

COMMITTENTE:

Comune di San Benedetto del Tronto
viale A. De Gasperi n. 124,
San Benedetto del Tronto (AP)
C.F. / P.IVA 00360140446

Area Gestione del Territorio

Arch. Giorgio Giantomassi - Dirigente

Servizio Pianificazione Urbanistica

Dott. Gionni Tiburtini - Direttore

Arch. Paola Amabili - Istr. Direttivo Tecnico

Geom. Massimo Forlini - Istr. Direttivo Tecnico

Arch. Serena Sgariglia - Istr. Direttivo Tecnico



TITOLARE DELL'INCARICO:

Dott. Geol. Giovanni Mancini

GRUPPO DI LAVORO:

Geol. Morena D'Angelo

Geol. Luca Pasqualini

ANALISI GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED
IDROGEOLOGICA DEL COMUNE DI SAN BENEDETTO DEL
TRONTO PROPEDEUTICA ALLA REDAZIONE DEL QUADRO
CONOSCITIVO (QC) PER IL DOCUMENTO
PROGRAMMATICO (DP) AI FINI DELLA FORMAZIONE DEL
PIANO URBANISTICO GENERALE (PUG)

RELAZIONE DI SINTESI

Rev.	REDATTO DA:	APPROVATO DA:
00	Geol.M. D'Angelo	Geol. Giovanni Mancini
ELAB.	scala	Gennaio 2025

INDICE

1. PREMESSA	pag. 2
2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO	pag. 4
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E TETTONICO	pag. 7
4. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE	pag.10
5. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE	pag.13
6. INQUADRAMENTO SISMICO DELLA ZONA	pag.16
7. CARTOGRAFIA P.A.I.	pag.24
8. CARTA DELLE PERICOLOSITA' GEOLOGICHE	pag.26
9. CARTA DELLE OPERE IDRAULICHE	pag.28
10. MODELLO DI ELEVAZIONE DIGITALE DEL TERRENO	pag.36

1. PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di San Benedetto del Tronto, avendo la necessità di procedere alla revisione della pianificazione e programmazione urbanistica comunale in modo significativo ed innovativo in quanto il vigente PRG Comunale, risalente al 1990, mostra chiari segni di vetustà e non risulta più idoneo a rappresentare le reali necessità della comunità, ha incaricato il sottoscritto Dott. Geol. Giovanni Mancini iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Marche Albo A al n. 73, di effettuare l'analisi geologica, geomorfologica, idrogeologica e sismica dello stato effettivo dell'intero territorio comunale e dei processi evolutivi che lo caratterizzano, nell'ambito del Quadro Conoscitivo interpretativo (QC) ai fini della formazione del PUG a norma degli artt. 14 e 15 della nuova Legge Regionale n. 19 del 30/11/2023.

Lo studio in oggetto, analizzando le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, sismiche idrogeologiche ed idrauliche del territorio comunale, ha permesso di individuare aree "sensibili", in relazione agli elementi di pericolosità geologica ed idraulica del territorio.

Lo studio è stato condotto mediante il reperimento e l'analisi di cartografie tematiche ufficiali quali: Carta Geologica Regione Marche, cartografia P.A.I., Catalogo IFFI-Inventario dei Fenomeni Franosi d'Italia, Carta Inventario dei Movimenti Franosi della Regione Marche ed aree limitrofe, di studi pregressi che hanno interessato il territorio in esame quali: Studio di Microzonazione Sismica di livello I-II e III (anni 2013-2018-2023), PRG e varianti (dal 1990 al 2017), oltre a diversi studi idraulici riguardanti il reticolo idrografico superficiale e studi ed indagini localizzati su porzioni del territorio comunale.

I risultati dello studio in oggetto sono riportati graficamente nei seguenti elaborati cartografici:

- Carta Geologica
- Carta Geomorfologica
- Carta Idrogeologica
- Carta dei condizionamenti sismici
- Carta con trasposizione delle aree P.A.I.
- Carta delle Pericolosità Geologiche
- Carta delle opere idrauliche
- Carta del Modello di elevazione del terreno

La base cartografica è stata fornita dal Comune di San Benedetto del Tronto, ricavata da rilievo Lidar effettuato dallo studio Aertecno S.r.l. di Grottammare.

La cartografia dell'intero territorio comunale è compreso in tavole formato A0 stampate in scala 1 : 5.000.

Parte integrante della presente relazione sono i seguenti elaborati cartografici:

- Tavola 1/a: Carta Geologica Nord
- Tavola 1/b: Carta Geologica Sud
- Tavola 2/a: Carta Geomorfologica Nord
- Tavola 2/b: Carta Geomorfologica Sud
- Tavola 3/a: Carta Idrogeologica Nord
- Tavola 3/b: Carta Idrogeologica Sud
- Tavola 4/a: Carta dei condizionamenti sismici Nord
- Tavola 4/b: Carta dei condizionamenti sismici Sud
- Tavola 5/a: Carta con trasposizione delle aree P.A.I. Nord
- Tavola 5/b: Carta con trasposizione delle aree P.A.I. Sud

- Tavola 6/a: Carta delle Pericolosità Geologiche Nord
- Tavola 6/b: Carta delle Pericolosità Geologiche Sud
- Tavola 7/a: Carta delle opere idrauliche Nord
- Tavola 7/b: Carta delle opere idrauliche Sud
- Tavola 8/a: Carta del Modello di elevazione del terreno
- Tavola 8/b: Carta del Modello di elevazione del terreno

Riferimenti Normativi:

- **LEGGE REGIONALE 30 novembre 2023, n. 19** “Norme della pianificazione per il governo del territorio”
- **Normativa Tecnica Regionale L.R. 8 giugno 1987 n. 26** ”Approvazione del P.P.A.R.”;
- **Circolari della Regione Marche n. 12,14,15,17/90:** “Indirizzi e criteri per l’effettuazione di indagini geologiche in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici...”;
- **L.R. 5 agosto 1992 n. 34:** “Norme in materia urbanistica, Paesaggistica e di assetto del territorio”;
- **Deliberazione della G.R. n. 1287 del 19/05/1997 L.R. 05/08/92, n. 34** Documento di orientamento agli Enti locali in materia di pianificazione urbanistica – Linee guida per la redazione degli strumenti urbanistici generali comunali e per il loro adeguamento al PPAR.
- **D.M. 11.03.1988:** “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce.”;
- **P.T.C.P (Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale) – Variante 2006** Norme tecniche di attuazione - Art. 9, comma 3, lettera c - “Cartografia relativa al sottosistema geologico, geomorfologico ed idrogeologico”
- **P.A.I. Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico della Regione Marche** approvato con Deliberazione di Consiglio regionale n. 116 del 21/01/2004 pubblicata sul supplemento n. 5 al BUR n. 15 del 13/02/2004 (attuale Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Centrale)
- **D.P.R. n. 380 del 06.06.2001 e s.m.i.:** “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”
- **O.P.C.M. 20.03.2003 n. 3274 e s.m.i.:** “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica”;
- **L.R. 23.11.2011 n. 22:** “Norme in materia di riqualificazione urbanistica sostenibile e assetto idrogeologico...”
- **D.M. gennaio 2018:** “Aggiornamento Norme tecniche per le costruzioni”
- **L.R. 04 gennaio 2018 n. 1:** “Nuove norme per le costruzioni in zone sismiche della Regione Marche”
- **L.R. 05 agosto 2020 n. 45:** “modifiche ed Integrazioni alla L.R. n. 1/2018 Nuove norme per le costruzioni in zone sismiche della Regione Marche”

2. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO

Il Territorio comunale di San Benedetto del Tronto, esteso su una superficie di circa 25 Km², confina a N con il Comune di Grottammare, a S con quello di Martinsicuro e ad W con i comuni di Acquaviva Picena e Monteprandone.

