



COMUNE DI FANO



PRG 2023

Piano Regolatore Generale

Legge Regionale n. 34/1992

Relazione Geologica

Giugno 2023

# PEGEO REL RELAZIONE GEOLOGICA

## **Il Sindaco**

Massimo SERI

## **Assessore all'Urbanistica**

Cristian FANESI

## **Il Dirigente sett. IV Urbanistica**

Arch. Adriano GIANGOLINI

## **U.O. Pianificazione Urb./Territoriale**

Ing. Marco FERRI

Urb. Pia Maria A. MICCOLI

Arch. Ombretta PIETRELLI

Arch. Cristiano TENENTI

Arch. Michele ADELIZZI

Geom. Marino CALCATELLI



ORDINE RAFFAELE  
degli GEROMETTA  
ARCHITETTI  
PIANIFICATORI n° 1320  
PAESAGGISTI sezione A  
della provincia di  
TREVISO settore pianificazione territoriale  
PIANIFICATORE TERRITORIALE

*Gerometta Raffaele*

## GRUPPO DI LAVORO

**Progettista, Resp. Contrattuale**  
Urb. Raffaele GEROMETTA

**Coordinatore Scientifico**  
Prof. Arch. Stefano STANGHELLINI

**Coordinatore Tecnico**  
Urb. Daniele RALLO  
Arch. Antonio MUGNAI

**Coord. Operativo, SIT e Pianifi.**  
Urb. Lisa DE GASPER  
Urb. Ivan SIGNORILE

**Pianificazione Urbanistica**  
Urb. Fabio VANIN  
Urb. Fabio ROMAN  
Urb. Alberto CAGNATO  
Urb. Ivan SIGNORILE

**Esperti specialisti**  
Storia dell'arch. e dell'urbanistica  
Prof. Arch. Amerigo RESTUCCI

*Pianificazione e Valutazione Ambientale*  
Ing. Elettra LOWENTHAL  
Dott.ssa Amb. Lucia FOLTRAN

*Infrastrutture urbane e territoriali*  
Ing. Franco di BIASI

*Studi geologici*  
Dott. Geol. Leonardo MORETTI

*Aspetti Agronomici e Forestali*  
Dott. Agron. Lorenzo MINI

*Studi Idrologici e Idraulici*  
Ing. Simone GALARDINI



MATE Engineering  
Sede legale: Via San Felice, 21 - 40122 - Bologna (BO)  
Tel. +39 (051) 2912911 Fax. +39 (051) 239714

Sede operativa: Via Treviso, 18 - 31020 - San Vendemiano (TV)  
Tel. +39 (0438) 412433 Fax. +39 (0438) 429000

e-mail: [mateng@mateng.it](mailto:mateng@mateng.it)



## SOMMARIO

PREMESSA	1
1. I RIFERIMENTI NORMATIVI	1
2. GLI ELABORATI GEOLOGICI, SISMICI E IDRAULICI DEL PRG DI FANO	2
3. LA METODOLOGIA DI INDAGINE	3
4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	5
Premessa	5
5.1 Inquadramento geologico generale	5
5.1 Lineamenti stratigrafici	8
5.2 Assetto strutturale	12
6. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	14
7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	18
7.1 Generalità	18
7.1 La Carta idrogeologica del PRG	18
8. INQUADRAMENTO SISMO TETTONICO E PERICOLOSITÀ SISMICA DEL TERRITORIO	20
8.1 Generalità	20
8.2 La sismicità del territorio	22
8.3 La pericolosità sismica di base del territorio di Fano	25
9. GLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO	27
Premessa	27
9.1 Le indagini svolte	27
9.2 Sintesi dei risultati	28
10. GLI ELABORATI CARTOGRAFICI DEL PRG	30
11. LE PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICHE DEL PRG	32
12. LE PERICOLOSITÀ SISMICHE DEL PRG	33
13. LE PERICOLOSITÀ IDRAULICHE DEL PRG	35
14. FATTIBILITÀ GEOLOGICA SISMICA E IDRAULICA DELLE PREVISIONI URBANISTICHE	36
14.1 Condizioni generali di fattibilità	36
14.2 Gli elaborati di riferimento per la definizione delle fattibilità	36
CONCLUSIONI	38
IMMAGINI DEL TERRITORIO	39
ALLEGATI:	
PEGEO A1 Studio di Microzonazione Sismica livello II (estratto)	
A1.1 Relazione illustrativa (estratto)	
A1.2 Sezioni geologico - tecniche	
PEGEO A2 Disposizioni particolari per l'attuazione delle previsioni urbanistiche	
A2.1 Programmazione ed esecuzione delle indagini geologiche e delle prospezioni geognostiche	
A2.2 Schede di fattibilità geologica e sismica relative alle Aree di Trasformazione	
Elaborati cartografici alla scala 1:10.000	
EGEO 01.1 CARTA GEOLOGICA Nord	
EGEO 01.2 CARTA GEOLOGICA Sud	
EGEO 02.1 CARTA GEOMORFOLOGICA Nord	
EGEO 02.2 CARTA GEOMORFOLOGICA Sud	
EGEO 03.1 CARTA IDROGEOLOGICA Nord	
EGEO 03.2 CARTA IDROGEOLOGICA Sud	
EGEO 04.1 CARTA LITOTECNICA E DEI DATI GEOLOGICI Nord	
EGEO 04.2 CARTA LITOTECNICA E DEI DATI GEOLOGICI Sud	
EGEO 05.1 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA Nord	
EGEO 05.2 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA Sud	
EGEO 06.1 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA Nord	
EGEO 06.2 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA Sud	
EIDRO 01.1 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA Nord	
EIDRO 01.2 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA Sud	

## PREMESSA

Questa Relazione Geologica fa parte del complesso degli studi e delle indagini a supporto della redazione del Piano Regolatore Generale del comune di Fano (PRG).

Il principale scopo degli studi è quello di individuare, preventivamente, i limiti e i condizionamenti alla attuazione delle previsioni urbanistiche derivanti da fattori geologici, geomorfologici, idrogeologici, sismici e idraulici, inoltre definire la tipologia e importanza delle indagini e delle prospezioni geognostiche a corredo dei piani attuativi e dei progetti edilizi.

In particolare si descrivono le condizioni geologiche e geomorfologiche come derivanti dalla riorganizzazione del repertorio degli studi precedenti resi disponibili, considerando anche i risultati delle indagini sul campo svolte nel 2017 e nel 2018, integrati con una recente successiva fase di fotointerpretazione e riordino dei temi che andranno a implementare il Quadro Conoscitivo della parte strutturale del piano urbanistico. Approfondimenti sono stati eseguiti presso le aree di più significativa previsione urbanistica in modo da concentrare su di esse le ulteriori necessarie verifiche.

Per quanto riguarda gli aspetti di Microzonazione Sismica si fa riferimento agli studi di primo livello e secondo livello redatto dal Dott. Geol. Cesare Bisiccia nell'ottobre del 2018 integrati e aggiornati nel 2019. In precedenza, nel 2012, il comune di Fano si era dotato di uno studio di MS di primo livello redatto dai colleghi geologi Gianluca Faustini, Maurizio Mainiero, Giovanni Boldrini, Massimo Gubinelli, Giovanni Lucantoni, Sandro Mariani.

## 1. I RIFERIMENTI NORMATIVI

Di seguito una sintesi del contesto normativo di riferimento.

- D.A.C.R. n. 197 del 03/11/1989 Piano Paesistico Ambientale Regionale (PPAR) Legge 8 agosto 1985, n.431 e L.R. 8 giugno 1987, n.26.
- D.P.R. 380 del 2001 “Parere sugli strumenti urbanistici” Art.89;
- L.R. n.34 del 05/8/1992 “Norme in materia urbanistica, paesaggistica e di assetto del territorio”;
- D.C.R. n. 116 del 21/01/2004 Approvazione Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) dei bacini di rilievo regionale;
- L.R. n.22 del 08/10/2009 “Interventi della regione per il riavvio delle attività edilizie al fine di fronteggiare la crisi economica, difendere l'occupazione, migliorare la sicurezza degli edifici e promuovere tecniche di edilizia sostenibile”;
- DGRM n.967 del 05.07.2011, recepimento a livello regionale dell'OPCM n.3907/2010 con riferimento all'Allegato A che individua i territori nei quali è prioritaria la realizzazione degli studi di Microzonazione Sismica, le modalità di predisposizione delle specifiche tecniche per la realizzazione dei suddetti studi, le modalità di recepimento e utilizzo dei risultati degli studi di MS in fase pianificatoria e i criteri di selezione dei soggetti realizzatori degli studi di MS.
- L.R. n.22 del 23/11/ 2011 “Compatibilità idraulica delle trasformazioni territoriali” Art.10;
- D.G.R. n.53 del 27/01/2014 “Criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali”;
- D.G.R. 671/2017 Modifica della delibera n. 53/2014 concernente L.R. 22/2011 - Criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali
- D.C.I. n.9 del 27/10/2016 Approvazione del Piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Centrale;

- D.G.R. N.671 del 20/06/2017 “Modifica della delibera n. 53 del 27 gennaio 2014 concernente, LR 23 novembre 2011 n. 22 - Norme in materia di riqualificazione urbana sostenibile e assetto idrogeologico. - Art. 10, comma 4 - Criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali”;
- L.R. n.1 del 04/01/2018 e s.m.i. “Nuove norme per le costruzioni in zone sismiche nella Regione Marche”.

## **2. GLI ELABORATI GEOLOGICI, SISMICI E IDRAULICI DEL PRG DI FANO**

Con riferimento alle normative sopra menzionate sono stati redatti i seguenti elaborati con riferimento alla scala 1:10.000 per le carte tematiche:

### Gli elaborati geologici e sismici

PEGEO Rel Relazione Geologica  
EGEO 01.1 CARTA GEOLOGICA Nord  
EGEO 01.2 CARTA GEOLOGICA Sud  
EGEO 02.1 CARTA GEOMORFOLOGICA Nord  
EGEO 02.2 CARTA GEOMORFOLOGICA Sud  
EGEO 03.1 CARTA IDROGEOLOGICA Nord  
EGEO 03.2 CARTA IDROGEOLOGICA Sud  
EGEO 04.1 CARTA LITOTECNICA E DEI DATI GEOLOGICI Nord  
EGEO 04.2 CARTA LITOTECNICA E DEI DATI GEOLOGICI Sud  
EGEO 05.1 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA Nord  
EGEO 05.2 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA Sud  
EGEO 06.1 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA Nord  
EGEO 06.2 CARTA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA Sud  
Allegati alla Relazione Geologica  
PEGEO A1 Studio di Microzonazione Sismica livello II (estratto)  
A1.1 Relazione illustrativa (estratto)  
A1.2 Sezioni geologico - tecniche  
PEGEO A2 Disposizioni per l’attuazione delle previsioni urbanistiche  
A2.1 Programmazione ed esecuzione delle indagini geologiche e delle prospezioni geognostiche  
A2.2 Schede di fattibilità geologica e sismica relative alle Aree di Trasformazione

### Gli elaborati idrologici e idraulici

PEIDRO Rel Studio di verifica di compatibilità e invarianza idraulica  
EIDRO 01.1 CARTA DELLA PERICOLOSITA’ IDRAULICA Nord  
EIDRO 01.2 CARTA DELLA PERICOLOSITA’ IDRAULICA Sud  
Allegati alla Relazione di verifica di compatibilità e invarianza idraulica  
PEIDRO 01 Valutazione compatibilità idraulica delle trasformazioni urbanistiche  
PEIDRO 02 Valutazione invarianza idraulica delle trasformazioni urbanistiche

### Gli elaborati geologici e sismici inseriti nel contesto delle Norme Tecniche di Attuazione

PEGEO 01 Schede norma di compatibilità geologica e sismica  
PEGEO 02 Tabella generale dei condizionamenti geologici e sismici

### 3. LA METODOLOGIA DI INDAGINE

Gli studi hanno considerato i principali studi e indagini realizzati a supporto di precedenti fasi pianificatorie e i dati resi disponibili presso La provincia di Pesaro e la regione Marche. Di seguito si elencano le principali fonte delle informazioni;

1. Gli studi geologici del PRG vigente INDAGINE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA PER LA REDAZIONE DEGLI ELABORATI DI CARATTERE GEOLOGICO RELATIVI ALLA VARIANTE A CORREDO DEGLI STRUMENTI URBANISTICI GENERALI Dott. Geol. Vittorio Longhini - Dott.Geol. Lea Longhini - Studio Geologico UNIGEO 1999 - 2002.
2. Gli studi di Microzonazione Sismica di primo livello, i geologi Gianluca Faustini, Maurizio Mainiero, Giovanni Boldrini, Massimo Gubinelli, Giovanni Lucantoni, Sandro Mariani – 2012.
3. Gli studi di Microzonazione Sismica di secondo livello, Dott. Geol. Cesare Bisiccia 2018 – 2019 (integrazione).
4. La Carta geologica della Regione Marche in formato SHP.
5. La Carta geomorfologia della Regione Marche in formato SHP.
6. IFFI archivio dei fenomeni franosi.
7. Gli elaborati del PAI e del PGRA dell'autorità distrettuale Appennino Centrale, PAI Bacini Marchigiani

Le informazioni derivate dalle precedenti fonti sono state integrate nel 2017 e 2018 con fasi di rilevamento geomorfologico in campagna e di preventiva e anche successiva fotointerpretazione; in particolare, di recente, nel 2021 e 2022, i temi geomorfologici contenuti nelle Carte geologiche e geomorfologiche fornite dagli uffici regionali sono stati reinterpretati, considerando anche le segnalazioni di aree in dissesto fornite dall'Ufficio Urbanistica del comune di Fano.

Ne è derivata una cartografia geomorfologica del tutto originale che mostra, a zone, significative differenze rispetto agli elaborati ufficiali della Regione, evidenziando una maggiore estensione delle aree in dissesto e una diversa interpretazione del relativo stato di attività che ha condotto alla redazione della Carta della pericolosità geomorfologica.

Per quanto riguarda la pericolosità sismica, si sono reinterpretati i temi della Carta geologica tecnica e delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS). Il primo di questi due elaborati si basa sull'impianto geologico della Carta Geologica alla scala 1:50.000 inquadrata nel CARG, quindi di un dettaglio minore rispetto agli elaborati della Regione. La Carta delle MOPS utilizza la stessa base geologica e l'archivio IFFI per quanto riguarda le frane, anche in questo caso di minore dettaglio rispetto a quanto reso disponibile dalla Regione.

Al fine di rendere coerenti le relazioni fra le pericolosità geomorfologiche e sismiche del PRG con i dati derivanti dalle MOPS si è seguita l'impostazione degli studi do MS, operando alcune correzioni alle aree in dissesto.

Per quanto riguarda la base geologica si è seguita quella Carta Geologica Regionale e non quella della Carta geomorfologica regionale, le due basi sono diverse e a loro volta sono diverse dalle basi geologiche del PRG del 2002.

#### **4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

Il territorio del Comune si estende per kmq. 121,29, confinante a nord con il Comune di Pesaro, a sud con i Comuni di Mondolfo e San Costanzo, ad ovest con i Comuni di Cartoceto, Mombaroccio e Piagge, ad est con il mare Adriatico.

Gli ambiti di maggiore rilievo sono costituiti dall'arco collinare, dal litorale sabbioso a est, dai due fondivalle principali del Torrente Arzilla e del Fiume Metauro

La città si trova sopraelevata rispetto al livello del mare di circa 17 m., l'altitudine maggiore è di 300 m. presso il margine ovest del territorio a confine con Cartoceto.

Il litorale si suddivide in Lido e Sassonia, entrambi con coste basse, la prima sabbiosa, la seconda ghiaiosa. A sud la Piana del Metauro è una delle poche aree pianeggianti delle Marche, che si espande anche all'interno per alcuni chilometri.

La costa meridionale si suddivide in Torrette, Ponte Sasso e Metaurilia, quest'ultima località è stata fondata dopo un'opera di bonifica del territorio nel 1938.

Il territorio è attraversato da un canale artificiale detto Vallato del Porto o Canale Albani alimentato dal fiume Metauro. Il Vallato passa per la centrale idroelettrica della Liscia e si immette nel porto-canale di Fano.



## 5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Fonte: Relazione illustrativa dello Studio di Microzonazione Sismica di secondo livello. Dott. Geol. Cesare Bisiccia – ottobre 2018.

### Premessa

L'inquadramento geologico e geostrutturale del territorio viene definito in questa relazione sulla base dei dati forniti dagli studi geologici del PRG del 2002, dagli studi di Microzonazione di primo livello e da quelli più recenti di secondo livello, questi ultimi considerano e riordinano le informazioni di base derivanti dai primi.

### 5.1 Inquadramento geologico generale

Il contesto geologico dell'area di studio è riferibile al Bacino marchigiano esterno, la storia del quale è strettamente connessa a quella dell'Appennino umbro-marchigiano. Quest'ultimo rappresenta una catena risultato di una lunga storia deformativa che ha interessato la successione sedimentaria marina depositata a partire dall'ingressione riferibile all'apertura della Tetide (Carnico). Tale successione, pressoché continua dal Trias superiore al Neogene, poggia sul basamento cristallino ercinico e, in evoluzione continua fino al Pleistocene, presenta notevoli variazioni di spessori e di facies che riflettono le diverse realtà degli ambienti sedimentari (Centamore & Micarelli, 1991).

