



SMARTRIVER Project-1042

Elementi di Vulnerabilità e Rischio nel Bacino Misa Nevola

D.T2.1.2





Index

1. Introduzione.....	2
2. Il contesto del Bacino Misa Nevola.....	7
2.1 Inquadramento territoriale.....	7
2.2 pianificazione distrettuale e di bacino.....	16
3. Contesto Ambientale.....	19
3.1 inquadramento geo-morfologico.....	19
3.2 Stato e qualità dei corpi idrici.....	23
3.3 Rete Ecologica.....	28
3.4 Erosività dei suoli.....	32
4. Rischio alluvioni.....	35
4.1 PGRAAC Piano di Gestione del Rischio Alluvioni.....	36
4.2 Evento alluvionale 15 settembre 2022.....	39
5. Cambiamento climatico.....	47
5.1 Osservazioni andamento climatico passato e futuro.....	48





1. Introduzione

L'analisi del Rischio e Vulnerabilità del Bacino del Misa Nevola è volto a definire una base delle conoscenze da condividere con gli attori locali per facilitare la comprensione dei potenziali pericoli legate alle esondazioni fluviali, considerando le caratteristiche specifiche del territorio e alla luce anche dei possibili effetti collegati al cambiamento climatico.

Il presente documento rappresenta, nel contesto del percorso del Contratto di Fiume Misa Nevola, un ulteriore contributo al **“Quadro conoscitivo, Dossier Piani e Programmi e lineamenti del Documento Strategico” del 2018**¹.

In particolare il presente report affronta gli argomenti che hanno ricevuto aggiornamenti, come ad esempio il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRAAC) dell'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale, l'inquadramento del Bacino rispetto alla Rete Ecologica delle Marche (REM) oppure nuove informazioni e analisi realizzate ad hoc come l'analisi del consumo di suolo, e le informazioni collegate ai possibili effetti del Cambiamento climatico.

Si rimanda al “Quadro conoscitivo, Dossier Piani e Programmi e lineamenti del Documento Strategico” del CdF Misa Nevola per approfondimenti relativi alle caratteristiche geomorfologiche, socio demografici ed economici.

Le informazioni sono state presentate in occasione dei Local Lab realizzati come supporto operativo del percorso del Contratto di Fiume Misa Nevola, avviato fin dal 2015 di cui il Comune di Senigallia è capofila.

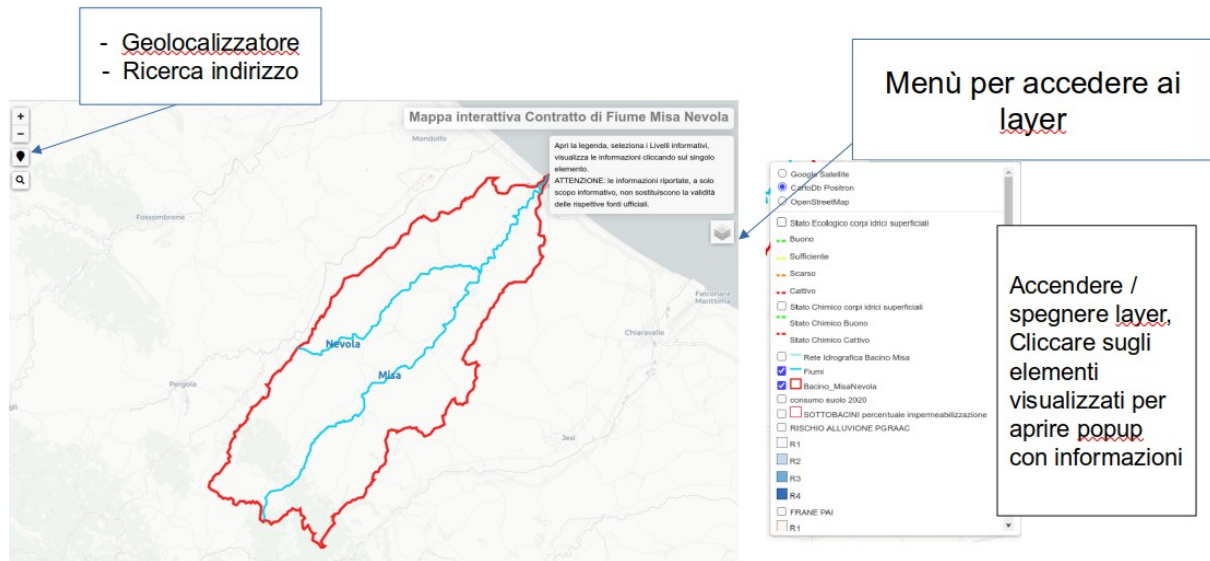
Al fine di facilitare la lettura delle analisi eseguite e renderle fruibili ad un vasto pubblico, si è realizzata una mappa online interattiva in cui sono riportate le principali evidenze delle analisi. La mappa online è dunque un prodotto integrato alla lettura del presente report.

La mappa interattiva Misa Nevola è disponibile all'indirizzo <https://tinyurl.com/yc8v5fct>

La mappa permette la lettura degli elementi di vulnerabilità e rischio del territorio cartografabili, la possibilità di investigare aspetti specifici a livello locale attraverso lo zoom, accendere specifici temi (layers) anche sovrapponendoli ed interrogandoli per visualizzare le informazioni associate.

¹ Documento disponibile al seguente sito: <https://www.comune.senigallia.an.it/aree-tematiche/ambiente-e-cura-della-citta/tutela-dellambiente/contratto-di-fiume-misa-nevola/7-attuazione-del-programma-di-lavoro/>





LAYERS DELLA MAPPA ONLINE:

elementi descrittivi del territorio

- Comuni Bacino Misa
- Bacino_MisaNevola

- Rete Idrografica Bacino Misa
- Fiumi principali

Stato corpi idrici

Stato Ecologico corpi idrici superficiali

- Buono
- Sufficiente
- e
- Scarso
- Cattivo

Stato Chimico corpi idrici superficiali

- Stato Chimico Buono
- Stato Chimico Cattivo

- Zone Vulnerabilità Nitrati Bacino Misa

Stato corpi idrici sotterranei






- ACQUIFERI ALLUVIONALI Vulnerabilità a Rischio
- ACQUIFERI CARBONATICI Vulnerabilità NON a Rischio



rete ecologica

 REM Unità Ecologico Funzionali

REM Sistemi di Connessione









-  Core area
-  Sistema di connessione di interesse regionale
-  Sistema di connessione locale collegato
-  Sistema di connessione locale non collegato
-  Stepping stone

Impermeabilizzazione

consumo suolo 2020

 SOTTOBACINI percentuale impermeabilizzazione

Valutazione rischi

RISCHIO ALLUVIONE PGRAAC (Piano Gestione Rischio alluvione del distretto Appennino Centrale)	Rischio FRANE (PAI)	Rischio Erosione Suoli RUSLE
<ul style="list-style-type: none">  R 1  R 2  R 3  R 4 	<ul style="list-style-type: none">  R 1  R 2  R 3  R 4 	



Riguardo al concetto di Vulnerabilità e Rischi affrontato nel presente documento, considerando la varietà delle fonti di informazioni che non possono sempre permettere un confronto diretto, è utile richiamare una definizione “classica” di rischio (Varnes, 1984) applicabile ai fenomeni naturali, ovvero $R = P \times E \times V$, dove

- **R = rischio**, perdita potenziale attesa a causa di un fenomeno naturale, in funzione della sua pericolosità e della vulnerabilità degli elementi a rischio presenti in una determinata area in un determinato periodo di tempo
- **P = pericolosità** o probabilità di accadimento di un evento in un determinato periodo di tempo e luogo
- **E = esposizione**, elementi a rischio (popolazione, edifici, infrastrutture, ambiente)
- **V= Vulnerabilità**, ovvero grado di perdita per un dato elemento a rischio, o di una combinazione di elementi, soggetto ad un evento con una data intensità”

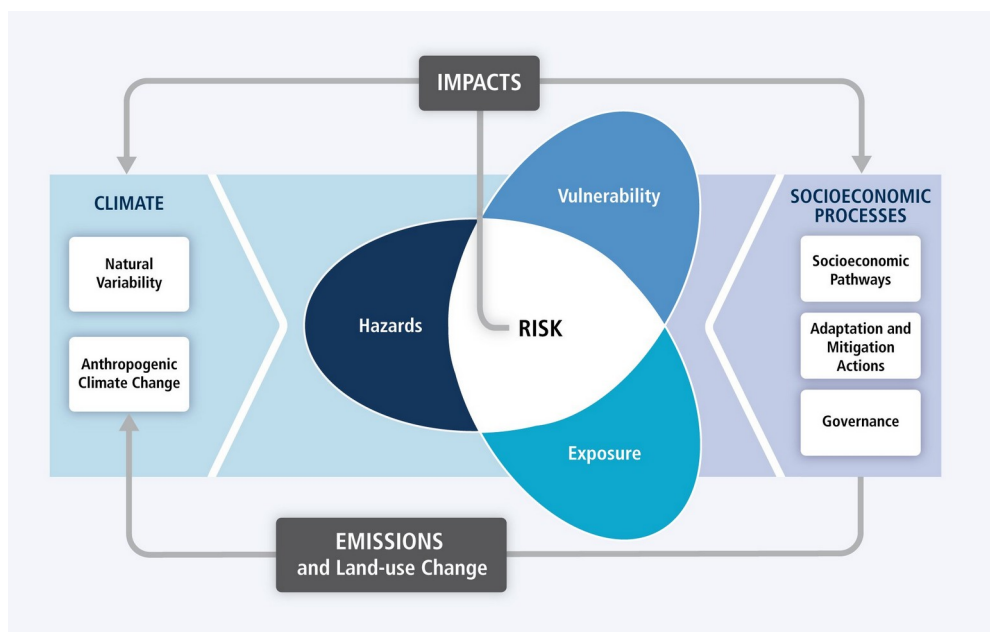
Rispetto allo specifico fenomeno delle alluvioni, l’art. 2 della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE definisce “*il Rischio di alluvioni è la combinazione della probabilità di un evento alluvionale e delle potenziali conseguenze negative per la salute umana, l’ambiente, il patrimonio culturale e l’attività economica derivanti da tale intervento*”

Questo concetto, applicabile ad altri fenomeni naturali, ognuno con le sue specificità, se riportato nel **contesto dei cambiamenti climatici** necessita la comprensione di come questi possono influenzare le dinamiche degli eventi, in particolare quelli estremi, come ad esempio estesi periodi di siccità, temperature estreme, piogge ad elevata intensità.

L’IPCC² (Intergovernmental Panel on Climate change) , definisce il **Rischio Climatico** come “*il potenziale di conseguenze avverse per il sistema umano o ecologico*”; la sua entità è quantificabile valutando l’interazione dinamica tra i *pericoli (hazard)* causati dal clima, *l’esposizione (Exposure)* e la *vulnerabilità (Vulnerability)* del sistema umano o ecologico colpito.

² <https://www.ipcc.ch/>





Framework concettuale per la valutazione della vulnerabilità e dei rischi associati ai cambiamenti climatici (Fonte: IPCC, 2014).

Il **Concetto di Vulnerabilità** (climatica) definita come definita come “...la propensione o la predisposizione di un sistema ad essere negativamente alterato...includendo la sensitività o la suscettibilità al danno e l’incapacità di fronteggiare un fenomeno e di adattarsi”, è quindi dettagliato in 2 componenti:

- **Sensitività**, grado in cui un sistema è affetto, sia negativamente che positivamente, da stimoli di natura climatica. L’effetto può essere diretto (i.e. un cambiamento nella resa colturale in risposta ad un cambiamento della media o variabilità della temperatura) o indiretto (ad esempio danni causati da un aumento nella frequenza delle inondazioni costiere dovute all’innalzamento del livello del mare)
- **Capacità di adattamento**, ovvero la capacità di un sistema di adeguarsi ai cambiamenti climatici (inclusa la variabilità e gli estremi), di moderare i potenziali danni, di trarre vantaggio delle opportunità, o di far fronte alle conseguenze.

Dal modello concettuale alla comprensione a scala locale, nel nostro caso a scala di Bacino del Fiume Misa Nevola, occorre mettere a sistema i diversi livelli di conoscenza disponibili che provengono da fonti ufficiali (Piano Gestione Rischio alluvioni distrettuale, PAI, ecc), sistema della ricerca (università, progettazione europea), e il sapere locale dei vari attori che sono parte integrante delle possibili soluzioni da adottare per prevenire, gestire e rispondere alle emergenze.

Le definizioni precedentemente richiamate vanno dunque adattate agli specifici contesti (anche di carattere normativo, come la definizione del rischio esondazione) presentati nei successivi capitoli.

2. Il contesto del Bacino Misa Nevola

2.1 Inquadramento territoriale



Il bacino Misa Nevola si estende per complessivi 377 km², di cui il solo fiume Misa ha un'estensione di 229 km²; il territorio ricade interamente nella provincia di Ancona, confinando a Nord-Ovest con il bacino del fiume Cesano, a Sud-Est con il bacino del fiume Esino e a Sud con il sotto-bacino del torrente Sentino, affluente del fiume Esino.

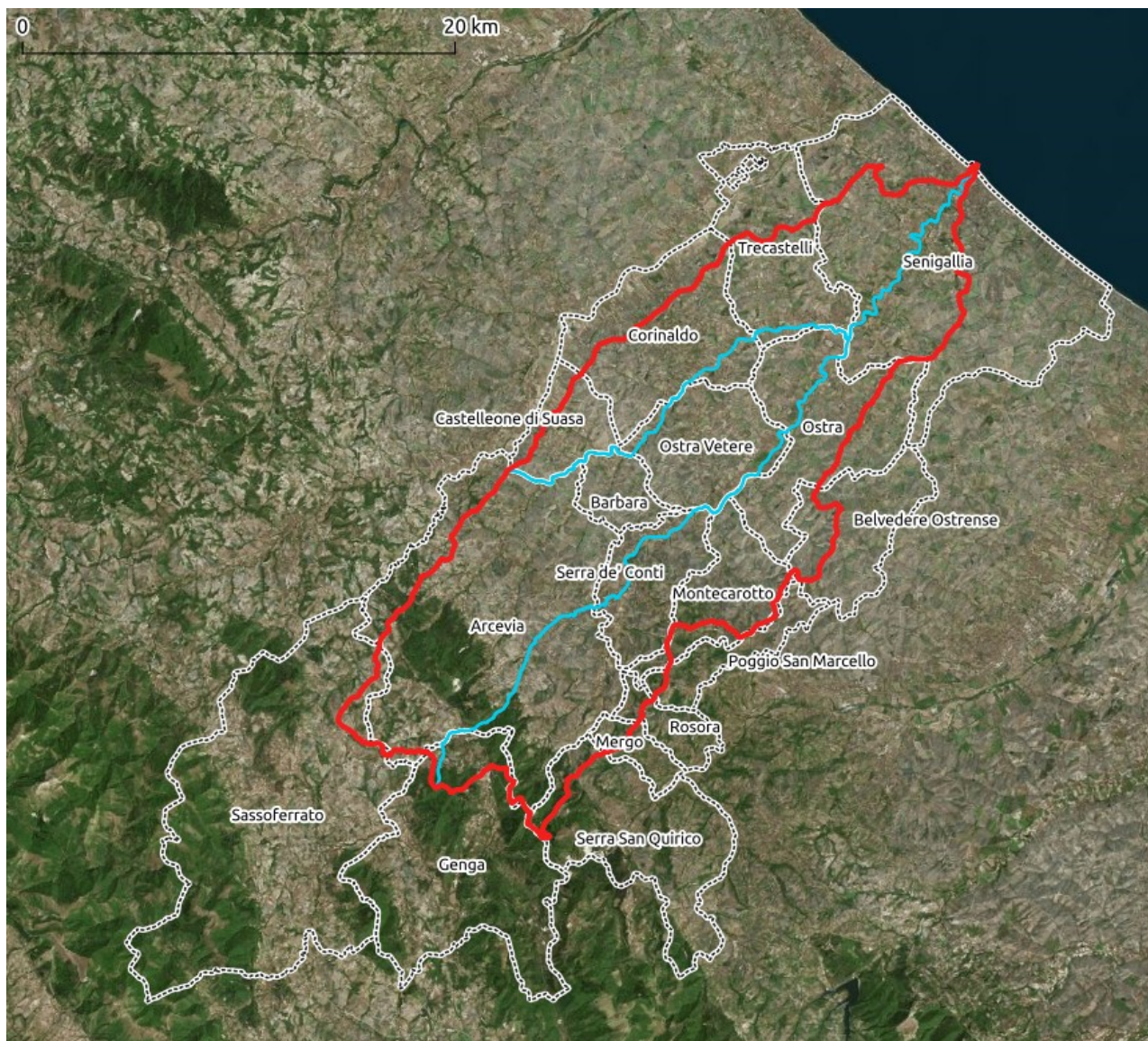
Il F. Misa nasce dalle pendici sud-occidentali dell'anticlinale arceviese e percorrendo circa 48 km di territorio collinare in direzione SO-NE sfocia nel mare Adriatico a Senigallia.



Il bacino idrografico del Misa interessa complessivamente 17 territori comunali, di cui principalmente all'interno del Bacino: Arcevia, Castelleone di Suasa, Corinaldo, Ostra, Montecarotto, Senigallia, Trecastelli. I seguenti Comuni ricadono parzialmente nel Bacino: Belvedere Ostrense, Genga, Mergo, Poggio San Marcello, Rosora, Sassoferrato, Serra San Quirico.

La **popolazione** residente, riferita ai Comuni, ha subito un decremento del 3,75% in dieci anni, da 99.548 abitanti nel 2011 a 95.815 abitanti nel 2021; circa la metà risiede nel Comune di Senigallia, che conta una popolazione di 44.183 abitanti.

Popolazione residente 2021 - dati ISTAT			
Comune	maschi	femmine	totale
Arcevia	2.128	2.217	4.345
Barbara	652	643	1.295
Belvedere Ostrense	1.077	1.079	2.156
Castelleone di Suasa	786	787	1.573
Corinaldo	2.366	2.500	4.866
Genga	823	866	1.689
Mergo	484	499	983
Montecarotto	898	968	1.866
Ostra	3.134	3.343	6.477
Ostra Vetere	1.556	1.602	3.158
Poggio San Marcello	322	322	644
Rosora	928	957	1.885
Sassoferrato	3.384	3.543	6.927
Senigallia	21.175	23.008	44.183
Serra de' Conti	1.817	1.852	3.669
Serra San Quirico	1.238	1.390	2.628
Trecastelli	3.731	3.740	7.471
TOT	46.499	49.316	95.815



Riguardo alla **dimensione economica**, il territorio Misa Nevola presenta una maggiore specializzazione nel settore agricolo rispetto alla dimensione regionale in termini di imprese.



Dati CCIAA Marche - anno 2021, Numero Imprese e Addetti								
	Imprese				Addetti			
	Comuni Bacino Misa Nevola		Regione Marche		Comuni Bacino Misa Nevola		Regione Marche	
	n.	%	n.	%	n.	%	n.	%
agricoltura	2.173	23,8%	24.986	17,2%	1.591	5,1%	22.831	4,6%
Industria	2.250	24,6%	38.611	26,5%	12.708	41,0%	204.951	41,6%
terziario	2.856	31,2%	47.453	32,6%	10.541	34,0%	155.997	31,7%
altri servizi	1.861	20,4%	34.511	23,7%	6.133	19,8%	108.607	22,1%
Totale	9.140		145.561		30.973	100,0%	492.386	

Il fiume Misa, comunemente agli altri fiumi marchigiani, è caratterizzato da un **regime "torrentizio"** con portate scarse o nulle nel periodo di magra e portate di centinaia di metri cubi nel periodo di piena. Questi caratteri sono dipendenti dalle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, litologiche e climatiche, del bacino idrografico

Il naturale andamento del Misa e dei suoi affluenti principali è fortemente influenzato, e in parte ostacolato, da molteplici **opere antropiche**³, in particolare dalle diverse infrastrutture viarie che si sviluppano in senso trasversale ai corsi medesimi. Il Misa è attraversato da 34 strutture: 1 ferroviaria, 3 metanodotti, 2 pedonali e 28 stradali; Il Nevola è attraversato da 17 opere infrastrutturali stradali.