Il territorio in questione è costituito da una fascia costiera ad E ed un'area basso collinare ad W, incise trasversalmente dal reticolo idrografico superficiale con direzione di scorrimento circa W-E; i principali corsi d'acqua da S verso N sono: Fiume Tronto, Torrente Ragnola, Fosso dell'Acquachiara, Fosso della Fornace e Torrente Albula.

L'intero territorio comunale è compreso nelle tavolette I.G.M.: 133-I-NE, 133-I-SE e ricade nelle seguenti sezioni della Carta Tecnica Regionale: 327030 San Benedetto del Tronto Nord, 327070 San Benedetto del Tronto Sud, 327110 Foce del Tronto.

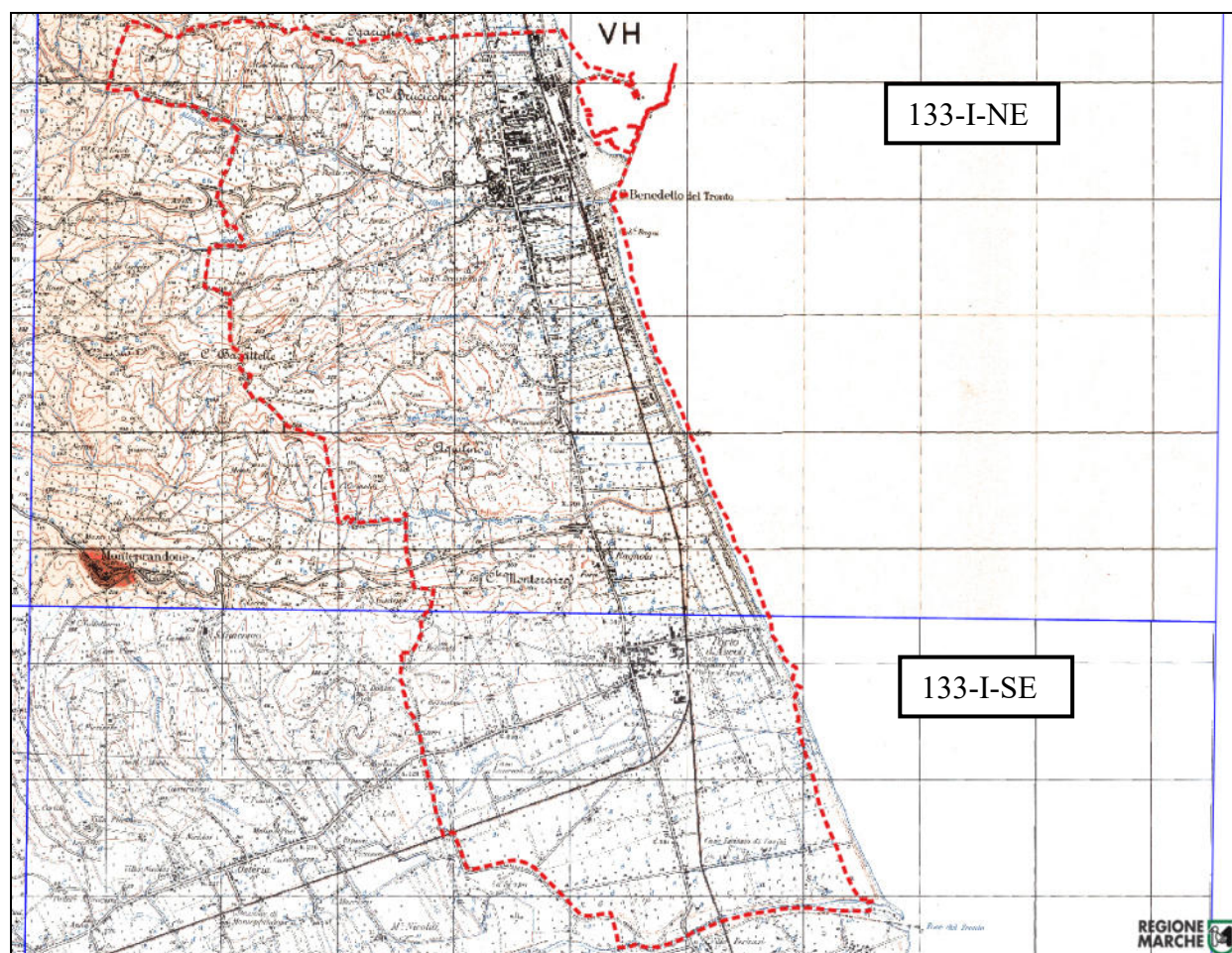


Fig.1: Stralcio cartografia IGM (in rosso il perimetro del territorio comunale)