L'Appennino Umbro-marchigiano è una catena a pieghe e sovrascorrimenti (Calamita et alii, 1991), con deformazioni della copertura sedimentaria meso-cenozoica disarmoniche rispetto al sottostante basamento cristallino. L'assetto strutturale dell'Appennino Umbro – marchigiano è il risultato di una storia tettonica articolata in due fasi principali negli ultimi 15Ma. Nella prima, tra il Serravalliano e il Pleistocene medio è stato attivo un campo di sforzi compressivo con direzione prevalente SW-NE che, nel migrare progressivamente da W verso E, ha determinato la formazione di una serie di domini strutturali a loro volta interessati da anticlinali, sinclinali, sovrascorrimenti e tutta una serie di strutture tettoniche a formare un arco a convessità orientale (Barchi & Lavecchia, 1994). Nella seconda fase, che inizia a partire dal Pliocene, alle deformazioni compressive seguono deformazioni distensive, coassiali alla catena, legate al processo di rifting tirrenico.

Il primo termine della successione è costituito dalla Formazione delle Anidriti di Burano (Norico – Retico) che è stata classicamente considerata il livello basale in corrispondenza del quale si realizza lo scollamento e il conseguente piegamento della copertura sedimentaria umbro-marchigiana rispetto al sottostante basamento (Barchi et alii, 1988). Recenti studi hanno messo in evidenza che anche il basamento risulta essere interessato da faglie inverse con superfici immergenti a SW (Barchi et alii, 1998). Sulle Anidriti di Burano poggiano le litofacies di piattaforma del Calcere massiccio, depositatesi fino alla fine del Lias inferiore, quando una intensa fase tettonica distensiva portò alla frammentazione della preesistente piattaforma carbonatica determinando la separazione del dominio laziale-abruzzese, in cui continua la deposizione in ambiente di piattaforma, da quello toscano – umbro – marchigiano - sabino, caratterizzato da sedimentazione di ambiente più profondo.

Caratteristica del bacino pelagico umbro-marchigiano è la batimetria estremamente variabile, con zone rialzate ed altre ribassate (tafrogenesi ad horst e graben) e la notevole subsidenza differenziale. La diretta conseguenza, schematizzando, sono i diversi spessori che le successioni presentano localmente, variando da quelle estese (Successione Completa Auct.), riferibili alle aree più profonde a forti tassi di subsidenza, fino a quelle di spessore più limitato (Successione condensata e ridotta Auct.) relative ad aree strutturalmente rialzate a subsidenza ridotta (Centamore & Micarelli, 1991). La sedimentazione pelagica, cretacea e paleogenica della Successione Umbromarchigiana risulta costituita prevalentemente da calcari, calcari marnosi e marne in proporzione variabile. A partire dal Miocene il bacino, cominciando a risentire degli sforzi compressivi attivi nelle aree più occidentali, entra in regime orogenico e assume i caratteri di

un'avanfossa con sedimentazione di unità dapprima emipelagiche e successivamente torbiditiche; col proseguire della deformazione vengono a delinearsi, nell'area Umbro-marchigiana, tre unità morfostrutturali (da W verso E, Bacino umbro, Bacino marchigiano interno e Bacino marchigiano esterno Auct. rispettivamente) separate da alti strutturali e, all'interno di queste, un certo numero di aree deposizionali (Bacini Minori Auct.) nei quali si depositano unità terrigene peculiari, ampiamente descritte in letteratura (Centamore & Micarelli, 1991).

Tra le formazioni mioceniche assumono un significato particolare quelle del Bisciario (BIS) e della Gessoso-Solfifera Auct. (GES) che, indipendentemente dalle condizioni locali, si depositarono con una relativa continuità spaziale fungendo così da "orizzonti guida". Il graduale instaurarsi di condizioni continentali nel Plio-Pleistocene comincia ad occidente e prosegue poi verso oriente. Il corrugamento interessa ormai, oltre alle dorsali mesozoiche, anche la depressione interna e l'avanfossa migra ancora più ad est. La successione marina marchigiana plio-pleistocenica è riferibile, di conseguenza, solo al Bacino marchigiano esterno ed è caratterizzata anche da notevoli variazioni spazio-temporali, in relazione ad eventi tettonici che finiscono per condizionare gli ambienti sedimentari (Centamore & Micarelli, 1991).

L'area di studio viene geologicamente descritta nel dettaglio nella Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, la quale copre il settore tramite i seguenti fogli:

- Foglio 268 Pesaro (AA.VV., 2011);
- Foglio 269 Fano (AA.VV., 2011);
- Foglio 280 Fossombrone (AA.VV., 2016);
- Foglio 281 Senigallia (AA.VV., 2009).

Volendo fornire un quadro generale per l'area oggetto di studio, che rientra completamente nell'ambito del Bacino marchigiano esterno, si può affermare che essa è caratterizzata fondamentalmente da depositi marini di Wedge-Top (AA.VV., 2016), ossia appartenenti ad un bacino sedimentario localizzato al di sopra del cuneo orogenetico in deformazione; un bacino di questo tipo è colmato da sedimenti di tipo alluvionale, deltizio e misto (nel caso in esame riconoscibili all'interno della Formazione delle Argille Azzurre).

Figura 1a – Schema tettonico. Foglio 280.

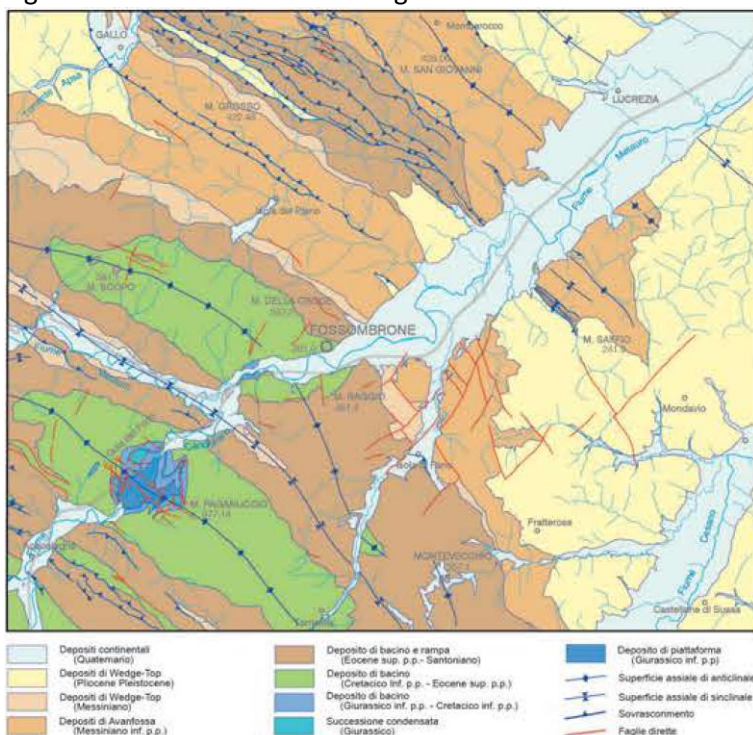
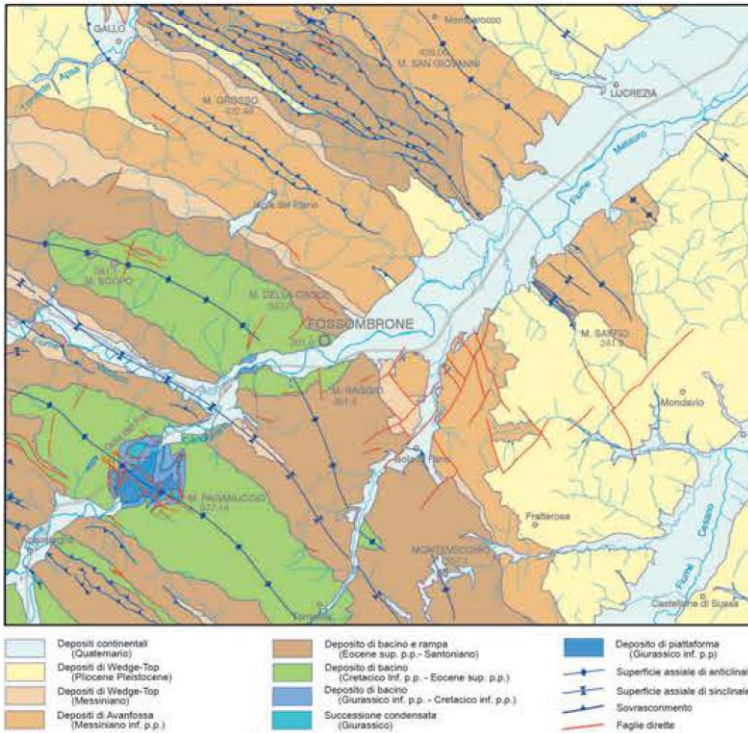
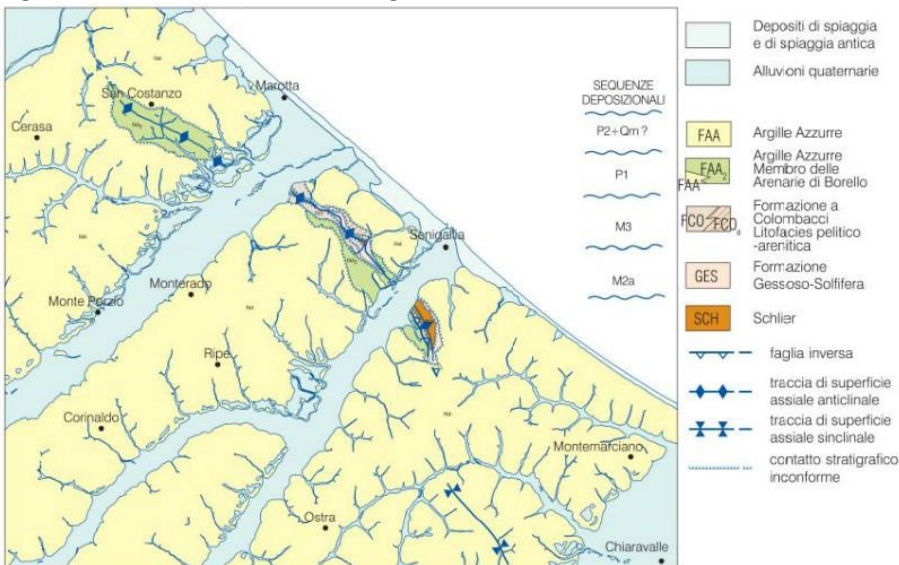


Figura 1b – Schema tettonico. Foglio 268.



Il cerchio nero indica il settore sud-occidentale dell'area di studio.

Figura 1c – Schema tettonico. Foglio 281.



Le figure precedenti illustrano lo schema tettonico generale dell'area; Le formazioni litostratigrafiche che interessano l'area di studio e il loro assetto tettonico stratigrafico in corrispondenza del settore più vicino alla Costa Adriatica, vengono meglio evidenziati nel Foglio 268 Pesaro (AA.VV., 2011) e nel Foglio 281 Senigallia.

In particolare per quanto riguarda i fianchi della Valle del Fiume Metauro; nel Foglio 269 Fano vengono descritte puntualmente le caratteristiche geologiche del settore posto al centro della Valle del Fiume Metauro e dei corpi sedimentari che caratterizzano la costa.

## 5.1 Lineamenti stratigrafici

Nel territorio indagato affiora la porzione della Successione Umbro-marchigiana compresa tra la Formazione dello Schlier (Burdigaliano p.p. - Tortoniano) e la Formazione delle Argille azzurre (Pliocene inf. p.p. - Pleistocene inf. p.p.).

Di seguito viene riportato lo schema cronostratigrafico delle unità marine che interessano il Bacino marchigiano esterno e in particolare i settori interessati dall'ambito del Foglio 269 Fano e del Foglio 281 Senigallia. Le varie formazioni geologiche affioranti nell'area di studio vengono di seguito descritte, dalle più antiche a quelle più recenti, a partire dal Miocene inferiore p.p. e fino all'Olocene.

Figura 2 - Schema dei rapporti stratigrafici del Foglio 281 Senigallia della Carta Geologica d'Italia.

EPOCA	ETA'	LITOSTRATIGRAFIA	UNITA'	SEQUENZE DEPOSIZIONALI
Pleistocene inferiore/medio - Olocene		MUS MTI ACF URS	Depositi quaternari	Sistema del Fiume Musone (MUS) - Olocene Sistema di Matelica (MTI) - Pleistocene superiore p.p. Sistema di Selvatorta (ACF) - Supersistema di Colle Ulivo Pleistocene medio, parte sommitale Sistema di Urbisaglia (URS) Pleistocene inferiore/medio - medio
Pliocene medio p.p. - Pleistocene inferiore p.p. - Olocene	Piacenziano p.p. - Gelasiano - Sarmatiano Emiliano p.p.?	FAA <sub>3</sub> 10-40 m FAA 450 - 500 m FAA <sub>2</sub> 10-15 m	Litofacies pelitico-arenitica (FAA <sub>3</sub> ) a più livelli e Litofacies arenitico-pelitica (FAA <sub>2</sub> )	"Qm" ↑ ? "P2" Pliocene medio p.p. - Pleistocene inferiore p.p. angular unconformity
Pliocene inferiore p.p. - Pliocene medio p.p.	Zancleano p.p. - Piacenziano p.p.	10-15 m FAA <sub>1</sub> 30 m 450 m	Membro delle Arenarie di Borello (FAA <sub>1</sub> ) con intercalata la Litofacies arenitico-conglomeratica (FAA <sub>1</sub> )	"P1" Pliocene inferiore - medio p.p.
Pliocene inferiore p.p.	Zancleano p.p.	50-100 m		
Pliocene inferiore p.p.	Zancleano basale	50-60 m	Marne di Cella	
Miocene superiore p.p.	Messiniano p.p.	40-60 m FCO <sub>2</sub>	Formazione a Colombacci (FCO) Litofacies pelitico-arenitica (FCO <sub>2</sub> )	"M3" Messiniano p.p.
Miocene superiore p.p.	Messiniano p.p.	50-60 m	Formazione a Colombacci Gessoso - Solifera (GES)	"M2a" Messiniano p.p.
Miocene superiore p.p.	Tortoniano p.p. - Messiniano inferiore p.p.	150-180 m	Schlier (SCH)	-

### Unità del substrato

#### Formazione dello Schlier – SCH (Burdigaliano p.p. - Tortoniano)

Unità litostratigrafica costituita da alternanze di marne, marne calcaree, marne argillose grigie e, subordinatamente, da calcari marnosi biancastri, talora finemente detritici.

La bioturbazione è molto frequente e spesso intensa. Gli strati sono in genere medio sottili e spesso obliterati da un diffuso clivaggio. Affiora soltanto nella zona collinare in sinistra idrografica del Fiume Metauro, in corrispondenza di una fascia il cui asse coincide approssimativamente con la direttrice Cuccurano - Ponte Varano (AA.VV., 2012).

#### Formazione Gessoso-solfifera – GES (Messiniano superiore p.p.)

Al di sopra dello Schlier affiora la Formazione Gessoso-Solfifera, la quale nell'area presenta uno spessore variabile da 15 a 40 m. Essa è costituita da una alternanza di argille scure bituminose, diatomiti, gessi e gessareniti laminate, calcari solfiferi e calcari listati. Questi litotipi, di ambiente euxinico ed evaporitico, sono variamente alternati tra loro, ma vi si possono distinguere grosso modo tre membri: l'inferiore e il superiore, formati in prevalenza da peliti euxiniche (ghioli di letto e di tetto), e quello intermedio, costituito per lo più da litofacies evaporitiche. Di scarsa estensione, affiora in corrispondenza di una stretta fascia del versante collinare, tra le località Ferretto e Cuccurano (AA.VV., 2012).

### **Formazione di San Donato – FSD (Messiniano superiore p.p.)**

Formazione costituita da un'alternanza di peliti (dominanti) e subordinate arenarie, a stratificazione piano-parallela. Le arenarie hanno sempre una granulometria fine e molto fine, in strati di spessore compreso fra 1 cm e 1 m. Gli strati hanno colore ocraceo alla alterazione e grigio-azzurro su fratture fresche; la loro base è netta, con scarse impronte di fondo che indicano una provenienza da NO, lungo l'asse del bacino. Le areniti sfumano verso l'alto in peliti omogenee e compatte, di colore grigioverde, talora, laminate. Il rapporto A/P cresce verso l'alto da 1:8 a 1:3. Questa formazione è presente in sinistra idrografica del Fiume Metauro ed affiora su entrambi i lati delle strutture ivi presenti (AA.VV., 2012).

### **Formazione a Colombacci – FCO (Messiniano superiore)**

Unità costituita da peliti e limi laminati grigi o oca e subordinate arenarie fini, in strati sottili, a laminazione piano parallela. Sono presenti caratteristici livelli di calcari evaporitici biancastri ("colombacci"), in strati sottili, intercalati ciclicamente. Gli spessori sono localmente molto variabili, fino ad alcune centinaia di metri. Affiora in piccole aree localizzate nell'area collinare, in sinistra idrografica del Fiume Metauro (AA.VV., 2012).

### **Formazione delle Argille Azzurre – FAA (Pliocene inferiore p.p. – Pleistocene inferiore p.p.)**

Le Argille Azzurre sono costituite da terreni plio-pleistocenici marini e rappresentano di fatto la formazione del substrato di maggiore estensione in corrispondenza dell'area delimitata per la realizzazione dei presenti studi di microzonazione sismica, ad esclusione di un modesto settore sudoccidentale, occupato dalle unità precedentemente descritte.