I corsi d'acqua del bacino sono inoltre attraversati da numerose opere di difesa trasversali e longitudinali; le opere trasversali consistono in:

- 23 briglie e 2 traverse sul Misa, la maggior parte delle quali ubicate a monte di Pianello di Ostra (Comune di Ostra), dal che si deduce che a monte di tale località il fiume è in decisa erosione verticale;
- da 26 briglie e 1 traversa sul Nevola, la maggior parte delle quali ubicate a monte di Passo Ripe (Comune di Trecastelli), dal che si deduce che a monte di tale località il fiume è in decisa erosione verticale;
- da 3 briglie sul torrente Acquaviva.

³ Informazioni tratte dallo Studio idrogeomorfologico e della qualità ambientale dei bacini idrografici della regione marche, Consorzio di Bonifica delle Marche



Le opere longitudinali di difesa spondale, in parte relitte, sul fiume Misa consistono in:

- 2.337 m di muri di protezione (muri in senso stretto, gabbioni in pietrame, cubi e lastre in cls, ecc.), 318 m di ingegneria naturalistica, 60 m di pennelli, 403 m di scogliere, pressoché concentrati negli ultimi 20 km del fiume, nel tratto tra la confluenza col fosso della Rota, all'altezza del Comune di Barbara e la foce.

le opere longitudinali di difesa spondale, in parte relitte, sul fiume Nevola consistono in:








676 m di muri di protezione, 76 m di ingegneria naturalistica, 627 m di scogliere, (pressoché concentrati negli ultimi 7,4 km del fiume, nel tratto tra il ponte sulla strada provinciale 42 Ostra-Corinaldo e la confluenza con il Misa.

L'utilizzo del territorio del Bacino può essere rilevato sulla base dell'inventario della copertura del suolo CLC - Corine Land Cover. Tale classificazione è derivata dai dati del progetto Europeo Copernicus⁴ ultima versione disponibile dell'inventario riferita allo stato di copertura dell'anno 2018.

Il Bacino del Misa Nevola risulta quindi classificato per copertura:

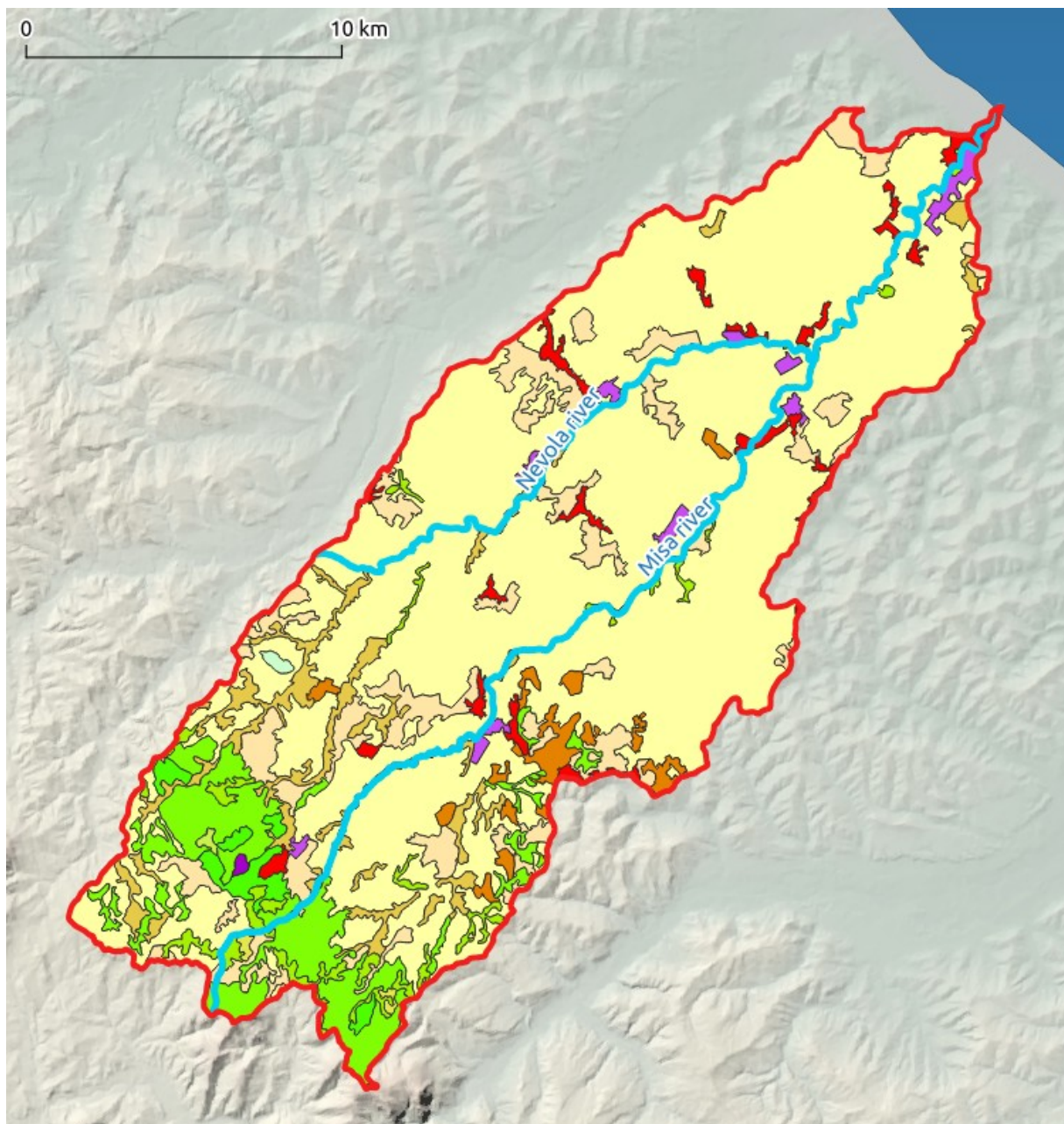
1. SUPERFICI ARTIFICIALI : 3,37%
2. SUPERFICI AGRICOLE : 85,59%
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI : 11,04%

Ulteriori dettagli delle sottoclassi, e la loro localizzazione, sono riportati nelle seguenti tabella e mappa.

Classificazione CLC 2018 Bacino Misa Nevola		
CLC 2018 Misa basin		
 111	111	tessuto urbano continuo
 112	112	Tessuto urbano discontinuo
 121	121	Insedimenti industriali, commerciali
 131	131	Aree estrattive
 211	211	Seminativi in aree non irrigue
 221	221	Vigneti
 231	231	Prati stabili
 242	242	Sistemi colturali complessi
 243	243	aree prevalenza agricola con presenza spazi naturali
 311	311	Boschi di latifoglie
 312	312	Boschi di conifere
 313	313	Boschi misti di conifere e latifoglie
 321	321	Aree a pascolo naturale
 324	324	Boschi e arbusti in evluzione
 333	333	aree con vegetazione rada

⁴ <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>





Codice 1 liv	Codice 2 liv	Codice 3 liv	legenda	area mq	%
1. SUPERFICI ARTIFICIALI	1.1.Zone urbanizzate di tipo residenziale	111	tessuto urbano continuo	152373	0,04%
		112	Tessuto urbano discontinuo	8158966	2,16%



Codice 1 liv	Codice 2 liv	Codice 3 liv	legenda	area mq	%
	1.2.Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali	121	Insedimenti industriali, commerciali	4130996	1,10%
	1.3. Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati	131	Aree estrattive	252118	0,07%
2. SUPERFICI AGRICOLE UTILIZZATE	2.1.Seminativi	211	Seminativi in aree non irrigue	263937613	69,98%
	2.2.Colture permanenti	221	Vigneti	6584580	1,75%
	2.3.Prati stabili	231	Prati stabili	615159	0,16%
	2.4.Zone agricole eterogenee	242	Sistemi colturali complessi	34431022	9,13%
		243	aree prevalenza agricola con presenza spazi naturali	17267376	4,58%
3. TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMI-NATURALI	3.1.Zone boscate	311	Boschi di latifoglie	26396009	7,00%
		312	Boschi di conifere	44681	0,01%
		313	Boschi misti di conifere e latifoglie	4269546	1,13%
	3.2.Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o Erbacea	321	Aree a pascolo naturale	265162	0,07%
		324	Boschi e arbusti in evluzione	10267201	2,72%
	3.3.Zone aperte con vegetazione rada o assente	333	aree con vegetazione rada	403614	0,11%

La principale sottoclasse relativa al codice 211 “Seminativi in aree non irrigue” caratterizza il 69,98% del territorio del Bacino.

Anche se le superfici artificiali coprono “solo” il 3,37% del territorio, è importante valutare dove si concentra l'impermeabilizzazione del suolo, perché questo è un fattore che accelera il deflusso dell'acqua durante le precipitazioni intense.



Il consumo di suolo (dati ricavati dalla banca dati nazionale ISPRA⁵) nel 2020 all'interno del bacino del Misa e del Nevola è pari 6,5% (in linea con il dato regionale del 6,9% e nazionale del 7%), ma è concentrato in specifici centri urbani o zone industriali come la foce del Misa, o attorno al raccordo con l'affluente fiume Nevola.

Di seguito si riporta un dettaglio dell'analisi del consumo di suolo suddiviso per sottobacino idrografico, ricavato utilizzando i dati messi a disposizione da ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) della Carta nazionale del consumo di suolo 2020 (raster a risoluzione 10 m) rispetto ai sottobacini che sottendono alle aste fluviali.

ASTA	TIPO *	Sup imp	Sup sottobacino	Perc. Imp
Fiume Misa	terrazzad15	348.900	532.742	65,5%
Fiume Misa	terrazzad9	177.900	601.960	29,6%
Fiume Misa	terrazzad10	120.500	425.088	28,3%
Fiume Misa	terrazzas14	662.500	2.453.756	27,0%
Rio del Sasso	bacino	697.300	3.245.060	21,5%
Fiume Misa	terrazzad5	445.400	2.223.246	20,0%

* = distinzione tra terrazze e bacini. Le terrazze sono codificate con la seguente stringa "terrazzain" dove i assume il carattere "d" o "s" a seconda che sia una terrazza di destra o di sinistra e n è un numero progressivo (da monte a valle) di codifica per ogni bacino

⁵ <https://www.isprambiente.gov.it/en/activities/soil-and-territory/soil-consumption>





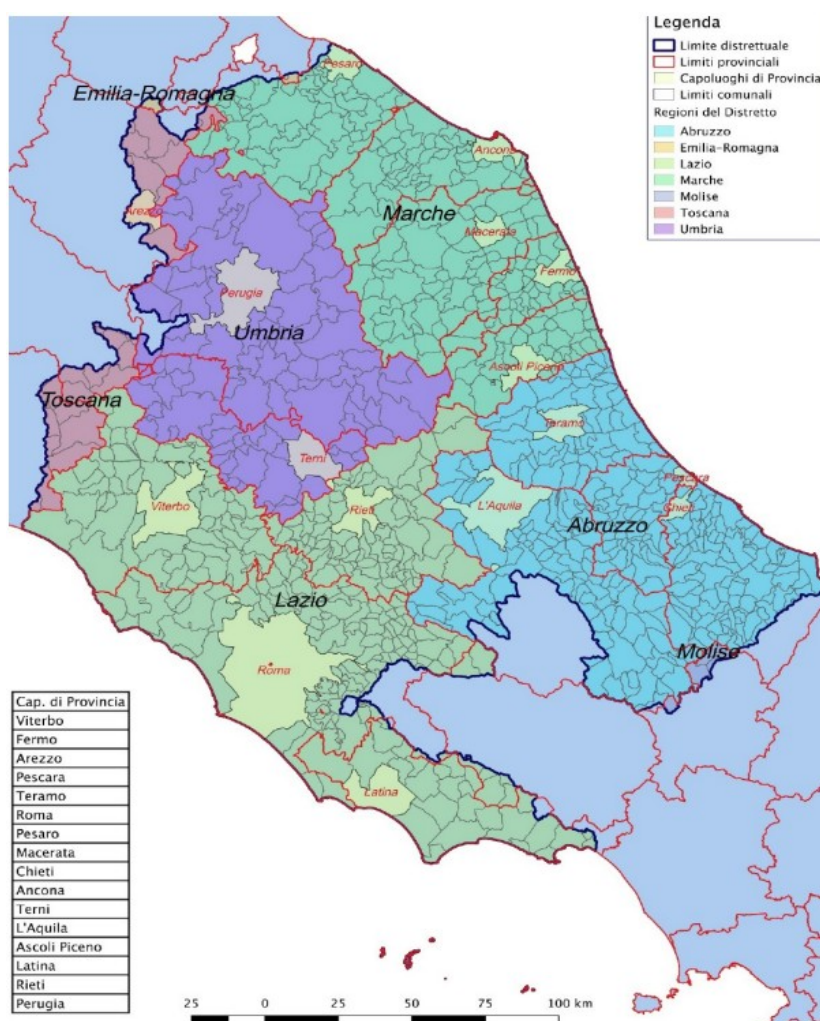
ISPRA Carta nazionale del consumo di suolo 2020 (raster a risoluzione 10 m)

Per dettagli accedere alla mappa online attivando il layer “consumo suolo 2020” per visualizzarne la localizzazione, il layer “SOTTOBACINI percentuale impermeabilizzazione” per conoscere la specifica quota di impermeabilizzazione.

2.2 pianificazione distrettuale e di bacino

Il Bacino Misa Nevola ricade, come tutti i bacini delle Marche, nel Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale.

L'Autorità di bacino distrettuale attraverso Il piano di gestione⁶ (PGDAC) implementa la direttiva quadro sulle acque 2000/60/CE nel territorio del distretto. Il secondo aggiornamento del PGDAC è stato adottato il 20 dicembre 2021 per il periodo 2022 - 2027, anno entro il quale gli obiettivi generali della Direttiva quadro Acque devono essere raggiunti in tutti i distretti europei.



Territorio del Distretto dell'Appennino Centrale - Inquadramento amministrativo

⁶ PGDAC Piano di gestione delle Risorse Idriche del Distretto idrografico Appennino Centrale
<https://www.autoritadistrettoac.it/pianificazione/pianificazione-distrettuale/pgdac>



Le misure del PGDAC.3 sono organizzate secondo dei riferimenti di azione che derivano dall'organizzazione della governance di settore:

Misure per i principali Servizi pubblici di gestione collettiva della risorsa idrica:

- SII - Misure per il Servizio Idrico Integrato;
- SBI - Misure per i Servizi di Bonifica e Irrigazione.

Misure per la popolazione e le attività economiche generatrici di pressioni ed impatti:

- P - Popolazione (sviluppo urbano, trasporti, infrastrutture, difesa alluvioni, ecc.);
- A - Agricoltura;
- I - Industria e altre attività economiche (inclusa bonifica dei siti inquinanti, turismo);
- IE - Idroelettrico.

Misure orientate a bonificare direttamente lo stato dell'ambiente da parte del Soggetto pubblico:

- B - Bonifica, ripristino da Soggetto pubblico.

Misure necessarie all'implementazione delle conoscenze, raccogliendo le necessità del percorso DPSIR:

- C - Implementazione delle conoscenze (Stato Ambientale e cambiamento climatico, Pressioni, Impatti, Misure).

Misure orientate al miglioramento della governance di settore:

- G - Governance (Interoperabilità banche dati, soggetti competenti, ecc).

Nella definizione del PGDAC.3 si è posta attenzione al coordinamento con il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRAAC); ad esempio gli interventi strutturali del "Piano Alluvioni" possono avere effetti sulle caratteristiche e sullo stato dei corpi idrici; la definizione degli interventi deve dunque essere individuata attraverso un processo di progettazione integrata per gli interventi sui singoli corpi idrici previsti nel PGRAAC, andando così a soddisfare le misure win-win, previste dalla Direttiva Quadro Acque.

I Contratti di Fiume sono individuati dal PGDAC.3 come strumenti di tutela ambientale che concorrono all'attuazione programmata delle misure dei Piani di Gestione, in un quadro organico d'azione con le specifiche misure degli aggiornamenti dei Piani Regionali di Tutela delle Acque. In tal senso la natura partecipata dei contratti si inserisce a pieno titolo nella procedura di informazione e consultazione pubblica prevista dall'art. 14 della direttiva 2000/60/CE.



L'Autorità di bacino distrettuale è inoltre responsabile del Il Piano di gestione del Rischio Alluvioni, redatto in forza della direttiva 2007/60 , nonché dal 2019 degli aggiornamenti dei Piani stralcio per l'Assetto idrogeologico vigenti nel distretto, che per le Marche sono:

- Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) Marche
- Piano di gestione integrata delle aree costiere

Per approfondimenti si rimanda al sito <https://www.autoritadistrettoac.it/pianificazione>

il Distretto dell'Appennino Centrale ha avviato dal 2016 l'**Osservatorio Permanente degli Utilizzi Idrici del Distretto dell'Appennino Centrale**, attraverso il coordinamento del Ministero dell'Ambiente e le regioni del Distretto, con la finalità di rafforzare la cooperazione e il dialogo tra i soggetti appartenenti al sistema di governance della risorsa idrica nell'ambito del distretto e promuovere l'uso sostenibile della risorsa idrica in attuazione della Direttiva Quadro Acque.

L'Osservatorio costituisce una struttura operativa che cura la raccolta, l'aggiornamento e la diffusione dei dati relativi alla disponibilità e all'uso della risorsa idrica nel distretto, ai fabbisogni dei vari settori d'impiego, con riferimento alle risorse superficiali e sotterranee, tenendo in considerazione gli effetti del cambiamento climatico, con l'obiettivo di fornire indirizzi per la regolamentazione dei prelievi e degli usi e delle possibili compensazioni, in funzione degli obiettivi del Piano di Gestione del Distretto Idrografico e del controllo dell'equilibrio del Bilancio Idrico del Distretto Idrografico.

Le Regioni effettuano periodicamente la valutazione della situazione di severità idrica a scala regionale/locale e gestiscono le situazioni nel proprio territorio, garantendo un adeguato flusso di informazioni, necessarie per la valutazione dei livelli della criticità in atto, della loro evoluzione, dei prelievi in atto e per la definizione delle azioni emergenziali più adeguate.

I risultati delle riunioni dell'osservatorio, con i rapporti delle situazioni idriche, ed i bollettini periodici sono disponibili sul sito dell'autorità di distretto.

<https://www.autoritadistrettoac.it/le-azioni-contratti-di-fiume/osservatorio-permanente>

in particolare i rapporti trimestrali "Regione Marche - Rapporto sulla situazione idrica" forniscono un quadro di cosa è emerso nell'ultimo trimestre con dettaglio per ogni AATO.



3. Contesto Ambientale

3.1 inquadramento geo-morfologico

L'areale imbrifero del F. Misa si sviluppa per intero nel bacino marchigiano esterno caratterizzato da direttrici tettoniche che rispecchiano lo stile strutturale dell'Appennino umbro- marchigiano. Tale assetto strutturale può essere così descritto:

- area montana: la più occidentale, che comprende i rilievi della dorsale marchigiana, è costituita da un sistema di pieghe e faglie nelle quali affiorano le formazioni cretache e paleogeniche della Maiolica, delle Marne a Fuoidi e della serie delle Scaglie, nonché della successione miocenica del Bisciario, dello Schlier, della Formazione Marnoso-Arenacea, della Gessoso-Solfifera e delle Argille a Colombacci. Tale area è caratterizzata da rilievi aspri, con versanti abbastanza ripidi ed incisi dai corsi d'acqua minori ed è costituita dall'allineamento Palazzo-Arcevia-Avacelli;
- area di collina e di pianura alluvionale, dove affiorano le formazioni della successione plio-pleistocenica caratterizzata da argille, argille marnose, argille sabbioso-siltose con intercalazione di arenarie e dai depositi continentali quaternari costituenti i terrazzi alluvionali dal I al IV ordine.