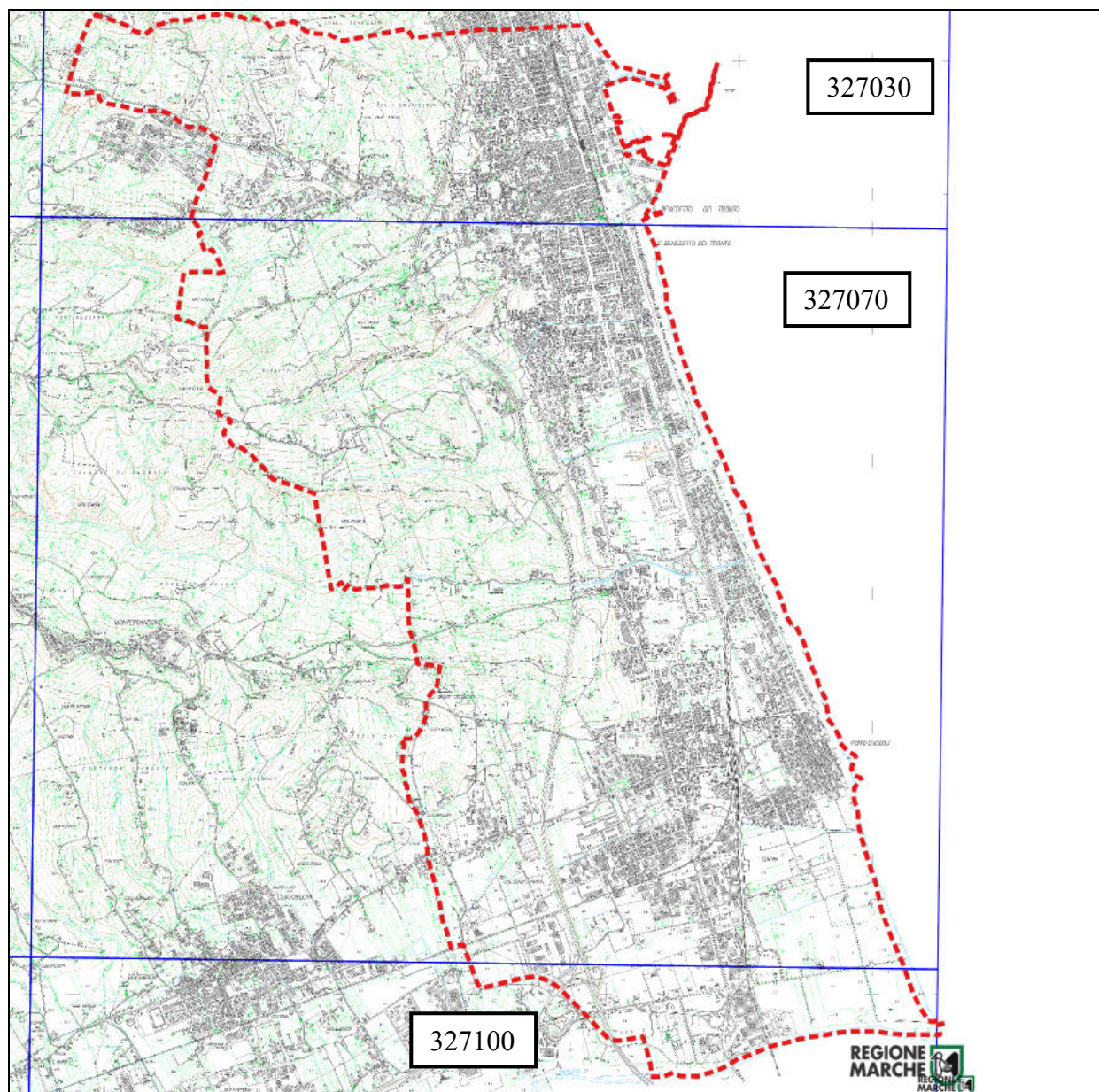


Fig.2: Stralcio Carta Tecnica Regionale (in rosso il perimetro del territorio comunale)

Dal punto di vista altimetrico il territorio studiato si sviluppa dal livello del mare ad E fino a raggiungere la quota massima di circa 280 m. slm in corrispondenza della cresta collinare collegata ad W con il rilievo di Acquaviva Picena; gran parte del territorio urbanizzato insiste sulla fascia costiera adriatica e sulla piana alluvionale del Fiume Tronto ed è posta a quote topografiche inferiori ai 20 m slm.

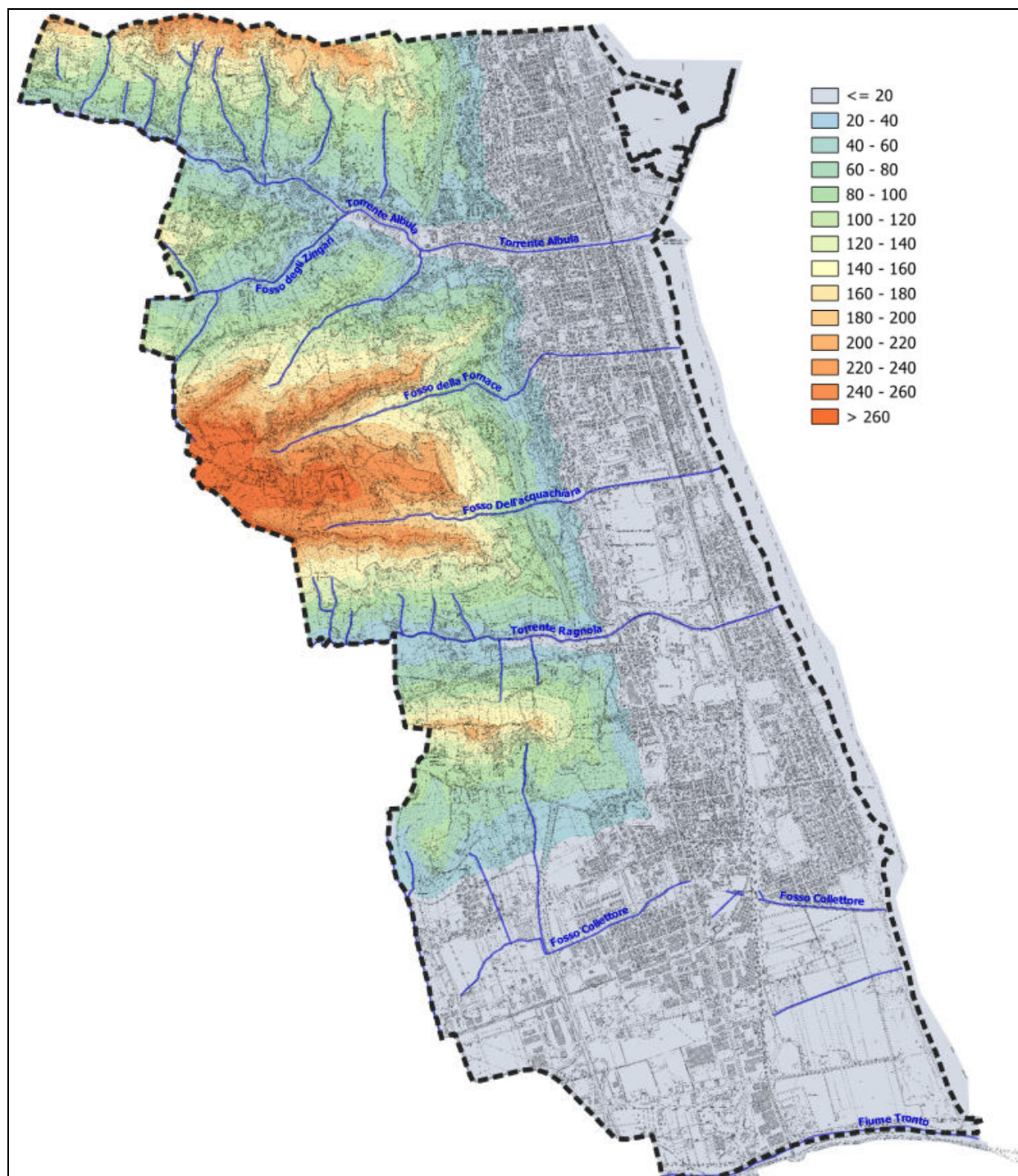


Fig.3: Carta altimetrica del territorio comunale con intervallo di 20 m

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E TETTONICO

A partire dal Cenozoico (da circa 65 a 1,8 milioni di anni fa) l'evoluzione tettonico-sedimentaria della porzione di territorio in esame e delle Marche meridionali in generale, è stata condizionata dai movimenti orogenetici che hanno portato al sollevamento degli attuali rilievi marchigiani, dando luogo alla creazione di un sistema di pieghe parallele alla linea di costa, allungate in direzione appenninica, che hanno condizionato i processi sedimentari dell'area bacinale.

In particolare, durante il Miocene (da circa 23,8 a circa 5,3 milioni di anni fa), con l'emersione della catena appenninica, si è creato, fra l'emergente catena appenninica e l'attuale costa adriatica, un ampio bacino di avanfossa che si estendeva dalla Valpadana fino al Golfo di Taranto.

Nel Miocene inferiore prende forma il bacino Umbro che costituisce la più antica avanfossa, a sedimentazione torbiditica, del dominio Umbro-Marchigiano; da un punto di vista strutturale, partendo da W verso E, si ha la seguente successione: bacino umbro, dorsale umbro-marchigiana, bacino marchigiano interno, dorsale marchigiana, bacino marchigiano esterno.

L'area in esame ricade nella porzione distale (E) della depressione del bacino marchigiano esterno, colmato dalla successione silicoclastica della Formazione della Laga prima e dalla sedimentazione marina delle "Argille azzurre" durante il Pliocene – Pleistocene inferiore e chiusa al tetto dai depositi litoranei della Formazione di Fermo (Pleistocene inferiore).

La successione pelitica poggia in unconformity su un substrato piegato ed eroso costituito generalmente dalla Formazione della Laga.

