

COMUNE DI FANO

**INDAGINE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA
PER LA REDAZIONE DEGLI ELABORATI DI
CARATTERE GEOLOGICO RELATIVI ALLA
VARIANTE A CORREDO DEGLI STRUMENTI
URBANISTICI GENERALI.**

Anno 1999

Studio Geologico *UNIGEO* - FANO (PS)
Dott.Geol. Vittorio Longhini - Dott.Geol. Lea Longhini

INDICE

	Pag.
- 1- PREMESSA	5
- 2- OBIETTIVO DELLE INDAGINI	7
- 3- METODOLOGIA DI STUDIO	9
3.1 DATI DI BASE UTILIZZATI	11
- 4- GEOLOGIA	13
4.1 LITOSTRATIGRAFIA	13
4.1.1 Unità di copertura	14
4.1.2 Unità del substrato	17
4.2 TETTONICA	20
- 5- GEOMORFOLOGIA	22
- 6- CARATTERISTICHE LITOTECNICHE	24
6.1 UNITA' DEL SUBSTRATO	24
6.2 UNITA' DI COPERTURA	26
- 7- IDROGEOLOGIA	29
- 8- SISMICITA' DEL TERRITORIO	36

- 9- DESCRIZIONE DELLA CARTOGRAFIA ALLEGATA	38
9.1 CARTOGRAFIA DI ANALISI	38
9.1.1 Carta geologica	38
9.1.2 Carta geomorfologica	39
9.1.3 Carta idrogeologica	39
9.1.4 Carta litologico-tecnica	40
9.2 CARTOGRAFIA DI SINTESI	42
9.2.1 Carta delle pericolosità geologiche	42
9.2.2 Carta degli scenari a maggiore pericolosità sismica locale	43
- 10- ANALISI DELLA SITUAZIONE RELATIVA ALLE AREE GIA' URBANIZZATE	46
- 11- TUTELE DERIVATE DA PERICOLOSITA' GEOLOGICA E/O SISMICA	48
- 12- SINTESI DEGLI AMBITI DI TUTELA	53

CARTOGRAFIA

<i>TAVOLE A.1</i>	<i>Carta geologica scala 1:10.000</i>
<i>TAVOLE A.2</i>	<i>Carta geomorfologica scala 1:5.000</i>
<i>TAVOLE A.3</i>	<i>Carta idrogeologica scala 1:10.000</i>
<i>TAVOLE A.4</i>	<i>Carta litologico-tecnica scala 1:5.000</i>
<i>TAVOLE S.1</i>	<i>Carta delle pericolosità geologiche scala 1:5.000</i>
<i>TAVOLE S.2</i>	<i>Carta delle zone a maggiore pericolosità sismica locale scala 1:5.000</i>

COMUNE DI FANO

INDAGINE GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA PER LA REDAZIONE DEGLI ELABORATI DI CARATTERE GEOLOGICO RELATIVI ALLA VARIANTE A CORREDO DEGLI STRUMENTI URBANISTICI GENERALI.

Anno 1999

1-PREMESSA

Nell'adempimento dell'incarico affidatoci, con determinazione n. 44 del 22.10.98 del Dirigente Settore Urbanistica, è stato effettuato uno studio geologico e geomorfologico, **propedeutico allo studio e redazione del Piano Regolatore Generale**, per le finalità previste dall' **art.13 della L.64/74**, dall' **art.10 della L.R. 33/84** ed in ottemperanza alle disposizioni previste dal **P.P.A.R..(Art. 9. Sottosistema geologico-geomorfologico)**.

Poiché in precedenza (1989, 1991) erano state effettuate due indagini riguardanti l'intero territorio comunale per la redazione degli elaborati di carattere geologico a corredo degli strumenti urbanistici generali, il presente studio è sostanzialmente consistito nell'**aggiornamento della situazione e nella redazione di nuovi elaborati di carattere geologico**, sulla base della nuova cartografia in formato numerico adottata dal Comune di Fano.

Pertanto, la determinazione di eseguire lo studio è stata assunta, in particolare, per le seguenti motivazioni:

- a)** Necessità di effettuare un controllo della situazione geomorfologica, soprattutto in relazione alla possibile evoluzione dei fenomeni di instabilità, già in atto o potenziali, rilevati nel corso di precedenti indagini effettuate a corredo degli Strumenti Urbanistici Generali;
- b)** Necessità di rivedere alcuni degli ambiti di tutela relativi a corsi d'acqua e crinali;
- c)** Necessità di uniformare la simbologia ed il dettaglio della rappresentazione delle caratteristiche e dei fenomeni geologici e geomorfologici delle parti di territorio comunale ad ovest e ad est del Fiume Metauro, oggetto di due indagini effettuate in tempi diversi, la prima dallo Studio Geologico Unigeo, nel 1991, e la seconda dallo Studio Geologico del Dott. Giambartolomei Francesco, nel 1989, in occasione della variante al P.R.G. di Torrette-Marotta ;
- d)** Opportunità di informatizzare, su base cartografica numerica, tutti i dati raccolti, con un maggiore dettaglio e migliore corrispondenza alla situazione reale.

Ciò premesso, secondo contratto, l'incarico doveva essere espletato attraverso le seguenti prestazioni:

- a) Controllo diretto di campagna per l'aggiornamento della situazione geomorfologica del territorio comunale;
- b) Rielaborazione della simbologia e delle modalità di rappresentazione dei fenomeni per entrambe le parti del territorio precedentemente interessate dalle diverse indagini;
- c) Ridefinizione delle aree con maggiore dettaglio, su base cartografica in scala 1:5.000;
- d) Restituzione in formato numerico su floppy disk delle carte tematiche previste;
- e) Revisione degli elementi cartografici finali elaborati in collaborazione con l'Ufficio Piano del Settore Urbanistica.

2-OBIETTIVO DELLE INDAGINI

Obiettivo dello studio è stato quello di effettuare un **aggiornamento/revisione delle informazioni di carattere geologico e geomorfologico riguardanti il territorio comunale di Fano, precedentemente raccolte** ed utilizzate in sede di formazione/adeguamento degli strumenti urbanistici al P.P.A.R. (art.9 - sottosistema geologico-geomorfologico) ed alla L.R. n.33/84, al fine della redazione della variante al P.R.G. vigente.

Pertanto, in dettaglio, **le indagini sono state finalizzate a:**

a) controllare ed eventualmente ridefinire i limiti delle aree già individuate come interessate da fenomeni franosi o da indizi di instabilità, considerati il trascorso lasso di tempo dalla effettuazione delle indagini precedenti e la probabile evoluzione, in negativo o in positivo, di alcune situazioni conseguenti a:

- mancanza di manutenzione di fossi in zone agricole;
- modifiche antropiche derivanti dallo sviluppo dell'urbanizzazione o dalla pratica non sempre corretta di attività agricole;
- mancanza dei necessari interventi di recupero di aree già interessate da indizi di instabilità;
- realizzazione di opere di bonifica idrogeologica, che hanno permesso il recupero parziale o totale di alcune aree, prima caratterizzate da situazioni di precaria stabilità.

b) ridefinire, sulla base dei risultati dei controlli di campagna, le aree a maggiore pericolosità geologica o sismica, tali da poter influenzare in modo significativo le scelte degli strumenti urbanistici;

c) controllare ed eventualmente ridefinire gli ambiti di tutela provvisori e definitivi dei corsi d'acqua e dei crinali;

d) restituire tutti gli elementi raccolti su base cartografica di lavoro in scala 1:5.000, al fine di ottenere un maggiore dettaglio e predisporre gli elementi grafici per la successiva trasposizione in formato numerico;

e) indirizzare e dimensionare le eventuali indagini di approfondimento da effettuarsi nelle aree di completamento o di nuova espansione.

3-METODOLOGIA DI STUDIO

Per l'espletamento dell'incarico sono state effettuate le seguenti operazioni:

- **Raccolta, analisi ed elaborazione dei dati di carattere geologico rilevati nel corso di indagini effettuate nel tempo intercorso dagli studi precedenti** ad oggi, per mezzo di sondaggi geognostici, sondaggi elettrici verticali, rilievi della profondità della falda acquifera, analisi chimico fisiche delle acque;
- **Controlli diretti di campagna** delle varie situazioni di carattere geologico/geomorfologico/idrologico precedentemente individuate;
- **Riesame critico** degli elaborati cartografici di analisi e di sintesi prodotti nelle precedenti indagini;
- **Ridefinizione delle aree rappresentanti le varie tipologie di carattere geologico/geomorfologico, delle aree con pericolosità geologiche, delle zone omogenee riguardo al comportamento sismico, degli ambiti provvisori e definitivi dei crinali, dei corsi d'acqua e dei versanti (Aree con pendenza>30%),** su base cartografia numerica comunale, in scala 1:5.000;
- Trasposizione in formato numerico dei limiti e degli elementi di interesse rilevati.