Nella parte terminale del bacino è presente la struttura sinclinale di Ripe e quella anticlinale di Scapezzano-Sant'Angelo al cui nucleo affiora la formazione dello Schlier.

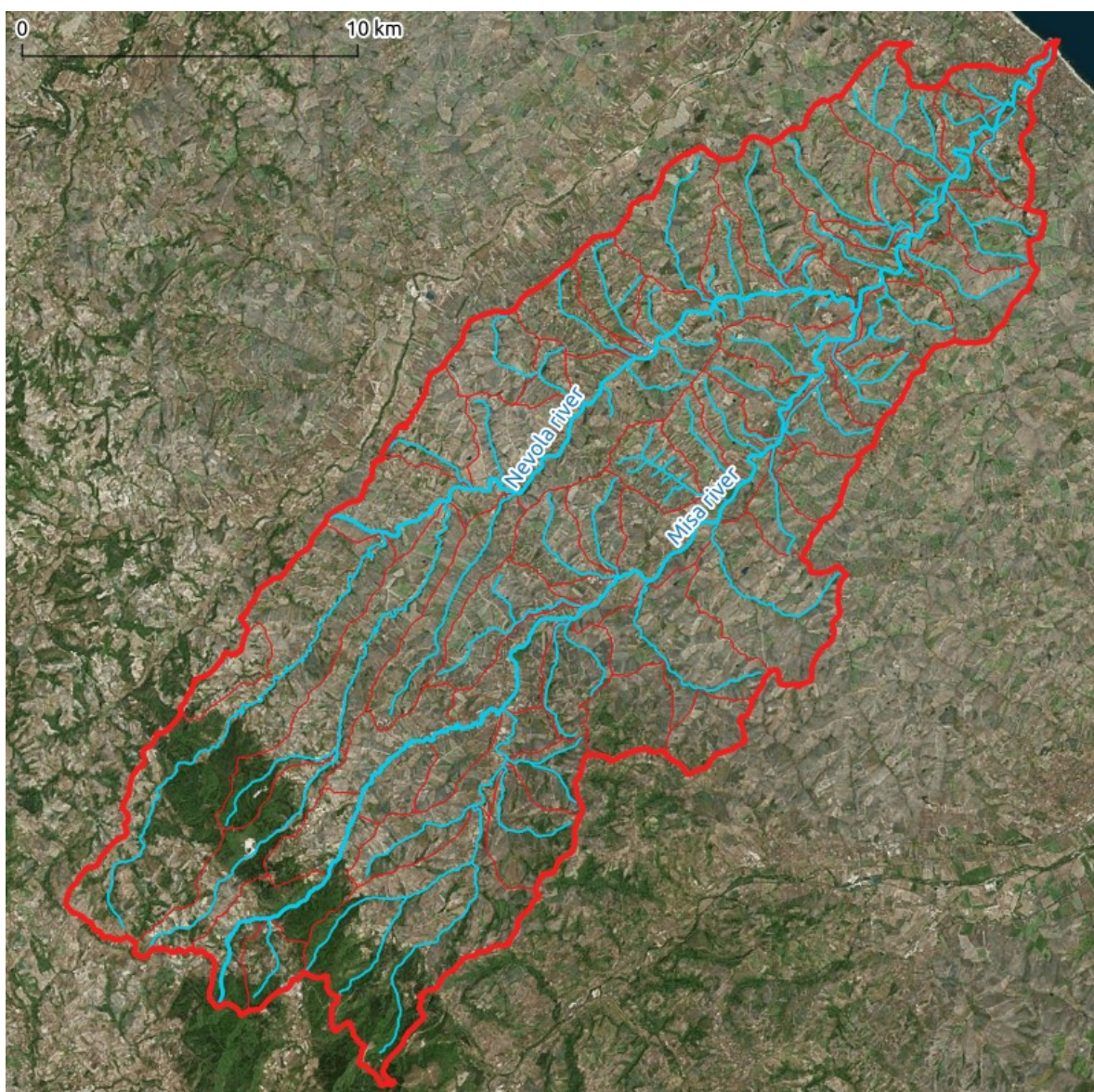
La **morfologia** d'insieme del bacino idrografico presenta un contrasto tra la porzione più occidentale prevalentemente montuosa-collinare e quella essenzialmente collinare e pianeggiante che interessa la maggior parte del bacino idrografico.

Il bacino idrografico del fiume Misa presenta una forma stretta ed allungata risultando fortemente condizionato dalla direzione delle principali strutture presenti nell'area.

Il **reticolo idrografico** è asimmetrico e gli affluenti di sinistra, maggiormente sviluppati, alimentano principalmente il deflusso idrico presente lungo l'alveo del fiume Misa. I principali affluenti sono: il F.Nevola (in sinistra idrografica), il Fosso di Castiglioni ed il Fosso di Vaccarile in destra idrografica, oltre ad affluenti minori.

Il Principale affluente Nevola, che confluisce circa 10 km dalla foce all'altezza dell'abitato di Brugnetto di Ripe, nasce ai margini della dorsale marchigiana più a nord rispetto al Misa ed al confine tra il territorio del comune di Arcevia con quello di Sassoferrato. Dopo aver percorso una decina di chilometri riceve le acque del piccolo torrente Acquaviva tra il territorio di Castelleone di Suasa e quello di Barbara.

Il F. Misa è un corso d'acqua dove prevalgono le tipiche caratteristiche torrentizie, ovvero significative portate in autunno ed in primavera fino ad aprile, modeste portate in dicembre e minime nei periodi tardo-primaverile ed estivo-autunnale. La caratteristica torrentizia e l'andamento altimetrico contribuiscono a determinare l'elevata energia di trasporto che si verifica con portate massime localizzate nei tratti a forte pendenza.



Reticolo idrografico bacino Misa Nevola

Le valli strette e profonde caratterizzano la parte più montana del bacino idrografico mentre, sui terreni pelitico-arenacei, le valli si ampliano e, sui versanti, a quote progressivamente crescenti, sono presenti depositi alluvionali terrazzati, maggiormente sviluppati in sinistra idrografica rispetto a quanto presente in destra idrografica (la diversa



estensione dei suddetti depositi fluviali è evidente sia nel fiume Misa che nel fiume Nevola).

Le differenti caratteristiche geologico-strutturali presenti hanno creato le condizioni per l'innesco di differenti tipologie di movimenti franosi, maggiormente evidente nella porzione più occidentale del bacino dove la presenza di litologie calcaree e calcareo marnose ha prodotto versanti caratterizzati da elevate pendenze generando fenomeni franosi classificabili come crolli e talora come scivolamenti traslazionali guidati dalle alternanze tra litotipi maggiormente calcarei e livelli propriamente marnosi con giaciture disposte a franapoggio.

Nelle restanti porzioni di territorio, a generare i diffusi processi di instabilità presenti nell'area, sono più le caratteristiche geomeccaniche della formazioni presenti piuttosto che un'elevata energia di rilievo dei versanti. In queste aree, nonostante le basse pendenze dei versanti, date le caratteristiche litologiche delle formazioni affioranti, facilmente erodibili, si sono generate estese coperture eluvio-colluviali che risultano, in condizioni di elevate precipitazioni, fortemente instabili.

Per comprendere la valutazione della pericolosità relativa ai **fenomeni franosi** si si riportano le aree individuate dal PAI⁷ (Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Marche), classificate sia per grado di pericolosità attribuibile al dissesto (P1: pericolosità moderata, P2: pericolosità media, P3: pericolosità elevata, P4: pericolosità molto elevata) sia per grado di rischio attribuito al dissesto (R1: rischio moderato, R2: rischio medio, R3: rischio elevato, R4: rischio molto elevato).

Segue la mappa delle Frane classificate in base al Rischio, mentre [nella mappa online accendendo il layer "FRANE PAI" è possibile, cliccando su ogni specifica area identificata come frana, visualizzare sia la classificazione di Pericolosità che di Rischio](#)

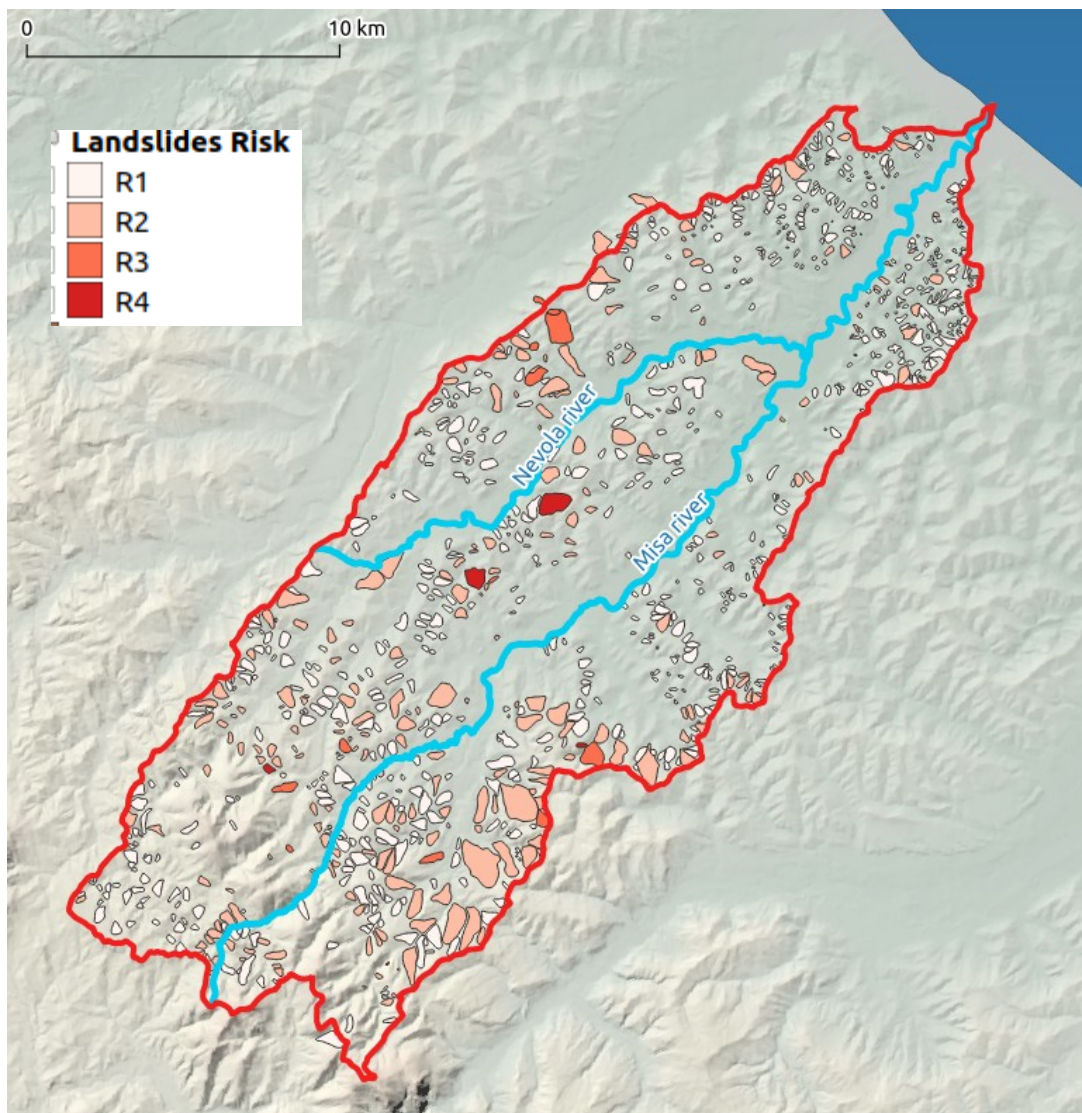
⁷ Il Piano per l'assetto idrogeologico (PAI), richiesto dalle LL. 267/98 e 365/00, si configura come stralcio funzionale del settore della pericolosità idraulica ed idrogeologica del Piano generale di bacino. Dal 2019 l'aggiornamento dei PAI - Piano stralcio per l'Assetto idrogeologico della Regione Marche è conferito al Segretario generale dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale.

<https://www.autoritadistrettoac.it/pianificazione/bacino-idrografico/bacini-marchigiani/pai>





Estratto mappa online, selezione di una frana



PAI: classificazione Rischio Frane

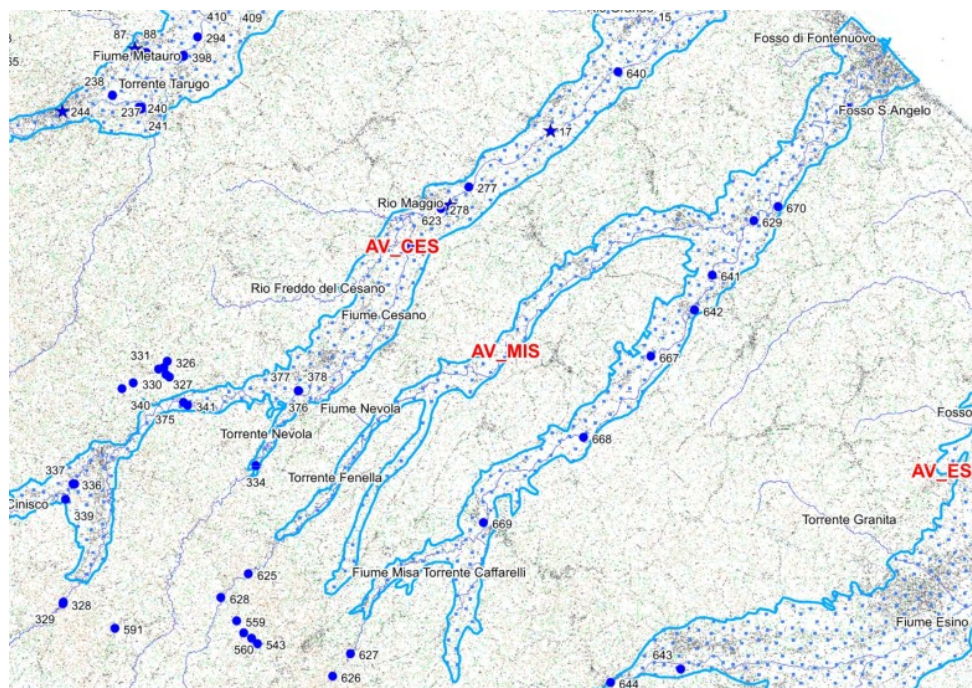
3.2 Stato e qualità dei corpi idrici

Nel territorio del bacino del Misa Nevola gli utilizzi idrici delle acque sono riconducibili perlopiù ad uso agricoli, ed in piccola quota per uso industriale e civile in base alle informazioni desunte nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Marche. In occasione della pubblicazione del PGDAC (Piano di gestione delle Risorse Idriche del Distretto idrografico Appennino Centrale) terzo ciclo, dicembre 2021, dagli approfondimenti dello stato conoscitivo emerge che per il bilancio idrico del Misa Nevola sono stati valutati solamente i prelievi idropotabili mentre sono in corso le attività per la valutazione di quelli irrigui e industriali.

Piccole derivazioni idriche nella Regione Marche

Bacino	Antincendio	Idroelettrico	Igienico	Industriale	Irriguo	Piscicoltura	Idropotabile	Zootecnico	Usi diversi	TOTALI
Conca	0,00	60,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,83	2,00	0,00	65,83
Marecchia	0,00	4.177,00	0,00	5,00	0,50	0,00	0,00	2,86	0,00	4.185,36
Lit. tra Gabicce e Pesaro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80
Foglia	0,00	0,00	0,00	355,41	1.207,20	50,00	33,75	0,00	0,00	1.646,36
Rio Genica	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50
Arzilla	0,00	0,00	0,00	102,10	109,40	0,00	0,00	0,00	0,00	211,50
Metauro	0,00	24.466,00	0,00	1.190,39	677,99	80,00	226,92	3,00	0,00	26.644,30
Cesano	1,00	0,00	1,03	3.211,38	338,37	300,00	26,95	21,50	0,00	3.900,23
Misa	47,20	0,00	6,30	50,03	445,83	0,00	47,00	2,48	0,00	598,84
Fosso Rubiano	0,00	0,00	0,00	1,50	43,12	0,00	0,00	0,00	0,00	44,62
Esino	89,65	1.956,00	30,80	575,12	899,98	128,00	531,38	9,91	0,00	4.220,84

PTA Regione Marche - Utilizzo per bacino idrografico in l/sec



Fonti di approvvigionamento per il consumo umano insistenti sul corpo idrico



Regione Marche ha avviato l'aggiornamento del catasto delle derivazioni attraverso la sezione DAP - Derivazioni Acque Pubbliche nell'ambito del sistema informativo regionale SIAR , che permetterà di avere un quadro aggiornato anche in tema di piccole derivazioni di soggetti pubblici e privati. Tale attività sarà accompagnata dalla definizione delle “Aree di salvaguardia captazioni uso idropotabile” (avviata attività Con D.G.R. n. 847 del 5 luglio 2021), che comporteranno delle limitazioni agli usi del suolo consentiti al fine di preservare la risorsa.

Il recepimento delle norme europee in materia di acque, rispettivamente attraverso il D.Lgs. 152/2006 per la Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE, e il D.Lgs. 30/2009 per la Direttiva Acque Sotterranee 2006/118/CE, impone il raggiungimento dell'obiettivo di buono stato qualitativo e quantitativo per tutte le acque.

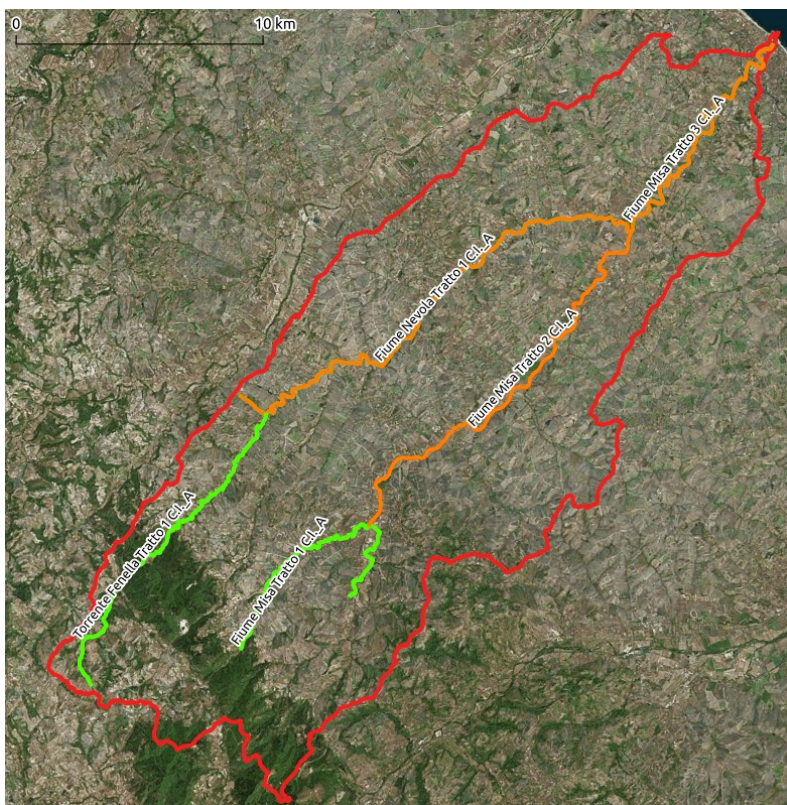
Riguardo la **qualità delle acque superficiali**, Le attività di monitoraggio dei corpi idrici fluviali sono finalizzate a la:

- valutazione dello stato ecologico dei corpi idrici, mediante il monitoraggio di una serie di indicatori (biologici, chimici, chimico fisici ed idromorfologici) rappresentativi delle diverse condizioni dell'ecosistema fluviale; le classi di stato ecologico sono cinque: elevato, buono, sufficiente, scarso, cattivo.
- valutazione dello stato chimico, mediante la ricerca e quantificazione delle sostanze pericolose prioritarie indicate a livello comunitario; le classi di stato chimico sono “buono” e “non buono”.