Con la fine del Pleistocene inferiore tutta la fascia periadriatica marchigiana emerge per effetto di un fenomeno di sollevamento generalizzato ed i depositi marini Plio-pleistocenici assumono il caratteristico assetto monoclinale con leggera immersione verso E-NE.

Nell'area in studio il substrato geologico è costituito dai depositi marini e litoranei delle "Argille azzurre" e della "Formazione di Fermo".

La Formazione delle Argille azzurre è delimitata alla base ed al tetto da due superfici di discontinuità a carattere regionale: l'inferiore, ubicata alla base del Pliocene e non affiorante nell'area di interesse, la separa dalle formazioni torbiditiche messiniane, quella di tetto la pone a contatto con la Formazione di Fermo del Pleistocene inferiore. La formazione delle Argille azzurre, nel suo insieme, ha uno spessore di varie centinaia di metri.

Al di sopra del substrato geologico sono presenti le coperture continentali quaternarie come i depositi eluvio colluviali, derivanti dal disfacimento e risedimentazione dei litotipi del substrato geologico, ed i depositi alluvionali strutturati secondo quattro diversi ordini di terrazzo dal più antico e più alto in quota fino alle alluvioni recenti ed attuali delle zone di fondovalle.

La carta geologica allegata (Tavola 1/a e Tavola 1/b) è stata redatta sulla base della Carta Geologica della Regione Marche a scala 1:10.000, integrata e modificata sulla base dei risultati degli studi e delle indagini reperite che hanno riguardato il territorio in esame.

Pertanto, le unità geologiche presenti, dalle più antiche alle più recenti, sono:

- *Formazione delle Argille azzurre FAA* (FAA - Pleistocene inf. p.p. - Pliocene inf.)

L'associazione pelitica della Formazione delle Argille azzurre è costituita da peliti grigio azzurre più o meno siltose in strati sottili con subordinati livelli di silt, che ne evidenziano la stratificazione; dove gli straterelli siltosi sono meno evidenti le argille appaiono più massive.

La Formazione delle Argille azzurre ha uno spessore, nel suo complesso, di varie centinaia di metri.

Le argille grigie della formazione di base costituiscono il substrato litoide dei pendii collinari dove spesso sono sovrastate da coltri di copertura eluvio-colluviali e si presentano alterate in affioramento.

- *Formazione di Fermo*

Litofacies arenacea (FM_{Ec} - Pleistocene inf. p.p.)

La litofacies arenacea della Formazione di Fermo ha nell'area comunale uno spessore massimo di circa 50 m. E' costituita da arenarie debolmente cementate o da sabbie da addensate a molto addensate di colore giallastro. Le sabbie appaiono spesso con laminazione piano parallela od ondulata, raramente si osservano laminazioni inclinate.

Litofacies conglomeratica (FM_{Ea} - Pleistocene inf. p.p.)

E' presente al tetto delle litofacies arenacea. Può essere riferita sia ad ambiente continentale che ad ambiente marino. La litofacies conglomeratica della Formazione di Fermo ha, nell'area di stretto interesse, uno spessore massimo di qualche decina di metri. E' costituita da conglomerati debolmente cementati e da ghiaie da addensate a molto addensate a matrice prevalentemente sabbiosa giallastra, massivi.

I depositi della Formazione di Fermo costituiscono la porzione sommitale dei rilievi presenti nella porzione occidentale del territorio comunale.

- *Sintema di Urbisaglia*: Depositi Alluvionali terrazzati (bn4URS - Pleistocene medio-Pleistocene inf.).

Tale unità comprende i terrazzi alluvionali più antichi e topograficamente più alti in quota, tradizionalmente definiti del I° ordine. Sono costituiti da ghiaie poligeniche a matrice sabbiosa, solitamente ben assortite e addensate con spessore massimo di circa 20 m.

- *Supersintema di Colle Ulivo*: Depositi Alluvioni terrazzate (ACbn - Pleistocene medio)

Ne fanno parte i terrazzi tradizionalmente definiti del II° ordine. Sono bibliograficamente descritti come ghiaie poligeniche a matrice sabbiosa, massivi con intercalazioni di sabbie. Le osservazioni di campagna e l'analisi dei dati raccolti, evidenziano invece una prevalenza di sabbie limose sia in affioramento che in profondità, con presenza di lenti e livelli metrici intercalati di ghiaie limose e sabbiose con matrice in percentuale variabile. Lo spessore massimo è di circa 25-30 m.

Lembi dei terrazzi alluvionali di I° e II° Ordine si rinvencono lungo i versanti che chiudono a N la valle del Fiume Tronto.

- *Sintema di Matelica*: Depositi Alluvionali terrazzati (MTlbn - Pleistocene superiore)

Tale Unità comprende i terrazzi del III° ordine, bibliograficamente descritti come ghiaie sabbiose poligeniche con sabbie limose al tetto. Le osservazioni di campagna e l'analisi dei dati raccolti, evidenziano una prevalenza di limi sabbiosi e sabbie limose sia in affioramento che in profondità con, solo in alcune aree, un passaggio alla base a miscele di sabbie e ghiaie. Le indagini a disposizione non forniscono in tutte le aree dati sullo spessore di tali depositi, si può stimare uno spessore massimo superiore ai 20 m.

Tali depositi sono presenti in corrispondenza della zona di piede del pendio che chiude in sinistra orografica la valle del Fiume Tronto e nella fascia di piede dei pendii sovrastanti l'attuale asta del T. Albula.

- *Sintema del Fiume Musone*: Depositi Alluvioni terrazzati (MUSbn - Olocene)

Costituiscono i depositi alluvionali terrazzati più recenti; sono costituiti da ghiaie sabbiose poligeniche con sabbie limose al tetto. Le indagini a disposizione evidenziano una prevalenza, sia in affioramento che in profondità di limi sabbiosi, sabbie limose e limi. Nella piana alluvionale del Fiume Tronto è omogeneamente osservabile, alla base, al contatto con il substrato geologico costituito dalle Argille azzurre, un banco di ghiaie di spessore plurimetrico. E' inoltre possibile la presenza di lenti e livelli di ghiaie subordinate, intervallate ai terreni medio-fini prima descritti.

Lo spessore massimo, dell'ordine dei 40,00 m, si raggiunge in corrispondenza della valle alluvionale del Fiume Tronto.

Depositi di spiaggia antichi (MUSg2b - Olocene)

Sono bibliograficamente descritti come depositi ghiaioso sabbiosi di spiaggia recente. Le indagini a disposizione evidenziano una prevalenza sia in affioramento che in profondità di alternanze di sabbie e sabbie ghiaiose, solo in alcune limitate aree si osservano prevalenti depositi ghiaiosi. Lo spessore massimo di tali depositi non supera i 20 m.

Tali depositi si rinvengono in corrispondenza della fascia pianeggiante costiera ampiamente edificata.

Depositi di spiaggia attuale (MUSg2a - Olocene)

Si tratta di alternanze di sabbie e sabbie ghiaiose da poco assortite a ben assortite presenti a ridosso dell'attuale linea di costa

Depositi eluvio colluviali (MUSb2 - Olocene)

Trattasi di coltri di copertura di origine eluviale in profondità e colluviale in superficie costituite da litologie con granulometria variabile dalle argille-limose alle sabbie e sabbie limose con a volte presenza di frazione ghiaiosa, in funzione del substrato di origine.

Lo spessore di tali coltri è solitamente piuttosto limitato, generalmente inferiore a 10 m.