Il lavoro è stato effettuato in costante e collaborativo rapporto con i Tecnici dell'Ufficio Piano del Comune di Fano.

Nel corso dell'indagine, su richiesta, sono state anticipate conclusioni in merito alle problematiche geologiche delle aree interessate dal "Piano urbanistico delle Zone B3" ed al "Piano particolareggiato delle spiagge".

Sulla base degli studi effettuati sono stati redatti i seguenti elaborati, allegati alla presente relazione:

CARTOGRAFIA DI ANALISI

- TAV.A1 **CARTA GEOLOGICA (Scala 1:10.000)**
- TAVV.A2 **CARTA GEOMORFOLOGICA (Scala 1:5.000)**
- TAV.A3 **CARTA IDROGEOLOGICA (Scala 1:10.000)**
- TAVV.A4. **CARTA LITOLOGICA-TECNICA (Scala 1:5.000)**

CARTOGRAFIA DI SINTESI

- TAVV.S1 **CARTA DELLE PERICOLOSITA' GEOLOGICHE (Scala 1:5.000)**
- TAVV.S2 **CARTA DELLE ZONE A MAGGIORE PERICOLOSITA' SISMICA
LOCALE (Scala 1:5.000)**

Per la simbologia si è fatto riferimento a quella consigliata dalle norme tecniche per le indagini geologiche da eseguirsi per la redazione degli elaborati relativi al sottosistema geologico-geomorfologico del P.P.A.R. (Circolare R.M. n.14 del 28 agosto 1990) e quella indicata dal C.N.R./G.N.D.T. per le indagini di microzonazione sismica nelle zone colpite dal terremoto dell'autunno 1997, opportunamente adattate alle caratteristiche della situazione locale ed alle finalità di chiarezza e praticità rappresentativa e di lettura.

La base topografica usata per la realizzazione di tutte le carte è rappresentata dalla Carta Tecnica Numerica del Comune di Fano.

Per i rilievi diretti, è stata utilizzata la cartografia di base in scala 1:5.000, sufficiente per fornire una visione generale e abbastanza dettagliata di tutto il territorio, adeguata al livello di approssimazione conseguibile con la metodologia di indagine adottata ed uniforme con gli elementi cartografici di base utilizzati dal Tecnico Redattore del P.R.G.

3.1. DATI DI BASE UTILIZZATI

La documentazione utilizzata per l'acquisizione dei dati di base si riferisce principalmente a:

- Carta geologica d'Italia. F.i n.109 e 110;
- "Studio geologico, climatologico, morfologico, idrologico ecc. della Provincia di Pesaro-Urbino"- Amm.ne Prov.le Pesaro-Urbino - Studio UNIGEO Fano (1973);
- "Indagine geologico-geomorfologica per la redazione degli elaborati di carattere geologico a corredo degli strumenti urbanistici generali" Amm.ne Com.le di Fano- Studio UNIGEO (1991);
- "Indagine geologica finalizzata alla riduzione dei rischi geologici e sismici a corredo del P.R.G. - Ponte Metauro/Marotta" - Amm.ne Com.le di Fano- Dott.Geol. Giambartolomei Francesco (1983);
- "Studio per la determinazione delle risorse idriche nella bassa vallata del fiume Metauro ecc. "- Amm.ne Com.le Fano-A.Donato, V.Guerra, V.Longhini, P.Sorcinelli (1975);
- "Studio geomorfologico ed idrogeologico del territorio di Fano"- Amm.ne Com.le Fano- Studio UNIGEO (1979);

- "Contributo alla cronistoria dei terremoti nel litorale Marchigiano-Romagnolo"- Osserv. Meteorol. Sismico "Valerio", Pesaro- A.Procacci;
- "Il bacino del Metauro"- R.Selli (1954).

4-GEOLOGIA

4.1 LITOSTRATIGRAFIA

Il territorio comunale di Fano risulta interessato dalle seguenti formazioni geologiche, elencate secondo l'ordine crescente di età:

- Argille marnose azzurre, siltose, talora lievemente sabbiose (Pliocene medio e Pliocene inferiore);
- Argille marnose azzurre, siltose, talora lievemente sabbiose, con intercalazioni di sabbie ed arenarie debolmente cementate (Pliocene medio e Pliocene inferiore);
- Argille e marne argillose con intercalazioni arenacee (Formazione a “colombacci” in facies argillosa-Messiniano superiore e medio);
- Arenarie debolmente cementate con frequenti intercalazioni argillose (Formazione a “colombacci” in facies sabbiosa-Messiniano sup. e medio);
- Formazione gessoso-solfifera (Messiniano medio e inf.);
- Marne argillose bianco-grigiastre, a volte ocracee, con strati sabbiosi intercalati (Formazione dei ghioli di letto-Messiniano inf.);
- Alternanze di marne, marne calcaree e calcari bianco-grigiastri, con orizzonti argillosi. (Formazione dello Schlier-Miocene medio).

I **terreni di copertura** sono rappresentati da:

- A-** Alluvioni recenti ed attuali;
- B-** Alluvioni e depositi litoranei, ghiaiosi e talora parzialmente sabbiosi, dei terrazzi di II, III e IV ordine;
- C-** Depositi alluvionali di fondo valle limoso-sabbiosi o limoso-argillosi;
- D-** Depositi eluvio-colluviali sabbioso-limosi o argilloso-limosi.

4.1.1 UNITA' DI COPERTURA

A) ALLUVIONI RECENTI ED ATTUALI

Sono rappresentate dai **depositi d'alveo** del F.Metauro, del Torrente Arzilla, dei tratti finali dei principali fossi (Rio della Gazza, Fosso delle Caminate, Fosso Sant'Angelo) e da quelli **marini della fascia costiera** (Spiagge attuali).

Nei fondovalle e nei depositi d'alveo del Torrente Arzilla e dei fossi principali sono principalmente costituite da argille e limi, più o meno sabbiosi, poco consolidati, inglobanti, talora, lenti ghiaioso-ciottolose (Torrente Arzilla).

I depositi d'alveo del Fiume Metauro sono rappresentati da ghiaie sciolte, frammiste a sabbie e limi.

Le spiagge attuali si estendono, con direzione NO-SE, a partire dalla foce del fosso Sejore fino a Marotta, per una lunghezza di circa 18,5 Km, e sono rappresentate dalla fascia compresa fra il limite del terrazzo di quart'ordine ed il mare, a quote generalmente inferiori a 2,50/2,70 m s.l.m.

Esse, a seconda della loro ubicazione rispetto alle fonti principali di alimentazione del materiale sedimentario (F. Metauro, T. Arzilla e F. Cesano) e della presenza o meno di opere antropiche, sono costituite da materiali granulari di diversa composizione e struttura: prettamente sabbiosi dalla foce del F. Sejore al molo di ponente del porto-canale; decisamente ghiaiosi dal molo di levante a Metaurilia; infine, con un passaggio sfumato, di nuovo sabbiosi fino a Marotta, dove i depositi litoranei presentano una composizione mista, determinata dalla presenza di sabbie grossolane o ghiaie minute. Tali depositi sono sovrapposti ad un basamento, costituito dalle formazioni geologiche plioceniche (affioranti nella zona collinare retrostante).

Quanto ad origine, gli elementi costitutivi delle spiagge sono rappresentati da frammenti

granulari di varie dimensioni, trasportati al mare dai corsi d'acqua principali (soprattutto ghiaie e sabbie da parte del F. Metauro e, secondariamente, del F. Cesano) e dai corsi minori (sabbie e limi da parte del T. Arzilla). Il materiale trasportato è poi stato ed è variamente distribuito lungo la costa dal moto ondoso e dalle correnti, variamente mescolato a sedimenti sabbiosi, marini.

Un forte condizionamento della distribuzione dei depositi lungo la costa è rappresentato dalla presenza di numerose opere antropiche, di antica data o di recente realizzazione: tali opere contribuiscono in maniera massiccia a modificare gli equilibri di deposito/erosione, intervenendo in modo decisivo nel modellamento della linea di costa.