Malgrado la loro limitata esposizione in affioramento, l'analisi di terreno ha permesso di riconoscere all'interno delle Argille Azzurre alcune unità litostratigrafiche di rango inferiore. Il loro riconoscimento si è basato sulle caratteristiche litologiche, sul rapporto A/P (Arenaria/Pelite), sulla composizione (macroscopica) delle areniti e sulla posizione stratigrafica. Le unità di rango inferiore hanno un'estensione limitata e sono di difficile correlazione (litofacies); il Membro delle Arenarie di Borello (FAA2), invece, è più diffuso e sempre ben riconoscibile (AA.VV., 2009).

La successione plio-pleistocenica esprime il locale riempimento delle aree deposizionali che caratterizzavano l'evoluzione del Bacino marchigiano esterno e le sue peculiari caratteristiche hanno suggerito l'adozione di una terminologia originale nell'identificazione delle unità litostratigrafiche di differente rango.

Le Argille Azzurre raggiungono uno spessore complessivo di almeno 1.000 m., anche se variabile lateralmente. La Formazione è costituita da una successione di terreni prevalentemente pelitici, all'interno dei quali sono intercalati, nella porzione inferiore, corpi più grossolani arenitici e arenitico-conglomeratici e, nella porzione superiore, corpi arenitico-pelitici e soprattutto peliticoarenitici. Questi corpi più grossolani sono stati mappati come membri, litofacies o lenti, a seconda della loro distribuzione areale e verticale.

Nella porzione inferiore delle Argille Azzurre è presente un membro arenitico denominato Membro delle Arenarie di Borello (FAA2), caratterizzato da un rapporto A/P compreso tra il 40/60% e 70/30%. Questo membro, che caratterizza in particolare il settore nord-orientale dell'area di studio, affiorando frequentemente nel margine sinistro della Valle del Fiume Metauro (Fig. 3.5), è costituito da una successione prevalentemente arenitica in cui si intercala localmente una litofacies arenitico conglomeratica (FAA2a); quest'ultima non è presente nell'area in oggetto.

Gli strati arenitici sono spessi, molto spessi e massivi, e, più raramente, medi o sottili, talvolta con geometria marcatamente lenticolare. Le superfici di strato sono spesso erosive, ossidate e con concrezioni carbonatiche (calcinelli), globose o allungate. Spesso è ben visibile la gradazione e strutture sedimentarie come laminazioni piano-parallele e ondulate. Localmente, all'interno del membro, sono presenti intervalli più pelitici raramente visibili in affioramento ma che condizionano la morfologia. Al tetto di questo membro è presente una discordanza geometrica; in corrispondenza di questo contatto inconforme (base della porzione superiore delle Argille Azzurre), si riscontra una lacuna stratigrafica la cui estensione verticale resta di fatto ancora da precisare (AA.VV., 2009).

Le peliti che prevalentemente caratterizzano le Argille Azzurre sono rappresentate da argille e argille marnose di colore grigio azzurrognolo e subordinatamente nocciola, talora laminate, fossilifere e in strati da sottili a medi. Esse sono estremamente fratturate e presentano diffusi livelli millimetrici di patine di ossidazione rossastre. Localmente si osservano addensamenti di frammenti organogeni e noduli diagenetici giallo-rossastri di diametro centimetrico, formati da ossidi di ferro e solfuri. Sono inoltre presenti rari livelli di limi e/o sabbia fine e medio fine, di color nocciola e più raramente grigiastra, con evidenti strutture gradate e laminate (laminazione piano-parallela e talora incrociata).

Le Argille Azzurre poggiano generalmente, con una probabile eteropia di facies, sui terreni del Miocene superiore attraverso una superficie di discontinuità. Verso l'alto, i terreni di questa formazione concludono la successione marina e su di essi si depositano i terreni del Quaternario continentale.

Nella parte alta delle Argille azzurre sono presenti alcune intercalazioni più grossolane, lenticolari, spesso riconosciute su base morfologica, essendo gli affioramenti piuttosto rari. Una delle principali è rappresentata da una litofacies arenitico-pelitica (FFAb) (rapporto A/P compreso tra 40/60% e 70/30%) che è costituita da un'alternanza di areniti e argille limose e con spessore variabile intorno a 10-15 m (AA.VV., 2009). In più livelli stratigrafici si osservano, inoltre, litofacies peliticoarenitiche (FFAa) (rapporto A/P compreso tra 30/70% e 40/60%), di spessore individuale compreso tra 20 e 40 m (AA.VV., 2009). Queste due ultime litofacies non affiorano nell'area di studio.

### **Unità delle coperture quaternarie**

All'interno dell'area di studio, le formazioni marine del substrato precedentemente descritte, sono ricoperte in discontinuità da depositi continentali dell'Olocene e del Pleistocene.

I corpi sedimentari di ambiente continentale, derivano in parte dalla deposizione fluviale (alluvioni) e in parte dall'alterazione chimico-fisica e dall'azione dei diversi agenti meteorici sulle formazioni del substrato (coperture eluvio-colluviali e detritiche). Nell'area in esame sono stati mappati sia depositi alluvionali che depositi eluvio-colluviali. Essi possono essere ascrivibili a differenti fasi deposizionali, le quali vengono indicate in bibliografia con il termine anglosassone di Unconformity Bounded Stratigraphic Units (UBSU).

### **Sintema di Matelica**

Questo sintema comprende unicamente i depositi alluvionali terrazzati del Fiume Metauro. Il limite inferiore corrisponde con la superficie d'erosione che separa i depositi alluvionali dal substrato roccioso e che, nei pressi della linea di riva attuale, si approfondisce a oltre 20 m al di sotto dell'odierno livello marino evidenziando la presenza di valli sovra scavate. Lungo il Fiume Metauro e il Torrente Arzilla i depositi alluvionali in questione sono parzialmente ricoperti dai depositi alluvionali del Sintema del Musone (AA.VV., 2011b).

L'età dei depositi del Sintema di Matelica è sostanzialmente riferibile al Pleistocene superiore, senza tuttavia escludere la presenza di intervalli dell'Olocene più antico (causa le oggettive difficoltà nel determinarne il limite) (AA.VV., 2011b).

### **Depositi alluvionali terrazzati – MTIbn (Pleistocene superiore)**

Il Sintema di Matelica comprende i depositi alluvionali terrazzati del tradizionale "3° ordine" la cui superficie, nel settore più vicino alla costa, si trova a quote non superiori ai 15-20 m sull'alveo attuale, quote che a causa della convergenza verso mare delle unità terrazzate principali, risultano sensibilmente inferiori ai 25-30 m che si osservano nei settori più interni. La presenza di una "conoide costiera", attraversata nella sua parte mediana dall'attuale corso del Fiume Metauro, conferisce alla locale superficie terrazzata una morfologia lievemente convessa. I depositi alluvionali appartenenti a questo sintema, depositi dal Fiume Metauro, sono prevalentemente ghiaiosi, con corpi limoso-sabbiosi o sabbioso-ghiaiosi intercalati con maggior frequenza e spessori maggiori verso l'alto (AA.VV., 2011b); in genere i primi livelli di ghiaie si presentano a profondità comprese fra i 3 e gli 8 m. a partire dal piano campagna.

Sulla base dei dati geofisici emerge la presenza di settori caratterizzati da una velocità media delle onde sismiche di taglio nei primi 30 m (Vs30) maggiore rispetto ad aree limitrofe. Confrontando i dati geofisici

con quelli derivanti dai sondaggi meccanici, si evince come maggiori valori di Vs30 siano associabili generalmente alla presenza di una maggiore componente ghiaiosa; tale aspetto denota la presenza di antichi canali ad alta energia, facenti parte probabilmente del presunto sistema di conoide deltizia costiera descritto in bibliografia. Lo spessore di questi depositi, piuttosto variabile, può essere considerato compreso nell'area di studio tra i 15 e i 25 m e fino ad un massimo di 30-35 m (AA.VV., 2011b).

### **Sintema del Musone**

Questo sintema è rappresentato dai depositi alluvionali del Fiume Metauro, del Torrente Arzilla e di alcuni corsi d'acqua minori, da depositi di spiaggia e da coltri eluvio-colluviali. Esso comprende un insieme eterogeneo e complesso di eventi di aggradazione e terrazzamento minori distribuiti a quote molto basse sull'alveo attivo; include i depositi degli alvei di magra e dei letti di piena ordinaria e le aree golenali. Particolarmente significativa è la presenza, a sud della foce del Fiume Metauro, di un antico tracciato fluviale, riferibile all'Olocene antico, che corre in direzione circa NW-SE al piede delle colline plioceniche, a ridosso dell'attuale autostrada e testimonia la presenza di un'antica foce ubicata a SE di Torrette. L'antico tracciato viene evidenziato da una depressione di circa 400 m. di ampiezza (e quindi compatibile con quella dell'attuale letto di piena del Fiume Metauro), bordata da scarpate fluviali e in parte ricoperta sul lato monte da colluvi e da corpi alluvionali (conoidi) successive all'abbandono del tracciato stesso (AA.VV., 2011b).

Il limite inferiore del sintema corrisponde con la superficie d'erosione che separa i depositi eluviocolluviali, i sedimenti costieri e i corpi alluvionali dal substrato roccioso e dai più antichi depositi del Sintema di Matelica. Il Sintema del Musone viene temporalmente riferito all'Olocene (AA.VV., 2011b).

#### **Depositi eluvio-colluviali – MUSb2 (Olocene)**

I depositi eluvio-colluviali che si sviluppano sul substrato pelitico-arenitico miocenico e pliocenico, presentano, nell'area di studio, corpi di estensione relativamente limitata e uno spessore generalmente contenuto (3-4 m) (AA.VV., 2011b); localmente, sulla base di dati derivanti da indagini geognostiche, possono presentare spessori assai maggiori, dell'ordine dei 10-15 m.

Essi sono concentrati in particolare lungo i versanti e alla base di essi e sono costituiti da sedimenti prevalentemente sabbioso-limosi-argillosi. Si osservano anche lungo le scarpate di origine alluvionale e in questo caso, in genere, ai sedimenti a granulometria fine si associano subordinati ciottoli fluviali (AA.VV., 2011b).

#### **Depositi alluvionali terrazzati – MUSbn (Olocene)**

Sono costituiti dall'insieme dei sedimenti alluvionali che costituiscono le piane di fondovalle del Fiume Metauro e del Torrente Arzilla, posizionate all'interno dei depositi alluvionali del Pleistocene superiore – Olocene. La superficie di tali depositi alluvionali, in parte blandamente terrazzati, in parte coincidenti con aree esondabili, si trova a quote inferiori ai 10 m sull'alveo attivo. I depositi di questo sintema vengono ad essere tradizionalmente attribuiti al "4° ordine dei terrazzi" (AA.VV., 2011b).

Nel fondovalle del Fiume Metauro tali depositi sono rappresentati da ghiaie, anche molto grossolane e piuttosto eterometriche, intercalate a livelli sabbiosi, sabbioso-ghiaiosi o argillososabbiosi, questi ultimi più frequenti nei primi metri a partire dal piano campagna. Nel settore interessato dal Torrente Arzilla i depositi sono generalmente più fini, con occasionali lenti di ghiaie che derivano probabilmente da un rimaneggiamento dei sedimenti del Metauro; lo spessore di tali depositi è in genere inferiore ai 5 m, ma occasionalmente può superare i 10-15 m (AA.VV., 2011b).

#### **Depositi di frana – MUSa1 (Olocene – attuale)**

Depositi costituiti da litotipi eterogenei più o meno caotici delle dimensioni dai blocchi alle argille, con contenuto in matrice variabile; frane di diverse tipologie con evidenze di movimenti in atto e/o recenti.

#### **Depositi alluvionali attuali – MUSb (Olocene – attuale)**

Depositi alluvionali che occupano esclusivamente gli alvei attivi del Fiume Metauro e del Torrente Arzilla.

### **Depositi di spiaggia antica – MUSg2b (Olocene)**

Questi depositi si estendono sulla piana costiera (intensamente antropizzata), per una distanza di circa 1000 m a partire dalla linea di riva. Ad eccezione dei settori di foce, verso l'interno essi sono delimitati da una falesia inattiva, di 5-7 m di altezza massima, disposta parallelamente alla costa (Fig.3.9); in corrispondenza delle foci di Metauro e Arzilla, la falesia si fonde con le scarpate fluviali che rientrano verso monte. Dal XVI secolo in poi, la crescita della piana costiera verso il largo è messa in risalto da una consistente documentazione storica disponibile per il litorale fanese. Questa documentazione evidenzia anche la presenza di antichi sistemi spiaggia-duna-stagni/paludi e di piccoli corsi d'acqua provenienti dalle aree retrostanti la falesia, elementi in parte sopravvissuti fino al XIX secolo.

L'intensa antropizzazione oggi presente ha obliterato in maniera molto marcata la morfologia originaria; osservazioni di superficie e dati di sondaggio geognostico rivelano comunque una litologia varia, caratterizzata da ghiaie e sabbie variamente associate a limi e argille, con a luoghi presenza di orizzonti ricchi in materia organica.

### **Depositi di spiaggia – MUSg2a (Olocene – attuale)**

La spiaggia attuale è di natura ghiaiosa fra il porto di Fano e la foce del Fiume Metauro e prevalentemente sabbiosa altrove.

Fra le cartografie redatte per lo studio di microzonazione sismica di secondo livello (detto anche MS2), è presente la Carta geologica dell'area di studio alla scala 1:10.000, in cui vengono riportate le unità stratigrafiche descritte in questo paragrafo e i principali lineamenti strutturali che risultano evidenti dai rilievi di campagna; tale cartografia specifica è stata realizzata a partire dalla cartografia geologica regionale alla scala 1:10.000.

Questa base geologica, in formato SHP, è stata utilizzata anche in occasione del presente studio geologico di PRG: elaborato **EGEO 01 – Carta geologica**.

## **5.2 Assetto strutturale**

L'area di indagine è caratterizzata da pieghe e sovrascorrimenti a vergenza verso l'Adriatico, aventi approssimativamente direzione appenninica (NW-SE).

Nella Carta geologico-tecnica dello Studio MS livello 2 alla scala 1:10.000 e nelle relative sezioni alla scala 1:2.000, vengono riportate diverse strutture di sovrascorrimento e retroscorrimento (backtrust). Tali elementi tettonici risultano evidenti nel settore Carrara-Rosciano e nelle frazioni di Carignano e Fenile; essi sono stati mappati a partire da quanto illustrato sulla Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 (AA.VV., 2009, 2011a, 2001b, 2016). Alcuni dei suddetti lineamenti vengono anche riportati sulla banca dati Ithaca (Catalogo delle faglie capaci), denominati Monte Giove e Ponte Murello: ad essi non sono praticamente associate informazioni che li definiscano in quanto ad attività e parametri sismici e l'unico dato certo è quello geometrico-cinematico; in relazione a quanto sopra e in attesa di maggiori conoscenze a riguardo, tali lineamenti sono stati indicati come non attivi in accordo con la caratterizzazione effettuata al livello 1 di microzonazione.

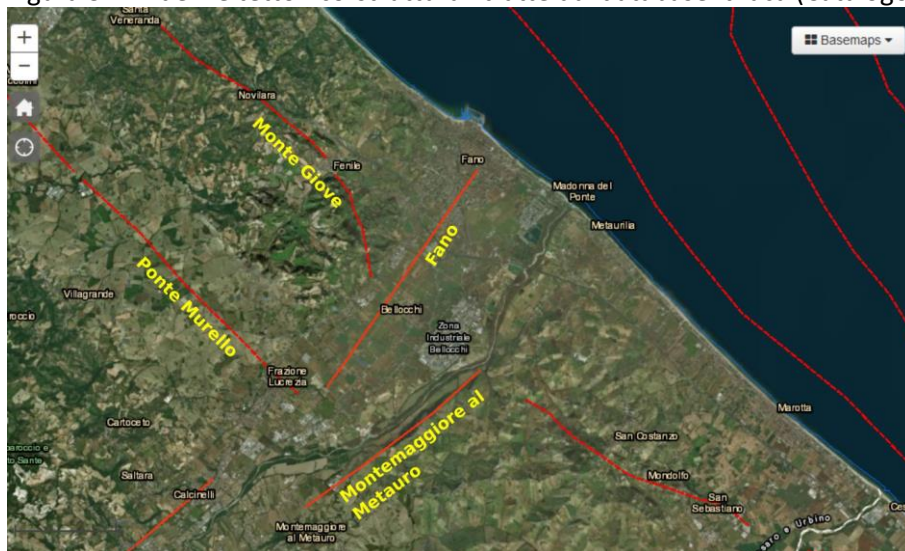
Nell'area di studio (Bacino del Fiume Metauro) si rileva la frequente presenza di faglie quaternarie.

L'analisi delle forme del paesaggio e dei terrazzi alluvionali della Valle del Fiume Metauro, così come per gran parte di quelli delle Marche settentrionali, indica un sollevamento generalizzato durante il Quaternario, accompagnato da sollevamenti differenziali in diverse aree esterne della catena. I caratteri geomorfologici, fra i quali il progressivo confinamento dei terrazzi e i profili convessi di molti versanti, indicano inoltre un aumento del tasso di sollevamento durante il tardo Pleistocene-Olocene (Savelli et alii, 2002; Di Bucci et alii, 2003). Studi a carattere geomorfologico, stratigrafico e strutturale condotti nell'area in esame, hanno permesso di riconoscere e caratterizzare faglie recenti sia nei depositi quaternari (Pleistocene superiore – Olocene), sia nel substrato Quaternario. Da tali studi emerge che le faglie recenti



(post-thrusting) osservate, fanno parte di un sistema di faglie consistente in segmenti orientati circa N-S (distensivi) e faglie di trasferimento con rigetto obliquo (sinistro-transtensivo) orientate NE-SW (Fig.3).