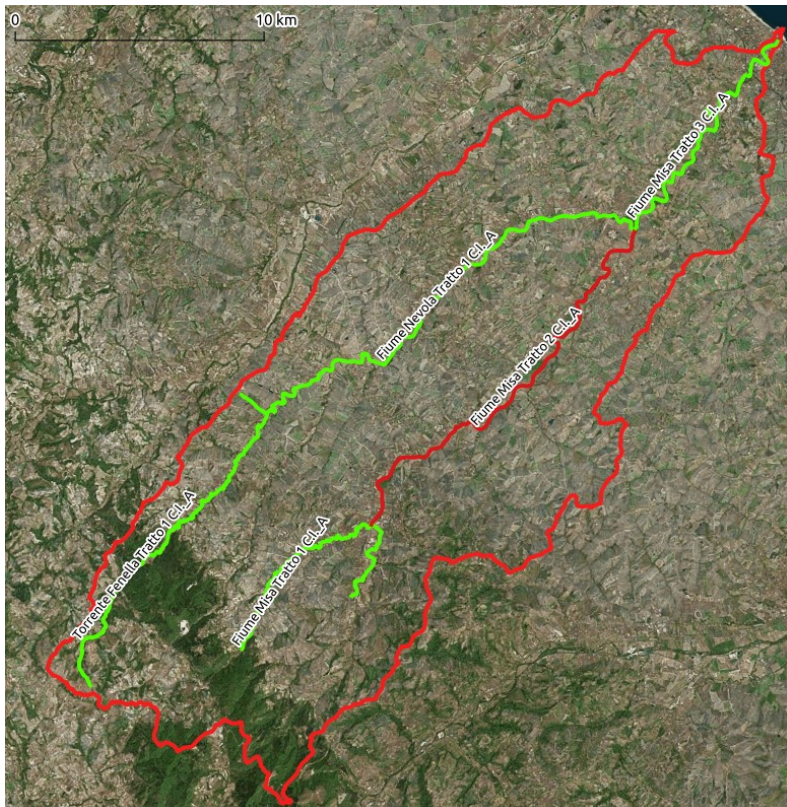
Dall'analisi complessiva dei dati di monitoraggio 2015-2020 è possibile ottenere una valutazione su base sessennale utilizzato per l'aggiornamento del Piano di Gestione della Risorsa Idrica (PGDAC) del Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale. In sintesi emerge:

- Stato Ecologico Buono nei tratti fluviali interni, che degrada a Scarso da metà corso fino alla foce
- Stato Chimico Buono tranne parte centrale del Misa (nel 2018 rilevata concentrazione di 0.2 µg/l di Mercurio - limite 0.07 µg/l)

il dettaglio può essere visualizzato sulla mappa online, mentre per i report completi prodotti da ARPA Marche si rimanda al sito web : <https://www.arpa.marche.it/fiumi-nuovo>

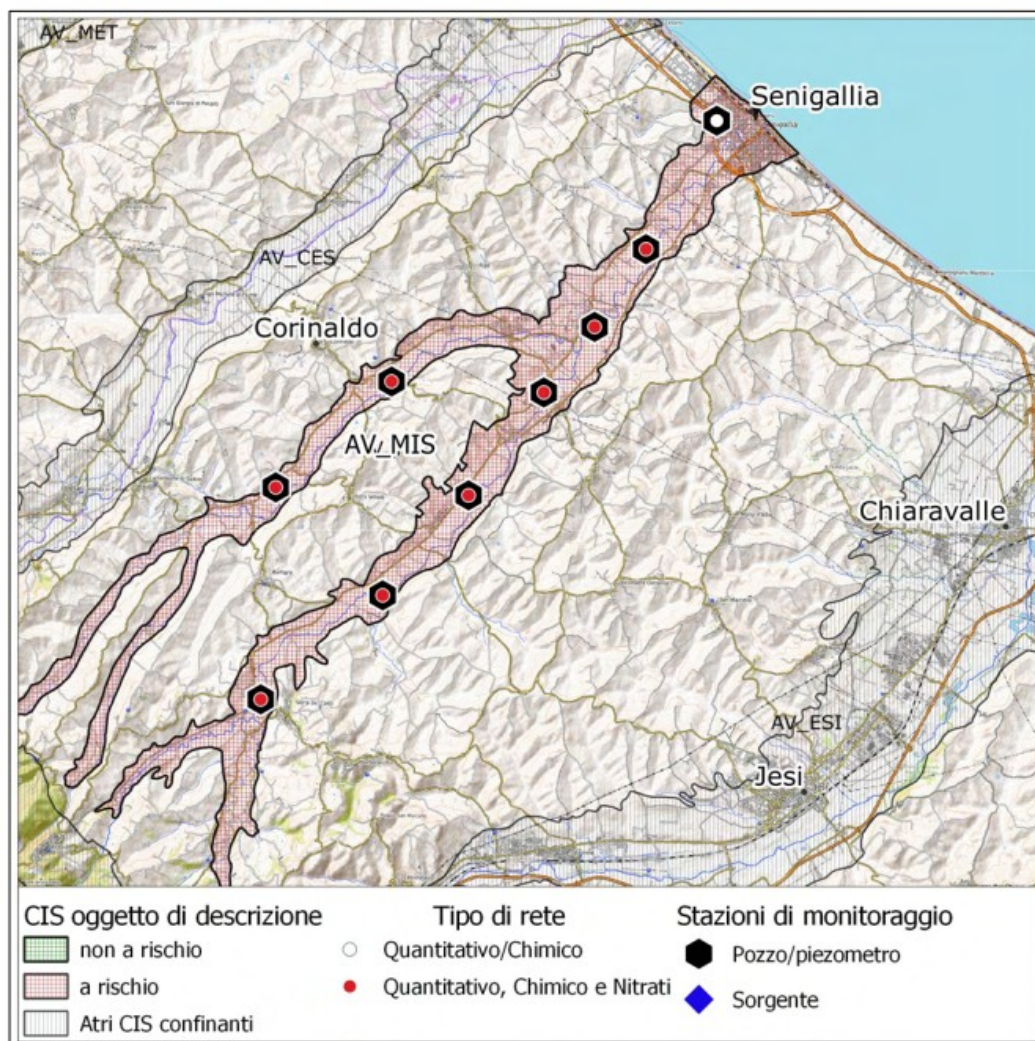


Stato ecologico acque superficiali



Stato chimico acque superficiali

Il corpo idrico sotterraneo (CIS) “Alluvioni Vallive del Fiume Misa e dei suoi tributari”, così come definito dalla DGR 2224 del 28/12/2009 della Regione Marche, è classificato come a rischio di vulnerabilità.



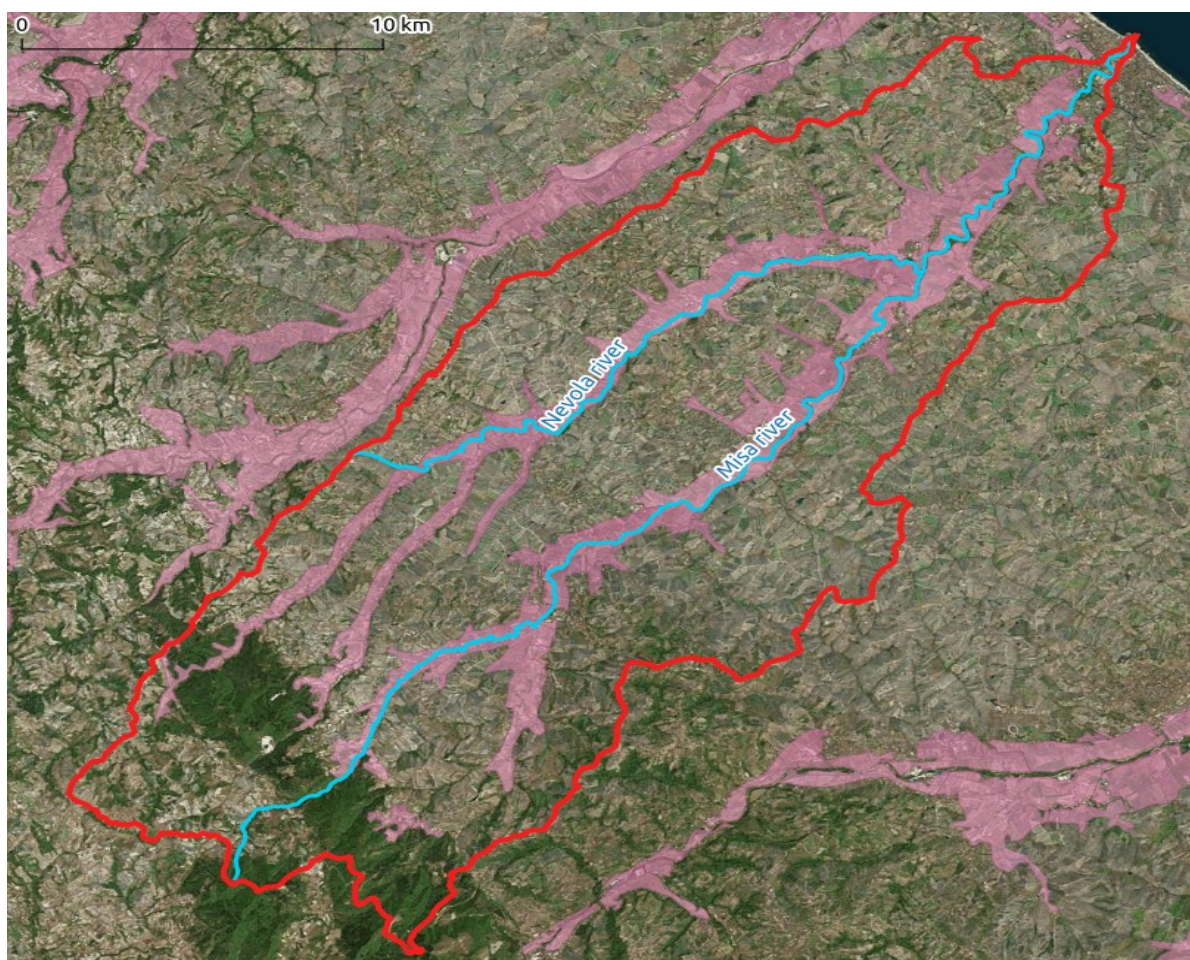
La qualità delle acque sotterranee è valutato sia a livello quantitativo che qualitativo:

- Lo stato quantitativo buono delle acque sotterranee è raggiunto quando “Il livello/portata di acque sotterranee nel corpo idrico è tale che la media annua dell’estrazione a lungo termine non esaurisca le risorse idriche sotterranee disponibili”.
- La definizione dello Stato Chimico per i corpi idrici sotterranei, porta ad una categorizzazione su base areale (o volumetrica) dei singoli corpi idrici, distinti nella classificazione di Buono e Scarso.

Nel territorio del Misa Nevola lo stato quantitativo è considerato “buono” considerando un trend stabile dei livelli di soggiacenza in 7 delle 9 stazioni di rilevamento, le restanti 2 hanno evidenziato un trend decrescente.

la falda del corpo idrico sotterraneo è valutata in cattivo stato chimico per il periodo 2015 - 2020, come già rilevato per ogni triennio 2013-2015, 2015-2017 e 2018-2020; ciò è dovuto principalmente alla presenza di nitrati di origine agricola e pesticidi.

Si evidenzia a tal proposito che una parte del bacino idrografico è classificata come area vulnerabile ai Nitrati di origine agricola, precisamente il 17,77% del bacino (pari a 67,97 kmq), così come definito dalla Regione Marche nel decreto (in fase di aggiornamento) di “Prima individuazione delle Zone Vulnerabili da Nitrati d’origine agricola”⁸, sulla base della presenza di nitrati (o loro possibile presenza) ad una concentrazione superiore a 50 mg/l (NO₃) nelle acque dolci superficiali o nelle acque dolci sotterranee.



Zone Vulnerabili da Nitrati d’origine agricola

⁸ Decreto del Dirigente del Servizio Tutela Ambientale del 10 settembre 2003, n. 10, la Regione Marche, ai sensi dell’art. 19 del D.Lgs. 152/99 e dell’allegato 7 – parte A



3.3 Rete Ecologica

La Regione Marche si è dotata di una specifica norma che istituisce la Rete ecologica REM (Legge Regionale n. 2 del 5 febbraio 2013) con l'obiettivo di favorire il rafforzamento delle connessioni ecologiche, la conservazione dei servizi ecosistemici e la tutela della biodiversità. La REM rappresenta lo strumento di analisi, interpretazione e gestione della realtà ecologica regionale, da mettere a disposizione dei vari livelli di programmazione e pianificazione del territorio, al fine di integrare concretamente le politiche di sviluppo socio-economico con la sostenibilità ambientale. La legge regionale individua gli elementi che costituiscono la REM nelle aree di valenza ecologica già esistenti e disciplinate dalla propria normativa (siti Natura 2000, aree floristiche, oasi di protezione faunistica, ecc.) e da queste attraverso l'analisi territoriale a scala locale secondo gli indirizzi della DGR. n 1288/2018 individua lo sviluppo della rete ecologica locale per gli opportuni interventi di rafforzamento, restoring, valorizzazione ambientale.

La REM identifica una struttura territoriale composta da:

- I nodi (core areas) quali aree di maggiore pregio ecologico, rappresentate in particolare dai Siti della Rete Natura 2000, dalle Aree Floristiche, dalle Oasi di Protezione Faunistica.
- Le continuità naturali (corridoi ecologici), nelle loro diverse articolazioni, rappresentano le porzioni di vegetazione naturali fisicamente contigue all'interno delle quali si può ragionevolmente supporre che le specie target si possano spostare liberamente. Sono costituite dai principali corsi d'acqua (dalla loro vegetazione ripariale e dalla vegetazione naturale ad essa collegata) e dalle stepping stone (aree puntiformi o sparse) che rappresentano tutta la vegetazione naturale non precedentemente ricompresa.
- Le Unità Ecosistemiche (UE) rappresentano l'elemento base della lettura del tessuto ecologico della REM. Le UE sono state raggruppate in Sistemi Ambientali omogenei (sistema degli insediamenti, sistema delle praterie, sistema dei corsi d'acqua, ecc...).

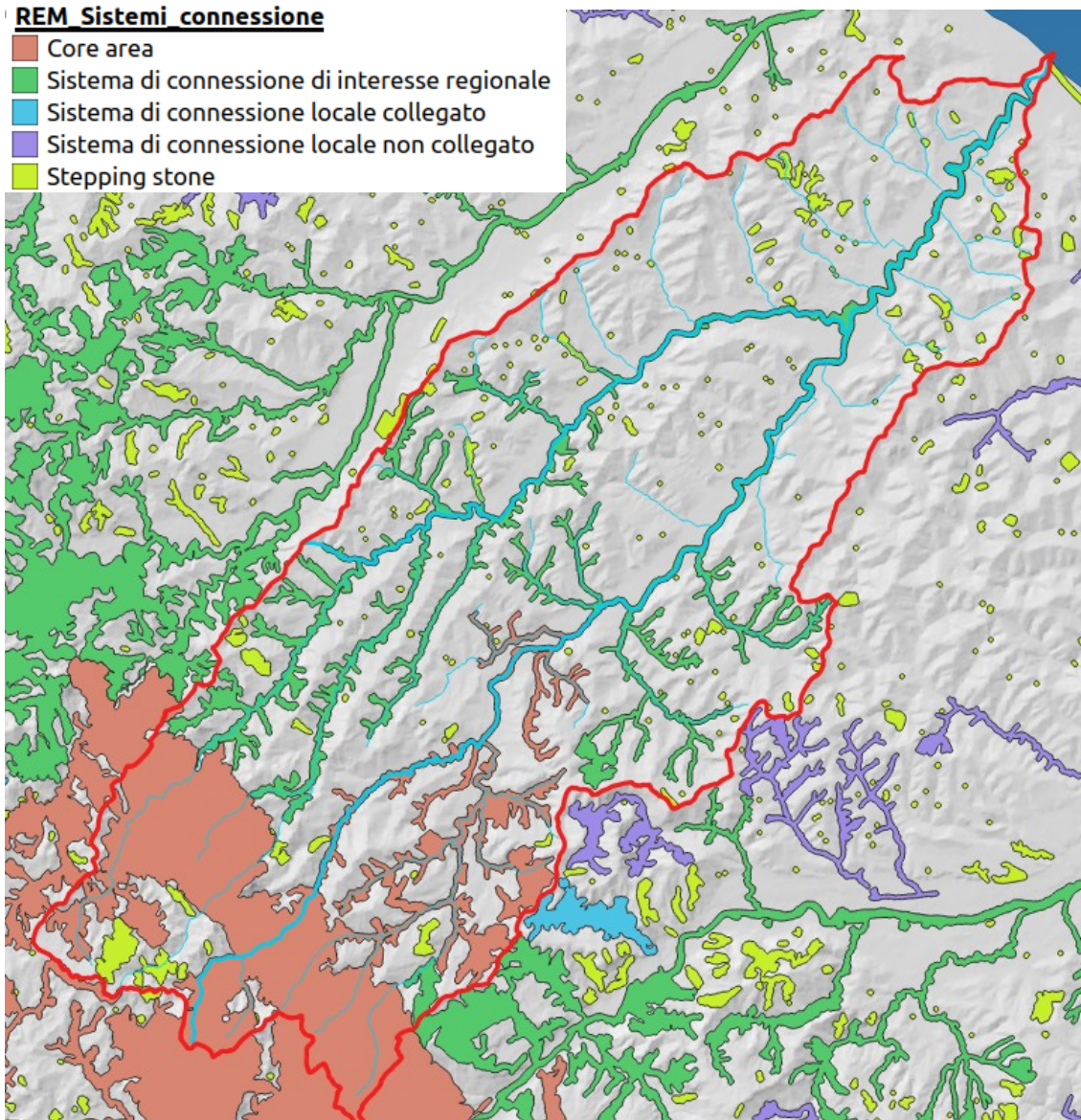
Nel territorio del CdF Misa Nevola non sono presenti aree sottoposte a specifiche normative di protezione quali Aree Natura 2000 o Aree floristiche, se non per una piccola parte del territorio di Arcevia, limitrofo al Comune di Genga, ricadente nel Parco Regionale della Gola Rossa.

Nella seguente mappa sono identificati gli elementi della struttura di connessione ecologica nel territorio del Misa Nevola, Da notare come i fiumi Misa e Nevola e i principali affluenti sono da considerarsi elementi di connessione, che dovranno essere recepiti negli strumenti Urbanistici locali al fine di favorire l'attuazione della Rete Ecologica alle diverse scale del disegno urbano e territoriale.