B) ALLUVIONI TERRAZZATE

Sono presenti nelle pianure del Metauro e dell'Arzilla e nella fascia costiera.

I **depositi dei terrazzi di III e IV ordine** sono costituiti da sabbie, ghiaie e limi in alternanza, ed interessano tutta la vallata del Torrente Arzilla, gran parte di quella del fiume Metauro e tutta la fascia costiera, a ridosso delle spiagge attuali.

Nella vallata del Metauro la loro estensione raggiunge una larghezza compresa fra 3 e 4 Km., mentre, in senso longitudinale i loro spessori massimi variano fra 20 m., a monte, e 40-45 m., in prossimità della costa.

Il terrazzo di 4° ordine è situato a quote comprese fra 2-3 m. s.l.m., in prossimità della costa, e circa 25 m. nella parte più a monte, mentre quello di 3° ordine varia fra circa 8 m e 55 m. s.l.m.

Nel tratto compreso fra le foci del Fosso Sejore e del Torrente Arzilla, la fascia costiera, comprendente i depositi terrazzati e le spiagge attuali, presenta una larghezza ridotta (120-180 m.), trovandosi a ridosso della zona collinare, costituita dalla formazione geologica del Pliocene Inferiore, rappresentata da argille marnose, azzurre, siltose, lievemente sabbiose, con sabbie ed arenarie debolmente cementate, in tale zona prevalenti.

Tra la foce dell'Arzilla e la località Metaurilia, il litorale si salda con la conoide del Fiume Metauro ed, infine, tra Metaurilia e Marotta, prima di unirsi alla conoide del Fiume Cesano, si estende, con una larghezza quasi costante di circa 1.300 m, al piede della zona collinare, ivi rappresentata dalla formazione argilloso-marnosa del Pliocene Medio.

I depositi del terrazzo di II ordine si rinvencono solo in sponda sinistra del Metauro, alla base dei versanti collinari, a quote comprese fra 27 m., nella zona più a valle, e circa 60 m. s.l.m.

Sono di estensione e spessore piuttosto limitati. La loro composizione è simile a quella dei precedenti, ma caratterizzata da un maggiore grado di compattezza e da una maggiore copertura limoso-argillosa o limoso-sabbiosa, di origine colluviale.

Anche se di minore importanza, data la sua scarsa estensione, si segnala la probabile presenza di un lembo di terrazzo di primo ordine, sul fianco sud-est di Monte Giove, a quote comprese fra 95 e 105 m. s.l.m., costituito da ghiaie cementate, in matrice sabbioso-limosa.

C) DEPOSITI COLLUVIALI

Di **natura prevalentemente limoso-sabbiosa o limoso-argillosa**, sono rappresentati da accumuli di depositi derivanti dalla degradazione delle formazioni geologiche in posto e dal loro successivo trasporto.

Costituiscono una generale copertura dei versanti e dei fondovalle con spessori estremamente variabili: mediamente di 3,0- 5,0 m, in taluni casi raggiungono valori di circa 10 m.

La loro natura litologica, prevalentemente arenacea o, piuttosto, argilloso-marnosa, deriva da quella della formazione geologica presente lungo l'intero versante collinare o nella sua fascia più elevata in quota.

In alcuni casi rappresentano corpi di frana antichi o recenti, che hanno raggiunto un diverso grado di consolidazione.

4.1.2 UNITA' DEL SUBSTRATO

- ARGILLE MARNOSE AZZURRE, SILTOSE, TALORA LIEVEMENTE SABBIOSE
(Pliocene medio e Pliocene inferiore)

Tale litotipo occupa con continuità quasi tutto il territorio collinare a sud-est del fiume Metauro e, in sinistra idrografica, la zona collinare ad ovest della direttrice Carrara-San Cesareo-Carignano; inoltre, costituisce il substrato delle alluvioni in quasi tutta la pianura metaurense, all'interno del territorio comunale.

Si tratta di argille marnose di colore grigio-piombo o nocciola, compatte. La stratificazione, all'interno della formazione integra, è sempre ben netta, evidenziata spesso da livelli argillo-limosi.

Frequente è, inoltre, la presenza di piccole diaclasi, spesso saturate da microcristallizzazioni di calcite o gesso.

**- ARGILLE MARNOSE AZZURRE, SILTOSE, TALORA LIEVEMENTE SABBIOSE
CON INTERCALAZIONI DI SABBIE E ARENARIE DEBOLMENTE CEMENTATE**

(Pliocene medio e Pliocene inferiore)

Sono presenti con continuità in tutta la zona collinare ad est della direttrice Cuccurano-Monte Giove-Fenile-Sant'Andrea e costituiscono il substrato delle alluvioni del Metauro in una area limitata, al piede del versante collinare nei pressi di Rosciano.

La facies sabbioso-arenacea prevale lungo tutti i crinali collinari, dove è presente in banchi anche di notevole spessore ("molasse" o, localmente, "tufo").

Si rinviene, inoltre, anche all'interno dell'area di affioramento del litotipo precedente, nelle località di Ferriano e di Monte Sant'Angelo.

Si tratta generalmente di sabbie ed arenarie di colore giallastro od ocraceo, in banchi o strati spessi, con sottili intercalazioni argillose.

- FORMAZIONE A “COLOMBACCI”

(Messiniano superiore e medio)

Si presenta in due litofacies: una prevalentemente argillosa e l'altra sabbiosa.

La facies argillosa è costituita da argille e marne argillose con intercalazioni arenacee ed è presente soltanto in una zona poco estesa, nel versante collinare a sud di Ferretto.

La facies sabbiosa è invece rappresentata da alternanze di "molasse" e argille o argille marnose, ben stratificate, con netta prevalenza delle prime.

Affiora soltanto nella zona collinare di sinistra, all'interno di una fascia delimitata ad ovest dalla direttrice Carrara-San Cesareo-Carignano e ad est dalla congiungente Cuccurano-Monte Giove-Fenile-Sant'Andrea, interrotta al centro da una fascia di terreni più antichi, di seguito descritti.

- FORMAZIONE GESSOSO-SOLFIFERA

(Messiniano superiore e medio)

Di scarsa estensione, affiora in corrispondenza di una stretta fascia del versante collinare, fra Ferretto e Cuccurano.

E' rappresentata da alternanze di piccoli strati di argille, marne tripolacee, gesso e calcare talora solfifero.

- FORMAZIONE DEI GHIOLI DI LETTO

(Messiniano inferiore)

E' costituita da marne argillose fogliettate, bianco-grigiastre, a volte ocracee, con sottili intercalazioni di sabbie o arenarie debolmente cementate.

Interessa una zona di limitata estensione, nel versante collinare a ridosso di Cuccurano.

- FORMAZIONE DELLO SCHLIER

(Miocene medio)

E' rappresentata da alternanza di marne, marne calcaree, calcari marnosi, con livelli argillosi intercalati.

Si presenta con una netta stratificazione ed affiora soltanto nella zona collinare in sinistra del fiume Metauro, in corrispondenza di una fascia il cui asse coincide, approssimativamente, con la direttrice Cuccurano-Ponte Varano.

4.2- TETTONICA

Le formazioni mioceniche e plioceniche, presenti in sinistra idrografica del Metauro, sono interessate da una anticlinale fortemente compressa e fagliata, con nucleo costituito da Schlier e da formazioni messiniane (Anticlinale di Cuccurano-Gradara), e da una sinclinale, con fianchi a più debole inclinazione, il cui nucleo è costituito dal Pliocene sabbioso (Sinclinale Rosciano-Novilara); nelle colline in destra idrografica si evidenzia, invece, una anticlinale, con asse San Costanzo-Mondolfo, il cui nucleo affiorante è caratterizzato da sabbie del pliocene inferiore.

Fra le unità formazionali e gli assi delle strutture non esiste continuità sui versanti collinari opposti della vallata del fiume Metauro; pertanto, è ipotizzata la presenza probabile di una faglia trasversale con orientamento SO-NE, al disotto delle alluvioni, sul lato sinistro della valle.

Faglie longitudinali di una certa rilevanza sono riscontrabili in corrispondenza del contatto fra la formazione pliocenica e la formazione messiniana, lungo la direttrice Cuccurano-Novilara, ed ai lati della anticlinale di Cuccurano, in corrispondenza dei limiti di affioramento della formazione dello Schlier. Con molta probabilità tali faglie continuano al disotto delle alluvioni fino ad intersecare la precedente faglia trasversale.