Depositi alluvionali attuali (MUSb - Olocene)

Trattasi di materiali prevalentemente ghiaiosi depositati nelle attuali aree golenali dei principali corsi d'acqua.

Depositi di frana (MUSa-Olocene)

Trattasi di materiali prevalentemente argillosi ed argilloso sabbiosi e subordinatamente arenacei e ghiaioso- conglomeratici, messi in posto a seguito di movimenti franosi. I corpi di frana hanno spessori variabili da pochi metri fino a oltre una decina di metri.

Nelle frane di maggiori dimensioni, coinvolgenti il substrato geologico, il dissesto può non aver alterato i rapporti stratigrafici tra le unità costituenti il basamento geologico che però risultano ruotate, con assetto giaciturale non coerente e a volte ribassate.

Nella cartografia geologica allegata i movimenti franosi sono stati distinti in base allo stato di attività in: *Depositi di frana attiva* (MUSa1) in cui sono riconoscibili elementi morfologici quali rotture di pendenza, ondulazioni e contropendenze dei versanti, lesioni sul terreno e scarpate con accumuli recenti al piede, che indicano la presenza di un dissesto in evoluzione, dai *Depositi di frana quiescente* (MUS1q) in cui l'andamento morfologico e l'assetto stratigrafico dei terreni mostrano la presenza di accumuli di frana in cui allo stato attuale non sono riconoscibili segni di movimenti in atto. Sono stati inoltre riportati i *Depositi di frana con attività non definita* (MUS1n); trattasi di dissesti riportati sullo studio di Microzonazione sismica localizzati in corrispondenza dei versanti sovrastanti la piana costiera a N del T. Ragnola, ubicati principalmente in località Santa Lucia.

4. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Il territorio di San Benedetto del Tronto, come sopra detto, si sviluppa per la gran parte lungo la fascia costiera adriatica ed è caratterizzato nel complesso da una morfologia dolce con dislivelli poco accentuati, ad eccezione delle creste sabbiose conglomeratiche site ad ovest e delle antiche scarpate di erosione marina (falesie) sovrastanti la fascia costiera formatesi a seguito dell'intenso sollevamento generalizzato della zona durante il Quaternario.

Il fenomeno di sollevamento dell'area ha indotto un generale e rapido approfondimento del reticolo idrografico che ha determinato l'incisione e lo sviluppo delle vallecole dei principali corsi d'acqua orientate in direzione circa W-E; l'aumento di acclività legato all'approfondimento del reticolo idrografico ha creato localmente le condizioni favorevoli per l'innescare di movimenti gravitativi e per fenomeni di ruscellamento.

Inoltre, l'alternanza di condizioni climatiche fredde e temperate avvenuta durante il Quaternario, unitamente alle variazioni eustatiche dell'area, oltre a determinare la variazione dei regimi idraulici dei corsi d'acqua hanno prodotto ingenti quantitativi di materiali terrigeni che trasportati dai corsi d'acqua hanno dato origine ai diversi ordini di terrazzi alluvionali presenti in zona, disposti a quote crescenti rispetto all'attuale fondovalle.

In generale il territorio comunale può essere suddiviso in tre unità di paesaggio fondamentali: i rilievi collinari, i fondovalle alluvionali e le coste basse; ciascuna unità è caratterizzata da litologia, dinamiche ed elementi morfologici caratteristici.

Nella Carta Geomorfologica allegata (Tavole 1/a e 1/b) le unità litologiche vengono raggruppate ed indicate con le sigle utilizzate nello studio di Microzonazione Sismica.

I fenomeni franosi riportati sulla cartografia allegata sono la sintesi dei dissesti presenti nella Carta Geologica Regionale, nella Cartografia P.A.I., negli studi di microzonazione sismica di livello I e III, integrati mediante la consultazione di indagini e studi reperiti relativi a porzioni del territorio comunale (zona Via Monte Bianco).

I rilievi collinari, orientati in direzione circa W-E, sono formati dai depositi marini delle Argille azzurre, indicate con la sigla COS, e dalle coltri di copertura eluvio-colluviali (SMec) che sovrastano con spessori variabili lungo i versanti il substrato litoide di base; la sommità dei rilievi, caratterizzata spesso da morfologia stretta ed allungata (linea di cresta) ed andamento tabulare della esigua sommità, è costituita quasi sempre dai conglomerati ed arenarie delle Formazioni di Fermo (LPS).

I rilievi arenaceo-conglomeratici si raccordano ai versanti pelitici sottostanti mediante ripide scarpate molto acclivi con tratti verticali.

Laddove le scarpate sono sub verticali e prive di copertura vegetale l'evoluzione della sommità del rilievo procede mediante piccoli crolli, facilitati anche dalla fratturazione dei terreni cementati/addensati e dalle variazioni litologiche; la deposizione ai piedi dei rilievi del materiale franato e trasportato lungo i pendii dà luogo a forme di accumulo che con il tempo si sono ricompattate riacquistando un nuovo equilibrio.

Le antiche falesie sviluppate in direzione circa N-S che sovrastano la zona costiera sono diffusamente interessate da fenomeni di crolli attivi con conseguente verticalità delle pareti sabbiose conglomeratiche da cui è avvenuto il distacco e l'accumulo al piede.

Le scarpate arenacee che delimitano la porzione sommitale dei rilievi collinari sono interessate da diffusi fenomeni di ruscellamento a causa dell'andamento sub verticale delle pareti e dell'esposizione delle stesse all'azione erosiva degli agenti esogeni, i quali oltre ad esercitare un'azione meccanica sulle pareti causano anche la disgregazione del cemento calcareo-siliceo tra i granuli.

In occasione di eventi meteorici particolarmente intensi e prolungati, le acque di dilavamento cariche di materiale terrigeno, ruscellano lungo i versanti oramai denudati e possono

raggiungere le aree di fondovalle coinvolgendo anche i manufatti presenti lungo il percorso (strade e fabbricati); tali fenomeni si registrano con particolare frequenza ed intensità lungo i versanti in sinistra orografica del T. Albula.

I pendii collinari costituiti in copertura da limi sabbiosi e limi argillosi piuttosto sciolti (SMec), incisi dal reticolo idrografico, sono soggetti a localizzati dissesti superficiali quali allentamenti e soliflussi, colamenti e scorrimenti che ne determinano la morfologia mammellonare.

Aree con colamenti e scivolamenti attivi sono state individuate lungo i versanti che delimitano a nord (colamento) e ad est (scivolamenti) il rilievo di Monte Cretaccio; fenomeni di allentamenti superficiali che coinvolgono solo la porzione più corticale dei terreni di copertura meno consistenti sono diffusi lungo tutti i versanti argillosi.

Forme morfologiche senza indizi di attività recente (dissesti quiescenti e con attività non definita), si riconoscono lungo i versanti sovrastanti la fascia costiera; in particolare a valle di Colle Bruciccio nella porzione NE del territorio comunale ed a valle di Colle Monterenzo gli studi di microzonazione sismica, indicano ampie aree con dissesti di tipo complesso o scivolamento con attività quiescente o non definita che coinvolgono zone ampiamente edificate.