REM Sistemi connessione

- Core area
- Sistema di connessione di interesse regionale
- Sistema di connessione locale collegato
- Sistema di connessione locale non collegato
- Stepping stone



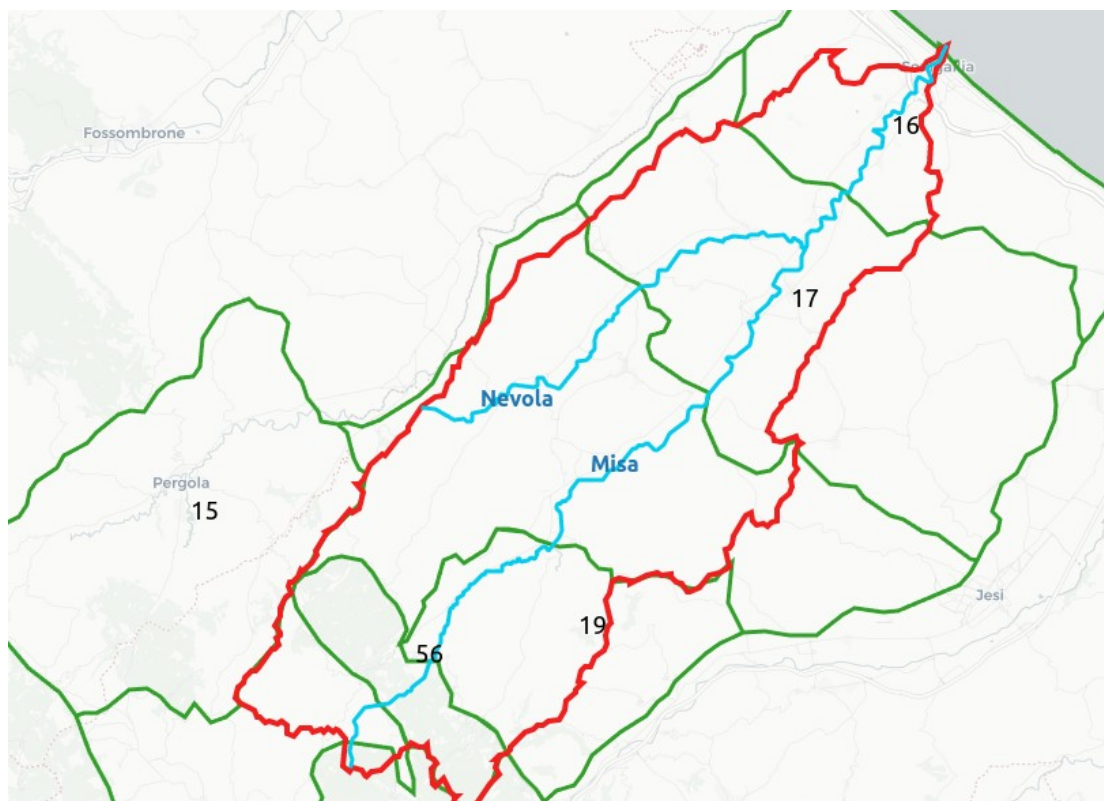
Sistemi di connessione della REM

Tali elementi sono riportati nella mappa online, al fine di consentire una loro più precisa identificazione.

La REM individua inoltre le Unità Ecologico Funzionali (UEF), integrando le informazioni di carattere vegetazionale, faunistico ed antropico in una visione sintetica del sistema ambientale che permette di caratterizzare il tessuto ecologico nelle sue differenti articolazioni strutturali e funzionali.

Questo approccio, che per gli aspetti biologici è analogo a quello della Convenzione Europea del Paesaggio, permette alla REM di essere un interlocutore per gli strumenti di pianificazione paesaggistica e territoriale.

Le UEF che insistono nel territorio del CdF sono riportate nella seguente tabella e mappa.



UEF: Unità Ecologiche Funzionali

UEF	Nome	Sistema	Tessuto
16	Colline costiere di Senigallia	Misa	Matrice agricola (>5%) con scarsa presenza di vegetazione naturale (<5%).
17	Fascia basso collinare tra Cesano ed Esino	Misa	Matrice agricola (>5%) con scarsa presenza di vegetazione naturale (<5%).
18	Fascia medio collinare tra Cesano ed Esino	Connession e Dorsale - Misa	Matrice agricola (>75%) con presenza di vegetazione naturale (>5%).
19	Fascia alto collinare tra Misa ed Esino	Connession e Dorsale - Esino	Matrice agricola (>75%) con presenza di vegetazione naturale (>5%).



UEF	Nome	Sistema	Tessuto
56	Rilievi di Arcevia	Dorsale	Matrice naturale (>75 %) con presenza scarsa o nulla di praterie (<10%) presenza di superfici coltivate (>5%)
61	Sinclinale Sassoferato - Fabriano	Connession e tra dorsali	Matrice agricola (>50%) con presenza significativa di vegetazione naturale (>20%).
15	Colline di Pergola	Connession e Dorsale - Montefeltro	Matrice agricola (>50%) con presenza significativa di vegetazione naturale (>20%).
57	Gole della Rossa e di Frasassi	Dorsale	Matrice naturale (>75 %) con presenza di praterie (>10%) e di superfici coltivate (>5%)

Ogni UEF è accompagnata da una scheda descrittiva che riassume le caratteristiche del territorio: Sistema botanico, i vincoli, il sistema insediativo-infrastrutturale, valori degli indici calcolati (Indice di Frammentazione. Sprawl ecc), caratteri del tessuto ecologico, elementi specifici (nodi e connessioni).

Le schede riportano un'analisi SWOT, ed una sintesi degli obiettivi gestionali, di cui si riporta come esempio quella della UEF 17 "Fascia basso collinare tra Cesano ed Esino". Ulteriori informazioni associate ad ogni UEF sono disponibili nella mappa online

Obiettivi gestionali

L'UEF è caratterizzata da una scarsa presenza di elementi naturali concentrati quasi esclusivamente lungo il reticolo idrografico. Questo porta ad una bassissima connettività in senso nord – sud mentre in direzione est – ovest l'unico elemento significativo è il Sistema di interesse regionale "Bacino del Misa".

L'obiettivo generale è quello di ridurre la frammentazione, migliorando il tessuto ecologico dell'UEF, per garantire un livello minimo di continuità ecologica sia tra le UEF "Fondovalle del Cesano" e "Fondovalle dell'Esino" che tra le UEF "Fascia medio collinare tra Cesano ed Esino" e "Colline costiere di Senigallia". A questo scopo possono essere indicati i seguenti obiettivi minimi:

Nodi e connessioni:

Rafforzare il Sistema di connessione di interesse regionale "Bacino del Misa".

Ricucire i collegamenti ecologici interni all'UEF in particolare riconnettendo al Sistema di interesse regionale "Bacino del Misa" con il Sistema di connessione di interesse locale "Fosso Triponzio" attraverso il sistema di stepping stones presenti tra Grottino e Bettollelle.

Tessuto ecologico:

Riqualificazione del sistema ambientale degli agroecosistemi in particolare per favorire la presenza dell'averla piccola e dell'ortolano e, attraverso l'incremento degli elementi lineari naturali (siepi e filari), migliorare la sua permeabilità ecologica.

Potenziamento del sistema ambientale forestale in particolare nelle aree di fondovalle.



3.4 Erosività dei suoli

Uno degli elementi di vulnerabilità del territorio del Bacino è associato all'erosione dei suoli nei territori agricoli e collinari a causa delle precipitazioni, in particolare quelle intense, fenomeno sempre più atteso anche come conseguenza del cambiamento climatico.

Per poter valutare preliminarmente a scala di bacino la vulnerabilità del rischio di erosione dei suoli si propone l'applicazione del metodo RUSLE 2015 (Revised Universal Soil Loss Equation)⁹. In particolare sono stati utilizzati i dati raster a scala europea disponibili nel dataset dall'European Soil Data Center (ESDAC) del Joint Research Center¹⁰, relativi all'aggiornamento della Mappa RUSLE 2015 che "fotografa" lo stato di erosività dei suoli al 2010. L'approccio del metodo prevede che l'erosione dei suoli dipende da diversi fattori: la capacità erosiva della pioggia (energia cinetica d'impatto), dalle caratteristiche idrologiche dei suoli (capacità di accettazione delle piogge, limiti di run-off), morfometria (zone di scorrimento, zone di deposizione, acclività), copertura dello strato pedologico (tipo di vegetazione presente) e sistemi di gestione agricola e di regimazione delle acque (pratiche agricole di controllo del fenomeno e sistemazioni idraulico agrarie). Questi fattori sono inclusi nell'equazione universale di perdita del suolo RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation), che fornisce una valutazione quantitativa espressa in tonnellate/ettaro per anno della vulnerabilità di un territorio all'erosione.

L'equazione è così definita: $E = R * K * LS * C * P$, dove:

E = Erosione del suolo, espresso tonnellate/ettaro/ anno di suolo

R = erosività delle precipitazioni; il fattore misura la capacità erosiva delle precipitazioni, in funzione dell'intensità e della tipologia di ruscellamento superficiale)

K = erodibilità del suolo; il fattore esprime la suscettibilità del suolo all'erosione sulla base della tessitura del suolo, ma sono importanti anche altri parametri, tra i quali la struttura, la presenza di materia organica e la permeabilità

LS = lunghezza e pendenza del versante; il fattore è calcolato tramite il rapporto tra la perdita di suolo in condizioni di riferimento e la situazione reale rilevata sul territorio attraverso un Modello Digitale del Terreno

C = copertura del suolo; il fattore determina la capacità dei suoli e delle colture praticate nel prevenire l'erosione (rapporto tra la perdita di suolo attesa con una specifica coltura ed una coltura di riferimento)

P = pratiche di controllo dell'erosione; il fattore evidenzia gli effetti dell'attuazione di pratiche di controllo dell'erosione (confini aziendali, solchi, margini verdi e gradoni di

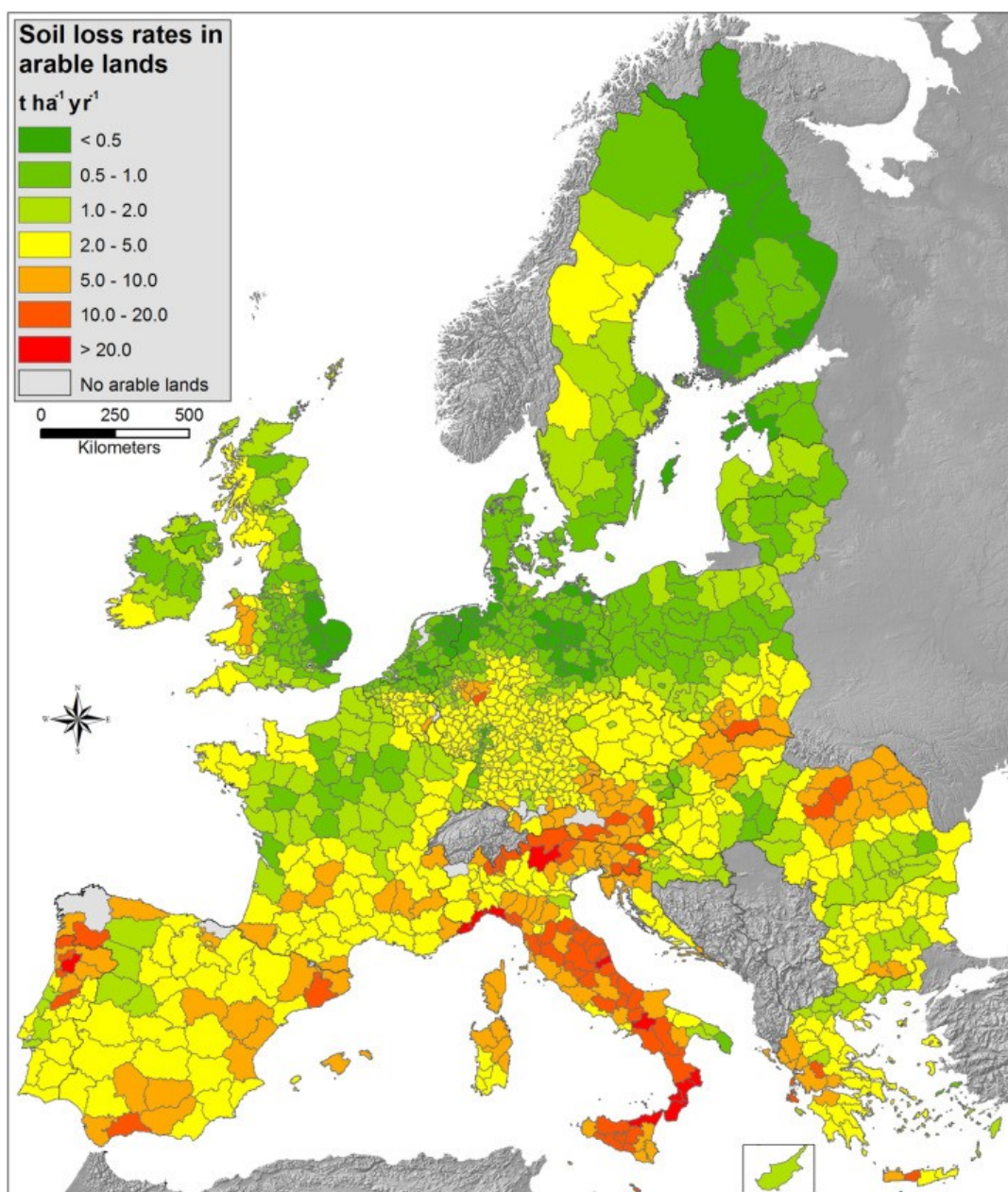
⁹ European Soil Data Centre (ESDAC), esdac.jrc.ec.europa.eu, European Commission, Joint Research Centre

¹⁰ Panagos, P., Borrelli, P., Poesen, J., Ballabio, C., Lugato, E., Meusburger, K., ... & Alewell, C. (2015). The new assessment of soil loss by water erosion in Europe. *Environmental Science & Policy*



contenimento), realizzati al fine di ridurre l'intensità del ruscellamento superficiale. Esso è calcolato come rapporto tra la perdita di suolo che si verifica con una pratica agricola caratterizzata da filari lineari lungo la pendenza e la perdita di suolo che si verifica con altre pratiche.

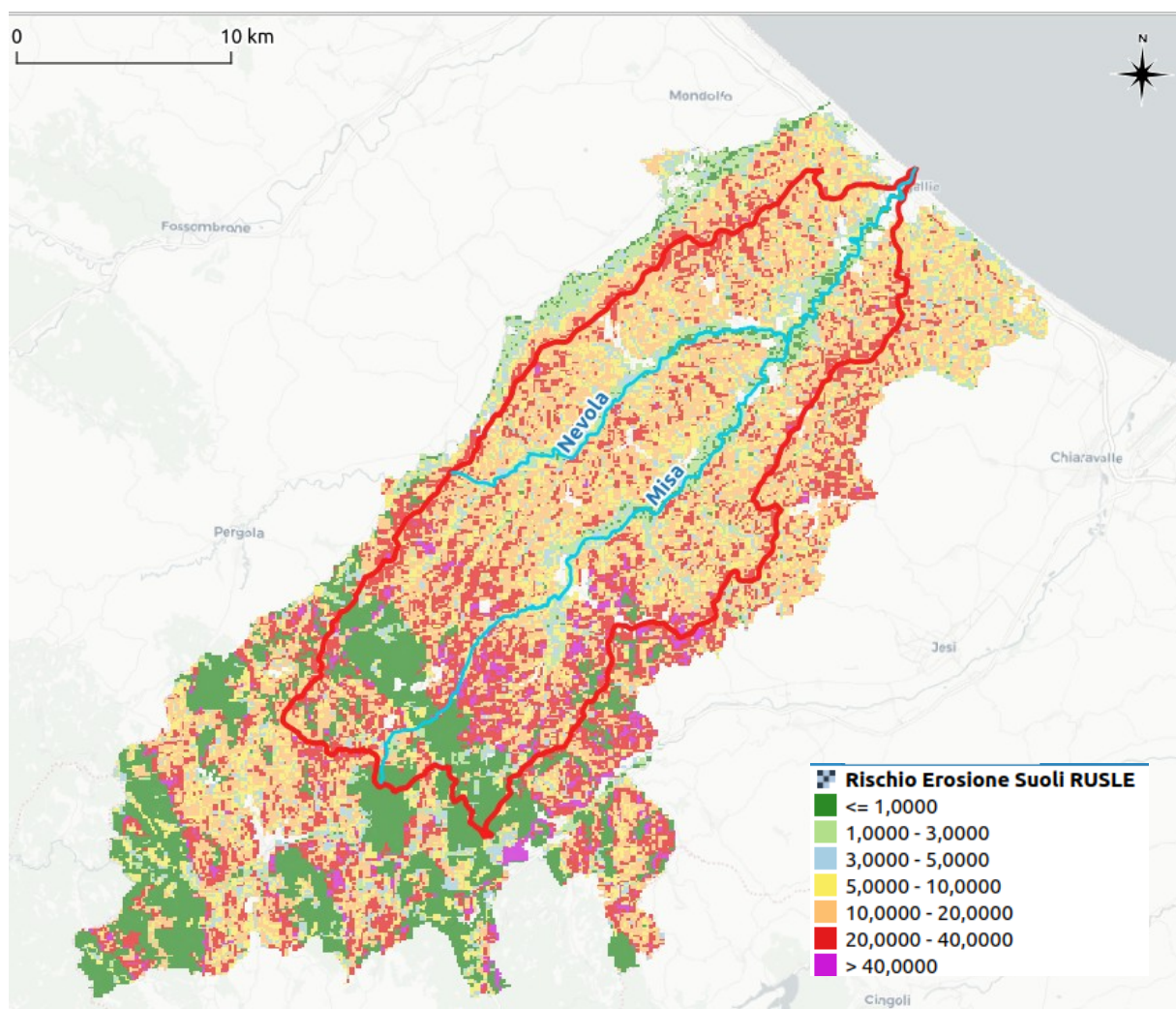
L'analisi RUSLE 2015 a livello europeo evidenzia come i tassi più elevati si riscontrano nell'area mediterranea, e l'Italia sia il paese in UE con maggior tasso di erosione, pari a 5.27 T/ha/anno (come media dei suoli agricoli e non); in tale contesto la Regione Marche mostra un elevato tasso di erosione suolo, specialmente considerando solo i suoli agricoli come evidenziato nella seguente immagine.



Media tasso Erosione in EU (livello NUTS3) per i territori agricoli

Per il territorio del Bacino Misa Nevola il valore medio è pari a 12 T/ha/anno, in linea con il territorio marchigiano ma che indica una propensione ai fenomeni di erosione superficiale, quindi perdita di fertilità e biodiversità del suolo, con ricadute anche economiche per le attività agricole.

Sono inoltre collegati fenomeni indiretti come l'aumento di infiltrazione nel sottosuolo di inquinanti, ma anche maggior trasporto solido a causa dei dilavamenti che possono interferire con le infrastrutture.





4. Rischio alluvioni

Il bacino del Fiume Misa è stato storicamente interessato da numerosi eventi alluvionali di varia entità. Nel corso del XX secolo gli episodi più significativi si sono verificati nel novembre 1940, settembre 1955, agosto 1976, maggio 2014, e per ultimo settembre 2022.

L'evento del 2014 - considerato il più rilevante fino all'ultimo di settembre 2022, portò all'adozione nel 2016 all'adozione del "assetto di progetto del bacino idrografico della media e bassa valle del Fiume Misa" (Delibera dell'ex Autorità di Bacino regionale n. 67 del 25/03/2016), che rappresentava "lo strumento" per la definizione delle linee di intervento in riferimento alla mitigazione del rischio idraulico, tramite l'individuazione a scala di bacino o sub bacino, degli interventi strutturali volti alla riduzione della pericolosità idraulica del rischio idraulico.

Sempre a seguito degli eventi del 2014 per il Bacino del Fiume Misa, nel 2016 è stata definita una nuova perimetrazione e classificazione PAI delle aree a rischio molto elevato di esondazione (R4) del Fiume Misa, siglate E-09-0003, E-09-0004, E-09-0005, E-09-0006 ed E-09-0007.

Con il passaggio delle competenze di pianificazione e gestione del rischio alluvioni per tutti i bacini delle Marche all'Autorità di Bacino del Distretto dell'Appennino Centrale, a dicembre 2021 è stato adottato l'aggiornamento per il secondo ciclo di pianificazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni periodo 2022 - 2027.

Molte informazioni ad oggi disponibili, come le mappe delle aree a Rischio Alluvioni, "fotografano" uno stato pre - alluvione settembre 2022, che ha segnato un momento di profonda riflessione sulla conoscenza acquisita e gli strumenti messi in campo per la prevenzione e gestione delle alluvioni.