Rilievi a mezzo di sondaggi elettrici hanno, inoltre, evidenziato la probabile presenza di altre due faglie, nel sub-strato delle alluvioni: l'una in località Centinarola, con orientamento NNW-SSE, (presenza che trova riscontro anche nella conformazione morfologica del rilievo collinare in sinistra idrografica dell'Arzilla e nell'andamento del basso corso del torrente, che in prossimità della faglia cambia bruscamente direzione, da W-E a SE-NW) e l'altra al piede dei rilievi collinari della fascia costiera di nord-ovest, con andamento parallelo alla costa.

5- GEOMORFOLOGIA

La morfologia del territorio è strettamente dipendente dalla natura litologica delle formazioni geologiche affioranti: in presenza di terreni argillosi si ha un prevalere di forme dolci, ampie vallate e pendii poco acclivi; in corrispondenza di terreni arenacei, invece, la morfologia risulta più aspra per la presenza di aree molto acclivi, scarpate e frequenti gradini morfologici.

I depositi alluvionali caratterizzano zone pianeggianti o penepianeggianti.

In corrispondenza dei terreni pliocenici prevalentemente argillosi, i fenomeni di dissesto sono per lo più costituiti da movimenti superficiali di versante (soliflusso) nonché da forme di scorrimento-colata, da superficiali a mediamente profonde (3-5 m.). In molti casi tali fenomeni, oltre ad una naturale evoluzione geomorfologica tipica dei rilievi costituiti dai litotipi in questione, sono innescati dall'azione di acque di infiltrazione, da arature profonde e secondo le linee di massima pendenza, da sbancamenti e rinterri, dall'attività erosiva di acque superficiali selvagge, dall'erosione al piede dei versanti esercitata da fossi non regimati e dalla presenza di invasi artificiali.

La precaria stabilità dei versanti è predisposta principalmente dai seguenti fattori:

- litostratigrafici: strati sabbiosi alternati a strati argillosi; elevati spessori di terreno di riporto o colluviale; stratificazione tendenzialmente a franapoggio;
- idrogeologici: acque sotterranee in corrispondenza di strati arenacei; infiltrazioni di acque superficiali all'interno del terreno colluviale;
- geomorfologici: rotture del pendio; accentuata acclività.

Il modellamento della morfologia della zona collinare interessata dalle argille marnose è determinato, oltre che dai fenomeni di collasso gravitativo, anche dalla rete idrografica superficiale, costituita da segmenti allungati, di aspetto dendritico, tipico di terreni teneri e facilmente erodibili. In essa, inoltre, prevalgono forme ondulate, per la presenza di numerosi fenomeni di soliflusso, a volte interrotte da piccoli salti morfologici, spesso rappresentanti gradini di frane antiche, recenti o attive.

In corrispondenza delle zone interessate da terreni prevalentemente arenacei i fenomeni di dissesto sono rari, di limitata estensione e localizzati unicamente in aree fortemente acclivi e caratterizzate da locali forti accumuli di depositi colluviali. In queste zone, inoltre, è frequente la presenza di gradini morfologici derivati da motivi strutturali, da fenomeni di erosione differenziata, da nicchie di distacco di frane antiche, o determinati da interventi antropici.

Nelle zone pianeggianti gli elementi geomorfologici caratterizzanti il paesaggio sono costituiti principalmente dalle scarpate, generalmente smussate, dei terrazzi fluviali, dalle cave di inerti, in attività o abbandonate, dalle scarpate di erosione fluvio-torrentizia. Per quanto riguarda, in particolare, quest'ultime, alcune di esse risultano quiescenti o attive, soprattutto in corrispondenza della sponda esterna delle anse a forte curvatura, dove maggiore è l'azione erosiva del corso d'acqua.

6- CARATTERISTICHE LITOTECNICHE

I litotipi presenti sono stati classificati in base alle loro caratteristiche fisico-meccaniche indicative.

Le unità presenti sono state suddivise in due insiemi, l'uno relativo al substrato, quando è affiorante o subaffiorante, l'altro ai terreni di copertura.

6.1 UNITA' DEL SUBSTRATO

a) Argille marnose, siltose, talora lievemente sabbiose, con intercalazioni di livelli sabbiosi

Sono presenti in alcune aree di crinale, in corrispondenza della zona interessata dalla formazione geologica argilloso-marnosa pliocenica.

Si tratta di terreni particolarmente sensibili all'azione degli agenti atmosferici ed alla attività erosiva delle acque di ruscellamento.

Sono facilmente alterabili e risentono in maniera particolare dell'azione negativa esercitata dalle acque di infiltrazione.

Presentano al tetto uno strato eluviale (porzione della formazione geologica integra, decompressa ed alterata per le azioni e gli effetti della dinamica esogena) di 2-4 m. di spessore e danno luogo, alla base dei versanti, a talora notevoli spessori di depositi colluviali.

Al fine di inquadrare, seppure genericamente, tale litotipo dal punto di vista geomeccanico, a solo titolo indicativo, si forniscono valori di riferimento per i principali parametri geotecnici, ricavati da medie di valori ottenuti da numerose analisi precedentemente

effettuate o riportati in letteratura:

	γ (t/mc)	ϕ	Cu (t/mq)
Strato eluviale	1,8/1,9	20°-22°	3-6
Formaz.integra	2,0/2,1	20°-22°	10-15

Data la netta prevalenza del contenuto in argilla, si tratta di un litotipo caratterizzato da una scarsa permeabilità; tuttavia, la presenza di livelli sabbiosi o, localmente, un maggiore contenuto di sabbia, determinano, non raramente, percolazioni idriche che, in certe condizioni di giacitura e di acclività, risultano particolarmente pericolose.

In condizioni stratigrafiche favorevoli (giacitura a reggipoggio o a traversopoggio) ed in assenza di acque sotterranee, costituiscono un buon terreno di fondazione, caratterizzato da un elevato stato di consistenza e compattezza.

b) Arenarie debolmente cementate ed arenarie e sabbie con intercalazioni di livelli argilloso-sabbiosi

Si tratta di strati e banchi di arenarie e sabbie discretamente cementate, con radi livelli argillosi intercalati.

Presentano uno strato eluviale di spessore piuttosto ridotto, variabile fra 0,5 m. e 1,5 m.

Per quanto riguarda i parametri geomeccanici indicativi possono essere presi come riferimento i seguenti valori:

	γ (t/mc)	ϕ	Cu (t/mq)
Strato eluviale	1,9-2,0	30°-35°	0
Formaz.integra	2,0-2,1	30°-35°	0

Soprattutto in situazioni di giacitura favorevole, costituiscono un ottimo terreno di fondazione.

6.2 UNITA' DI COPERTURA

a) Terreni colluviali argilloso sabbiosi

Interessano tutte le zone di versante all'interno dell'area occupata dalla formazione geologica delle argille marnose plioceniche.

In particolari situazioni morfologiche raggiungono anche spessori notevoli.

Nelle zone interessate da tale tipo di terreni, molto accentuati sono i fenomeni erosivi favoriti dalla elevata impermeabilità e dalla generalmente scarsa copertura vegetale.

Poco elevato è l'angolo limite di acclività per cui la morfologia risulta dolce ed ondulata.

Sono sufficienti anche modeste manomissioni morfologiche per determinare movimenti gravitativi arealmente anche molto estesi.

Pertanto, la loro stabilità viene facilmente compromessa da interventi antropici, anche se di modesta entità, quali sbancamenti, rinterri, arature profonde, soprattutto se eseguite secondo le linee di massima pendenza.

Le loro caratteristiche geomeccaniche sono molto variabili, perciò ogni intervento edificatorio o, comunque, antropico richiederà una verifica preventiva delle condizioni di stabilità del versante, entro una distanza significativa, la caratterizzazione geotecnica dei terreni, fino ad una adeguata profondità, e la valutazione degli spessori.

b) Terreni eluvio-colluviali sabbioso-argillosi

Si distinguono dal precedente litotipo per un maggiore contenuto in sabbia, ed il limite di separazione da esso rappresentato in cartografia è da considerare approssimativo.

Pur essendo meno sensibili dei precedenti all'azione di alterazione esercitata dall'acqua, in condizioni di accentuata acclività sono caratterizzati da una precaria stabilità e, pertanto, sono sensibili alle variazioni morfologiche operate in seguito ad interventi antropici.