A tal proposito sulla Relazione Illustrativa dello Studio di Microzonazione Sismica di livello I si specifica quanto segue: *“da un punto di vista generale si può affermare che tratte del versante costiero adriatico tra Pesaro e Vasto e alcuni versanti esposti principalmente a N risultano caratterizzate da frane di grandi dimensioni. Tali frane, sono generalmente di tipo complesso, con meccanismi prevalentemente roto-traslativi e subordinatamente di crollo nella zona di nicchia delle frane più grandi. Tali tipi di dissesti risultano descritti in varie pubblicazioni scientifiche (Esu & Grisolia, 1991; Cancelli et alii, 1984; Aringoli et alii, 2010).*

Le superfici di scivolamento risultano generalmente poco inclinate, con meccanismi di rottura progressiva del basamento geologico della zona, costituito dalla Formazione delle Argille Azzurre e dalla Formazione di Fermo. Alcuni dei citati autori hanno analizzato le generali condizioni di stabilità in questa vasta area della costa adriatica, concludendo che l'evoluzione della zona costiera è ancora in atto. Gli stessi autori, anche se considerano i versanti costieri come "pendii abbandonati" a causa del progressivo allontanamento verso E della linea di costa, non escludono la riattivazione delle grandi frane a causa soprattutto di possibili variazioni delle pressioni interstiziali e per progressiva diminuzione nel tempo della resistenza al taglio dei terreni per processi di alterazione”.

Area di particolare interesse, risulta essere quella relativa al "Paese Alto", corrispondente al centro storico del capoluogo. Tale area è stata infatti, a seguito di specifici studi, inserita nel PAI quale area in dissesto per possibili cedimenti di cunicoli sotterranei di origine antropica. L'area in questione è stata oggetto di sprofondamenti e cedimenti, l'ultimo dei quali risale al 1966 ed ha causato il crollo di un edificio.

In particolare, è stato individuato un perimetro (integralmente riportato negli elaborati del presente studio) delimitante l'area probabilmente soggetta a sprofondamenti assegnandogli un grado di rischio R3, ipotizzando l'esistenza di “potenziali forme di dissesto, attualmente in fase quiescente, che potrebbero attivarsi o riattivarsi soprattutto in particolari condizioni sismiche, meteo-climatiche o per perdite idriche (fogne, acquedotto)”. L'area di interesse è costituita, per la gran parte, da depositi sabbioso limosi antichi generalmente addensati, solo un piccolo lembo a sud sembra essere ubicato nella zona pianeggiante con terreni prevalentemente granulari a minor grado di addensamento e probabile presenza di falda superficiale.

Ai piedi dei versanti collinari sono localizzate fasce e lembi residuali di terrazzi alluvionali antichi e recenti (GMtf) costituiti da miscele di limi sabbiosi e sabbie limose con ghiaie; tali aree mostrano una morfologia nel complesso regolare e modeste pendenze (circa 8°-10°) verso le aste del reticolo idrografico.

Le aree terrazzate si raccordano con le zone di valle mediante scarpate da mediamente a molto acclivi, soggette talora a fenomeni di ruscellamento concentrato.

Per quanto riguarda le zone di fondovalle dei principali corsi d'acqua (T. Albula, T. Ragnola e Fiume Tronto) e la fascia litoranea costiera esse sono caratterizzate da una morfologia regolare e sub-pianeggiante; in particolare la zona costiera è costituita da sedimenti prevalentemente sabbiosi e subordinatamente sabbioso ghiaiosi (SWsp e SPsp), in eteropia con i depositi alluvionali di fondovalle (SWtf) dei corsi d'acqua che sfociano in corrispondenza della linea di costa.

La fascia costiera, ampiamente edificata, è posta a quote topografiche inferiori ai 4,00 m slm circa con localizzate depressioni.

I depositi alluvionali recenti ed attuali che colmano le attuali valli alluvionali (in particolare la valle del Fiume Tronto, in corrispondenza della quale si sviluppa l'abitato di Porto d'Ascoli) sono formati da sabbie limose e sabbie con ghiaie, passanti nell'area deltizia del fiume Tronto a sabbie limose e limi sabbiosi con livello ghiaioso alla base.

5. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

Il territorio di San Benedetto del Tronto, delimitato idrograficamente a nord dal Torrente Albula ed a sud dal Fiume Tronto, è attraversato da una serie di torrenti, con andamento W-E, a regime stagionale, che risentono notevolmente delle condizioni climatiche, tanto che gli incrementi di portata sono strettamente influenzati dal regime delle precipitazioni.

Ad eccezione del Fiume Tronto, caratterizzato da un ampio bacino di alimentazione appenninico, il restante reticolo idrografico diviene attivo solo a seguito di precipitazioni intense e prolungate; al di fuori di questi eventi, che si ripetono poche volte nell'arco dell'anno il contributo dei versanti allo scorrimento superficiale è praticamente nullo.

I principali corsi d'acqua che interessano il territorio in esame procedendo da N verso S sono: T. Albula, Fosso della Fornace, Fosso dell'Acquachiara, T. Ragnola, ed il Fiume Tronto, a questi corsi d'acqua naturali si aggiunge un canale artificiale, denominato Fosso Collettore, situato tra il fiume Tronto e il Torrente Ragnola, che presenta un andamento all'incirca parallelo al reticolo idrografico principale, con direzione W-E.

Inoltre, dall'analisi della cartografia I.G.M. del 1957 risulta che principalmente in corrispondenza della zona costiera esistevano all'epoca numerosi canali di scolo che si sviluppavano in direzione circa W-E e fungevano da assi drenanti per le acque superficiali; gran parte di tali canali insistono su aree attualmente ampiamente edificate e risultano pertanto tombati/obliterati.

I corsi d'acqua, ad eccezione del Fiume Tronto, hanno uno sviluppo lineare piuttosto limitato; essi incidono in direzione circa W-E i rilievi collinari pelitici retrostanti la fascia costiera e si immettono nel Mare Adriatico attraversando la zona costiera edificata.

Infatti i bacini di alimentazione, delimitati dalle creste arenaceo-conglomeratiche della Formazione di Fermo, mostrano una geometria piuttosto stretta ed allungata in direzione W-E e ricadono interamente all'interno del territorio comunale (Fosso della Fornace, Fosso dell'Acquachiara e Fosso Collettore) o al massimo interessano i vicini territori di Acquaviva Picena, Montepreandone e Monsampolo del Tronto.