Nel momento attuale di redazione del presente documento sono stati avvisati degli approfondimenti, tra cui a seguito dell'Ordinanza della Protezione Civile di ottobre 2022¹¹ alcune convenzioni con istituti di ricerca finalizzati al potenziamento del sistema di

¹¹ Ocdpc n. 935 del 14 ottobre 2022 "Ulteriori interventi urgenti di protezione civile in conseguenza degli eccezionali eventi meteorologici verificatisi a partire dal giorno 15 settembre 2022 in parte del territorio delle Province di Ancona e Pesaro-Urbino", art.1 (Potenziamento del sistema di monitoraggio ed allertamento e attività di analisi dei fabbisogni per la riduzione del rischio

- a) dello studio e potenziamento degli strumenti e delle procedure, anche speditive e sperimentali, volte a incrementare la capacità di monitoraggio ed allertamento nei territori maggiormente colpiti dal contesto emergenziale in rassegna, estendendo tali sperimentazioni anche ad altre aree del territorio regionale aventi analoghe caratteristiche ai fini della più esaustiva valutazione dei relativi risultati;
- b) dello sviluppo, anche in forma progressiva, di uno studio finalizzato all'aggiornamento dei vigenti strumenti di programmazione degli interventi sul bacino del fiume Misa, anche ai fini della ricognizione dei fabbisogni e dell'eventuale avvio della progettazione correlata agli interventi più urgenti di riduzione del rischio residuo e di ripristino delle strutture e delle infrastrutture danneggiate, alla luce dell'evento occorso.





monitoraggio ed allertamento e attività di analisi dei fabbisogni per la riduzione del rischio.

In particolare per quanto riguarda la mappatura delle aree a rischio esondazione, riportate anche nella mappa online, è da intendersi come informazione suscettibile ad aggiornamenti futuri

4.1 PGRAAC Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

Il Piano di gestione del Rischio Alluvioni (PGRAAC)¹² è redatto in forza della direttiva 2007/60 recepita nell'ordinamento italiano dal D. lgs. n. 49/2010. Attualmente il Distretto è suddiviso in diversi bacini che costituiscono le UoM (unit of Management), di cui la ITR111 Regionale Marche.

Il Piano di gestione individua degli obiettivi volti a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e le attività economiche. Per ciascuna area soggetta a rischio alluvione sono individuati dei programmi di misure secondo le seguenti tipologie generali:

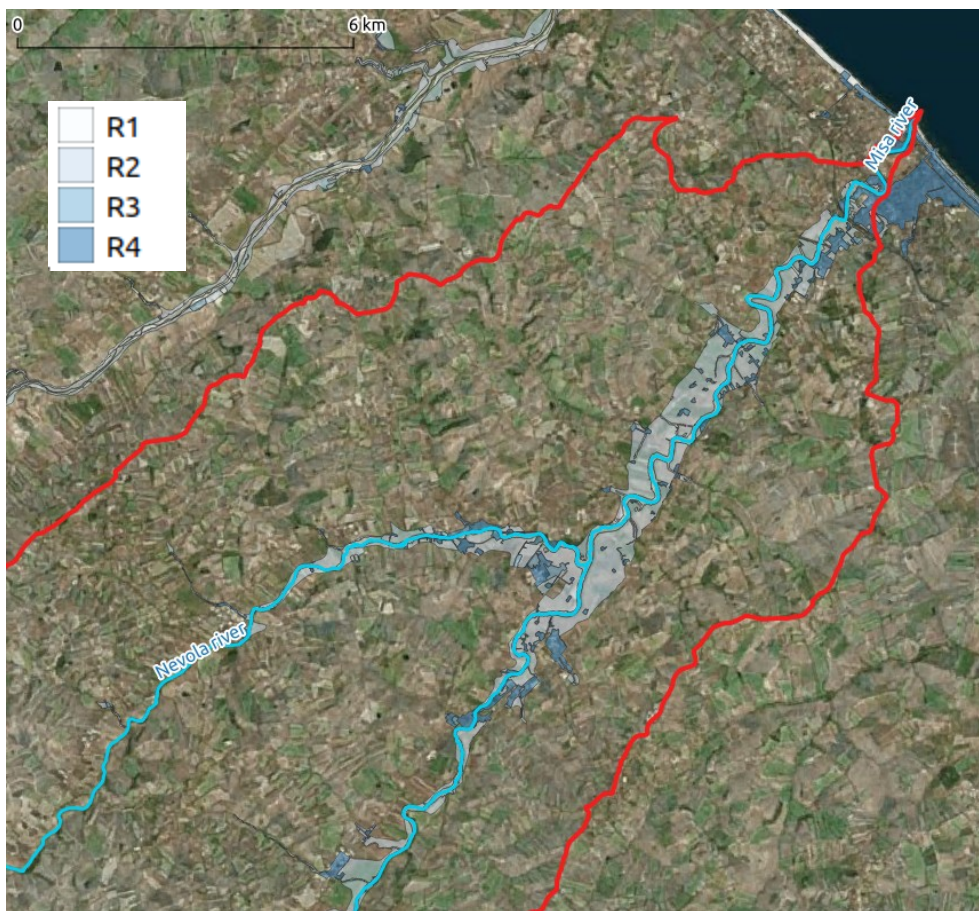
- misure di prevenzione;
- misure di protezione;
- misure di preparazione agli eventi.

L'attuale programma delle misure ha previsto una revisione di quello predisposto con il primo ciclo PGRA con particolare riferimento al nuovo quadro della pericolosità e del rischio emerso dalla valutazione preliminare e dalle nuove Mappe di pericolosità e rischio approvate nel dicembre 2019. In particolare per ITR111 - Regionale Marche sono intervenute modifiche derivanti da aree interessate dai principali eventi esondativi che si sono verificati nella UoM dopo il 2005 (in particolare fiume Misa e torrente Nevola, nel 2014) in modo tale da determinare un incremento della aree complessivamente inondabili nella UoM (Aggiornamento PAI 2016).

Le aree mappate a rischio alluvione, con relativa classificazione del rischio (R1 moderato, R2 medio, R3 elevato, R4 molto elevato) sono visionabili nella mappa online, di cui si propone di seguito due immagini

¹² <https://www.autoritadistrettoac.it/pianificazione/pianificazione-distrettuale/pgraac>





Mappatura aree a rischio alluvione



Il PGRAAC (II° ciclo) ha introdotto delle misure di salvaguardia aggiuntive al PAI Vigente (con efficacia da marzo 2020¹³) che si applicano alle aree perimetrare nelle mappe di pericolosità del PGRA ma non perimetrare dal PAI Vigente.

Per il territorio di interesse corrispondono sostanzialmente alle aree esposte a pericolosità e rischio di alluvioni marine come introdotte con il Piano GIZC delle Marche.

Riguardo le misure del PGRAAC per la Regione Marche, oltre misure di carattere generale quali approfondimenti del quadro conoscitivo della pericolosità idraulica (idrologia e idraulica) alla scala dell'intero bacino dei principali corsi d'acqua, aggiornamento del catasto delle opere idrauliche sono inserite anche misure di promozione di politiche per la facilitazione dell'attuazione dei CONTRATTI DI FIUME nonché di attuazione degli interventi e delle azioni previste nei Programmi di Azione dei Contratti di Fiume, purché coerenti con i Piani di gestione.

Per il Fiume Misa sono previste specifiche misure del PGRAAC quali:

- Manutenzione o ripristino delle opere di difesa compresi gli apparati che ne garantiscono il funzionamento; delle reti e degli impianti di bonifica
- Manutenzione straordinaria biennale in aree PAI a rischio R3 e R4, volte al ripristino dell'efficienza idraulica mediante manutenzione e adeguamento sezioni di deflusso, pulizia alveo, taglio selettivo vegetazione
- Adeguamento di argini, attraverso la verifica, manutenzione e potenziamento di alcuni tratti, nonché rialzo muri di sponda all'interno del centro abitato di Senigallia
- Realizzazione e manutenzione di difese spondali in tratti localizzati lungo il Misa e nel litorale Misa - Cesano, litorale tra Misa e Fosso Rubiano

Il quadro potrà essere suscettibile di aggiornamenti sulla base delle risultanze degli approfondimenti post evento settembre 2022.

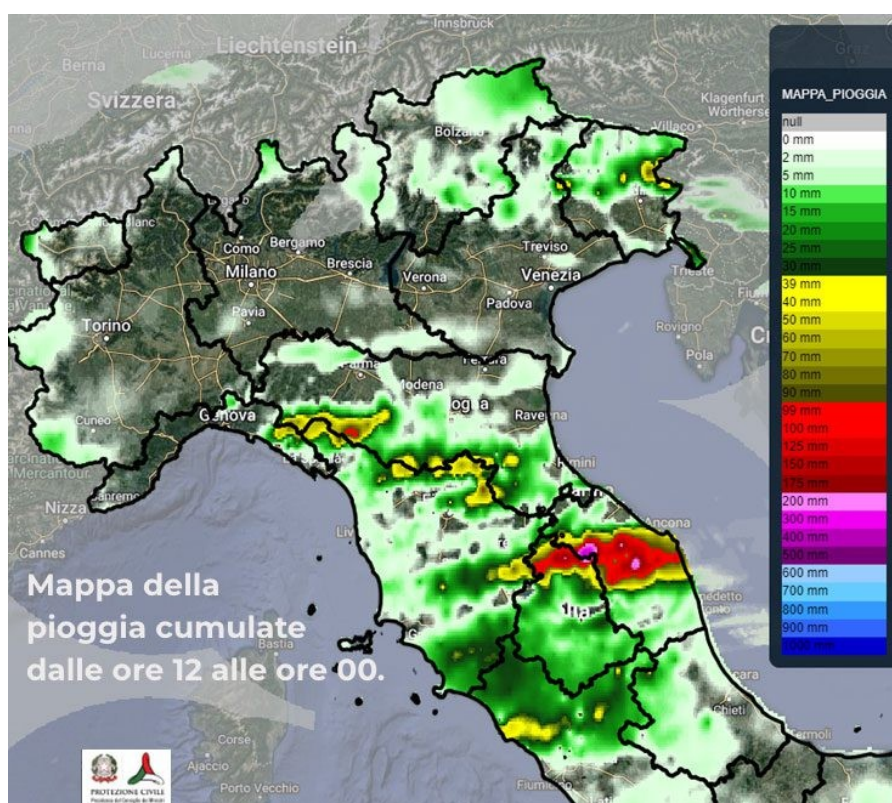
¹³ <https://www.autoritadistrettoac.it/pianificazione/bacino-idrografico/pai-misure-di-salvaguardia-introdotte-con-il-pgraac-ii-ciclo>



4.2 Evento alluvionale 15 settembre 2022

Il giorno 15 settembre 2022 parte del territorio delle Province di Ancona e Pesaro-Urbino è stato interessato da eventi meteorologici di eccezionale intensità che hanno determinato una grave situazione di pericolo per l'incolumità delle persone, causando vittime (12 accertate), l'allagamento e l'isolamento di diverse località e l'evacuazione di numerose famiglie dalle loro abitazioni.

L'eccezionalità dell'evento è riconducibile, per quanto riguarda le abbondanti precipitazioni durate oltre sei ore, alla formazione di una struttura "autorigenerante"¹⁴, ovvero un fenomeno temporalesco che si autoalimenta a causa dello scontro tra due masse d'aria con caratteristiche differenti, una caldo-umida, ricca di vapore acqueo, l'altra più fresca e secca, la cui convergenza mantiene attiva la corrente ascendente, ovvero la convezione. Aspetto particolare è la "stazionarietà" della cella temporalesca che persiste nella stessa area per ore.



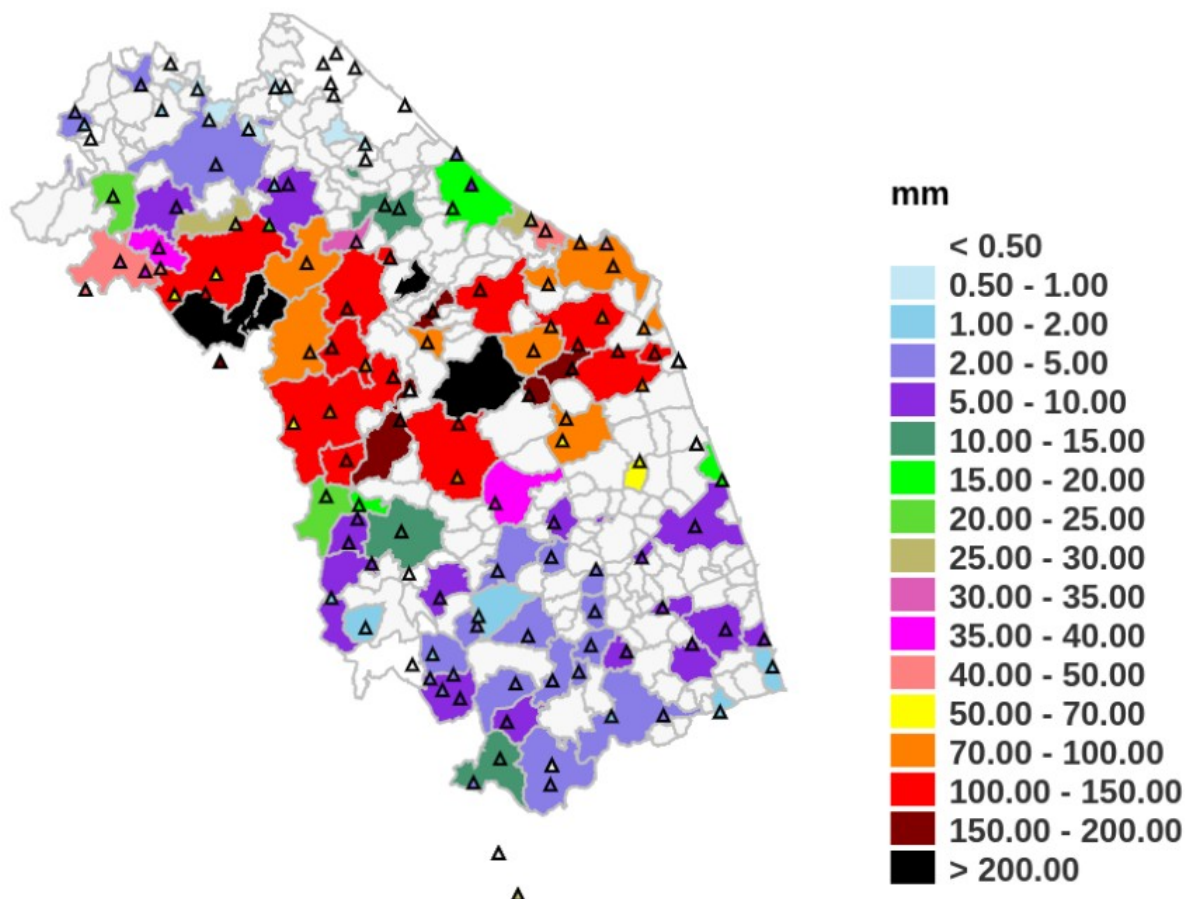
Dal rapporto ¹⁵ pubblicato dalla Protezione Civile Regionale relativo all'alluvione che ha colpito le Marche tra il 15 e il 16 settembre emerge l'eccezionalità delle caratteristiche

¹⁴ <https://www.cimafoundation.org/news/marche-il-punto-di-vista-scientifico/>

¹⁵ https://www.regione.marche.it/portals/0/Protezione_Civile/Manuali%20e%20Studi/Rapporto_Evento_preliminare_20220915.pdf



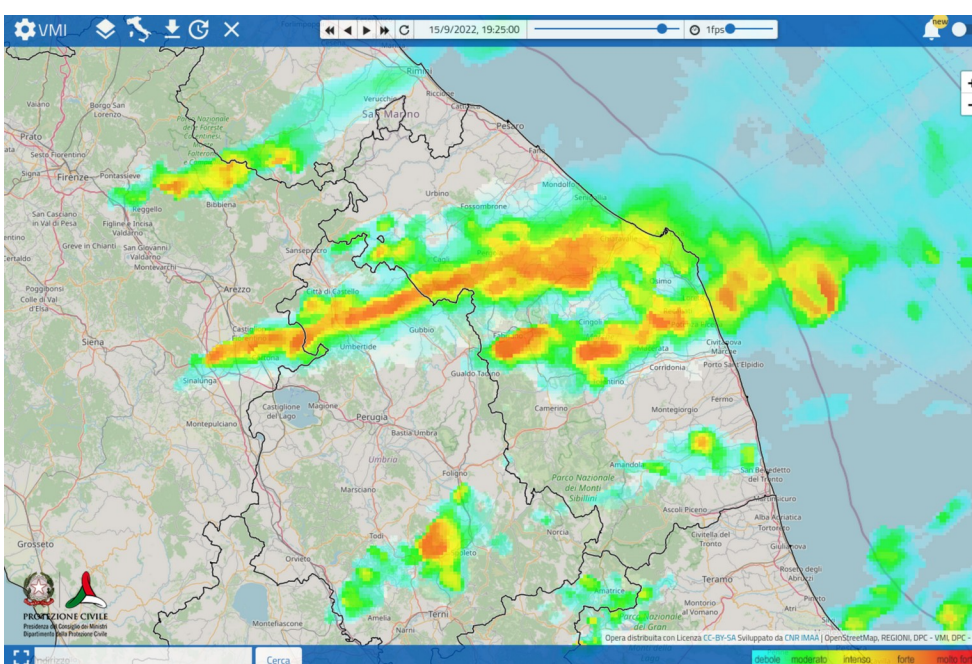
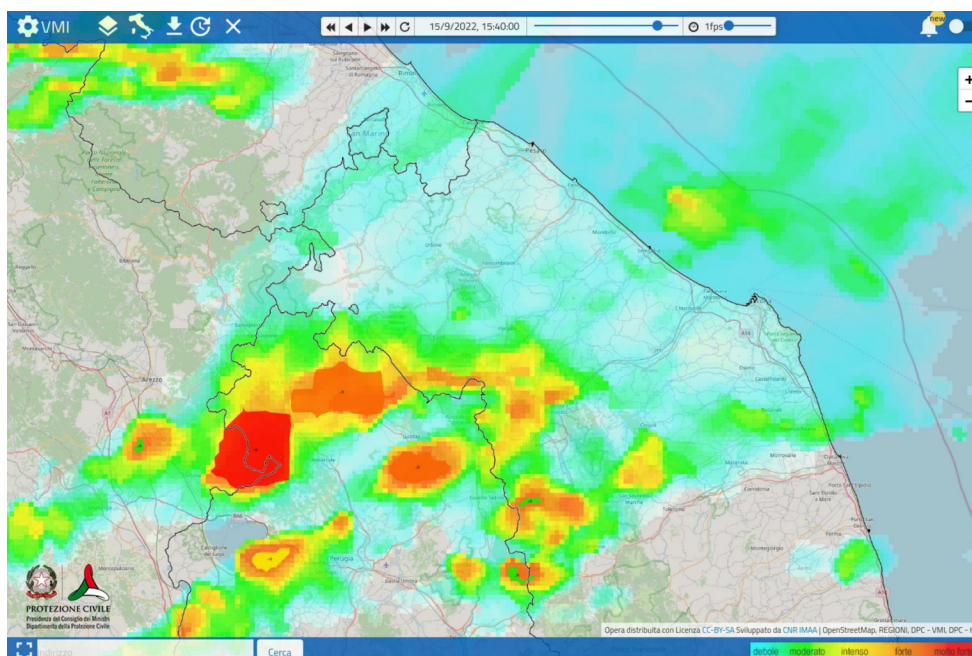
dell'evento. I tempi di ritorno delle cumulate di pioggia negli intervalli di tempo 3h e 6h hanno raggiunto valori definibili “fuori scala” rispetto alle metodologie utilizzate, sicuramente superiori a 1000 anni. Nella giornata del 15 settembre dalle ore 17 fino alle 20 si sono cumulate precipitazioni che localmente hanno superato i 400mm.



Precipitazione cumulata (mm) fra le ore 16 del 15 settembre - 01 del 16 settembre in orario La mappa rappresenta la massima cumulata di precipitazione nel territorio comunale ove è localizzato almeno un pluviometro.