Figura 3 - Evidenze tettonico-strutturali tratte dal database Ithaca (Catalogo delle faglie capaci).



Tutte le strutture riportate per il settore di Fano risultano di fatto prive di caratterizzazione per quanto riguarda attività e parametri sismici (<http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/>).

Alcuni segmenti di faglie appartenenti a questo sistema appaiono non essere stati attivi negli ultimi 150.000 anni, essendo gli stessi suturati da depositi alluvionali terrazzati attribuibili approssimativamente a tale età.

Tuttavia, il sistema di faglie nel suo insieme appare avere esercitato un importante controllo sull'evoluzione geomorfologica quaternaria dell'area, almeno nel Pleistocene medio e in parte di quello superiore. Inoltre, l'osservazione di depositi tardopleistocenici e olocenici fagliati, suggerisce che la distensione orientata WSW-ENE (260°N), associata al sistema di faglie di cui sopra, possa essere attiva all'interno dell'area di studio (Savelli et alii, 2002; Di Bucci et alii, 2003) (Fig.3.11; Fig.3.12). Ulteriori dati strutturali su depositi quaternari deformati sono stati acquisiti nell'area di Rosciano, a SO di Fano. In quest'area, depositi colluviali e sabbie e ghiaie alluvionali, ascrivibili a terrazzi del "secondo ordine" (tardo Pleistocene medio), giacciono in discordanza su depositi silicoclastici messiniani (Formazione a Colombacci).

Fratture e piani di taglio minori (con rigetti massimi di alcuni centimetri) si propagano dalle rocce del substrato pre-quaternario ai depositi pleistocenici sovrastanti. Le fratture esposte nei depositi alluvionali mostrano direzioni comprese tra N-S e NE-SO e immersione dominante verso Est.

Strutture riferibili a quelle descritte su Savelli et alii (2002) e Di Bucci et alii (2003), vengono riportate sul database Ithaca. Nello specifico, per quanto riguarda l'entroterra nei pressi di Fano e quindi di fatto il settore di studio, da Ithaca emerge la presenza delle due strutture indicate come Fano e Montemaggiore al Metauro. Anche in questo caso, come per i sovrascorrimenti Monte Giove e Ponte Murello anzi descritti, le informazioni che definiscono queste strutture in quanto ad attività e parametri sismici sono assai carenti; per queste due ultime strutture inoltre, anche il dato geometrico-cinematico riportato su Ithaca appare in parte discutibile: in particolare per la struttura Fano, infatti, che si verrebbe a trovare completamente obliterata dalle coperture quaternarie, lo studio MS2 ritiene azzardato riportarne la traccia su una cartografia di dettaglio come la Carta geologico-tecnica alla scala 1:10.000 redatta per il presente lavoro di PRG e nelle relative sezioni geologico-tecniche dello studio MS2 alla scala 1:2.000. Fermo restando il fatto che appare ormai abbastanza certo che nell'area sia presente il sistema distensivo-transtensivo che emerge dalla bibliografia scientifica, si è scelto di non riportare in cartografia lineamenti tettonici di cui non si conosce di fatto l'esatta posizione geografica all'interno della valle.

## 6. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Fonti:

- Studi di Microzonazione Sismica di secondo livello. Dott. Geol. Cesare Bisiccia – ottobre 2018.
- Studi geologici PRG 2002 Dott. Geol. Vittorio Longhini - Dott. Geol. Lea Longhini - Studio Geologico UNIGEO 1999 - 2002.
- Studi di Microzonazione Sismica di primo livello, i geologi Gianluca Faustini, Maurizio Mainiero, Giovanni Boldrini, Massimo Gubinelli, Giovanni Lucantoni, Sandro Mariani – 2012.
- Studi di PRG 2020 D.R.E.Am. Italia 2017 – 2022.

La città di Fano sorge in corrispondenza della parte finale della Valle del Fiume Metauro, grossomodo fra la confluenza di questo fiume con il Torrente Arzilla. La valle del Fiume Metauro, lungo la quale si sviluppano anche quasi tutti i principali nuclei abitati del Comune di Fano, si presenta relativamente ampia e interessata dalle alluvioni terrazzate riferibili al Sintema del Musone (Olocene) e al Sintema di Matelica (Pleistocene sup.).

L'alveo attuale, fiancheggiato da argini artificiali, scorre su una piana relativamente ampia (4-6 km), posta a quota molto bassa sul canale attivo (non oltre 5-10 m) e che, almeno nella sua porzione più interna, raccoglie le acque di esondazione del Metauro. Ad eccezione del tratto immediatamente a monte della linea di riva, la piana è bordata sui due fianchi da scarpate, risultando così inserita nei corpi alluvionali terrazzati del Pleistocene superiore-Olocene "antico". Nel suo tratto terminale, l'unico non racchiuso fra scarpate, per un'estensione di circa 500-1000 m, attraversa la stretta piana costiera. Quest'ultima termina a mare con l'attuale spiaggia ghiaioso-sabbiosa e si prolunga con continuità sia verso nord che verso sud (Nesci et alii, 2008).

Nella porzione terminale del Metauro, su entrambi i lati, le scarpate che racchiudono la piana fluviale più recente sono singole e relativamente nette, sub-parallele fra loro e con andamento conforme all'attuale tracciato fluviale, vale a dire circa perpendicolare alla linea di riva. In prossimità della costa, compiono una deviazione di circa 90° allineandosi con la linea di riva e fondendosi così con la scarpata d'erosione marina che per oltre 7 km delimita verso terra la stretta piana costiera. Man mano che si procede verso l'interno le scarpate "bordiere" si sdoppiano in vario modo e diventano più arrotondate e meno rilevate, fino a lasciare il posto a semplici pendii, pur restando la piana di fondovalle confinata all'interno del corpo alluvionale del Pleistocene superiore - Olocene "antico". Quest'ultimo si allarga progressivamente verso mare su entrambi i lati della valle, evidenziando la sua primitiva forma a ventaglio (Nesci et alii, 2008).

La ricostruzione della sua originaria forma di superficie, convessa verso l'alto, conferma la sua natura di corpo tipo conoide/delta-conoide. Si tratta pertanto di un ventaglio deposizionale con apice ubicato a circa 3 km dall'attuale linea di riva, troncato verso costa dall'erosione marina e re-inciso dal Metauro, in senso longitudinale, circa lungo la sua mediana (Nesci et alii, 2008).

I depositi sono prevalentemente ghiaiosi e sabbioso-ghiaiosi. Le ghiaie, in particolare, mostrano una prevalente e marcata stratificazione "a festoni" indicativa di deposizione a opera di canali fluviali intrecciati ma, localmente, compare una subordinata stratificazione incrociata indicativa di deposizione in anse fluviali. Nell'insieme l'ambiente deposizionale sembra pertanto dominato da canali multipli intrecciati, nei quali singoli tratti possono presentare una apprezzabile sinuosità, formando piccole barre laterali (Nesci et alii, 2008).

Poco più a valle dell'apice della conoide, sul lato destro della piana, si apre un ampio vallone racchiuso tra due scarpate piuttosto arrotondate, che costeggia l'intero bordo meridionale del ventaglio deposizionale. Questa depressione morfologica, compiendo due blande anse, rasenta dapprima il piede delle colline, poi se ne allontana gradualmente per terminare contro la piana costiera recente. Il vallone, per la sua ampiezza e profondità, andamento e posizione marginale sulla conoide è da ritenersi un alveo occupato dal Metauro all'inizio dell'Olocene e direttamente collegato a fasi di sviluppo della conoide stessa (Di Bucci et alii, 2003;

Calderoni et alii, 2007). I terrazzamenti presenti lungo la valle del Fiume Metauro possono essere distinti in due categorie, i terrazzi di deposito (fill terraces) e quelli di erosione (erosional, rock-cut terraces).

Figura 4 - Evoluzione dell'area di foce del Fiume Metauro.

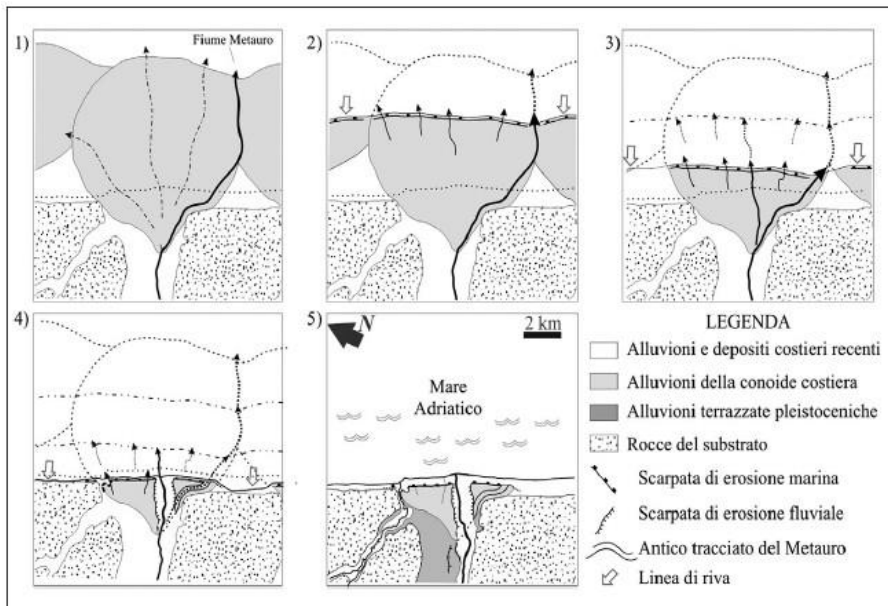
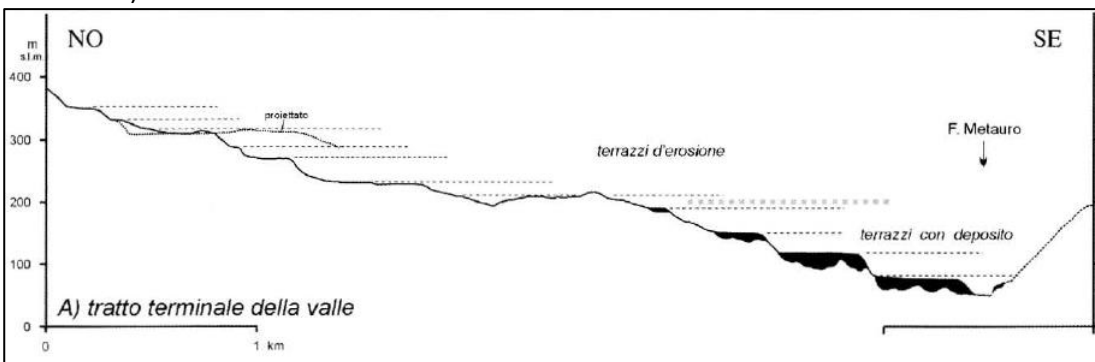


Figura 3 - Schema morfoevolutivo dell'area di foce del Metauro dall'inizio dell'Olocene ad oggi. 1) Massima espansione della conoide costiera in condizioni di livello marino ancora basso; in evidenza le conoidi degli adiacenti fiumi Foglia e Cesano, rispettivamente a nord e a sud della foce del Metauro; 2) Rialita del livello marino e prime fasi di smantellamento della conoide con conseguente formazione di una scarpata di erosione costiera; 3) Prosecuzione dello smantellamento della conoide e arretramento della scarpata costiera; 4) Massimo arretramento della linea di riva e ultime fasi del modellamento della scarpata costiera; 5) Situazione attuale. Per maggiori dettagli si rimanda al testo (per la descrizione vedi discalia originale; Nesci et alii, 2008).

I terrazzi sono posizionati ad altezze molto variabili rispetto all'attuale alveo del fiume e hanno la caratteristica di presentare delle asimmetrie molto sviluppate sui due versanti della valle, aspetto messo in relazione al comportamento dinamico delle strutture geologiche presenti nell'area (Fig.5).

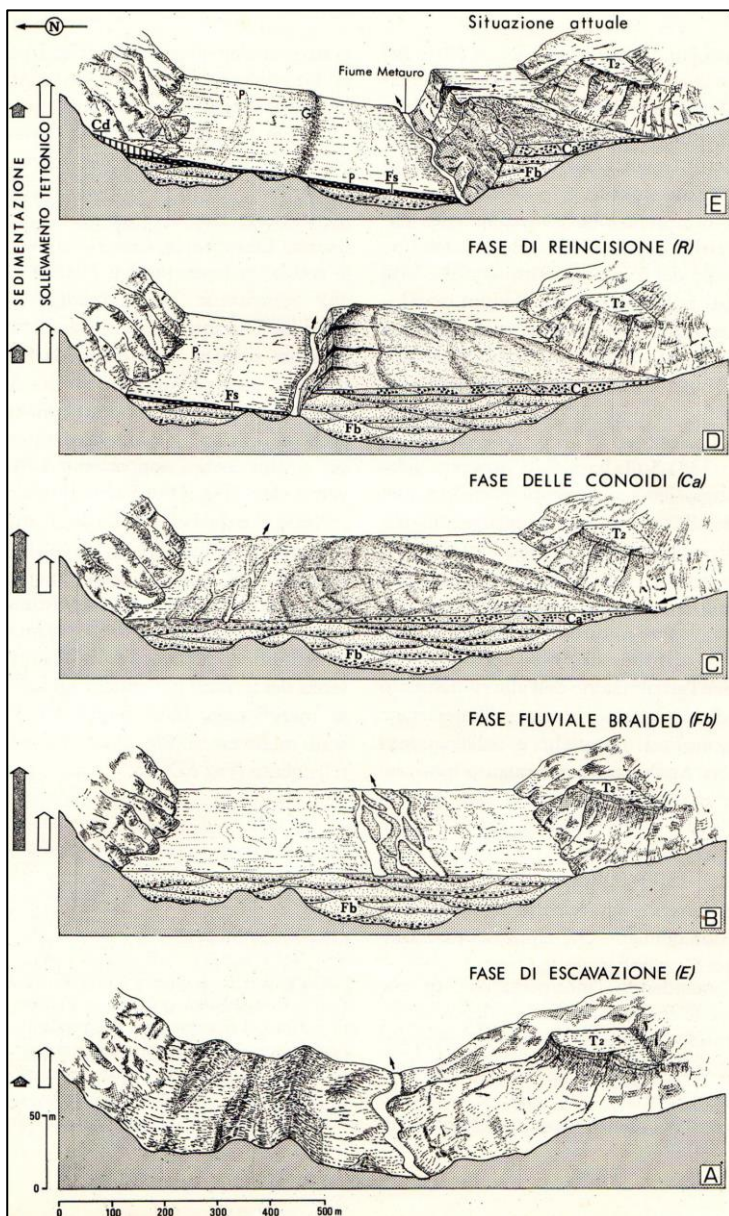
Figura 5 - Sezione schematica attraverso la valle del Fiume Metauro nei pressi di Fano; distribuzione dei terrazzi vallivi in uno dei settore di massima asimmetria della Valle del Metauro (Di Bucci et alii, 2003; modificato).



In corrispondenza del settore terminale della Valle del Fiume Metauro, si nota come il lato sinistro della valle, che risulta terrazzato, si trovi di fronte, sul lato opposto, ad un versante acclive e caratterizzato da fenomeni di instabilità generale (Savelli et alii, 1984, 2002; Di Bucci et alii, 2003).

Si ritiene che la presenza di paleoalvei in corrispondenza di tutta la piana alluvionale del Fiume Metauro, sia frequente e legata agli spostamenti relativi del corso del fiume, connessi sia con cause tettoniche sia con la messa in posto di conoidi e corpi detritici dai lati della valle che ne hanno determinato in qualche modo la migrazione laterale (Francavilla, 1976; Savelli et alii, 1984, 2002; Di Bucci et alii, 2003). Le indagini stratigrafiche raccolte nell'ambito dello studio MS2 e quelle geofisiche eseguite ex novo, avvallano significativamente la presenza di settori in cui si rileva un maggiore spessore delle coperture alluvionali e in cui si osserva una diversa composizione granulometrica dei sedimenti. Tali aspetti possono essere in qualche modo correlati al riempimento di precedenti linee di scorrimento principali del Fiume Metauro (alvei e canali sepolti); in relazione a tale evidenza si consultino gli elaborati finali prodotti (Carta geologico-tecnica e Carta delle MOPS) dello studio MS2.

Figura 6 - Evoluzione dei terrazzi della media Valle del Metauro in relazione a sedimentazione e sollevamento tettonico.



Fb=fase braided; Ca=conoidi alluvionali; P=paleoalvei; G=gradini minori. Da Savelli et alii, 1984.

L'attuale conformazione morfologica della valle del Fiume Metauro a Fano è il risultato delle fasi di deposizione e incisione che interessarono l'area durante il Quaternario.