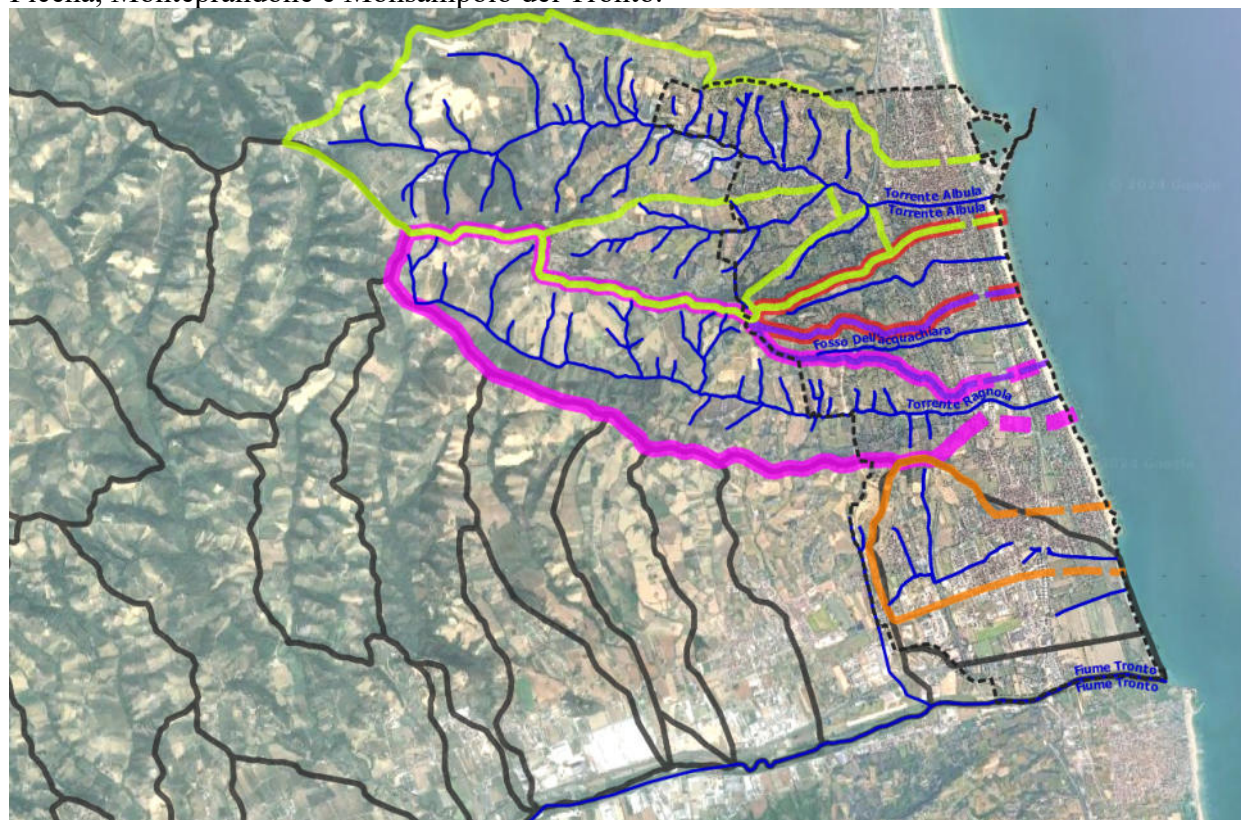


Fig.4: Foto aerea con perimetrazione dei bacini idrografici (in grigio i bacini e sottobacini del Fiume Tronto)

Come sopra detto, i regimi idraulici dei corsi d'acqua sono direttamente condizionati dagli apporti meteorici ed in generale dalle condizioni meteo-climatiche della zona; a tal proposito è possibile ricavare informazioni sui parametri meteo climatici e soprattutto definire una stima dei quantitativi di acqua meteorica disponibile per il deflusso superficiale dalla consultazione dei seguenti studi: "Campo medio della precipitazione sulle Marche per il periodo 1950-2000", "Caratterizzazione climatologica delle Marche: campo medio della temperatura per il periodo 1950-2000" del Servizio Protezione Civile della Regione Marche e lo "Studio del cambiamento climatico ed analisi alla scala locale nell'immediato recente del territorio di San Benedetto del Tronto" realizzato dal Prof. Geologo Massimiliano Fazzini, che riguarda l'intervallo temporale compreso tra 2011 ed il 2014.

Da tali studi emerge che la fascia litoranea ed in particolare la costa meridionale fra Cupra Marittima e Porto d'Ascoli risulta essere, in assoluto, la meno piovosa della Regione Marche (550-650 mm annui di media) con massimo assoluto delle precipitazioni nei mesi del periodo autunnale e minimo nei mesi di luglio e agosto.

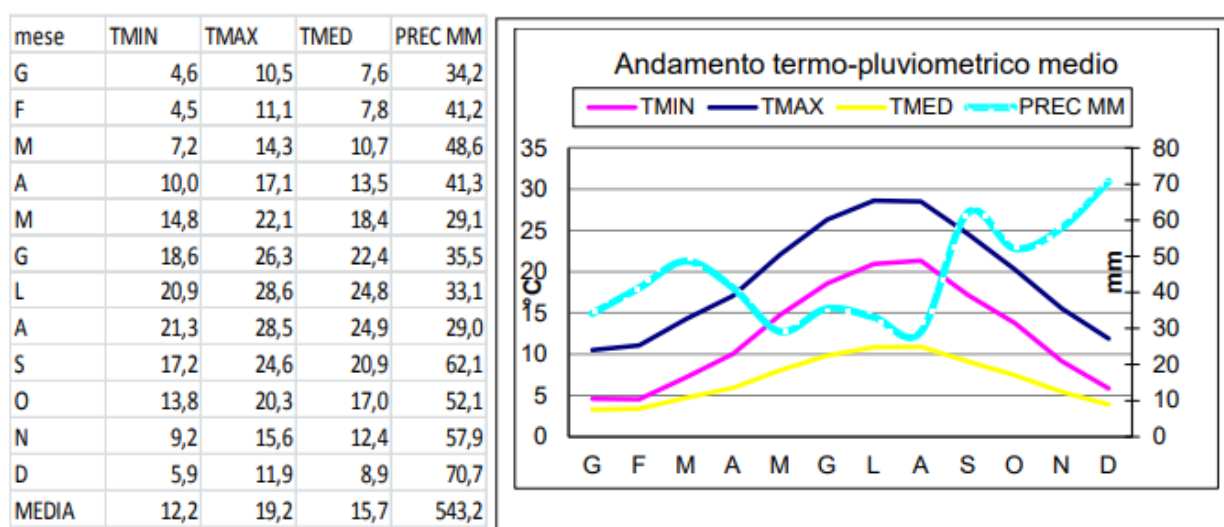


Fig.5: Andamento pluvio-termico della città di San Benedetto con parametri di T e P registrati alla stazione meteorologica IPSIA attiva dal 1993 (dallo Studio del cambiamento climatico ed analisi alla scala locale nell'immediato recente del territorio di San Benedetto del Tronto-Prof. Geol. Fazzini)

Nella stagione primaverile si ha un massimo relativo di piovosità in marzo/aprile ed un minimo relativo a maggio; in generale il clima sanbenedettese è caratterizzato da un notevole grado di marittimità e dalla scarsa frequenza di eventi termici e pluviometrici estremi, pur con delle locali eccezioni.

Per quanto riguarda la circolazione idrica profonda, essa è ovviamente condizionata dalla permeabilità dei terreni presenti; nella cartografia Idrogeologica allegata (Tavole 3/a e 3/b) sono state raggruppate le unità litologiche con caratteristiche di permeabilità circa omogenee in 4 classi di permeabilità: alta, media, variabile e bassa/nulla.

Rientrano nella classe di alta permeabilità i depositi sabbiosi di spiaggia e le alluvioni attuali (k dell'ordine di $10^{-2} - 10^{-5}$ cm/sec); tali materiali ospitano una falda acquifera tamponata dal substrato pelitico impermeabile ed interessata da numerosi pozzi utilizzati per uso civile ed industriale.

L'acquifero più significativo è presente nella fascia litorale costituita da sabbie e ghiaie dove la superficie piezometrica è posta pochi metri al di sotto del pc attuale.

Lungo la fascia costiera esiste il fenomeno del galleggiamento dell'acqua di falda dolce su quella marina (relativamente più densa) che invade l'acquifero; i pozzi del litorale generalmente riescono ad attingere acqua senza interferire su quella superficie teorica di separazione

(interfaccia) tra l'acqua dolce e l'acqua salata; tuttavia, a causa dei forti emungimenti concentrati soprattutto nel periodo estivo si può verificare la risalita di acqua salata con conseguente salinizzazione dell'acquifero.