Il temporale autorigenerante ha scaricato una pioggia di proporzioni eccezionali su aree localizzate della catena appenninica, in particolare sul tratto di dorsale tra il Monte Catria e il Monte Cucco. La tempesta si è poi allargata arrivando a interessare la parte medio alta del bacino del fiume Misa nella provincia di Ancona. La quantità di pioggia, corrispondente a oltre il 30% della media annua per questa zona, ha innescato numerosi fenomeni franosi, per lo più scivolamenti e colate di fango e detrito, nelle aree più a monte, e causato il rapido innalzamento dei livelli idrometrici lungo le aste fluviali più a valle, con piene improvvise ed esondazioni distruttive. I bacini maggiormente interessati sono stati quello del Metauro attraverso il suo affluente Burano che bagna Cantiano, e quello del Misa attraverso il suo affluente Nevola che attraversano l'entroterra senigalliese.

Nelle seguenti immagini tratte dall'analisi realizzata da ASSAM sull'evento¹⁶, Si osserva come la striscia dei fenomeni intensi inizi ad ovest della dorsale appenninica e come poi essa si sia allungata verso il territorio marchigiano prediligendo la provincia di Ancona



Mappe radar della precipitazione della Protezione Civile del giorno 15 settembre, sopra alle ore 15:40, sotto alle ore 19:25.

¹⁶ <http://www.meteo.marche.it/blog/post/2022/09/22/Analisi-dellintenso-maltempo-delle-giornate-15-e-17-settembre-2022.aspx>



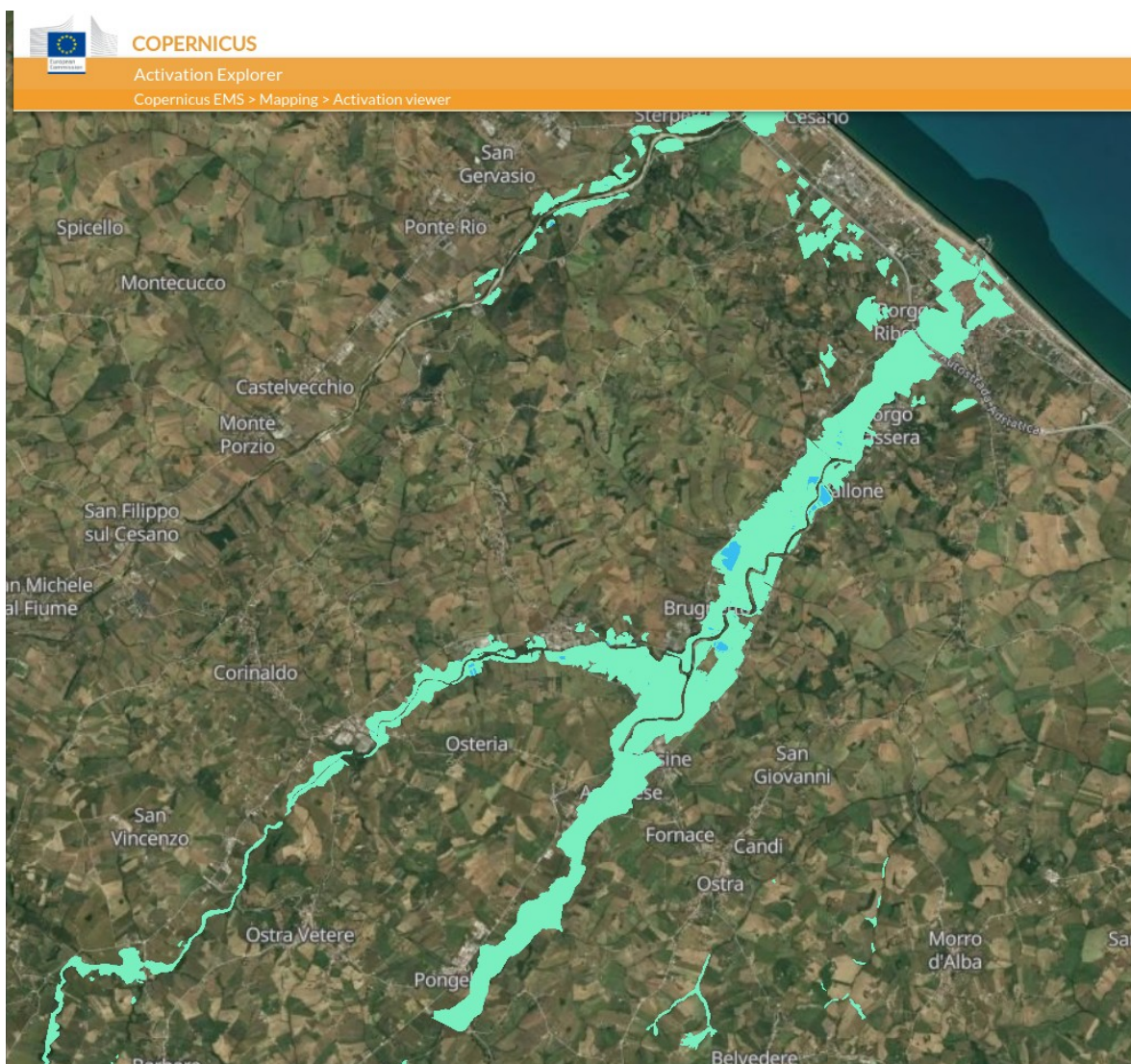
Gravissimo l’impatto sulla popolazione: hanno perso la vita 12 persone, oltre centinaia di sfollati. Ingentissimi anche i danni materiali, con distruzione di strade, ponti e infrastrutture in generale, e danneggiamenti alle attività produttive e commerciali.

Le ingenti piogge hanno innescato allagamenti e inondazioni di diversi corsi d’acqua, accompagnati da abbondante dilavamento dei terreni collinari e conseguente trasporti di materiale fangoso.

In attesa di fonti ufficiali, per comprendere l’estensione delle aree allagate, si riportano alcune informazioni prodotte da rilevamenti satellitari. La prima è fornita dal European Commission official service of COPERNICUS Emergency Management Service, che ha monitorato l’evento denominato “EMSR634 - Flood in Marche and Umbria Regions, Italy”¹⁷. L’area di osservazione oltre al territorio del Misa Nevola comprende i territori più interni di altri bacini, tra cui l’area lungo il Burano in particolare zona Cantiano. L’osservazione è riferita a dati acquisiti successivamente all’evento quindi sono da considerare come prima analisi. Si riportano alcuni estratti:

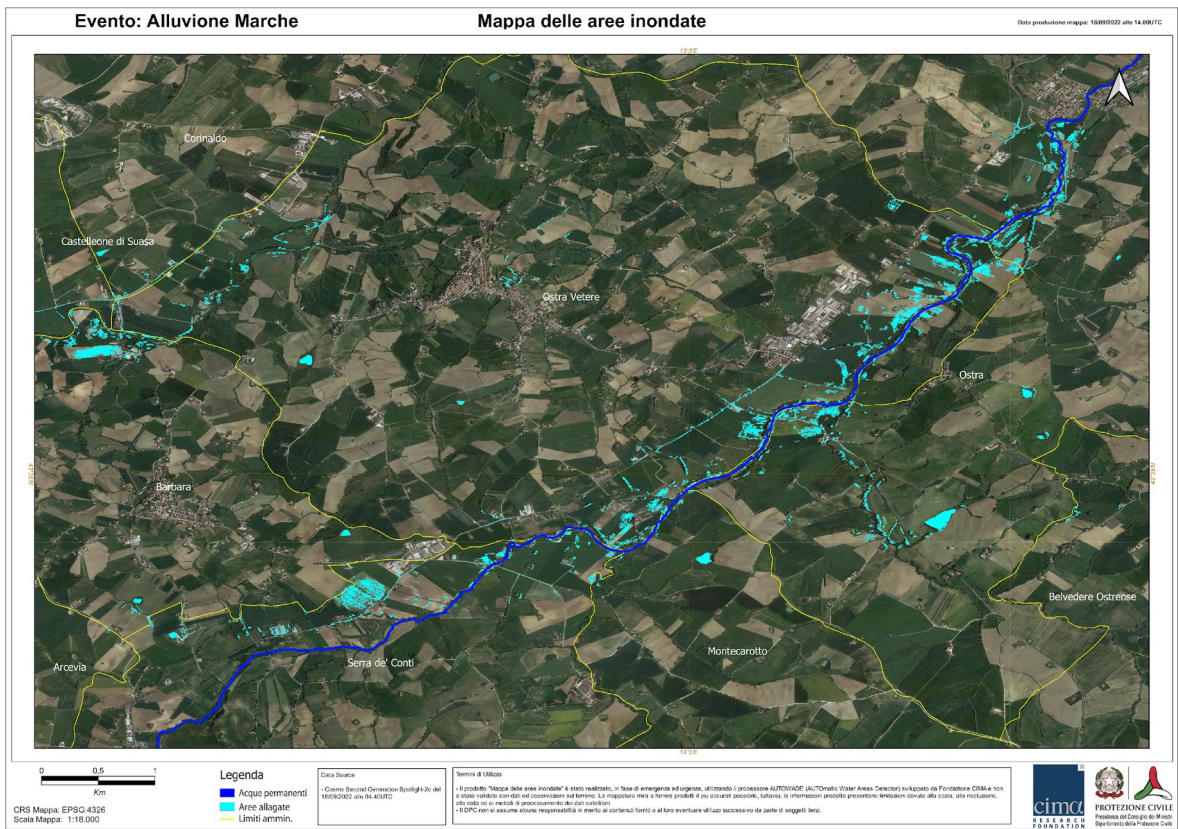
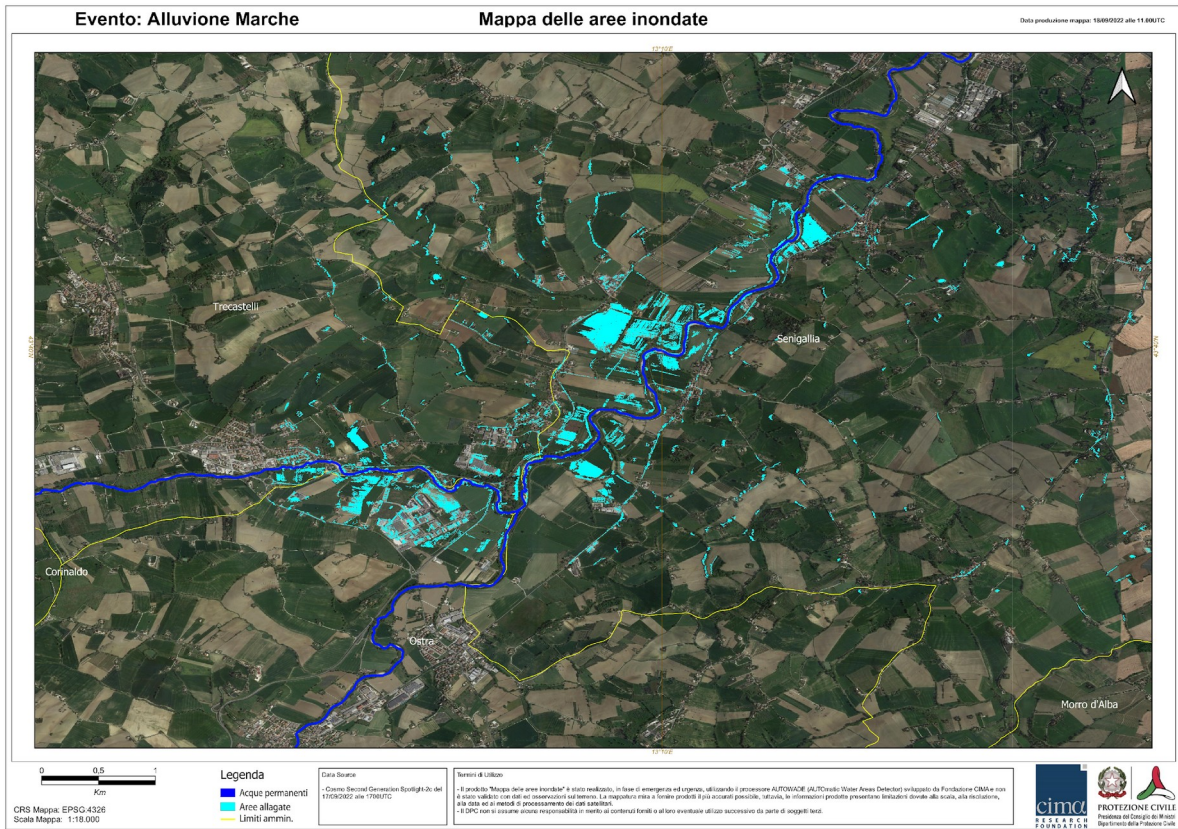


¹⁷ <https://emergency.copernicus.eu/mapping/list-of-components/EMSR634>





Anche il Dipartimento della Protezione Civile ha attivato un servizio di mappatura delle aree allagate¹⁸ estrapolate dai dati satellitari forniti dall'ASI-Agenzia Spaziale Italiana ed elaborate da Fondazione CIMA. Tali mappe, prodotte in circa 5 ore dalla disponibilità delle immagini, mostrano la situazione nella zona di interesse nelle diverse fasi delle acquisizioni. Nella seguente immagine si possono notare gli effetti dell'esonazione del fiume Misa (Le acque permanenti sono rappresentate in colore blu, mentre le aree allagate sono rappresentate in azzurro).

¹⁸ <https://www.asi.it/2022/09/alluvione-marche-limportanza-dei-dati-satellitari/>



Seguono delle immagini esemplificative dei danni provocati dall'alluvione, che ha comportato il crollo e l'inagibilità di diverse infrastrutture come ad esempio ponti, strade, nonché l'allagamento di edifici civili e produttivi, la cui stima è in corso di valutazione.

<p>Foto aerea post alluvione 15 settembre 2022, si noti l'estensione dell'area allagata che interessa la piana del Misa</p>	
<p>Ponte su cui era ubicato l'idrometro di Corinaldo sul fiume Nevola, portato via dalla piena del 15 settembre.</p>	

Vallone,
 frazione della
 città



Operatori della
 Protezione
 civile impegnati
 nell'assistenza
 alla popolazione





5. Cambiamento climatico

Come riportato nel Rapporto¹⁹ nazionale sugli indicatori di impatto dei cambiamenti climatici, l'area mediterranea e quella alpina rappresentano due hot-spot dei cambiamenti climatici, soggetti alle variazioni più intense e veloci, soprattutto nei regimi termopluviometrici. Gli elementi peculiari di vulnerabilità del nostro paese sono per esempio: la fragilità del territorio rispetto al rischio idrogeologico; l'elevata densità abitativa; la struttura demografica della popolazione, la vetustà delle infrastrutture che negli ultimi venti anni non sono state oggetto di investimenti e manutenzioni adeguate.

L'impatto del riscaldamento e della maggiore frequenza di eventi di caldo intenso sulla salute sono già misurabili, in particolare proprio in ambiente urbano, dove l'effetto "isola di calore" incrementa ulteriormente l'esposizione.

Uno dei settori economici che maggiormente sta risentendo delle modifiche del clima e della variabilità climatica è l'agricoltura. Sebbene la valutazione degli impatti, in particolare la loro evoluzione futura, abbia un certo margine d'incertezza, si può affermare con relativa certezza che la risorsa idrica, anche in agricoltura, sia in diminuzione, con conseguente impatto economico per la maggiore richiesta irrigua.

Particolarmente a rischio sono altresì le aree semi-aride della zona mediterranea del nostro paese, per le quali la scarsità idrica e in alcuni casi la sua non adeguata gestione, porta a situazioni di particolare fragilità. In tali aree permane alto, anzi si intensificherà, il rischio di desertificazione e di degrado del suolo, a causa dell'alternarsi di periodi di intensa siccità e di eventi meteorici estremi. Sicilia, Sardegna, Puglia, Molise, Basilicata, Marche ed Emilia-Romagna sono le zone che presentano una percentuale di territorio superiore alla media per quanto riguarda la sensibilità alla desertificazione. L'alternarsi di eventi intensi e di siccità contribuiranno al progressivo deterioramento dello strato più fertile del suolo, rendendo più intensa l'azione dei processi erosivi, di salinizzazione e di perdita di sostanza organica. Tale aspetto è emerso anche nel precedente capitolo sulla erosione del suolo.

Come emerge anche dal II° aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto idrografico dell'Appennino Centrale (PGDAC.3), a partire dagli anni '80 nel distretto idrografico dell'Appennino Centrale si sono registrate modificazioni climatiche attraverso un incremento della frequenza di situazioni siccitose, o comunque caratterizzate da un ridotto apporto pluviometrico, da incremento delle piogge di breve durata e forte intensità e da temperature elevate.

Tali situazioni di ridotta disponibilità idrica hanno comportato e comportano condizioni di magra prolungata nei corpi idrici del distretto dell'appennino centrale e nel reticolo ad

¹⁹ SNPA, 2021. Rapporto sugli indicatori di impatto dei cambiamenti climatici – Edizione 2021. Report Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) 21/2021

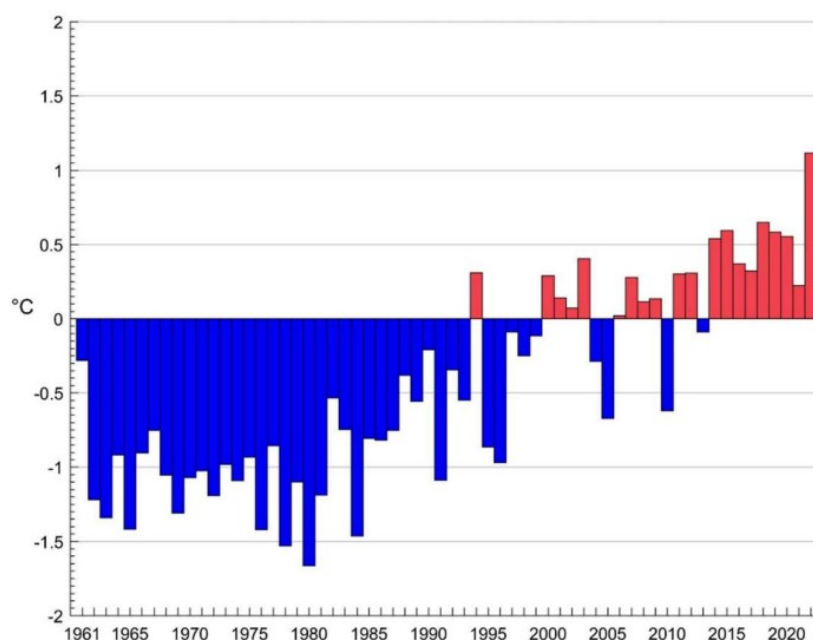


esso afferente e generano gravi fenomeni di carenza idrica, incidendo temporaneamente sullo stato di qualità dei corpi idrici ivi presenti. Tale fenomeno è ovviamente maggiore i bacini caratterizzati da un regime idrologico torrentizio.

Altro aspetto legato agli impatti attesi del cambiamento climatico sono le possibili alterazioni del regime idrologico che accentuano movimenti franosi, colate detritiche, crolli di roccia e alluvioni improvvise (flash flood). La rapidità di concentrazione e propagazione dei deflussi oltre che dai meccanismi precipitativi (intensità e distribuzione spaziale delle piogge) e dalle caratteristiche topografiche del territorio (morfologia e pendenza) è fortemente influenzata dalla impermeabilizzazione dei suoli, come osservato nei precedenti capitoli.