La successione alluvionale del 3° ordine è interpretabile come il risultato di una deposizione controllata dal progressivo deterioramento climatico che ha caratterizzato l'inizio del Wurm (Savelli, 1984), verosimilmente accompagnato da esteso denudamento dei versanti, graduale aumento della produzione detritica e contemporanea diminuzione della competenza e della capacità di trasporto del Fiume Metauro (Savelli et alii, 1984). Quest'ultimo aveva assunto un generalizzato andamento del tipo braided (fase Fb). Successivamente, durante la fase in cui si misero in posto le conidi (Ca), mentre stavano instaurandosi condizioni climatiche arido-fredde, la deposizione fluviale era quasi cessata. I depositi alluvionali degli affluenti potevano quindi progredire sulla vasta piana alluvionale del Fiume Metauro, costruendo estesi apparati di conoide (vedi la precedente Fig.6),

Col progressivo e generalizzato mutamento climatico tardo wurmiano-olocenico, è terminata la massiccia deposizione alluvionale climatica, il controllo del sollevamento tettonico generalizzato è tornato a prevalere ed è iniziata la reincisione dei depositi alluvionali messi in posto durante la fase fredda da parte del Metauro che scorreva su una vasta piana alluvionale e che, probabilmente a causa delle mutate condizioni idrodinamiche e di produzione detritica sui versanti, aveva acquisito un andamento sinuoso (Savelli et alii, 1984).

L'esistenza di paleovalvei, che sono oggi il risultato dell'articolata evoluzione della Valle del Fiume Metauro, non semplifica le analisi di microzonazione sismica, dato che queste forme sono elementi individuabili con difficoltà ma che possono avere effetti importanti sulla RSL.

I versanti che caratterizzano l'area di studio, i quali presentano pendenze variabili in funzione dell'energia del rilievo, sono generalmente ricoperti da depositi eluvio-colluviali nella loro porzione medio-inferiore. A volte tali depositi di copertura possono evolvere in movimenti franosi.

Tutte le aree caratterizzate dalla presenza di depositi eluvio-colluviali, di conoide di deiezione e sottoposte ad attenzione per fenomeni di instabilità, sono riportate sulla Carta geologico-tecnica per la microzonazione sismica dello studio MS2.

## 7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Fonte: i vari autori già nominati

### 7.1 Generalità

L'idrografia del territorio oggetto di indagine è rappresentata dal Fiume Metauro con i suoi principali tributari di sinistra come il Rio Secco e di destra come il fosso delle Camminate, e dal Torrente Arzilla e dal Fosso Sejore al confine con il comune di Pesaro, situati entrambi in sinistra idrografica del fiume Metauro. Di particolare e rilevante interesse risulta tutta la pianura del Fiume Metauro, i cui depositi alluvionali sono sede della principale falda acquifera di sub-alveo.

L'alimentazione dell'acquifero in oggetto avviene principalmente per apporti meteorici, specialmente in sinistra idrografica, dove i terreni costituenti i vari terrazzi agiscono come aree di ricarica. Inoltre la presenza di lenti argillose all'interno del materasso alluvionale permeabile ghiaioso-sabbioso permette la formazione di falde acquifere multistrato. Lo spessore delle coltri alluvionali permeabili è variabile nell'ordine di una decina di metri ma aumenta considerevolmente fino a raggiungere valori di 35÷50 m in vicinanza della costa.

Di particolare e rilevante interesse, dal punto di vista idrologico, risulta tutta la pianura del fiume Metauro, i cui depositi alluvionali risultano sede di una cospicua falda acquifera.

Generalizzando, le caratteristiche della struttura delle alluvioni e del corpo idrico in esse contenuto, possono esser così sintetizzate:

#### Pianura alluvionale del Metauro, tra Rio Secco e Bellocchi:

- gli spessori medi dei depositi alluvionali sono generalmente crescenti procedendo da monte verso valle e dal bordo verso la parte mediana della vallata, risultando compresi fra 16 m. e 30 m. e raggiungendo i massimi valori in corrispondenza di alcuni alvei fossili.
- soprattutto nella fascia centrale, i primi orizzonti hanno una composizione piuttosto varia: è generalmente presente un livello superficiale di limo e argilla; segue un primo livello ciottoloso-ghiaioso, abbastanza costante, di spessore poco variabile attorno ai 10 m.; in profondità si rinviene un livello argilloso, di 3-4 m. di spessore, che separa le sabbie e le ghiaie sottostanti da quelle sovrastanti; al di sotto di questo è presente un orizzonte prevalentemente ghiaioso, talora con livelli sabbiosi e orizzonti argillosi, che poggia direttamente sulle argille plioceniche di base;
- il livello statico di falda è posto generalmente a profondità variabili da 10/11 m. a 21/22m.; le isopieze hanno un andamento serrato nelle fasce laterali, mentre si diradano in misura rilevante in tutta la zona centrale, dove maggiore risulta la permeabilità delle alluvioni e dove si evidenziano netti assi di drenaggio.

#### Pianura alluvionale del Metauro, tra Bellocchi e la linea di costa:

- lo spessore della coltre alluvionale aumenta considerevolmente fino a raggiungere valori dell'ordine di 35-45 m. e, forse, 50 m. in vicinanza della costa;
- mantiene la sua individualità il livello argilloso impermeabile intermedio (da 14 a 16 m. di profondità), mentre aumenta la presenza di setti argillosi più profondi, anche abbastanza importanti (da 23 a 26 m. e da 27 a 36 m.);
- la profondità del livello statico della falda varia, generalmente, da 8/9 m. a 16/17 m., riducendosi in prossimità della costa fino a valori intorno a 2,00 m.; l'andamento delle isopieze evidenzia una elevata permeabilità dei terreni in tutta la zona centrale della vallata.

### 7.1 La Carta idrogeologica del PRG

La carta idrogeologica del PRG è stata redatta sulla base dei tipi litologici della Carta Geologica Regionale e utilizzando alcuni temi derivanti dallo studio di PRG del 2002.

A livello idrogeologico è stato possibile suddividere il territorio comunale attraverso i litotipi presenti in funzione del grado di permeabilità.

Terreni permeabili: depositi alluvionali terrazzati del fiume Metauro, della bassa vallata del torrente Arzilla, della fascia costiera e delle conoidi torrentizie, dove prevalgono litologie ghiaioso-sabbiose, che sono sede di una cospicua falda acquifera.

Terreni mediamente permeabili: arenarie debolmente cementate che, affiorano principalmente in sinistra idrografica del Metauro (Formazione delle Argille Azzurre - membro delle Arenarie di Borello) caratterizzati da discreta permeabilità secondaria per fatturazione, con percolazioni idriche sotterranee tali da dare luogo ad emergenze di interesse locale. o alla presenza di sorgenti di un certo interesse.

Terreni impermeabili: argille marnose plio-pleistoceniche (Formazione delle Argille Azzurre) ed i complessi miocenici marnoso argillosi che costituiscono l'acquicluda.

## 8. INQUADRAMENTO SISMO TETTONICO E PERICOLOSITÀ SISMICA DEL TERRITORIO

Fonte: Studi di Microzonazione Sismica di secondo livello. Dott. Geol. Cesare Bisiccia – ottobre 2018.

### 8.1 Generalità

La sismicità dell'area italiana si inquadra in un contesto geodinamico complesso nel quale si collocano processi a diversa cinematica. L'evoluzione geodinamica dell'Appennino centrosettentrionale è caratterizzata, come aspetti fondamentali, dalla subduzione del margine interno della Microplacca Adriatica al di sotto del sistema di catena e dallo sviluppo del "bacino di retroarco" del Tirreno settentrionale alle spalle di un sistema arco-fossa in progressiva migrazione (Scandone & Stucchi, 2000). Questo processo ha portato ad una strutturazione per thrusting e all'impilamento di unità tettoniche, tra il Miocene ed il Pleistocene inferiore, sul margine continentale adriatico, a causa dello sprofondamento gravitativo della litosfera adriatica e ionica e del relativo roll – back del piano di subduzione (e.g. Malinverno & Ryan, 1986).

Il settore di catena compreso fra Umbria, Marche e Romagna, è caratterizzato da pieghe e sovrascorrimenti che deformano la successione sedimentaria prevalentemente carbonatica mesozoico – terziaria (Deiana & Pialli, 1994) e anche il sottostante basamento è interessato da faglie inverse con superfici immergenti a SW (Barchi et alii, 1998; Coward et alii, 1999).

Successivamente alla strutturazione per thrusting, la catena appenninica è stata parzialmente smembrata da faglie trascorrenti e normali. Nella parte interna della catena queste faglie hanno controllato lo sviluppo di bacini mio – pliocenici, coevi con le strutture da sovrascorrimento ancora attive nella parte esterna. Ciò ha permesso di descrivere l'intera catena come una paired tectonic belt, con distensione nella zona interna, bilanciante la contrazione orogenica nella parte esterna verso l'avampaese (Lavecchia, 1988). Se tutti i dati, (sismici geologici e geomorfologici) consentono di sottolineare sia nell'Appennino centrale che meridionale, la presenza da circa 800 Ka di un cambiamento nel regime tettonico che ha portato, in queste aree, alla predominanza di estensione attiva sia nelle zone interne che nelle zone esterne, ciò non risulta altrettanto chiaro per l'Appennino settentrionale. Anche qui è ampiamente documentata un'estensione attiva lungo la zona assiale della catena (Galadini et alii, 2000), ma per quanto riguarda le aree esterne la questione è ancora molto dibattuta, complice una serie di dati contrastanti.

Figura 7 - Rappresentazione dei thrust presenti lungo la costa adriatica e il settore pedappenninico romagnolo; cfr. didascalia originale (Lavecchia et alii, 2003).

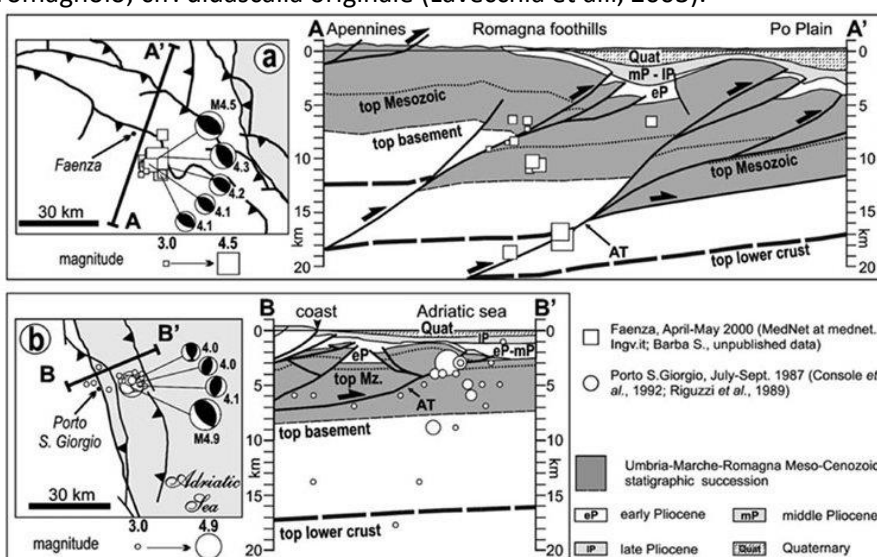


Fig. 4. Relationships between recent seismic sequences and Plio-Quaternary thrust faulting along the Coastal-Adriatic and Po Plain domains in two study areas: a=Faenza, b=Porto San Giorgio (see Fig. 1 for location). The uppermost 12 km of section A-A' and 8 km of section B-B' are constrained by seismic reflection data (after Cassano et al., 1986; Bally et al., 1986).



Alcuni autori ritengono che le aree esterne siano coinvolte ancora nel thrusting, indicando una compressione tuttora attiva con possibilità di sismogenesi dovuta a meccanismi compressivi e transpressivi con sforzo principale massimo sub – orizzontale in direzione SW – NE, vedi Fig.7 (Lavecchia et alii, 2000; Lavecchia et alii, 2003).

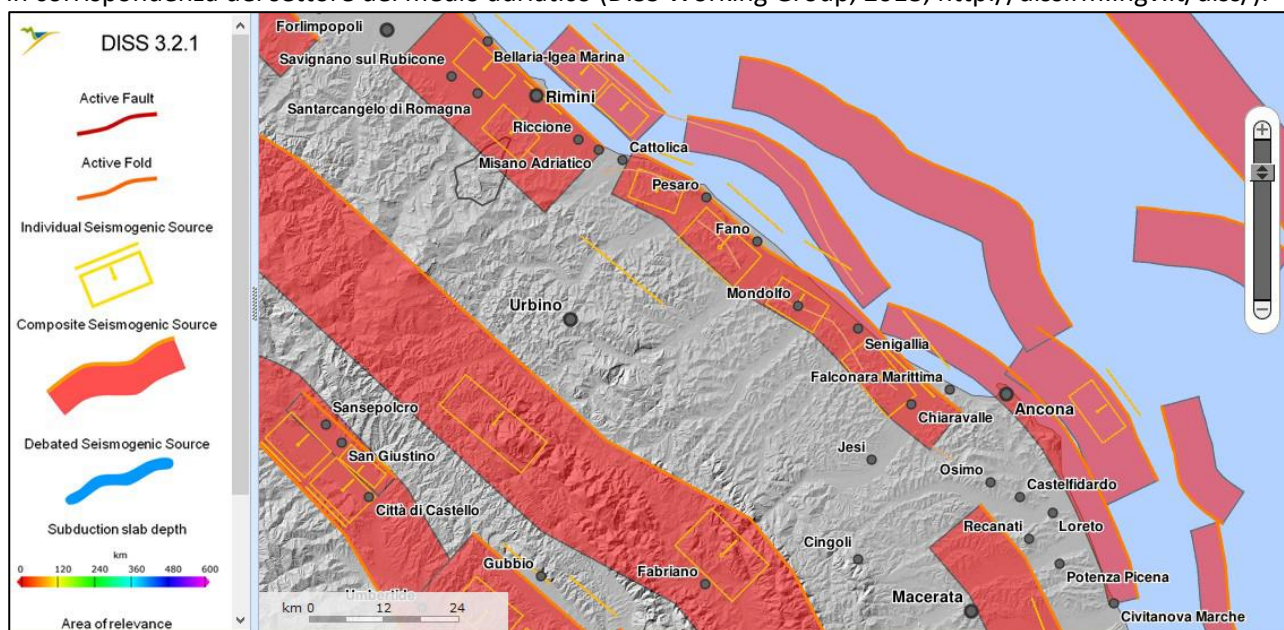
Basili (2001) e Basili & Valensise (2001) propongono un “modello segmentato” per la parte frontale del sistema di thrust dell’Appennino, indicando, come possibile causa dei terremoti verificatisi lungo la costa adriatica, il movimento dovuto a faglie di tipo blind thrust. Ulteriori studi svolti nelle marche settentrionali e nell’adiacente offshore adriatico, considerano terminata nel Pleistocene medio l’attività tettonica legata al thrusting suddetto, al quale si sarebbe sostituita una deformazione con asse estensionale orientato WSW-ENE e compressionale orientato NNW-SSE (Di Bucci et alii, 2003) (cfr. paragrafo 3.3).

Le recenti sequenze sismiche del 2012 (Italia settentrionale) e del 2013 (costa marchigiana) hanno fornito nuovi elementi al fine della caratterizzazione degli aspetti tettonici dell’Appennino esterno.

Focalizzando l’attenzione sui meccanismi focali osservati lungo la costa marchigiana, è possibile evidenziare come essi mostrino, in contrasto con quelli del 2012 dell’Italia settentrionale (Terremoto dell’Emilia) che confermano un’attività prettamente compressiva di frontal thrusting, solo una minore componente dovuta a riattivazione dei sovrascorrimenti, mentre la sismicità principale appare controllata da faglie trascorrenti che attraversano l’area frontale dell’Appennino (Mazzoli et alii, 2014).

Considerato il suddetto quadro tettonico-cinematico (e sismogenetico), strutture che si presentano sicuramente come di rilievo per il sito in esame, in virtù della loro vicinanza allo stesso, sono, come descritte sul DISS 3.2.1 (Database of Individual Seismogenic Sources; versione 2018), lo strumento fornito da INGV per le analisi di pericolosità a scala nazionale, quelle indicate con il nome di Pesaro – San Bartolo, Fano – Ardizio, Mondolfo e Senigallia (Struttura composita Pesaro – Senigallia) vedi Fig.8. Suddette sorgenti appartengono alla Zona sismogenetica 917. Quest’ultima include le sorgenti sismogenetiche principali della fascia appenninica esterna, alle quali è possibile associare la sismicità della costa romagnola e marchigiana (Valensise & Pantosti, 2001).

Figura 8 - Visualizzazione del database DISS 3.2.1 che mostra le principali strutture sismogenetiche attive in corrispondenza del settore del medio adriatico (DISS Working Group, 2018; <http://diss.rm.ingv.it/diss/>).



Altre strutture di particolare importanza per l’area oggetto di studio sono la sorgente sismogenetica nota come Cagliese e la struttura Fabrianese (Fig.2.5), per entrambe le quali si prevede una massima magnitudo Mw (Magnitudo Momento; Wells & Coppersmith, 1994) pari a 6.2.

Le suddette sorgenti risultano incluse nella zona 918 della Zonazione sismogenetica ZS9. Tale zona, insieme alla zona 913 e alla zona 914, costituisce una fascia sismogenetica attiva che da Parma si estende fino all'Abruzzo. Questa fascia presenta meccanismi focali molto variabili, con la prevalenza di meccanismi compressivi nella porzione nord-occidentale e distensivi nel settore sudorientale; si possono anche avere meccanismi a carattere trascorrente nelle zone di svincolo che interrompono la continuità longitudinale delle strutture. L'intera fascia è caratterizzata da eventi sismici storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo; le profondità ipocentrali previste sono relativamente più elevate rispetto a quanto stimato per la fascia costiera (Valensise & Pantosti, 2001).

Per le informazioni di dettaglio relative alle diverse sorgenti sismogenetiche anzidette, si rimanda al testo che descrive in maniera esaustiva la zonazione ZS9 (Meletti & Valensise, 2004) e al già citato DISS 3.2.1 (DISS Working Group, 2018; <http://diss.rm.ingv.it/diss/>).