Le loro caratteristiche geomeccaniche, estremamente variabili da luogo a luogo, andranno di volta in volta verificate prima di ogni intervento.

c) Depositi alluvionali costituiti da sabbie, limi e argille

Sono localizzati nelle aree di fondo valle dei fossi principali.

La consistenza, quindi l'affidabilità, dipendono da vari fattori quali, principalmente, il contenuto in argilla e la presenza o meno di acque sotterranee.

Le caratteristiche geomeccaniche sono estremamente variabili, per cui non si ritiene utile fornire valori, seppure indicativi, che risulterebbero poco significativi.

Data la loro generalmente accentuata compressibilità e la frequente presenza in essi di acque sotterranee, prima di ogni intervento edificatorio occorrerà effettuare accurate indagini geognostiche ed analisi geotecniche in situ o di laboratorio.

d) Depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi

Interessano tutta la pianura del F. Metauro, la bassa valle del torrente Arzilla e parte della fascia costiera.

Sono costituiti da ghiaie a diversa pezzatura, in matrice sabbioso-argillosa, variamente addensate, distribuite secondo lenti o strati di vario spessore.

Per le loro caratteristiche geomeccaniche costituiscono ottimi terreni di fondazione. Tuttavia, data la presenza in essi di intercalazioni di strati e lenti argilloso-limose, occorrerà sempre valutare lo spessore dello strato ghiaioso al disotto del piano di fondazione.

*Per quanto riguarda tutti i depositi alluvionali, del tipo **b)** e **c)** sopra descritti, in caso di interventi edificatori si evidenzia la necessità di valutare lo spessore per la determinazione del coefficiente sismico di fondazione, ai sensi della normativa vigente. (v. D.M. 16.01.96)*

7- IDROGEOLOGIA

I litotipi presenti nel territorio comunale sono stati suddivisi secondo diversi gradi di permeabilità.

Risultano **terreni di buona permeabilità** i depositi alluvionali dei terrazzi di secondo, terzo e quarto ordine del fiume Metauro, della bassa vallata del torrente Arzilla e della fascia costiera, dove prevalgono ghiaie e sabbie, che sono sede di una cospicua falda acquifera.

Sono da considerare **modestamente permeabili** le arenarie debolmente cementate, che, soltanto in condizioni particolari, possono presentare una discreta permeabilità secondaria per fratturazione ed in tali casi essere interessate da percolazioni idriche sotterranee, comunque di limitata importanza, o dare luogo ad emergenze di interesse locale. Non manca, comunque, in esse la sporadica presenza di sorgenti di un certo interesse.

Generalmente **impermeabili** sono, infine, le argille marnose plioceniche ed i complessi miocenici marnoso argillosi.

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:

Nella 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.

Nella 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.

Nella fascia costiera tra la foce del Metauro e Marotta:

- lo spessore e la permeabilità della coltre alluvionale risultano generalmente ridotti; fanno eccezione due zone, probabilmente corrispondenti a due alvei fossili, in corrispondenza delle località di Metaurilia e Torrette, dove lo spessore delle alluvioni è dell'ordine di 25/28 m anche se con una presenza limitata di ghiaie, fra 8 e 15 m di profondità;
- la qualità dell'acqua è, generalmente, mediocre, fatta eccezione per il settore di Metaurilia. In prossimità della linea di costa esistono zone interessate da imminente pericolo di ingressione di acque salmastre.

Nella fascia costiera tra la foce del Torrente Arzilla e Fosso Sejore:

- i depositi alluvionali, in parte rimaneggiati dal mare, sono costituiti da sabbie più o meno argillose, con orizzonti ghiaiosi di limitata potenza;
- la stratigrafia tipica delle alluvioni, dal basso verso l'alto, è rappresentata da: un livello di ghiaia grossolana, di spessore variabile da 3,00 a 6,00 m., subito a contatto con il sub-strato argilloso; una alternanza di strati ghiaioso-sabbiosi e sabbioso-argillosi, senza bande differenziali;
- i depositi alluvionali sono sede di una falda idrica nei livelli permeabili, che viene alimentata da acque meteoriche e, forse, da acque profonde contenute negli strati di arenarie debolmente cementate (Molasse);

- l'andamento della superficie di falda è abbastanza regolare, con isofreatiche sub-parallele alla linea di costa; solo in alcune aree limitate, l'andamento delle isopieze mette in evidenza zone di alimentazione o di drenaggio; il livello statico della falda è posto a profondità variabili da 13/14 m. nella fascia più a monte, a 1/2 m. in quella in prossimità della costa;
- la qualità dell'acqua è, generalmente, mediocre ed esistono zone interessate da imminente pericolo di ingressione di acque salmastre.

Nella pianura del Torrente Arzilla:

- il corpo alluvionale è principalmente costituito da sabbie, limi e argille, inglobanti radi banchi ghiaiosi;
- fatta eccezione della fascia di passaggio con i depositi alluvionali del Fiume Metauro, la permeabilità dei terreni è generalmente modesta, per cui la falda idrica in essi presente riveste un interesse del tutto locale, essendo, inoltre, sensibile all'andamento stagionale;
- l'alimentazione della falda risente degli afflussi dei fossi principali che determinano in taluni casi, come in particolare in località Fenile, un sensibile rialzo della superficie di falda, rispetto alle zone circostanti.

Caratteristiche delle acque della falda del Metauro

- sulla base dei dati esistenti, le portate dei pozzi principali sono dell'ordine di 15-50 l/sec;

- tutta la parte sinistra della vallata è caratterizzata da una naturale cattiva/mediocre qualità delle acque, da attribuire sia all'influenza delle acque provenienti dagli affioramenti miocenici, sia alla scarsa permeabilità delle alluvioni, prevalentemente argilloso-sabbiose, esistenti ai margini della valle e derivanti dagli affioramenti a suo tempo incisi dal fiume in sponda sinistra;
- relativamente al grado di durezza totale, la situazione migliora nella parte centrale della valle, all'interno della quale è presente una fascia con acque caratterizzate da una bassa durezza ed alta resistività, il cui asse coincide con il tracciato del canale Albani, e che mette in evidenza l'importanza della alimentazione apportata dalle acque di questo canale alle falde di subalveo;
- l'intera falda è interessata da forti concentrazioni di nitrati (70-130 mg/l), fatta eccezione per alcune zone, nelle quali è netta l'influenza dell'alimentazione diretta operata dal citato canale, dal fiume e da probabili fratturazioni del substrato, presenti soprattutto secondo la direttrice Cuccurano-Bellocchi-Rosciano-Centinarola;
- in prossimità della costa sono presenti acque ad elevata concentrazione di cloruri, a causa di ingressioni in falda di acque salmastre; tale situazione si verifica anche lungo tutta la fascia costiera a NW della città;
- l'alimentazione delle falde sotterranee avviene, a valle del Rio Secco, principalmente per apporti meteorici diretti, dai fianchi vallivi e dalle acque del Rio Secco; gli apporti per dispersione subalvea del fiume Metauro sono invece praticamente trascurabili essendo l'alveo attuale per buona parte in erosione attiva ed innestato all'interno della formazione di base impermeabile; solo nella parte terminale del corso fluviale è presente una circolazione subalvea all'interno delle alluvioni più recenti, mentre influenti risultano le dispersioni provenienti dal canale Albani.

Caratteristiche del substrato

- il substrato su cui appoggia l'acquifero alluvionale, è costituito in massima parte dalle unità argillose del Pliocene medio e, limitatamente al margine sinistro della valle (Cuccurano-Rosciano), dalle sabbie del Pliocene inferiore o dalle unità mioceniche;
- il tetto del substrato si presenta irregolarmente ondulato ed è solcato da alcuni alvei fossili (paleoalvei), con andamento sub-parallelo all'attuale corso del fiume, che costituiscono assi di drenaggio delle acque sotterranee e che rappresentano zone di maggiore interesse dal punto di vista idrologico (maggiore spessore delle alluvioni imbevute, più elevata permeabilità delle stesse).