5.1 Osservazioni andamento climatico passato e futuro

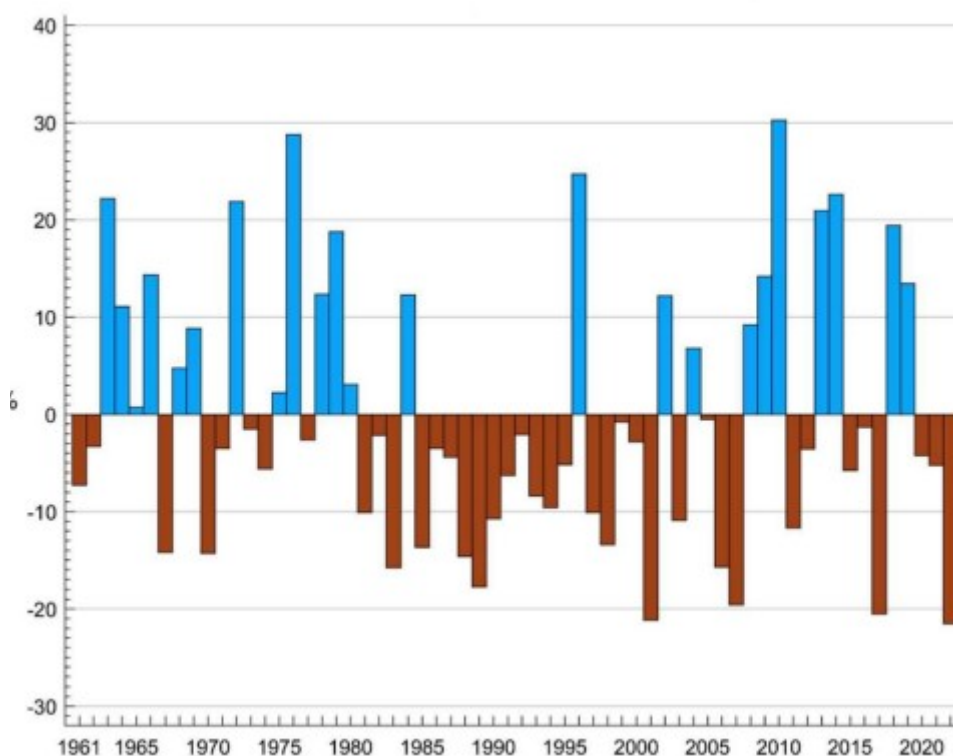
A livello nazionale²⁰, il 2022 risulta essere l'anno più caldo di tutta la serie dal 1961, con una marcata anomalia della temperatura media di $+1.12^{\circ}\text{C}$ rispetto alla media climatologica 1991-2020. Aspetto ancor più rilevante è che dal 2000 le anomalie sono state sempre positive come si può osservare nella seguente figura, ad eccezione di quattro anni (2004, 2005, 2010 e 2013). Anche l'anomalia della temperatura minima e l'anomalia della temperatura massima hanno fatto registrare il record assoluto a partire dal 1961, con valori superiori alla media climatologica rispettivamente di $+0.94^{\circ}\text{C}$ e di $+1.28^{\circ}\text{C}$.



Serie delle anomalie medie in Italia della temperatura media rispetto alla media climatologica 1991-2020

²⁰ Bollettino clima 2022 ISPRA – Sezione di Climatologia Operativa
http://www.scia.isprambiente.it/wwwrootscia/Home_new.html

Per quanto riguarda le precipitazioni, il 2022 risulta essere l'anno più secco dal 1961, con un valore di anomalia pari a -21% rispetto alla media climatologica 1991-2020. Le precipitazioni sono state inferiori alla media climatologica su gran parte del territorio nazionale, con le anomalie negative più marcate al Nord, specialmente sulla parte occidentale.



Serie delle anomalie medie in Italia, espresse in valori percentuali, della precipitazione cumulata annuale rispetto alla media climatologica 1991-2020

Riguardo al clima locale, ricorrendo ai dati disponibili dell'ASSAM²¹ in analogia al dato nazionale, la temperatura media annua per le Marche nel 2022, pari a 15°C, è stata di oltre un grado più elevata rispetto al 1991-2020, oltre che l'anno più caldo dal 1961.

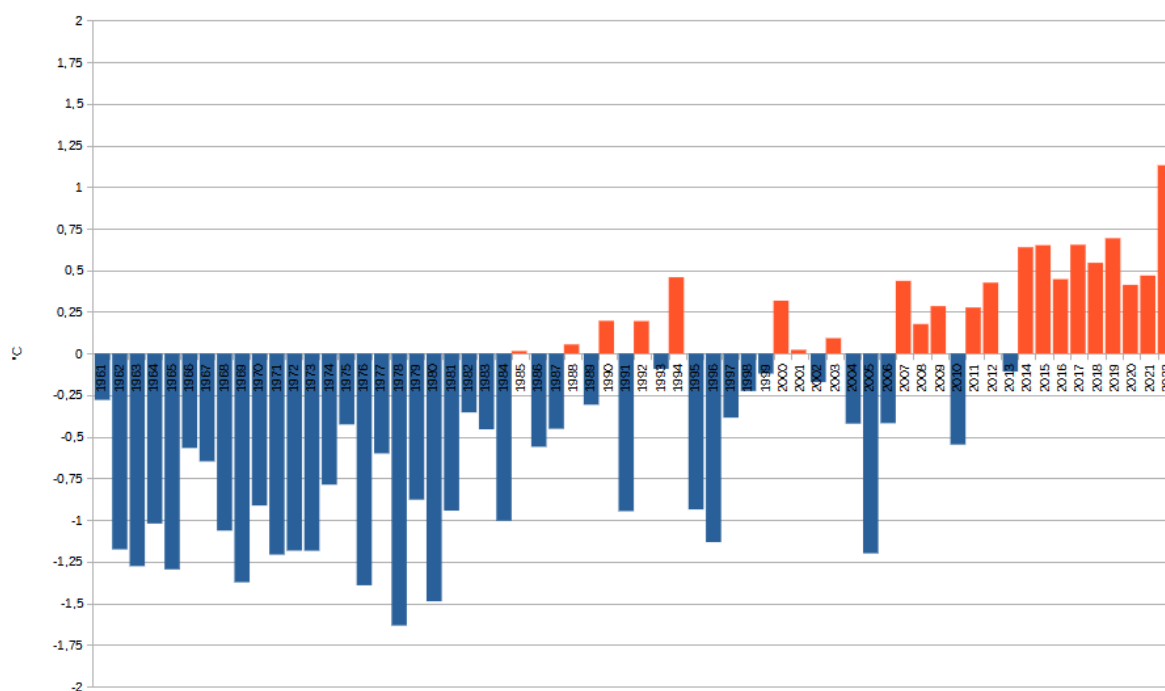
Riguardo le precipitazioni il 2022 è stato il quarto anno meno piovoso per le Marche dal 1961 e dunque inferiore alla media. Il valore medio regionale di 624 mm corrisponde a circa un quarto di ammanco rispetto ai millimetri che di solito cadono in regione in un intero anno (-26% rispetto al totale medio 1991-2020).

²¹ <http://www.meteo.marche.it/blogmeteoassam.aspx?postid=7951591c-e898-48c3-b08e-41615659dd7b>

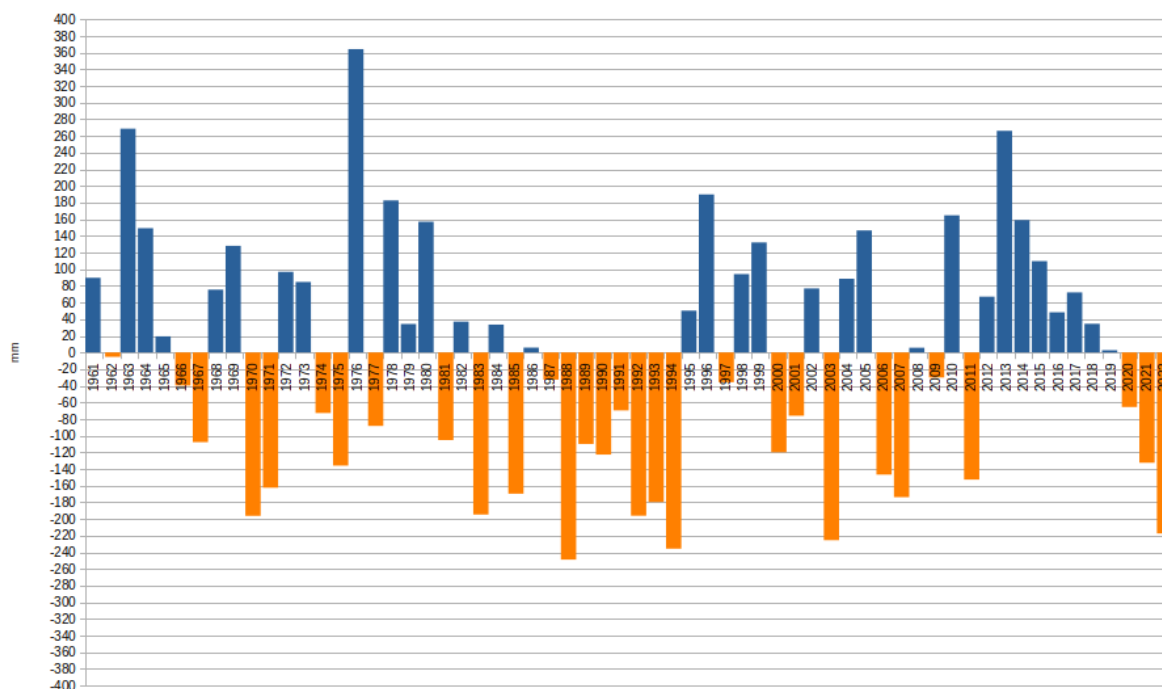


Come il 2021, anche il 2022 è stato caratterizzato da un forte deficit di precipitazioni durante la primavera e l'estate; la prima parte del 2022 è stata molto secca così come accaduto nel corso dell'anno precedente. A differenza del 2021 le piogge non hanno recuperato durante l'autunno, stagione anch'essa in deficit (-7% rispetto al 1991-2020).

L'unico mese abbondantemente più piovoso della norma è stato settembre, ma ciò è riconducibile all'evento alluvionale del giorno 15.



ASSAM - Anomalia temperatura media annua (°C) dal 1961 al 2022 nella regione Marche (la media di riferimento è calcolata sul periodo 1991-2020)



ASSAM - Anomalia precipitazione totale media annua (mm) dal 1961 al 2022 nella regione Marche (la media di riferimento è calcolata sul periodo 1991-2020)

La tendenza osservata per la Regione Marche è inoltre confermata da alcuni studi nell'ambito dei progetti europei LIFE PRIMES²² e LIFE SEC ADAPT²³, che mostrano per il periodo 1961-2016:

- **TEMPERATURE.** Una tendenza significativa di aumento delle temperature minime e massime in tutta la Regione, sia a livello stagionale sia a livello annuale; le serie analizzate indicano in prevalenza che gli aumenti della temperatura massima sono più marcati rispetto a quelli della temperatura minima.
- In generale, risulta una marcata riduzione dei giorni con gelo, delle notti e dei giorni freddi; al contrario, si osservano forti aumenti dei giorni e delle notti calde, delle notti tropicali, dei giorni estivi, della durata delle onde di calore e dei giorni molto caldi (con temperatura superiore a 30 °C).
- **PRECIPITAZIONI.** Per quanto il fenomeno sia legato alle dinamiche locali con alta variabilità annuale e stagionale, si osserva un trend negativo nella quantità di precipitazioni durante l'inverno e l'estate e positivo durante la primavera e l'autunno.

²² <http://www.lifepimes.eu/>

²³ <http://www.lifeseadapt.eu/>



Per quanto riguarda l'analisi degli estremi, ovvero gli indicatori di variazione dei fenomeni più intensi, complessivamente dagli indici di precipitazione non emergono segnali netti di variazioni significative della frequenza e dell'intensità di pioggia nel periodo considerato. Si può però osservare una tendenza all'aumento degli indici SDII (intensità di precipitazione giornaliera), specialmente durante la stagione autunnale, e CDD (numero massimo di giorni secchi consecutivi), specialmente durante la stagione estiva.

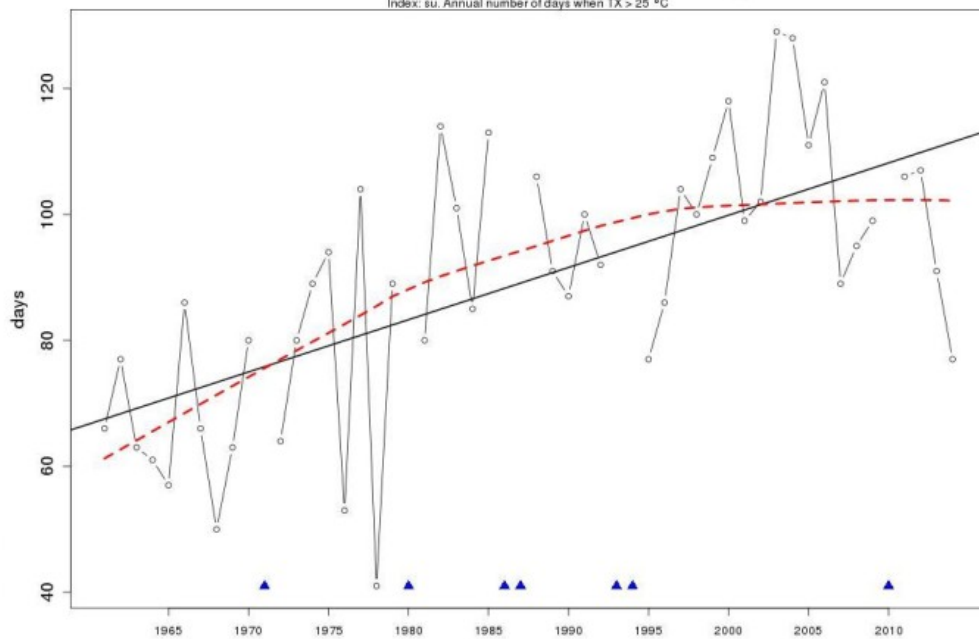
Si riporta nella pagina seguente un estratto dell'indicatore SU25 summer days, ovvero il numero di giorni in un anno in cui le temperature massime sono superiori ai 25 °C.



SU25 (Summer days)

Station: Senigallia [43.42°N, 13.13°E]

Index: su. Annual number of days when TX > 25 °C



Linear trend slope= 0.83 Slope error= 0.145 , p-value= 0

--- locally weighted scatterplot smoothing

ClimPACT2 v 1.2

Figura 5b.2 – Andamento del numero annuo giornate estive (con Tx > 25 °C).

Contrariamente ai giorni di gelo, i giorni estivi caratterizzati da Tx > di 25 °C mostrano un segnale in deciso aumento (0.8 giorni/anno), statisticamente significativo con pendenza della retta interpolante pari a 0.83 e un *p_value* approssimato a 0 (figura 5b.2). Si può notare come il più consistente incremento si sia manifestato dagli anni '80 e i picchi relativi agli anni 2003 e 2004 con un numero di giorni estivi ≈ 125.



Il rapporto sul Rischio Climatico²⁴ realizzato dalla Fondazione CMCC (Centro Euro-mediterraneo sui Cambiamenti Climatici) conferma le tendenze osservate anche per il **prossimo futuro** con orizzonte temporale 2050 - 2100. Dal rapporto emerge che si può attendere un generalizzato innalzamento della temperatura media fino a 5°C in più al 2100 rispetto a inizio secolo secondo lo scenario peggiore (RCP8.5). Per il regime delle precipitazioni esistono invece significative differenze su base geografica, ma in generale è attesa una diminuzione dei valori annuali e un aumento di intensità nei giorni più piovosi. Le variazioni nei valori estremi di temperatura e precipitazioni analizzate utilizzando appositi indici, indicano per il futuro un aumento di eventi di precipitazione intensa, un incremento dei periodi senza pioggia, un marcato aumento nella stagione estiva di giorni di caldo intenso, mediamente fino a +18 delle cosiddette *notti tropicali* (ovvero i giorni in cui la temperatura minima supera i 20°C).



²⁴ <https://www.cmcc.it/it/analisi-del-rischio-i-cambiamenti-climatici-in-italia>



Come emerge da una ricerca²⁵ sull'andamento delle precipitazioni e sui **fenomeni siccitosi** nel territorio del Distretto Idrografico dell'Appennino centrale, basato sull'analisi di serie temporali mensili di precipitazioni con almeno 30 anni di dati nel periodo 1965-2020, è emerso che gravi episodi di siccità meteorologica sono in aumento in termini di frequenza, durata e intensità negli ultimi 20 anni (tali aumenti sono più pronunciati per la costa tirrenica e la dorsale appenninica che per la costa adriatica).

L'Autorità dell'Appennino Centrale ha avviato un osservatorio permanente²⁶ che analizza periodicamente lo stato climatico e idrologico dei bacini fluviali, con un focus specifico sulla severità idrica per ogni territorio provinciale della Regione Marche; i report periodici sono consultabili nel sito.

Si riporta a titolo di esempio alcune analisi relative ad un indicatore chiave, lo Standard Precipitation Index (SPI), che consente di effettuare un monitoraggio della siccità (meteorologica, idrologica e agricola). Ognuna delle scale temporali scelte riflette l'impatto della siccità sulla disponibilità di differenti risorse d'acqua; le durate di 1-3 mesi danno informazioni sulle disponibilità idriche dei suoli ai fini delle produzioni agrarie, le durate di 6-12 mesi (ed oltre) danno informazioni sulle disponibilità idriche a livello di bacino idrologico (portate fluviali e livelli di falda) e quindi di comprendere gli effetti a lungo termine. I valori assunti dall'indice SPI descrivono i livelli di umidità/siccità come segue:

- $SP I \geq 2$: Umidità estrema
- $1.5 \leq SPI < 2$: Umidità severa
- $1 \leq SP I < 1.5$: Umidità moderata
- $-1 < SP I < 1$: nella norma
- $-1.5 < SP I \leq -1$: Siccità moderata
- $-2 < SP I \leq -1.5$: Siccità severa
- $SP I \leq -2$: Siccità estrema

Come osservabile nelle seguenti figure, l'indice SPI calcolati per il 2021 e 2022 per i vari territori del Distretto Appennino Centrale mostrano situazioni di siccità nelle Marche sia di tipo agricolo che idrologico.

²⁵ <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/joc.7487>

²⁶ <https://www.autoritadistrettoac.it/le-azioni-contratti-di-fiume/osservatorio-permanente>





AGOSTO 2021					
	SPI3	SPI6	SPI9	SPI12	SPI24
Alto Tevere	-1.60	-2.63	-0.46	-0.55	-0.86
Basso Tevere	-1.03	-1.64	+0.35	-0.01	-0.49
Marche N-S	-0.94	-2.04	-1.24	-1.28	-1.45
Abruzzo - Molise	-0.45	-1.03	-0.51	-0.77	-1.12
Costa tirrenica	-1.28	-2.06	+0.02	-0.23	-0.60
Dorsale appenninica	-0.94	-1.81	-0.30	-0.55	-1.11
Costa adriatica	-0.68	-1.53	-1.07	-1.14	-1.31

AGOSTO 2022					
	SPI3	SPI6	SPI9	SPI12	SPI24
Alto Tevere	-0.81	-1.91	-1.70	-1.93	-1.68
Basso Tevere	-0.72	-2.21	-2.39	-2.13	-1.56
Marche N-S	-1.39	-2.15	-1.81	-0.91	-1.53
Abruzzo - Molise	-0.24	-1.26	-1.28	-0.63	-0.99
Costa tirrenica	-0.79	-2.11	-2.19	-2.08	-1.64
Dorsale appenninica	-0.49	-1.91	-1.79	-1.61	-1.49
Costa adriatica	-1.01	-1.68	-1.43	-0.53	-1.18

Si conclude evidenziando come gli effetti del Cambiamento Climatico siano ormai evidenti e non solo attesi, osservando l'aumento di frequenza degli eventi estremi alternando periodi siccitosi a precipitazioni intense. Gli effetti - come osservato anche a livello locale - si manifestano da una parte con crisi idriche sempre più diffuse e significative, dall'altro dall'aumento del rischio dissesto geo-idrologico.