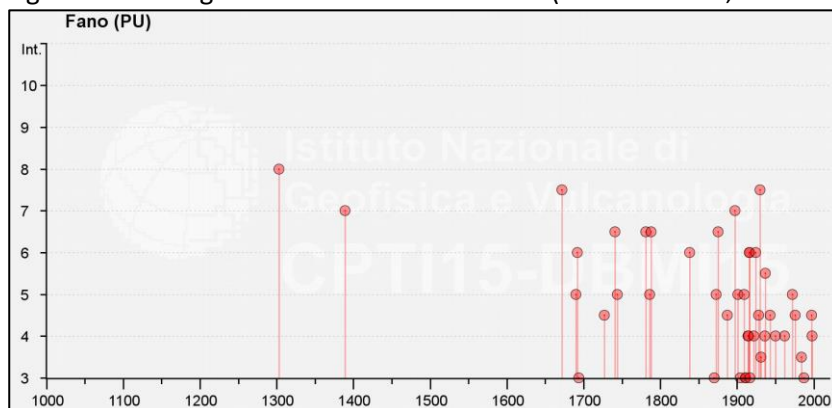
## 8.2 La sismicità del territorio

Fonte: Studi di Microzonazione Sismica di secondo livello, Dott. Geol. Cesare Bisiccia 2018 – 2019

Si descrive nel dettaglio la storia sismica della Città di Fano, facendo riferimento agli strumenti ad oggi maggiormente utilizzati al fine della definizione della pericolosità sismica storica di un'area. Il catalogo più aggiornato e applicato a livello nazionale è il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, nella sua versione 2015 (CPTI15) (Rovida et alii, 2016), che risulta strettamente collegato al database dei dati macrosismici delle località DBMI15 (Locati et alii, 2016).

In base a quanto riportato in Tabella 2.1 e in Figura 2.6, si può evincere come la massima intensità risentita ( $I_s$ ) per il Comune di Fano sia pari al grado VIII della Scala MCS, riferita al sisma noto come Adriatico centrale del 1303; non si sono reperite informazioni più precise per questo sisma di epoca medievale, anche in considerazione del lungo arco di tempo trascorso dal suo verificarsi.

Figura 9 - Catalogo sismico della Città di Fano (Intensità MCS; DBMI15; Locati et alii, 2016).



Terremoti particolarmente importanti nella storia di Fano furono il Riminese del 1672 e il più recente sisma di Senigallia del 1930, i quali produssero entrambi effetti di intensità  $I_s$  pari al grado VII-VIII della Scala MCS (Tab.1).

La sequenza sismica del terremoto Riminese del 1672 durò circa un mese. La scossa principale, preceduta alcune ore prima da una più debole, fu di circa 20 secondi ed ebbe effetti assai importanti.

Tabella 1 - Storia sismica della Città di Fano; terremoti I > 4 MCS (DBMI15; Locati et alii; 2016; modificato).

Intensity	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
NF	1897 06 24 19 04	Apecchio	27	5	4,34
NF	1904 09 02 11 21	Maceratese	59	5-6	4,63
NF	1908 03 17 03 59	Marche meridionali	54	5-6	4,61
NF	1909 08 25 00 22	Crete Senesi	259	7-8	5,34
NF	1910 12 22 12 34	Monti della Laga	19	5	4,3
NF	1948 06 13 06 33 36.00	Alta Valtiberina	142	7	5,04
NF	1972 11 26 16 03	Marche meridionali	73	8	5,48
F	1799 07 28 22 05	Appennino marchigiano	70	9	6,18
F	1907 01 23 00 25	Adriatico centrale	93	5	4,75
F	1972 02 04 02 42 18.56	Costa anconetana	75		4,57
F	1972 02 04 09 18 30.09	Costa anconetana	56		4,36
F	1972 02 05 01 26 29.88	Costa anconetana	2		4,36
F	1972 02 05 07 08 11.75	Costa anconetana	6		4,46
F	1972 02 05 15 14 48.05	Costa anconetana	3		4,36
F	1973 04 19 17 41 35.00	Pietralunga	22	7	4,61
<b>7-8</b>	<b>1672 04 14 15 45</b>	<b>Riminese</b>	<b>92</b>	<b>8</b>	<b>5,59</b>
<b>7-8</b>	<b>1930 10 30 07 13</b>	<b>Senigallia</b>	<b>268</b>	<b>8</b>	<b>5,83</b>
<b>6-7</b>	<b>1741 04 24 09 20</b>	<b>Fabrianese</b>	<b>135</b>	<b>9</b>	<b>6,17</b>
<b>6-7</b>	<b>1781 06 03</b>	<b>Cagliese</b>	<b>157</b>	<b>10</b>	<b>6,51</b>
<b>6-7</b>	<b>1788 04 18</b>	<b>Costa pesarese</b>	<b>2</b>	<b>5-6</b>	<b>4,4</b>
<b>6-7</b>	<b>1875 03 17 23 51</b>	<b>Costa romagnola</b>	<b>144</b>	<b>8</b>	<b>5,74</b>
5-6	1937 11 26 21 58 30.00	Costa pesarese	7	5	4,16
4-5	1727 12 14 19 45	Valle del Metauro	32	7	5,24
4-5	1887 05 26	Jesi	19	5	4,44
4-5	1928 05 30 20 01	Senigallia	17	5	5,02
4-5	1943 07 31 04 37	Senigallia	5	5	4,16
4-5	1976 05 06 20	Friuli	770	9-10	6,45
4-5	1997 09 26 09 40 26.60	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5,97
3-4	1931 06 25 05 01	Senigallia	14	4-5	4,02
3-4	1984 04 29 05 02 59.00	Umbria settentrionale	709	7	5,62
2-3	2006 04 10 19 03 36.67	Maceratese	211	5	4,06
<b>8</b>	<b>1303 08</b>	<b>Adriatico centrale</b>	<b>4</b>		
<b>7</b>	<b>1389 04</b>	<b>Fano</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>5,1</b>
<b>7</b>	<b>1897 09 21</b>	<b>Marche settentrionali</b>	<b>44</b>	<b>7</b>	<b>5,4</b>
6	1692 10 23 20 10	Costa pesarese	2	5	4,16
6	1838 06 23	Costa pesarese	4	6	4,63
6	1916 05 17 12 50	Riminese	132	8	5,82
6	1916 08 16 07 06 14.00	Riminese	257	8	5,82
6	1924 01 02 08 55 13.00	Senigallia	76	7-8	5,48
5	1690 12 23 00 20	Costa anconetana	16	8	5,58
5	1744 05 25	Costa pesarese	5	5	4,59
5	1786 12 25 01	Riminese	90	8	5,66
5	1873 03 12 20 04	Appennino marchigiano	196	8	5,85
5	1901 09 25 23 40	Costa pesarese	9	5	4,23
5	1909 01 13 00 45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5,36
5	1972 11 30 11 25 27.45	Costa pesarese	30		4,52
4	1914 10 27 09 22	Lucchesia	660	7	5,63
4	1915 01 13 06 52 43.00	Marsica	1041	11	7,08
4	1922 10 11 06 43 42.00	Costa anconetana	20	5	4,34
4	1936 10 18 03 10	Alpago Cansiglio	269	9	6,06
4	1950 09 05 04 08	Gran Sasso	386	8	5,69
4	1962 01 23 17 31	Costa pesarese	49	5	4,35
4	1998 04 05 15 52 21.01	Appennino umbro-marchigiano	395		4,78

Io = Intensità epicentrale; Mw = Magnitudo momento.

A Rimini il sisma danneggiò quasi tutti gli edifici religiosi, pubblici e privati, comprese le case nobiliari, le mura e le porte della città. Furono gravemente danneggiati anche i paesi del contado riminese e le città della costa. A Pesaro il sisma lesionò gravemente molte case. Danni leggeri furono riscontrati a Cesena, Ravenna, San Marino, Senigallia e Urbino. Gli effetti a Rimini furono aggravati dalla debolezza strutturale del patrimonio edilizio dell'epoca. L'area di risentimento si estese da Ferrara ad Ascoli Piceno, per tutta l'Emilia-Romagna, le Marche e l'Umbria settentrionale.

La scossa provocò sulla costa romagnola un debole effetto di maremoto. L'area colpita dal sisma apparteneva allo Stato della Chiesa. I danni si sommarono ad una preesistente situazione di depressione economica delle zone colpite, soggette anche a scorrerie di corsari turchi che depredavano e rapivano gli

abitanti delle coste. Alcuni giorni dopo il sisma, com'era d'uso all'epoca, furono avviate pratiche religiose per scongiurare ulteriori sciagure. Nel bacino del Metauro questo terremoto produsse effetti macrosismici massimi del VII-VIII grado MCS, maggiori verso la costa adriatica e minori verso l'interno. A Fano il sisma danneggiò notevolmente la città, lesionando o facendo crollare numerose abitazioni. Furono danneggiati il palazzo Pubblico e quello del Governatore. La parte superiore dell'antica torre del Duomo crollò sfondando la volta della cappella del SS. Sacramento e uccidendo 25 persone. Altre 5 o 6 vittime vi furono in ulteriori parti della città. Molti campanili ed edifici religiosi furono danneggiati più o meno gravemente (Patrignani, 2004).

Il sisma di Senigallia del 1930 produsse un'Intensità massima dell'VIII-IX grado MCS. Il terremoto colpì la costa centrosettentrionale delle Marche ed ebbe i suoi massimi effetti a Senigallia, dove 318 case crollarono o divennero inabitabili e 2.000 furono gravemente lesionate. Crolli e lesioni gravi furono segnalati a Montemarciano, Mondolfo, San Costanzo, Fano, Ancona. Altre 40 località subirono danni rilevanti. Per oltre un mese decine di scosse più deboli si susseguirono nella zona epicentrale. Nel porto di Ancona fu osservato un maremoto che ruppe gli ormeggi di un piroscalo. Il sisma causò 18 morti (14 a Senigallia e 4 ad Ancona) e molti feriti. Nel bacino del Metauro questa sequenza sismica produsse effetti macrosismici massimi dell'VIII grado MCS, soprattutto proprio lungo la costa fanese e nell'immediato entroterra (Patrignani, 2010b).

Un terremoto molto importante nella storia di Fano fu quello noto come Adriatico centrale del 1897. Le località più colpite furono Senigallia, Mondolfo, Fano, Urbino, Corinaldo, Sassoferrato e Fossombrone. A Senigallia caddero molti comignoli, molte tegole, qualche soffitto ed una parte del campanile di una chiesa; molte case furono lesionate. A Mondolfo e Fano caddero molti camini e in parecchie case si produssero fenditure (Cancani, 1898).

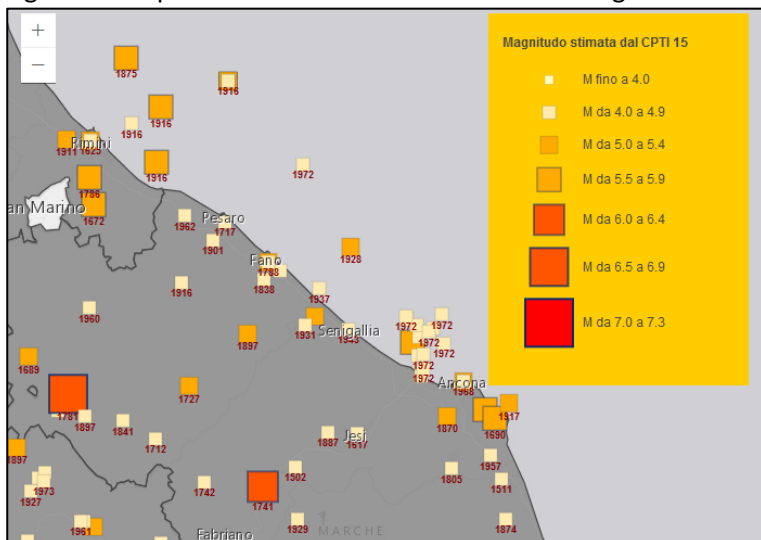
Altri terremoti di rilievo nella storia di Fano e di cui si dispone di una significativa mole di informazioni furono il Fabrianese del 1741, il Cagliese del 1781 e il sisma noto come Costa romagnola del 1875; essi generarono indicativamente nella Città di Fano effetti di intensità  $I_s$  pari al grado VI-VII della Scala MCS. Il terremoto Fabrianese del 1741 produsse gravi danni in una decina di paesi dell'Appennino marchigiano. Gli effetti più gravi si registrarono nelle località di Fabriano, Mergo, Sasso e Serra S. Quirico, tutte in provincia di Ancona, dove venne raggiunto il IX grado MCS, forte fu anche a Fratte Rosa e Monterolo (PU) (Monachesi & Stucchi, 1997).

L'area maggiormente colpita dal sisma Cagliese del 1781 fu quella dell'entroterra pesarese. Si ebbero effetti distruttivi nel territorio di Cagli, comprendente i centri di Cardella, Apecchio, Piobbico e una ventina di altre località, delle quali circa la metà furono quasi completamente rase al suolo. Il terremoto causò complessivamente circa 300 vittime; gli eventi indussero la Congregazione Pontificia del Buon Governo a prendere provvedimenti straordinari per sostenere finanziariamente lo Stato di Urbino e la provincia di Romagna (Monachesi & Stucchi, 1997).

Il sisma del 1875 colpì la Romagna sudorientale ed ebbe i suoi massimi effetti a Rimini, Cesenatico e Cervia. Altre scosse più deboli si susseguirono per tutto il mese di marzo. Numerosi edifici in queste città crollarono o subirono gravi lesioni, il crollo di tetti, soffitti e solai. Molti edifici religiosi, tra i quali il Tempio Malatestiano di Rimini subirono danni rilevanti. Alcuni di essi erano già fiaccati dalle lesioni riportate molti anni prima, in seguito al terremoto riminese del 1786. In molte località della Pianura Padana fino a Castel Bolognese e sulla costa adriatica da Pesaro a Ravenna, la scossa causò fenditure nei muri e caduta di comignoli. Nell'entroterra vi furono danni leggeri fino a San Marino e Urbino. La scossa fu avvertita da Belluno fino a Velletri e sulla costa Croata. Il sisma provocò un morto a Rimini e vari feriti in tutta l'area epicentrale. Furono notate alcune piccole onde di maremoto. In vari luoghi della costa romagnola si aprirono lunghe fenditure nel terreno e cavità imbutiformi da cui fuoriuscirono getti di acqua in pressione (fenomeni di liquefazione del terreno). Nel bacino del Metauro questo terremoto produsse effetti macrosismici massimi compresi tra il VI e il VII grado MCS, per lo più lungo la costa adriatica. A Fano la

scossa causò la rotazione di una guglia in pietra del Duomo e vari danni agli edifici. Il palazzo comunale fu dichiarato inagibile e alcuni uffici, già in cattivo stato, vennero temporaneamente trasferiti (Patrignani, 2004b). In Figura 10 vengono riportati gli epicentri dei suddetti terremoti tramite un'immagine ottenuta con l'utilizzo delle recenti "Mappe interattive" del sito web <http://www.iononrischio.it>.

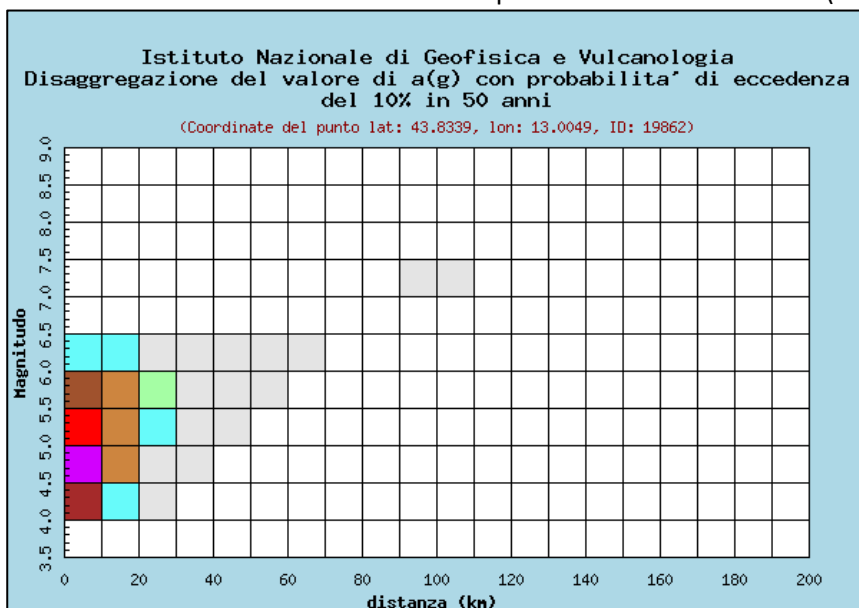
Figura 10 – Epicentri dei terremoti nell'area marchigiana.



### 8.3 La pericolosità sismica di base del territorio di Fano

La descrizione completa della pericolosità sismica di un sito prevede l'estrazione degli accelerogrammi di input che possono essere utilizzati al fine della definizione della RSL. Anche se il presente lavoro di MS non prevede tali analisi avanzate (livello 3), si vogliono comunque fornire i parametri sismologici di base necessari alla successive elaborazioni, al fine di completare il quadro analitico relativo alla pericolosità di base. Informazioni fondamentali al suddetto fine sono i dati di disaggregazione (variabili in termini di magnitudo e distanza), ottenibili per esempio dalla pagina del sito dell'INGV (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>) specificatamente dedicata ai dati di pericolosità sismica nazionale (Fig.11 e Tab.2).