Caratteristiche idrogeologiche delle formazioni della fascia collinare in sinistra idrografica:

- data la natura litologica dei terreni la permeabilità è generalmente modesta o, comunque, non omogenea; una discreta permeabilità secondaria è, invece, presente laddove la roccia risulta più fratturata per azione di fattori di carattere tettonico;
- l'interesse idrologico è legato alla presenza di alcune emergenze, generalmente di modesta portata (sorgente Fontemaggio: 1,5 l/sec; s. San Cesareo: 1,5 l/sec; s. Magliano: 0,5 l/sec; s. Carignano: 1,01 l/sec; sorgenti Romane: 5,0 l/sec);
- in particolari situazioni idrogeologiche sono presenti emergenze di acque variamente mineralizzate, (oligominerali, clorurato-sodiche o leggermente solfuree) come nella zona di Carignano (torrente Bevano e Rio della Gazza), le cui portate, singolarmente, sono dell'ordine di 0,5 l/sec.;

- non esistono pozzi di un certo interesse, tuttavia non è da escludere la possibilità di rinvenimento di acque profonde, all'interno della formazione arenacea, anche se presumibilmente di portata sempre modesta.

8- SISMICITA' DEL TERRITORIO

Nella fig.1 (estratta dall'opuscolo informativo, dic.86-CNR/Gruppo Nazionale per la difesa dei terremoti- Regione Marche) è riportata la distribuzione della sismicità per l'area Umbro-Marchigiana dedotta dal catalogo sismico del Progetto Finalizzato Geodinamica del CNR, nella quale sono evidenziati alti livelli di pericolosità per le aree 1.1; 1.2; 3.1; 3.2; 3.3;4.

Il territorio del comune di Fano è interamente compreso all'interno della zona sismica di 2^a categoria ($S=9$), cui corrisponde un coefficiente di intensità sismica $(S-2)/100=0,07$, ed è inserito nella zona caratterizzata da una massima intensità sismica attesa dell'VIII / IX grado, con un livello di rischio sismico medio (fig.2 e 3.P.T.C.-Carta dell'intensità macrosismica del territorio provinciale- Carta del rischio sismico).

Come risulta dalla raccolta di notizie storiche presso l'archivio dell' Osservatorio Valerio di Pesaro, in passato, anche recente, il territorio è stato interessato più volte da scosse sismiche di varia intensità, le maggiori delle quali causate da fenomeni tellurici con epicentro situato a distanze comprese fra 15 e 70 Km.

Dalla documentazione esistente presso gli archivi storici non si hanno notizie certe di terremoti con epicentro situato a distanza inferiore a 15 Km.

Dal 467 al 1970 si sono verificati oltre 500 eventi sismici, con epicentro situato ad una distanza inferiore a 100Km. da Pesaro (B. Bedosti- "Il clima del Pesarese" -1979).

La quasi totalità dei fenomeni sismici ha avuto una genesi determinata da fattori tettonici, con epicentri localizzati in mare, a varia distanza dalla costa.

Per quanto le notizie riguardanti il passato non recente siano poche e prive di dati oggettivi, tra i principali eventi sismici che hanno interessato il territorio comunale si citano i seguenti (A.Procacci-"Contributo alla cronistoria deiterremoti nel litorale Marchigiano-Romagnolo"):

1389 - Epicentro non definito. Particolarmente colpita la città di Fano.

1570 - Epicentro non definito, presumibilmente prossimo alla città.

1572 - Scossa disastrosa; epicentro non definito anche se probabilmente a breve distanza dalla città.

1672 - Forte scossa; epicentro presumibilmente in mare.

1688 - Intensità notevole, con gravi danni alla città.

1692 - Forte scossa, con gravi danni agli edifici. Segue un periodo sismico di tre mesi.

1744 - Epicentro in mare, tra Fano e Pesaro. Forte intensità.

1788 - Forte scossa con repliche per un periodo di 11 giorni.

1789 - Forte scossa con epicentro prossimo alla città.

1826 - Epicentro in mare prospiciente Senigallia; forte scossa con danni.

1830 - Notevoli scosse; epicentro non definito, probabilmente in mare.

1838 - Forte scossa; epicentro non definito.

1853 - Forte scossa con epicentro nell'entroterra.

1859-1915 - Distinti cicli sismici di piccola intensità

1916 - Periodo sismico di notevole intensità (max. VIII S.M.) durato da maggio ad agosto. Gravi danni ai manufatti. Epicentri in mare, tra Pesaro e Rimini

1924 - Epicentro a pochi Km. dalla costa, ad est di Marotta; intensità del VII S.M.

1930 - Epicentro a circa 1 Km. a NE di Senigallia, ad una profondità di circa 33 Km. Gravissimi danni agli edifici.

1937 - Epicentro nei pressi di Fano; intensità del V S.M.

1943 - Epicentro in mare prospiciente Mondolfo-Senigallia. Intensità V S.M.

1949-1959 - Cicli sismici di intensità inferiore al III S.M.

1962 - Scossa di intensità IV S.M., con epicentro in mare, in prossimità della costa.

9- DESCRIZIONE DELLA CARTOGRAFIA ALLEGATA

9.1 - CARTOGRAFIA DI ANALISI

9.1.1 - CARTA GEOLOGICA

E' stata realizzata una carta riguardante **tutto il territorio comunale in scala 1:10.000**.

In essa **sono stati rappresentati: tutti i litotipi presenti (classificati secondo criteri litologici), la direzione e l'immersione degli strati e le principali lineazioni tettoniche**. Tali elementi sono stati ricavati dall'analisi dei documenti cartografici esistenti, quali: la Carta Geologica d'Italia, F.i n. 109-110; "L'Ambiente Fisico delle Marche" (Assessorato Urbanistica Ambiente della Regione Marche); rilievi e prospezioni geognostiche eseguite nel corso di precedenti indagini. Successivamente è stato eseguito un controllo diretto di campagna.

I litotipi cartografati sono rappresentati da:

- **depositi alluvionali attuali;**
- **depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi appartenenti ai terrazzi di II, IIIe IV ordine;**
- **argille marnose azzurre, siltose, talora lievemente sabbiose;**
- **argille marnose azzurre, con intercalazioni di sabbie ed arenarie debolmente cementate;**
- **arenarie debolmente cementate con intercalazioni argillose (formazione a "colombacci" in facies sabbiosa);**
- **argille e marne argillose con intercalazioni arenacee (formazione a "colombacci" in facies argillosa);**
- **formazione gessoso-solfifera;**
- **marne argillose con intercalazioni di strati sabbiosi (ghioli di letto);**
- **alternanze di marne e marne calcaree con sottili intercalazioni argillose (formazione dello Schlier).**

9.1.2 - CARTA GEOMORFOLOGICA

In tale carta, realizzata in scala 1:5.000 e riguardante tutto il territorio comunale, sono state rappresentate tutte quelle forme e fenomeni che, in maniera significativa, hanno inciso ed incidono sulla evoluzione della morfologia del territorio in esame.

In particolare sono stati riportati:

- le corone ed i gradini di frana, suddivisi in :attivi, quiescenti ed inattivi;
- le scarpate di erosione fluvio-torrentizia, suddivise in: attive, quiescenti ed inattive;
- le scarpate antropiche e strutturali;
- le aree instabili;
- le aree potenzialmente instabili;
- le aree con pendenza > 30 %;
- le aree caratterizzate da soliflusso generalizzato;
- le aree in contropendenza;
- le aree di escavazione.

9.1.3 - CARTA IDROGEOLOGICA

In tale carta, realizzata in scala 1:10.000 e riguardante l'intero territorio comunale, i terreni sono stati suddivisi in tre classi:

- terreni permeabili;
- terreni semipermeabili;
- terreni impermeabili.

In essa sono stati, inoltre, riportati:

- **i pozzi e le sorgenti comunali;**
- **i pozzi di ricarica;**
- **i laghetti di accumulo artificiali;**
- **i principali fossi o assi di drenaggio delle acque superficiali;**
- **i limiti dei principali bacini idrografici;**
- **le aree esondabili;**
- **le aree caratterizzate dalla presenza della falda acquifera ad una profondità inferiore o uguale a 5 m.**

9.1.4 - CARTA LITOLOGICO-TECNICA

A partire dagli elementi rappresentati nella carta geologica, i vari litotipi sono stati raggruppati in base alle loro caratteristiche fisico-meccaniche medie.

La carta è stata realizzata in scala 1:5.000 per l'intero territorio comunale. I litotipi sono stati distinti in "Unità del substrato" e "Unità di copertura".

(I limiti distintivi sono da considerare approssimati, quindi, orientativi; prima di ogni intervento edificatorio o di modifica delle condizioni naturali occorrerà, pertanto, procedere ad una verifica di dettaglio mediante opportuni metodi investigativi).

