq) e numero totale di ciprinidi

Le operazioni di campionamento dell'ittiofauna saranno effettuate mediante l'utilizzo dell'electrofishing con l'impiego di un elettrostorditore spallabile a corrente continua pulsata e voltaggio modulabile (potenza 650 W, tensione 115-565 V, intensità massima di corrente 30 A) percorrendo l'alveo fluviale in direzione valle-monte per transetti di circa 60 - 100 m. L'elettropesca è un metodo di cattura dell'ittiofauna, rapido e relativamente innocuo, basato sull'effetto provocato dai campi elettrici sul pesce che consente la cattura di pesci di diversa specie e taglia; non risulta selettiva e consente una visione d'insieme sulla qualità e quantità della popolazione ittica presente in un determinato tratto di corso d'acqua.

Una mirata campagna di campionamento effettuata mediante l'elettropesca consentirà di definire la composizione delle comunità ittiche presenti (check-list) e di eseguire indagini di tipo semiquantitativo assegnando ad ogni specie ittica rilevata valori di abbondanza e fornendo indicazioni sulla struttura delle relative popolazioni.

A tal fine su ogni pesce catturato durante il monitoraggio dovranno essere determinate: la classificazione tassonomica, eventuali osservazioni su fenotipo e su caratteristiche morfologiche generali, lunghezza totale e standard (in cm), peso (in g.) ed il sesso, quando possibile in vivo.

L'analisi quantitativa verrà effettuata mediante la tecnica dei passaggi ripetuti (Moran & Zippin 1958), dove la stima del numero di individui presenti (*N*) in un tratto esaminato noto viene definito come:

$$N = \frac{C}{(1 - z^n)}$$

Con Z = 1-p.

p è la probabilità di cattura della specie ovvero [1 – (C2/C1)] nel caso di due passaggi ripetuti di cattura

$$C = \sum_{i=1}^{n} C_i$$

C è il numero di pesci rimossi con il passaggio di elettropesca. Ci è il numero di pesci catturati al passaggio i-esimo. n è il numero di passaggi.

Inoltre, la densità per unità di superficie **D**, espressa come ind/mq, dovrà essere calcolata come

$$D = \frac{N}{S}$$

dove**N** è il numero di pesci stimati e **S** è l'area (in m2) del tratto campionato.

La stima della biomassa unitaria, espressa in g/m2, per ciascuna specie rinvenuta è calcolata come:

$$B = \frac{N \cdot W_{medio}}{S}$$

doveW_{medio}è il peso medio individuale dei pesci di ciascuna popolazione campionata, S è l'area (in m^2) della sezione fluviale campionata ed N il numero di pesci stimati.

Infine, dovrà essere attribuito un indice di abbondanza (I.A.), secondo Moyle & Nichols (1973), definito come nella seguente tabella.

Codice - Abbondanza	Descrizione
1 - raro	1-2 individui in 50 m lineari
2 - presente	3-10 individui in 50 m lineari
3 - frequente	11-20 individui in 50 m lineari
4 - comune	21-50 individui in 50 m lineari
5 - abbondante	>50 individui in 50 m lineari

Per quanto riguarda lo stato della popolazione, sarà adottato un indice che mostra come gli individui raccolti nel campionamento siano strutturati nelle varie classi di età.

Indice di struttura di popolazione	Livello di struttura di popolazione
1	popolazione limitata a pochi esemplari
2	popolazione non strutturata - dominanza delle classi adulte
3	popolazione non strutturata - dominanza delle classi giovanili
4	popolazione strutturata - numero limitato di individui
5	popolazione strutturata - abbondante

Saranno effettuati campionamenti della fauna ittica nelle stazioni FR_01 e FR_02.

I campionamenti e il conseguente calcolo dell'indice NISECI dovranno essere effettuati in regime di magra o di morbida derivate da portate decrescenti. Per quanto riguarda la periodicità del monitoraggio le analisi dovrà essere eseguito un campionamento all'anno per tre annualità successive alla fine dei lavori.

7.5.1 Calcolo dell'Indice NISECI

I dati rilevati dalle campagne ittiologiche permetteranno il calcolo e l'applicazione del nuovo indice NISECI (ISPRA, 2017).

I campionamenti, come descritto in precedenza, saranno stati svolti con due passaggi successivi. Nelle precedenti elaborazioni il numero di individui catturati rappresentava la semplice somma dei

due passaggi. Il nuovo NISECI richiede che alcune delle metriche necessarie al suo calcolo (come quelle relative all'abbondanza e alla struttura di popolazione) siano determinate in maniera oggettiva, proponendo specifiche metodiche e calcoli. Per una stima più accurata si è reso quindi necessario calcolare le densità di individui determinando la proiezione che si ottiene dalla differenza tra le catture al primo e al secondo passaggio di ciascuna specie (Metodo dei passaggi ripetuti; Zippin 1958).

$$N = \frac{C}{(1 - Z^n)}$$

Dove Z=1-p

p è il coefficiente di catturabilità della specie ovvero [1 - (C2/C1)] (nel caso di 2 passaggi) dove Ci è il numero di individui catturati al passaggio i-esimo.