Figura 11 - Grafico di disaggregazione relativo alla Città di Fano, indicante le coppie magnitudo-distanza che contribuiscono alla determinazione della pericolosità sismica di base (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).



Da tali dati si nota come di gran lunga il maggior contributo percentuale alla pericolosità per il sito in esame sia fornito da terremoti di magnitudo compresa fra 4,0 e 6,0 e posizionati ad una distanza inferiore ai 10 Km dal sito stesso (63,8%); questi sono terremoti di medio-bassa entità che potrebbero verificarsi però a distanze molto limitate da Fano. In termini probabilistici si sottolinea quindi come INGV ritenga significativa la possibilità del verificarsi di eventi sismici nei pressi del sito in esame (terremoti epicentrali), come d'altra parte storicamente sembra già essere avvenuto.

Un ulteriore importante contributo alla pericolosità sismica di Fano viene offerto dai terremoti di magnitudo compresa fra 4,5 e 6,5 alla distanza di 10-30 Km (per esempio i sismi storici del 1781 e del 1741); essi contribuiscono alla pericolosità finale per il 26,16% del totale.

Tabella 2 - Dati di disaggregazione per il sito Fossombrone (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>).

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.8339, lon: 13.0049, ID: 19862)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	11.300	24.400	17.400	10.700	1.460	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.950	7.010	8.820	8.650	1.680	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.011	0.424	1.430	2.300	0.948	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.001	0.137	0.597	0.413	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.002	0.120	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.048	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Si sottolinea quindi come l'89,96% del contributo di pericolosità sia rappresentato da terremoti previsti in un raggio inferiore ai 30 km da Fano; questo aspetto risulta importante in presenza di aree potenzialmente instabili sul territorio, infatti la maggior parte dei fenomeni di instabilità sismoindotti (movimenti gravitativi, liquefazione, etc.), si verifica in genere relativamente vicino alle aree epicentrali.

## 9. GLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO

### Premessa

Gli studi di Microzonazione Sismica di livello 2 coordinati dal Dott. Geol. Cesare Bisiccia in collaborazione con il Dott. Geol. Leonardo Celli recano data ottobre 2018, sono stati successivamente integrati di alcune cartografie e approvati dal comune nell'aprile 2021 che ha recepito in una variante alle norme tecniche di attuazione del PRG le prescrizioni in esso contenute (Art 102 NTA di PRG ad oggetto: "Disciplina delle aree ricadenti all'interno dello studio di Microzonazione Sismica di livello 2").

Il comune, nell'artico 102, ha recepito inoltre i suggerimenti formulati nel 2020 dal SERVIZIO TUTELA GESTIONE E ASSETTO DEL TERRITORIO - P.F. Tutela del Territorio di Pesaro e Urbino della Regione Marche (recepimento del parere n. 3731/20 del 20/10/2020) riguardanti la necessità di ampliare ancora le aree di indagine e il numero di prospezioni in modo da caratterizzare meglio il territorio.

### 9.1 Le indagini svolte

Gli studi hanno rivalutato e integrato i precedenti del 2012 ampliando di poco l'area di indagine e integrando il quadro conoscitivo sismico con nuove indagini, quali:

1. indagini geofisiche di tipo HVSr (H/V; microtremori a stazione singola; Horizontal to Vertical Spectral Ratio),
2. indagini di tipo MASW (Multichannel Analysis Surface Waves) e REMI (Refraction Microtremor) al fine di ottenere informazioni sulle frequenze fondamentali di sito ( $f_0$ ) e determinare con un sufficiente grado di precisione le velocità delle onde sismiche di taglio  $V_s$  ( $V_{s30}$  o  $V_{sEq}$ ).

I dati relativi alle indagini reperite e a quelle di nuova esecuzione sono stati inseriti nelle sei tabelle fornite a completamento della *Carta delle indagini denominate* Sito\_Puntuale, Sito\_Lineare, Indagini\_Puntuale, Indagini\_Lineari, Parametri\_Puntuale, Parametri\_Lineari. Per la loro compilazione si sono seguiti gli Standard di rappresentazione e archiviazione informatica, versione 4.0b (AA. VV., 2015) realizzati a cura della Commissione Tecnica per la Microzonazione Sismica. L'archivio delle prove è stato organizzato come geo data base (files Cdi\_Tabelle.mdb; Ind\_pu.shp; Ind\_In.shp).

Per quanto riguarda le indagini di repertorio all'interno dell'area delimitata per lo studio di microzonazione sismica, è stato reperito un numero significativo di sondaggi geognostici e prove penetrometriche, la gran parte dei quali non raggiunge il substrato geologico di base. In sintesi fra prospezioni di repertorio e di nuova realizzazione

Prospezioni geognostiche puntuali di repertorio:

1. N. totale sondaggi e pozzi che raggiungono il substrato (SS): 50
2. N. totale sondaggi e pozzi che non raggiungono il substrato (S): 74
3. N. totale prove penetrometriche statiche (CPT): 70
4. N. totale prove penetrometriche dinamiche leggere (DL): 3
5. N. totale prove penetrometriche dinamiche pesanti (DP): 22
6. N. totale prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DS): 19

Prospezioni geofisiche lineari di repertorio:

7. N. totale indagini MASW: 56
8. N. totale indagini di sismica a rifrazione (SR): 3

Prospezioni geofisiche puntuali di repertorio:

9. N. totale indagini (HVSr): 44

Prospezioni geofisiche puntuali integrative 2018:

10. N. totale indagini di microtremori effettuate (HVSR): 34
11. N. totale indagini MASW effettuate: 19
12. N. totale indagini REMI effettuate: 19

## 9.2 Sintesi dei risultati

Per quanto riguarda la metodologia adottata e i commenti alle varie fasi di interpretazione dei dati si rimanda alla lettura della Relazione illustrativa; in definitiva gli studi hanno permesso di ricostruire il modello geologico complessivo dell'area di studio ma permangono incertezze in alcune aree di margine fra i terreni della piana alluvionale e quelli collinari per l'assenza di un numero sufficiente di prospezioni dirette.

La Carta geologico tecnica e le sezioni ad essa associate descrivono queste condizioni elaborate secondo i criteri di MS2.

L'area del comune di Fano presenta molteplici e complesse situazioni geologiche. Le maggiori differenze tra i diversi assetti litostratigrafici dipendono essenzialmente dalla variazione degli spessori delle coperture eluvio-colluviali nelle aree interessate da versanti e dei depositi alluvionali nelle aree di fondovalle. Il resto del territorio è caratterizzato dalla presenza del substrato (geologico;  $V_s < 800$  m/s) affiorante o sub-affiorante (spessore delle coperture  $< 3,0$  m dal p.c.) il quale è stato distinto nelle varie tipologie previste dagli standard nazionali (AA.VV., 2008; 2015).

I risultati finali degli studi son raffigurati nelle Carte di microzonazione sismica di livello 2 definite per tre intervalli di periodi (in accordo con quanto fatto per la microzonazione sismica delle zone colpite dal sisma del Centro Italia nel 2016): 0,1-0,5 s; 0,4-0,8 s e 0,7-1,1 s.

La legenda delle carte di microzonazione è rappresentata da colori che vanno dal giallo al viola in funzione della grandezza del fattore di amplificazione FA previsto. La presenza di aree di attenzione per instabilità viene segnalata dalla medesima retinatura caratteristica che viene riportata anche nella Carta delle MOPS.

Nello studio di livello 2 le cosiddette zone di attenzione per instabilità (sia di versante che per liquefazione) non vengono meglio definite; la valutazione dei parametri che servono a quantificare l'effettiva instabilità di tali aree viene in genere effettuata al livello 3 di approfondimento (AA.VV., 2015).

Tuttavia, per tutte le zone di attenzione per instabilità è stato comunque calcolato il fattore di amplificazione FA, dato che da un punto di vista geotecnico e dinamico, sulla base delle misure geofisiche effettuate in corrispondenza di esse, le caratteristiche medie di tali aree possono essere sostanzialmente equiparate a quelle delle aree stabili adiacenti.

I fattori di amplificazione osservati per il Comune di Fano variano in maniera significativa in base all'area e in funzione del periodo di interesse considerato; in linea di massima nei settori collinari si hanno amplificazioni maggiori a periodi compresi fra 0,1 e 0,5 s, mentre nel fondovalle la situazione mostra un risultato finale complessivo più uniforme nell'intero range di periodi considerati; effetto questo, conseguenza delle modalità di applicazione degli abachi (cfr. AA.VV. 2018).

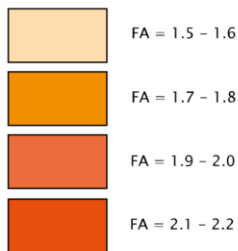
In sintesi Per quanto riguarda le zone di attenzione per instabilità riconosciute e distinte sesse necessiteranno di un livello ulteriore di approfondimento (livello 3), indirizzato fondamentalmente a definire la reale pericolosità delle criticità segnalate (prossime ai centri abitati o in corrispondenza di essi) in caso di evento sismico e gli effetti concretamente attesi.



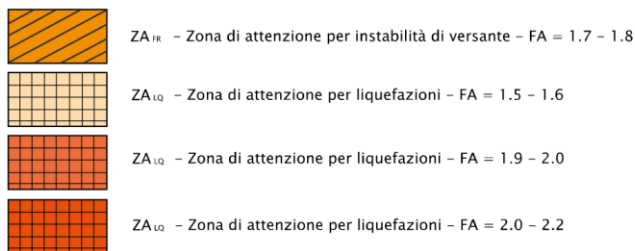
A riguardo un'area di importanza particolare per il territorio esaminato è rappresentata dal litorale, il cui assetto stratigrafico presenta caratteristiche compatibili con i fenomeni co-sismici della tipologia liquefazione.

Figura 12 - Legenda della carta di microzonazione sismica (livello 2); FA 0,7-1,1 s.

### Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



### Zone di attenzione per Instabilità (Livello 2)



Lo studio MS2 non ha ritenuto necessario delimitare aree significative con terreni molto scadenti e in grado di dar vita facilmente a cedimenti differenziali in caso di sisma e non sembrano essersi mai verificati storicamente crolli di cavità o fenomeni di sinkhole.

Anche se nell'area di studio esiste la possibilità concreta che siano presenti lineamenti tettonici che rivestono un'importanza significativa non sono state identificate con certezza e quindi segnalate faglie attive e capaci di geometria determinata e/o caratteristiche cinematiche ben definite.

## 10. GLI ELABORATI CARTOGRAFICI DEL PRG

Nell'ambito degli studi geologici a supporto del PRG 2020 del comune di Fano si sono redatti elaborati finalizzati alla individuazione dei limiti e condizionamenti alla pianificazione urbanistica; sulle carte di pericolosità geomorfologica e di pericolosità sismica si descrivono le relazioni fra questi due fattori e le principali previsioni urbanistiche; la Carta di pericolosità idraulica indica le aree interessate da alluvionamenti per tempi di ritorno TR200, derivata dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), le relazioni fra previsioni e condizioni di rischio idraulico sono descritte nei seguenti elaborati allegati alla relazione PEIDRO *Rel Studio di verifica di compatibilità e invarianza idraulica*:

PEIDRO 01 Valutazione compatibilità idraulica delle trasformazioni urbanistiche  
PEIDRO 02 Valutazione invarianza idraulica delle trasformazioni urbanistiche

Le relazioni fra le principali previsioni urbanistiche e le pericolosità geomorfologiche e sismiche sono descritte in particolare nell'Allegato PEGEO A2 a questa relazione:

### **PEGEO A2 Disposizioni per l'attuazione delle previsioni urbanistiche**

A2.1 Programmazione ed esecuzione delle indagini geologiche e delle prospezioni geognostiche  
A2.2 Schede di fattibilità geologica e sismica relative alle Aree di Trasformazione

La sintesi dei condizionamenti è riportata anche negli elaborati inseriti nel contesto generale delle NTA:

PEGEO 01 Schede norma di compatibilità geologica e sismica  
PEGEO 02 Tabella generale dei condizionamenti geologici e sismici

Il complesso delle disposizioni definiscono anche il grado di approfondimento delle indagini e prospezioni geognostiche da rispettare in sede di progetto edilizio.

Con riferimento agli elaborati cartografici se ne sintetizzano i contenuti:

**Carta geologica.** Deriva dalla Carta geologica della Regione Marche, modificata per quanto riguarda le aree di fondovalle e i depositi di frana, i depositi colluviali ed eluviali sulla base degli studi geomorfologici appositamente realizzati per questo PRG. Non si è utilizzata la base geologica della Carta geomorfologica della Regione Marche perché i due temi non sono fra loro coerenti e perché gli studi di MS2 hanno utilizzato la cartografia ufficiale alla scala 1:50.000 CARG coerente con la Carta geologica regionale. Ne è derivato un elaborato originale secondo gli scriventi più dettagliato e valido di quello ufficiale.

**Carta Geomorfologica.** Utilizza la base geologica della Carta geologica regionale corretta per i depositi di frana, colluviali ed eluviali, deriva da indagini in campo (2017 – 2018), reinterpretazione su ortofotocarte digitali dei temi geomorfologici degli elaborati della Regione Marche, dell'archivio IFFI e dei temi geomorfologici del PAI. Considerato che le aree in dissesto, molto diffuse sul territorio collinare, sono riconducibili a fenomeni gravitativi di scorrimento e colamento molto lenti e che interessano, per la maggior parte, il primo metro e mezzo di terreno superficiale, la intensa fase di reinterpretazione sopradetta si è sviluppata tramite l'analisi di foto aeree del 1977 e 1987, ortofoto carte del 2007 e 2016, immagini satellitari dal 1983 al 2020, questa elaborazione al fine di seguire nel tempo l'evoluzione delle aree rilevate nei vari documenti e nelle fasi di rilievo in campo, confermare o escludere la loro effettiva presenza, definirne la rilevanza e infine permettere l'attribuzione ai vari processi dello stati di attività: attivo, quiescente, inattivo, inattivo relitto.

Altro tema importante, originale, derivato dalla stessa metodologia sopra descritta è il rilievo delle aree di antica escavazione, modifica morfologica intensa, discarica e successivo colmamento parziale o totale o completo riutilizzo ad altro uso; a queste aree va attribuito un grado di scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni.

Altro tema importante rilevato consiste nella esatta delimitazione alla scala di dettaglio 1:1.800 delle aree golenali, di diretta competenza dei corsi d'acqua e di antica divagazione (paleoalvei).

La base geologica in questo caso è stata semplificata per domini geologici dei terreni di copertura, di origine continentale e marina.

**Carta idrogeologica.** Deriva dai temi della Carta geologica, indicizzati per classi di permeabilità primaria e secondaria (per fratturazione) dei litotipi. Questa carta è stata integrata con alcuni temi derivati dagli studi del PRG 2002, per quanto riguarda i pozzi ad uso acquedotto pubblico e linee isofreatiche rilevate al tempo degli studi in oggetto.

**Carta litotecnica e dei dati geologici.** Deriva dai temi della Carta geologica, indicizzati per classi litotecniche con lo stesso criterio degli studi di MS2 2019. Questa carta è stata integrata con il repertorio georiferito delle indagini utilizzato dagli studi di MS, quali pozzi, indagini geofisiche e prospezioni geognostiche quali sondaggi.

**Carta della pericolosità geomorfologica.** Deriva dai temi della carta geomorfologica attribuendo una classe di pericolosità molto elevata ai processi geomorfologici attivi, elevata ai processi quiescenti e media a quelli inattivi. Le pericolosità media e bassa sono state definite anche in relazione alle classi di pendenza: bassa = pendenze comprese fra 0 e 15%, media (integrata con la pericolosità geomorfologica media) per pendenze comprese fra il 15% e il 30%, elevata (integrata con la pericolosità geomorfologica elevata) per pendenze comprese superiori al 30%. Pendenze superiori al 50% sono state per semplicità considerate nelle pericolosità molto elevate. È stata inoltre definita una classe 3t derivante dalla presenza di scarpate morfologiche la cui attività è di incerta definizione e che sono oggetto di approfondimento di indagine in sede di progettazione esecutiva. Su questa carta, come detto, sono stati riportati i perimetri delle principali aree di previsione, zoning Pn e AT.

**Carta della pericolosità sismica.** Deriva dai temi della pericolosità molto elevata ed elevata della carta di pericolosità geomorfologica integrati con i temi della Carta di microzonazione sismica. In questa carta non si sono raffigurate aree a pericolosità molto elevata non derivanti da fattori geomorfologici per l'incertezza sulla presenza di faglie attive e capaci, la classe di pericolosità elevata è stata quindi attribuita alle Zone di attenzione per instabilità (comprese liquefazioni) e la classe di pericolosità media alle Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali.

**Carta di pericolosità idraulica.** Deriva dalle zonazioni del PGRA per Tr 200, integrata con le classi della Direttiva alluvioni TR 100 e TR 300 (pericolosità idraulica costiera), integrata per i temi degli alluvionamenti del 2014, dei fenomeni di Flash flood (PGRA). I condizionamenti sulle principali previsioni urbanistiche risultano modesti sono descritti nei tre allegati alla relazione *Verifica di compatibilità e invarianza idraulica di previsioni di trasformazioni urbanistiche nel Comune di Fano*.

## **11. LE PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICHE DEL PRG**

Considerando quanto descritto al capitolo precedente sono state le seguenti classi di pericolosità geomorfologica

### **G.1 - Pericolosità bassa**

Aree apparentemente stabili, aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche e giaciture non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di processi morfoevolutivi. Aree con acclività minore del 15%.