- Unità del substrato

Le aree appartenenti a questo insieme sono quelle in cui la formazione geologica si ipotizza affiorante o sub-affiorante (prof. del tetto del substrato ≤ 4 m.).

E' stata, inoltre, effettuata una distinzione tra:

- **successioni prevalentemente argilloso-marnose;**
- **successioni prevalentemente arenacee.**

- Unità di copertura:

I terreni di copertura di consistente spessore, sono stati distinti in:

- **depositi colluviali prevalentemente argillosi;**
- **depositi colluviali prevalentemente sabbiosi;**
- **accumuli detritici di frana;**
- **depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi;**
- **depositi alluvionali sabbioso-limosi;**
- **depositi antropici (terreno di riporto).**

Le varie distinzioni sono state effettuate sulla base di rilievi di superficie e di dati ricavati da sondaggi geognostici effettuati in precedenti indagini.

In tale carta sono state, inoltre, riportate le curve di livello del tetto del substrato delle alluvioni.

9.2 - CARTOGRAFIA DI SINTESI

9.2.1 - CARTA DELLE PERICOLOSITA' GEOLOGICHE

La carta è stata realizzata in scala 1:5.000 per l'intero territorio comunale.

Essa è il risultato della lettura e dell'interpretazione delle precedenti carte ed **evidenzia le aree interessate da fenomeni geologici che, a diverso grado, costituiscono situazioni di pericolosità.**

In essa sono state cartografate:

- le aree instabili;**
- le aree potenzialmente instabili;**
- le aree con pendenza >30%;**
- le aree esondabili;**
- le aree a valle di invaso artificiale in zona di pendio;**
- le aree in prossimità dei cigli di scarpate con altezza >10 m.;**
- le aree esposte a rischi di inquinamento o di vulnerabilità degli acquiferi.**

I limiti delle aree instabili e di quelle potenzialmente instabili, pur risultanti da accurate indagini di superficie, sono da considerare approssimati. La presenza o la vicinanza di tali aree sta a segnalare l'esistenza di una pericolosità geologica la cui entità dovrà essere eventualmente appurata mediante adeguati mezzi investigativi, considerando, inoltre, che trattasi, nella quasi totalità dei casi, di fenomeni in continua evoluzione.

9.2.2 - CARTA DEGLI SCENARI A MAGGIORE PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE

La carta, **in scala 1:5.000**, riguarda l'intero territorio comunale, ed è, come la precedente, il risultato della lettura ed interpretazione delle carte di analisi.

In essa si evidenziano le caratteristiche geologiche del territorio atte ad identificare le situazioni a maggiore pericolosità sismica locale, tali da poter influenzare in modo significativo le scelte urbanistiche e progettuali.

Essa è utile per fornire al progettista una indicazione, seppure approssimativa, dei vari tipi di problemi che potrebbero manifestarsi in caso di sisma.

Dall'incrocio degli elementi litostratigrafici, litotecnici, geomorfologici, tettonici ed idrogeologici caratterizzanti le singole aree, il territorio è stato suddiviso in zone omogenee riguardo al comportamento in caso di sisma, tenendo presenti, ed adattandole alla situazione locale, le indicazioni fornite dal G.N.D.T. per le indagini effettuate per la microzonazione sismica delle zone colpite dagli eventi sismici iniziati nel settembre 1997 in Umbria e Marche.

Gli scenari di pericolosità sismica individuati sono il risultato ottenuto a partire da una casistica di situazioni tipo successivamente descritta.

L'identificazione di uno scenario di pericolosità sismica riguarda soltanto la possibilità, in caso di sisma, di amplificazioni delle onde e delle accelerazioni, che possono causare problemi maggiori rispetto a quelli attesi per le aree circostanti, dove non vengono individuati scenari, differenziati per caratteristiche diverse.

Il territorio è stato suddiviso sulla base di sette tipi di situazioni diverse:

1- Aree instabili;

2- Aree potenzialmente instabili;

3- Aree con acclività maggiore del 30%;

4- Aree caratterizzate da terreni granulari grossolani e falda acquifera a profondità ≤ 5 m, oppure da terreni granulari fini;

5- Aree a ridosso di scarpate con altezza > 10 m;

6- Aree di cresta rocciosa, dorsale o cocuzzolo;

7- Aree di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

Gli scenari di pericolosità sismica, vengono di seguito raggruppati sulla base dei possibili effetti in caso di terremoto.

Raggruppamenti tipologici di situazioni:

Tipo 1, 2, 3 e 4: riattivazione o accentuazione dei fenomeni di instabilità, in atto e potenziale, e dei cedimenti, dovute ad effetti dinamici quali possono verificarsi in caso di sisma;

Tipo 5 e 6 : amplificazione diffusa del moto del suolo connessa con la focalizzazione delle onde sismiche, ribaltamenti e/o distacchi di blocchi rocciosi con arretramento dell'orlo di scarpata;

Tipo 7 : possibilità che, nelle immediate vicinanze del contatto tra due materiali con caratteristiche fisico-meccaniche diverse, possano verificarsi vibrazioni del terreno con ampiezze e frequenze diverse.

(Si evidenzia che le diverse situazioni morfostratigrafiche non sono ordinate secondo criteri di pericolosità crescente, possedendo ciascuna una particolare identità sia in relazione alle caratteristiche geologiche e geomorfologiche, che a quelle dell'evento sismico. All'interno dello stesso raggruppamento, inoltre, possono essere inserite situazioni che, pur manifestando effetti simili in caso di sisma, hanno un diverso grado di pericolosità.)

Per ogni tipologia viene, inoltre, indicato il presunto grado di pericolosità.

Definizione di massima del grado di pericolosità

Le situazioni caratterizzate da **alto grado di pericolosità** sono rappresentate da:

- aree in frana o sottoposte agli effetti da esse indotti;
- aree caratterizzate da marcata instabilità;
- zone eccessivamente acclivi associate a forti accumuli di terreno eluvio-colluviale;
- aree prossime a scarpate attive.

A **medio-alto grado di pericolosità** sono:

- le zone potenzialmente instabili;
- le zone di fondovalle interessate da terreni granulari grossolani con falda acquifera a profondità ≤ 5 m. o da terreni granulari fini, sciolti.

A **medio grado di pericolosità** sono le aree di cresta rocciosa, dorsale o cocuzzolo.

Situazioni a **grado di pericolosità medio-basso** sono le aree di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

10- ANALISI DELLA SITUAZIONE RELATIVA ALLE AREE GIÀ URBANIZZATE

Come risulta dalla cartografia di sintesi (carte delle pericolosità geologiche e del rischio sismico), non si ravvisano gravi problemi che possano riguardare l'edificato.

Nessuno dei centri e nuclei abitati è, infatti, interessato, direttamente o indirettamente, da situazioni significative di instabilità, reale o potenziale.

Le problematiche, dal punto di vista geologico/geomorfologia, sono rappresentate e limitate alla seguente fenomenologia:

- tratti di costa in forte erosione; tale fenomeno attualmente molto attivo lungo il litorale tra la spiaggia di Sassonia e la località Baia Metauro è contrastato da barriere artificiali parallele alla costa ma, forse anche a causa di esse, sta evolvendosi sempre più in direzione NO;
- aree edificate potenzialmente alluvionabili, nel basso corso del torrente Arzilla, anche se attualmente protette da arginature artificiali;
- estese aree interessate da escavazioni di inerti, che rappresentano un potenziale veicolo di ingressione di inquinanti in falda. Va aggiunto che alcune di queste sono ubicate in zone di interesse idrologico, diretto o indiretto (zone di possibile ingressione in falda di acque di subalveo, zone con acqua a bassa concentrazione di nitrati, zone immediatamente a monte di aree di interesse idrologico); si rende pertanto indispensabile un loro recupero, ottenibile, non tanto con il parziale ripristino della morfologia originaria previo colmamento mediante materiale di discarica di inerti (sia pure esso rappresentato da terreno di risulta), quanto con la realizzazione di laghetti di accumulo, che potrebbero avere un sicuro effetto positivo nei riguardi della falda idrica, sia in termini quantitativi che qualitativi;
- aree edificate ubicate in zone rappresentanti particolari scenari di pericolosità sismica

(intendendo per essi zone che per le loro particolarità potrebbero determinare una amplificazione degli effetti dell'onda sismica) rappresentate da zone con falda acquifera molto superficiale (fascia costiera tra la ferrovia e il mare, piana in prossimità della foce del torrente Arzilla), aree di cresta o di cucuzzolo con roccia affiorante (centri abitati di Carignano, S.Cesareo, parte di Roncosambaccio).