La formulazione multimetrica dell'indice, il cui valore varia tra 0 e 1, è data da:

$$\mathbf{NISECI} = 0.1\, x_1^{0.5} + 0.1\, x_2^{0.5} + 0.8\,(x_1 \times x_2) - 0.1\,(1 - x_3) \times \left(0.1\, x_1^{0.5} + 0.1\, x_2^{0.5} + 0.8\,(x_1 \times x_2)\right)$$

dove:

a) x_1 = metrica "presenza/assenza di specie indigene"
b) x_2 = metrica "condizione biologica delle popolazioni di specie autoctone"
c) x_3= metrica "presenza di specie aliene o ibridi, struttura delle relative popolazioni e rapporto numerico rispetto alle specie indigene"

Poiché i valori di stato ecologico, ai sensi della normativa europea, devono essere espressi sotto forma di Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), ovvero il rapporto tra lo stato della comunità ittica osservata e quello della corrispondente comunità di riferimento, sono stati calcolati i valori soglia di NISECI in modo da definire intervalli RQE di uguale ampiezza:

$$\mathbf{RQE_{NISECI}} = \frac{(log\ NISECI + 1.1283)}{1.0603}$$

Il processo, di intercalibrazione europeo, concluso all'inizio del 2017 (ISPRA, 2017), ha determinato la seguente suddivisione delle classi:

Stato ecologico	Area alpina	Area mediterranea
Elevato	$0.80 \leq RQE_{NISECI}$	$0.80 \leq RQE_{NISECI}$
Buono	$0.52 \leq RQE_{NISECI} < 0.80$	$0.60 \leq RQE_{NISECI} < 0.80$
Moderato	$0.40 \leq RQE_{NISECI} < 0.52$	$0.40 \leq RQE_{NISECI} < 0.60$
Scadente	$0.20 \leq RQE_{NISECI} < 0.40$	$0.20 \leq RQE_{NISECI} < 0.40$
Cattivo	$RQE_{NISECI} < 0.20$	$RQE_{NISECI} < 0.20$

a) x_1*Presenza/assenza di specie indigene*

La prima metrica confronta la composizione specifica della comunità ittica autoctona osservata con quella attesa.

Le specie appartenenti ai Salmonidae sensu Nelson (comprendenti quindi anche Thymallus thymallus), Esocidae e Percidae sono definite come specie di maggiore importanza ecologico-funzionale e a ciascuna di esse è attribuito un valore pari a 1.2, le altre specie hanno valore 0.8. Il valore della metrica è quindi corrispondente a:

$$x_1 = \frac{1.2\, n_i + 0.8\, n_a}{1.2\, m_i + 0.8\, m_a}$$

dove:

- n_i = numero di specie autoctone di maggiore importanza ecologico-funzionale campionate
- n_a = numero di altre specie autoctone campionate
- m_i = numero di specie autoctone di maggiore importanza ecologico-funzionale attese
- m_a = numero di altre specie autoctone attese La metrica può assumere quindi un valore compreso tra 1 (presenza di tutte le specie attese) e 0 (assenza di tutte le specie attese).

b) x_2*Condizione biologica delle popolazioni*

La condizione biologica di ciascuna delle specie autoctone attese presenti è data dall'integrazione tra struttura di popolazione (submetrica "a", con peso 0.6) e consistenza demografica o abbondanza (submetrica "b", con peso 0.4).

I calcoli si suddividono in più criteri i cui passaggi sono descritti nelle linee guida nel Manuale NISECI (2017) pubblicato dall'ISPRA.

c) x_3Presenza di specie aliene o ibridi, struttura delle relative popolazioni e rapporto numerico rispetto alle specie indigene

Le specie aliene sono state suddivise in tre gruppi in funzione della loro nocività, definita sulla base del livello di impatto sulla fauna ittica autoctona La metrica x3 può assumere un valore compreso tra 0 e 1, che viene attribuito secondo le seguenti modalità:

- Assenza di specie aliene $x_3 = 1$
- Presenza di specie appartenenti alla lista 1, con almeno una popolazione ben strutturata $x_3 = 0$
- Numero totale di pesci alieni ≥ numero totale di pesci autoctoni (appartenenti alle specie attese) $x_3 = 0$

In tutti gli altri casi viene seguito un procedimento diviso in più criteri di scelta che viene descritto nelle linee guida.

Il monitoraggio ambientale, e i relativi risultati, per la determinazione dei principali parametri che inquadrano lo stato ecologico del Torrente Frigido rispettano i dettami delle Linee Guida ISPRA come da Manuale 113/2014 – "Metodi Biologici per le Acque Superficiali Interne".

8. Mitigazione delle opere esistenti

Ai sensi del comma 6 dell'art.43 della legge regionale 10/2010 sono state messe in atto alcune misure per la mitigazione degli impatti.

Dal punto di vista paesaggistico l'impianto idroelettrico oggetto della presente relazione si inserisce nell'ambiente circostante senza comportare impatti di tipo paesaggistico negativi in quanto realizzato in edifici esistenti di grande volume ovvero senza aggravio dovuto alle opere per la produzione di energia.

Lo stesso edificio che ospita gli impianti è realizzato rispettando l'estetica e le caratteristiche della zona in cui è inserito, perciò si può ritenere ben integrato nel contesto generale.

Per quando riguarda l'aspetto ambientale il deflusso minimo vitale / deflusso ecologico ricopre un ruolo di elevata importanza in quanto garantisce il mantenimento della biodiversità preesistente, in particolare della fauna ittica nel tratto sotteso dalla derivazione.

Il valore del deflusso minimo vitale è stato calcolato nei capitoli precedenti, da cui risulta una portata di 5 l/s.

Tale valore è rispettato grazie alla realizzazione presso l'opera di presa di uno stramazzo a parete sottile (Bazin), descritto nel dettaglio nei capitoli precedenti.

La nuova geometria garantisce pertanto il corretto rilascio del DMV sia nel termine fisso che in quello variabile.

Il tecnico incaricato

Ing. Dario Bessi

ORDINE INGEGNERI PROVINCIA DI LUCCA
Ing.
DARIO
BESSI
SEZIONE A - N° 2019
Ing. CIVILE AMBIENTALE