### **G.2 - Pericolosità media**

Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; scarpate morfologiche, scarpate costiere e di terrazzo apparentemente stabili, modifiche morfologiche stabili (escluse le aree di cava), acclività fra il 15% e il 30%, aree di duna costiera in cui sono presenti litotipi sabbiosi il cui grado di addensamento costituisce elemento di attenzione per l'integrità delle strutture.

### **G.3 - Pericolosità elevata per fattori geomorfologici**

Aree in cui sono presenti fattori geomorfologici quiescenti; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di falda idrica superficiale, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da fenomeni erosivi superficiali; scarpate morfologiche e discontinuità strutturali la cui stabilità deve essere verificata da studi e indagini di dettaglio; aree interessate da difficoltoso drenaggio delle acque superficiali per l'inefficienza del reticolo idrografico minore, che non siano riconducibili a eventi di alluvionamento; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; rischio di crolli in sottosuolo determinati Sinkhole apparentemente stabilizzati. Aree interessate da significative modifiche morfologiche, aree di cava con fronti di scavo non monitorati e stabilizzati tramite efficienti opere di consolidamento. Aree di fondovalle nelle quali possono verificarsi significativi fenomeni di subsidenza e cedimenti differenziali.

Le pericolosità elevate, riferite a processi quiescenti o condizioni del territorio al limite dell'equilibrio, definiscono condizionamenti alla attuazione delle previsioni urbanistiche, che per le aree in frana quiescente comportano la preventiva messa in sicurezza tramite opere anche non strutturali, per le pericolosità determinate dagli altri fattori geomorfologici comportano il preventivo approfondimento degli studi, delle indagini e delle prospezioni a supporto delle eventuali opere di messa in sicurezza.

### **G.3t – Pericolosità elevata per fattori topografici**

Aree non interessate da fattori geomorfologici attivi o quiescenti ma in condizioni di elevata acclività con pendenze comprese fra 30% e il 50%. I nuovi interventi edificatori in queste aree sono sconsigliati e in ogni caso condizionati alla preventiva valutazione delle reali condizioni di stabilità, approfondimento degli studi, delle indagini e delle prospezioni a supporto delle eventuali opere di messa in sicurezza. Questa classe non contribuisce alla fase di modifica e integrazione del PAI.

### **G.4 - Pericolosità molto elevata**

Aree interessate da fattori geomorfologici attivi, aree di diretta competenza dei corsi d'acqua, aree golenali, discariche, aree paludose, aree in forte pendenza, spiagge attuali e aree di balneazione. Le pericolosità molto elevate, riferite essenzialmente a processi attivi, definiscono limiti alla pianificazione urbanistica.

## 12. LE PERICOLOSITÀ SISMICHE DEL PRG

Le pericolosità sismiche del territorio comunale sono state definite sulla base di due criteri:

- a. tramite l'applicazione di criteri di Microzonazione Sismica di secondo livello (MZS 2018-2020), descritti nell'Allegato PEGEO A1, riferiti alle aree edificate e interessate dalle principali previsioni urbanistiche,
- b. tramite l'applicazione di criteri geologici e geomorfologici, riferiti alle aree non edificate del territorio comunale.

Nella Carta di pericolosità sismica i criteri della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), descritta negli elaborati di MZS, prevalgono sulle pericolosità geologiche G.4 per elevata acclività. Nella Carta di pericolosità sismica le pericolosità geologiche elevate e molto elevate si sovrappongono ai criteri delle MOPS.

Le pericolosità sismiche non determinano limiti alla pianificazione urbanistica, ai nuovi interventi e agli interventi sul Patrimonio Edilizio Esistente (PEE) nelle aree edificate si definiscono condizionamenti sulla base dei risultati dell'approfondimento degli studi, delle indagini e delle prospezioni da effettuarsi in fase di progettazione definitiva a supporto delle opere di compatibilizzazione.

Al riguardo si consulti quanto riportato nel successivo Capo "I CONDIZIONAMENTI DERIVANTI DAGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA DI SECONDO LIVELLO".

Nel caso di aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e capaci deve essere effettuato uno studio geologico e geomorfologico di dettaglio, integrato con indagini geofisiche, così come indicato nelle "Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci" – FAC, approvate dalla Conferenza delle Regioni e Province autonome nella seduta del 7 maggio 2015 e contenute nelle specifiche tecniche regionali di cui all'O.D.P.C.M. 3907/2010. Per tali aree sono individuate le "zone di suscettibilità - ZSFAC" e le "zone di rispetto - ZRFAC" della faglia attiva e capace.

Per quanto riguarda la problematica trattata al punto precedente, la presenza sul territorio di Fano di faglie attive e capaci, nella Relazione illustrativa degli studi di Microzonazione Sismica di secondo livello, si ritengono non sufficientemente documentate le segnalazioni contenute nel database Ithaca (Catalogo delle faglie capaci) riguardanti le strutture denominate Monte Giove, Ponte Murello, Fano e Montemaggiore al Metauro in quanto ad attività e parametri sismici sono assai carenti.

Ne consegue che, al momento attuale, non vengono posti limiti e condizionamenti alla pianificazione derivanti dalla presenza di faglie attive e capaci ma si prescrive per gli interventi ricadenti in un fascio di 200 m. in destra e sinistra degli allineamenti suddetti l'approfondimento delle indagini sismiche. Le aree di interesse sono consultabili presso il sito web "<https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/suolo-e-territorio-1/ithaca-catalogo-delle-faglie-capaci/default>".

### Classi di pericolosità sismica

#### **S.1 - Pericolosità sismica locale bassa**

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

#### **S.2 - Pericolosità sismica locale media**

Zone suscettibili di instabilità di versante inattiva e che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone stabili suscettibili di amplificazioni locali.

### **S.3 - Pericolosità sismica locale elevata**

Zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; zone di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse; aree interessate da deformazioni legate alla presenza di faglie attive e faglie inattive o delle quali non se ne conosce lo stato (buffer di 200 m. in S.3); zone stabili suscettibili di amplificazioni locali caratterizzati da un alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri; zone caratterizzate dalla presenza di terreni sabbiosi sciolti posti al di sotto del livello di falda che possano favorire il verificarsi di fenomeni di liquefazione.

### **S.4 - Pericolosità sismica locale molto elevata**

Zone suscettibili di instabilità di versante attiva che pertanto potrebbero subire una accentuazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici. Zone di faglie attive e capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie) come indicate negli elaborati del repertorio ISPRA). Aree interessate da noti fenomeni di subsidenza accertati sulla base di monitoraggi strumentali.

### 13. LE PERICOLOSITÀ IDRAULICHE DEL PRG

La pericolosità idraulica del P.R.G. è mutuata dalla mappatura effettuata nell'ambito della redazione del P.A.I. e del P.G.R.A. Autorità di Distretto Appennino Centrale, aggiornata alla più recente versione dello studio.

Il P.G.R.A. Autorità di Distretto Appennino Centrale provvede alla mappatura delle aree a pericolosità idraulica sulla base delle indicazioni contenute nel D.Lgs. 49/2110, recepimento della Direttiva Comunitaria CE 2007/60 (Direttiva Alluvioni) secondo i seguenti scenari:

1. Alluvioni rare di estrema intensità, ovvero eventi con tempo di ritorno fino a 500 anni (bassa probabilità), corrispondenti alla P1.
2. Alluvioni poco frequenti, ovvero eventi con tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (media probabilità), corrispondenti alla P2.
3. Alluvioni frequenti, ovvero eventi con tempo di ritorno compreso fra 20 e 50 anni (elevata probabilità), corrispondenti alla P3.

La classificazione riportata al comma 2 è riferita alla pericolosità idraulica in ambito fluviale, ovvero per le esondazioni derivanti dalla tracimazione dei corsi d'acqua.

Oltre al dominio fluviale la Direttiva Alluvioni fa riferimento anche al dominio costiero, definendo scenari di pericolosità derivante da mareggiate e/o ingressione marina; il Piano di gestione Integrata delle Zone Costiere della Regione Marche (Piano GIZC) contiene i perimetri di pericolosità relativi alla Direttiva Alluvioni secondo tre tempi di ritorno:

1. Alluvioni frequenti (elevata probabilità di alluvioni), corrispondenti ad eventi con tempo di ritorno Tr 20 anni (1,79 metri s.l.m.m.), pari alla fascia di pericolosità P3.
2. Alluvioni poco frequenti (media probabilità di alluvioni), corrispondenti ad eventi con tempo di ritorno 100 anni (2,45 metri s.l.m.m.), pari alla fascia di pericolosità P2.
3. Alluvioni estreme (scarsa probabilità di alluvioni), corrispondenti ad eventi con tempo di ritorno maggiore di 100 anni (3,20 m s.l.m.m.), pari alla fascia di pericolosità P1.

Oltre alle fasce di cui al comma 4, il Piano GIZC definisce, mappa e norma la cosiddetta "Fascia di rispetto" che racchiude, a partire dalla linea di battigia, le seguenti zone litoranee:

- a) Il demanio marittimo,
- b) la zona dei 30 metri dal demanio marittimo, come definita dall'articolo 55 del codice della navigazione,
- c) la zona del Tr 20, la zona del Tr100 e parte della zona del Tr>100,
- d) la zona dei 100 metri di cui all'articolo 8 del Protocollo del Mediterraneo.

## **14. FATTIBILITÀ GEOLOGICA SISMICA E IDRAULICA DELLE PREVISIONI URBANISTICHE**

### **14.1 Condizioni generali di fattibilità**

Le condizioni di attuazione delle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali, sia in territorio urbanizzato che in territorio rurale, sono differenziate secondo le seguenti categorie di fattibilità.

#### Fattibilità senza particolari limitazioni (F1)

Le previsioni urbanistiche ed infrastrutturali ricadenti in questa classe, ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia, non sono soggette a prescrizioni specifiche e condizioni di fattibilità. La validità delle soluzioni progettuali adottate deve comunque essere motivata nell'ambito della Relazione Geologica.

#### Fattibilità con normali vincoli da precisare a livello di progetto (F2)

Le previsioni urbanistiche ed infrastrutturali ricadenti in questa classe, ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia, devono essere supportate da indagini e/o specifiche prescrizioni che definiscano le condizioni di fattibilità.

#### Fattibilità condizionata (F3)

Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali, ai fini della individuazione delle condizioni di compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità riscontrate, è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi. Gli elaborati descrittivi le opere per la messa in sicurezza idraulica, idrogeologica, sismica, geologica e geotecnica fanno parte integrante degli elaborati progettuali.

#### Fattibilità limitata (F4)

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

### **14.2 Gli elaborati di riferimento per la definizione delle fattibilità**

La fattibilità per fattori geologici, geomorfologici, geotecnici, sismici, idrogeologici e idraulici degli interventi riguardanti sia le nuove previsioni urbanistiche e infrastrutturali che gli interventi sul patrimonio edilizio esistente, viene definita, oltre che dalle Norme Tecniche di Attuazione, mediante l'analisi integrata:

- a. delle cartografie descrittive le relazioni fra pericolosità e aree oggetto di pianificazione,
- b. delle schede di fattibilità geologica inserite nelle schede norma urbanistiche,
- c. degli elaborati di compatibilità e invarianza idraulica.

Per tutte le tipologie di intervento e in particolare per quegli interventi non raffigurati nelle carte di progetto urbanistico è da considerarsi anche la Tabella Generale dei condizionamenti geologici e sismici, comparata con gli elaborati di pericolosità.

Il grado di approfondimento delle indagini geologiche, degli studi idrologici e idraulici e delle prospezioni geognostiche di supporto alla redazione della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica, viene quindi definito in funzione della classe di fattibilità in cui l'intervento si colloca.



In particolare li elaborati di fattibilità consistono nei seguenti documenti:

- **PEGEO A2 Disposizioni particolari per l'attuazione delle previsioni urbanistiche**  
A2.1 Programmazione ed esecuzione delle indagini geologiche e delle prospezioni geognostiche  
A2.2 Schede di fattibilità geologica e sismica relative alle Aree di Trasformazione
- **PEIDRO 01 Valutazione compatibilità idraulica delle trasformazioni urbanistiche**
- **PEIDRO 02 Valutazione invarianza idraulica delle trasformazioni urbanistiche**

Gli elaborati di fattibilità inseriti nel contesto delle Norme Tecniche di Attuazione:

- **PEGEO 01 Schede norma di compatibilità geologica e sismica**
- **PEGEO 02 Tabella generale dei condizionamenti geologici e sismici**

Le relazioni fra le principali previsioni urbanistiche e le pericolosità geomorfologiche e sismiche sono descritte negli elaborati inseriti nel contesto generale delle NTA, mentre per quanto riguarda le fattibilità idrauliche è necessario, date le dimensioni, fare riferimento ai due allegati sopra elencati.

Incrociando tramite elaborazioni GIS la tipologia di intervento con varie classi di pericolosità si determinano le relative fattibilità, i limiti, i condizionamenti geologici e l'importanza delle indagini e prospezioni geognostiche a corredo dei progetti edilizi e infrastrutturali.

Il risultato di queste elaborazioni viene sintetizzato nell'Allegato **A2.2 Schede di fattibilità geologica e sismica relative alle Aree di Trasformazione** e in particolare nella **Tabella Generale dei condizionamenti geologici e sismici** riportata anche nelle NTA urbanistiche. La tabella oltre a definire le fattibilità delle principali aree di trasformazione indica i criteri di fattibilità per gli interventi nel territorio rurale.

L'approfondimento degli studi geologici e geotecnici è descritto nell'Allegato **A2.1 Programmazione ed esecuzione delle indagini geologiche e delle prospezioni geognostiche**.

Al **Titolo VIII, Capo IV**, delle Norme Tecniche di Attuazione *"I condizionamenti generali derivanti dalle pericolosità geologiche e sismiche"* e al successivo **Capo V "I condizionamenti derivanti dagli studi di microzonazione sismica di secondo livello"** si descrivono i criteri con i quali si sono definiti i condizionamenti descritti negli elaborati sopra enunciati e la classificazione di fattibilità per queste due componenti.

Al **Capo VI** delle Norme Tecniche di Attuazione *"Vincoli e prescrizioni del P.G.R.A., del Piano stralcio di bacino (P.A.I.) e del Piano di Gestione Integrata delle Zone Costiere (P.G.I.Z.C.)"* si descrivono i criteri con i quali si sono definiti i condizionamenti relativi agli aspetti di rischio idraulico.

Per quanto riguarda l'approfondimento delle indagini geologiche da effettuarsi in sede di piano attuativo o progettazione edilizia in Allegato A2.2 si dispone, fra l'altro:

- l'integrazione degli studi di Microzonazione Sismica,
- l'analisi di risposta sismica locale per interventi in pericolosità sismica elevata,
- l'esecuzione di sondaggi geognostici a 30 m. di profondità dal piano campagna e indagine Down Hole per interventi con volumetrie maggiori di 6.000 mc.,
- l'utilizzo di prospezioni di tipo standard, con riferimento alle *"Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche"* (AGI – Associazione Geotecnica Italiana 1977),

- l'utilizzo di prospezioni tipo DL30 penetrometro dinamico leggero o medio DM, scavi meccanici con prelievo di campioni disturbati di terre, sono consentite come integrative di quelle standard su superfici di rilevanti estensioni,
- la verifica delle aree interessate da fenomeni di subsidenza e la programmazione di eventuali monitoraggi,
- la messa in sicurezza tramite opere non strutturali è ammessa anche contestualmente alla attuazione delle previsioni.

## CONCLUSIONI

In questa Relazione geologica di supporto alla redazione del Piano Regolatore Generale del comune di Fano (PRG) si sono descritti i principali caratteri geologici e geomorfologici del territorio, derivanti dall'analisi e organizzazione dei precedenti studi e dal risultato delle indagini in campo effettuate dal 2017 al 2022.

In particolare si sono definite le pericolosità geomorfologiche, sismiche e idrauliche integrando il repertorio acquisito nel tempo presso gli uffici comunali e altri enti pubblici.

Da questa fase di indagine si è rilevata la presenza di diffusi fenomeni gravitativi ed erosivi presso la porzione collinare del comune, un elevato rischio sismico presso la fascia litoranea per possibili fenomeni di liquefazione, aree interessate da rischio idraulico presso il fondovalle del Torrente Arzilla e del Fiume Metauro.

Nonostante queste condizioni, le principali previsioni urbanistiche sono in gran parte solo condizionate all'approfondimento degli studi, specie di quelli di microzonazione sismica, e alla realizzazione di opere di messa in sicurezza anche non strutturali.

I rilievi geomorfologici e la metodologia di definizione delle pericolosità geomorfologiche sono coerenti con i criteri del PAI. A questo riguarda si rileva che nessuna delle principali Aree di Trasformazione e dei progetti Norma (PN) è interessata da vincoli del PAI geomorfologico.

Pistoia 30 giugno 2023

Dott. Geol. Leonardo Moretti  
Ordine Geologi della Toscana  
Iscritto n.312  
Data iscrizione: 27/07/1983

Documento firmato digitalmente

### IMMAGINI DEL TERRITORIO

Il territorio collinare.



Il territorio collinare.



Il territorio collinare.



Il territorio collinare.



Indicatori di dissesti superficiali.



Problematiche della viabilità



Opere di difesa della costa.



Area a calanchi (zona sud in destra del Fiume Metauro).



Area a calanchi (zona sud in destra del Fiume Metauro).



Foce del Fiume Metauro.



Terme di Carignano.



Sorgente termale.