11- TUTELE DERIVATE DA PERICOLOSITA' GEOLOGICA E/O SISMICA

Sono sottoposte a tutela integrale:

- le aree instabili;
- le aree esondabili;
- le aree poste a valle di invasi artificiali in zona di pendio.

All'interno di tali aree, come precedentemente detto, non sono consentiti interventi di edificazione né di nuovo impianto. Per quanto riguarda, in particolare, le aree instabili, sono altresì vietati sbancamenti, rinterrì, stoccaggio di materiale, immissione di reflui e quant'altro possa modificare l'assetto geomorfologico ed idrogeologico, quali strade, viadotti, cave, gasdotti ed acquedotti, invasi artificiali, discariche, abbattimento della vegetazione arbustiva e di alto fusto, occlusione e deviazione di fossi.

Per quanto riguarda le pratiche agricole sono consentite solo quelle che non richiedano la esecuzione di arature profonde.

Nelle aree suddette saranno, invece, da eseguire, tramite stesura preventiva di appositi Progetti di Recupero Ambientale, tutte quelle opere o interventi necessari per il consolidamento e per la bonifica idrogeologica, che, a seconda dei casi e dell'importanza delle zone, potranno essere rappresentati da opere di sostegno, opere di drenaggio, modellamento della morfologia, canalizzazione delle acque, rimboschimenti o altro.

Sono sottoposte a tutela orientata:

- le aree potenzialmente instabili;
- le aree a ridosso di scarpate con altezza > 10 m.;
- le aree caratterizzate da terreni granulari grossolani e falda acquifera a profondità

<= 5m o da terreni granulari fini;

- le aree di cresta rocciosa, dorsale o cocuzzolo;

- le aree di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse.

Nelle aree potenzialmente instabili e in quelle situate in prossimità di cigli di scarpate è da evitare la esecuzione di edificazioni aventi forte incidenza sul terreno, mentre saranno possibili quelle di modesta entità, previa verifiche geognostiche/geotecniche di dettaglio, estese fino ad una distanza significativa, che permettano di valutare il reale grado di pericolosità.

In particolare:

All'interno delle zone potenzialmente instabili, le situazioni si presentano notevolmente diversificate quanto a gravità, dipendendo esse da vari fattori quali la velocità di evoluzione dei fenomeni, l'indeterminatezza dei limiti fisici, la diversa entità dei volumi di terreno coinvolto.

Pertanto, per tali aree, si prescrive che ogni intervento atto a modificare od incidere sulla situazione geomorfologica o idrogeologica preesistente quali:

- edificazioni di ogni tipo;
- realizzazione di laghi di accumulo;
- movimenti di terra (sbancamenti o rinterri);
- apertura di fossi;
- escavazione di pozzi;
- stoccaggio di materiali;

sia preceduto e giustificato da dettagliati studi di carattere geologico/geotecnico estesi fino ad interessare un contorno geologicamente e geomorfologicamente significativo, volti a:

- valutare il reale grado di pericolosità;
- progettare eventuali opere di bonifica idrogeologica e di consolidamento.

Un elevato grado di accuratezza delle indagini dovrà essere richiesto anche nel caso di interventi edificatori o realizzazione di laghi di accumulo in aree contigue a quelle giudicate potenzialmente instabili.

Nelle fasce in prossimità di scarpate le indagini di dettaglio dovranno valutare la profondità della formazione geologica, la sua natura ed il suo stato di integrità, al fine di meglio definire l'ampiezza della fascia di rispetto, all'interno della quale evitare le edificazioni, e stabilire la necessità di realizzare eventuali opere di consolidamento o di difesa.

Nelle aree caratterizzate da terreni granulari grossolani, con falda acquifera a profondità ≤ 5 m, o da terreni granulari fini, le opere fondali delle edificazioni dovranno essere impostate ad una profondità tale da evitare la fascia di escursione stagionale della falda idrica. A tale riguardo, in queste aree ed, in particolare, in quelle con falda idrica superficiale si ritiene opportuno evitare la realizzazione di piani interrati o seminterrati.

Nelle aree di cresta rocciosa, dorsale o cocuzzolo, ed in quelle di contatto fra litotipi con caratteristiche geomeccaniche molto diverse, le edificazioni dovranno essere progettate tenendo in considerazione i probabili effetti di amplificazione delle accelerazioni e delle intensità delle onde sismiche, dovute ad effetti di focalizzazione o di diversa risposta sismica.

Sono, infine, sottoposte a tutela speciale:

- le aree esposte a rischi di inquinamento o di vulnerabilità degli acquiferi;
- le aree con acclività > 30%.

All'interno delle aree esposte a rischio di inquinamento o di vulnerabilità degli acquiferi sono vietate la esecuzione di nuovi pozzi o captazioni, l'insediamento di strutture, lo scarico di liquami o di materiali anche solo potenzialmente inquinanti.

In particolare, sono stabilite aree di salvaguardia suddivise in zone di tutela assoluta, zone di rispetto e zone di protezione.

La zona di tutela assoluta è costituita dall'area di raggio 10 m. da ogni singolo pozzo, che dovrà essere recintata e provvista di canalizzazione delle acque meteoriche.

Le zone di rispetto sono state delimitate sulla base non tanto della distanza, quanto delle caratteristiche idrogeologiche e geomorfologiche del territorio ove sono ubicati i pozzi comunali (alimentazione, assi di drenaggio, andamento della superficie di falda, permeabilità dei terreni).

All'interno di esse sono vietate le seguenti attività o destinazioni:

- a) dispersione, ovvero immissione in fossi non impermeabilizzati, di reflui, fanghi e liquami anche se depurati;
- b) accumulo di concimi organici;
- c) dispersione nel sottosuolo di acque bianche provenienti da piazzali e strade;
- d) aree cimiteriali;
- e) spandimento di pesticidi e fertilizzanti;

- f) apertura di cave e pozzi;
- g) discariche di qualsiasi tipo anche se controllate;
- h) stoccaggio di rifiuti, reflui, prodotti, sostanze chimiche pericolose, sostanze radioattive;
- i) centri di raccolta, demolizione o rottamazione di autoveicoli;
- l) impianti trattamento dei rifiuti;
- m) pascolo e stazzo del bestiame;
- n) insediamento di fognature e pozzi perdenti.

Nella zona di protezione, che è stata limitata entro 200 m. di distanza dai pozzi comunali, valgono le seguenti prescrizioni:

- a) divieto di apertura di nuovi pozzi privati;
- b) divieto di apertura di cave;
- c) divieto di insediamento di strutture industriali o di impianti in genere, adibiti al trattamento o allo stoccaggio di sostanze ad alta potenzialità inquinante;
- d) divieto di utilizzo di pesticidi e fertilizzanti potenzialmente inquinanti;
- e) divieto di discariche di rifiuti organici o sostanze chimiche pericolose;
- f) controllo ed eventuale limitazione dei quantitativi idrici estratti da pozzi privati.

12- SINTESI DEGLI AMBITI DI TUTELA

Per permettere una più chiara ed efficace definizione degli ambiti di tutela relativi al sottosistema geologico-geomorfologico, è stata effettuata una sintesi dei vari ambiti definitivi, classificati secondo diversi livelli di tutela.

Vige la tutela integrale per:

- le aree instabili;
- le aree esondabili;
- le aree di versante con acclività superiore al 30 %;
- le aree poste a valle di invasi artificiali in zona di pendio;
- le aree ricadenti negli ambiti di tutela dei corsi d'acqua;
- alcune aree ricadenti negli ambiti di tutela dei crinali.

Sono sottoposte a tutela orientata :

- Le aree potenzialmente instabili;
- Le aree a ridosso di scarpate con altezza maggiore di 10 m.;
- Le aree con terreni grossolani granulari e falda a profondità ≤ 5 m. o con terreni granulari fini;
- Le aree di cresta rocciosa, dorsale o cocuzzolo;
- Le aree di contatto fra litotipi a caratteristiche geomeccaniche molto diverse;
- Alcune aree di crinale.

Sono sottoposte a tutela diffusa:

- Alcune aree di crinale.

Sono sottoposte a vincoli e tutele speciali:

- **Le aree con indizi di inquinamento o di potenziale vulnerabilità degli acquiferi;**
- **Le aree con acclività > 30%.**
- **Tutte le aree sottoposte a vincoli posti dalla legislazione vigente.**