Altro importante acquifero è quello ubicato in corrispondenza della zona di fondovalle del Fiume Tronto, ospitato nei depositi ghiaioso sabbiosi molto permeabili, con superficie piezometrica poco profonda, ed in collegamento idraulico con il Fiume stesso.

C'è da tener presente, comunque, che tutti questi acquiferi superficiali, privi di protezione, sono notevolmente inquinati.

I terreni a permeabilità media, con k dell'ordine di $10^{-5} - 10^{-8}$ cm/sec, sono rappresentati dalle coltri di copertura sabbioso limosa e ghiaiosi dei terrazzi alluvionali antichi e recenti ed i depositi arenacei e conglomeratici di tetto.

I depositi alluvionali ospitano modeste falde acquifere di alimentazione superficiale e con trascurabile mobilità delle acque, tamponate dal substrato pelitico impermeabile.

In corrispondenza delle creste arenacee e conglomeratiche, seppur i depositi presenti siano dotati di discreta permeabilità, l'assetto morfologico è tale da non consentire la creazione ed il mantenimento di falde acquifere significative; le acque di infiltrazione, tamponate dal substrato pelitico vengono drenate lungo i versanti laddove la superficie topografica intercetta il contatto arenarie/conglomerati – basamento argilloso e ruscellano verso valle andando ad alimentare il reticolo idrografico superficiale.

Nella classe a permeabilità variabile rientrano le coltri di copertura limoso sabbioso argillose di origine eluvio-colluviale e gli accumuli di frana; la permeabilità dei terreni, nel complesso medio-bassa varia in funzione della componente sabbiosa. Tali depositi non consentono la formazione di falde acquifere e possono ospitare solo una localizzata e temporanea circolazione idrica superficiale in occasione di eventi meteorici significativi.

Appartengono alla classe di permeabilità bassa/nulla le argille grigie della formazione marina di base e le sovrastanti coperture argilloso limose; tali terreni risultano pressoché impermeabili ($k > 10^{-8}$ cm/sec); pertanto le acque di diretta precipitazione meteorica defluiscono lungo i versanti pelitici in tempi medio-brevi e vanno direttamente ad alimentare il reticolo idrografico superficiale. Le acque di ruscellamento non regimentate possono incrementare i fenomeni di dilavamento corticale e le deformazioni delle coltri di copertura.

Esplorazioni geofisiche e meccaniche effettuate lungo la fascia costiera e le colline circostanti hanno evidenziato la presenza di falde artesiane intrappolate nei depositi argilloso-sabbiosi di facies marina. Trattasi di una serie di falde ospitate nei livelli sabbiosi e più raramente ghiaiosi, intercalati nella formazione argillosa.

L'alimentazione di queste falde è probabilmente collegata a bacini idrogeologici molto ampi, ospitati in rocce di natura diversa ed ubicati lungo la fascia pedeappennica.

I livelli acquiferi sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi intercalati nelle argille di base sono praticamente da considerarsi come un complesso acquifero unico; tuttavia, esiste in realtà una certa separazione, lungo la verticale, tra i principali intervalli permeabili questo perché la loro permeabilità verticale è normalmente minore di quella orizzontale.

Ne consegue che, poiché gli intervalli più profondi sono alimentati più a monte, molto spesso i livelli statici aumentano con l'aumentare della profondità.

6. INQUADRAMENTO SISMICO DELLA ZONA

6.1 Pericolosità Sismica di base

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e sulle elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della "probabilità" che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo. A tal fine è stata pubblicata l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, sulla Gazzetta Ufficiale n.105 dell'8 maggio 2003. Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (D.lgs 112/98 e DPR 380/01 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle 4 zone. Le aree nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale sono a severità decrescente (zona 1, zona 2, zona 3, zona 4) in base ai valori di a_g .

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico
1	$0,25 < a_g \leq 0,35g$	0,35g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25g$	0,25g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15g$	0,15g
4	$\leq 0,05g$	0,05g

Fig.6: Zona sismica - Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)

Le novità normative introdotte con l'ordinanza sono state pienamente recepite e ulteriormente affinate grazie anche agli studi svolti dai centri di competenza, nelle recenti Norme Tecniche delle Costruzioni, emanate con D.M. 14 gennaio 2008 dal Ministro delle Infrastrutture, con l'intesa e il contributo del Dipartimento. Il Decreto del 2008 risulta essere un importante punto di arrivo della normativa sismica italiana, in quanto vengono introdotti i fenomeni amplificativi dovuti alle caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e topografiche di un sito, applicando quanto dettato a livello generale dagli Eurocodici 7 e 8, tra cui l'introduzione obbligatoria del Modello Geologico, della pericolosità e vulnerabilità del sito, oltre che della caratterizzazione e modellazione geotecnica.

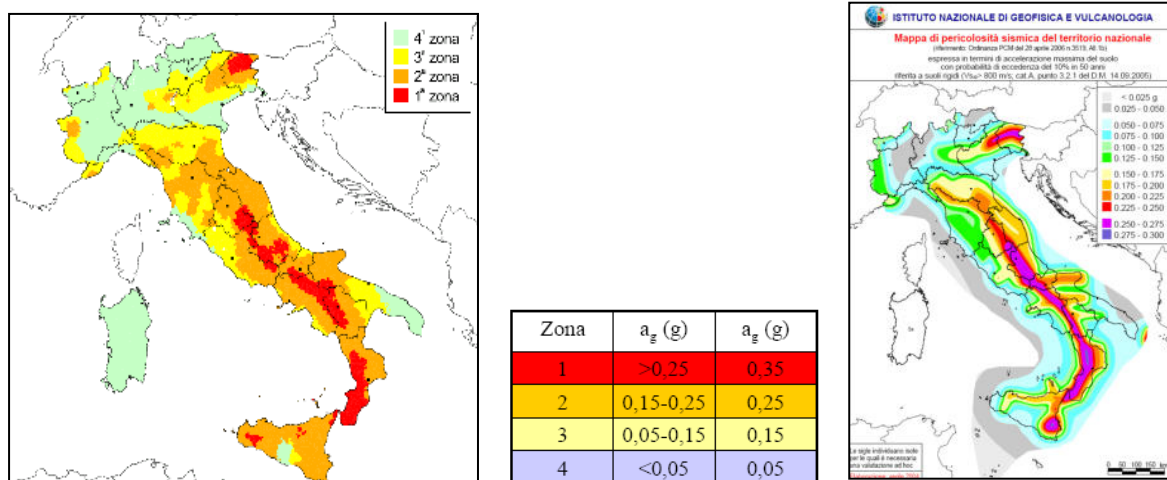


Fig. 7 a) a sinistra la carta delle zone sismiche del territorio italiano (2003); b) a destra la mappa di pericolosità sismica d'Italia.

Dal 1° luglio 2009 la progettazione antisismica per tutte le zone sismiche e per tutte le tipologie di edifici è regolata dal D.M. 14 gennaio 2008 e dal suo ultimo aggiornamento (D.M. 17/01/2018). L'ordinanza del PCM n. 3274 del 20 marzo 2003 e successive modifiche e integrazioni, recepita dalla Regione Marche con D.G.R. n. 1046 del 29.07.2003, classificava il territorio comunale di San Benedetto del Tronto, in Zona Sismica 3.

Con il DGR n. 1142 del 19 settembre 2022 la Regione Marche ha provveduto ad aggiornare la classificazione sismica del territorio regionale ed il Comune di San Benedetto del Tronto è passato in Zona sismica 2.

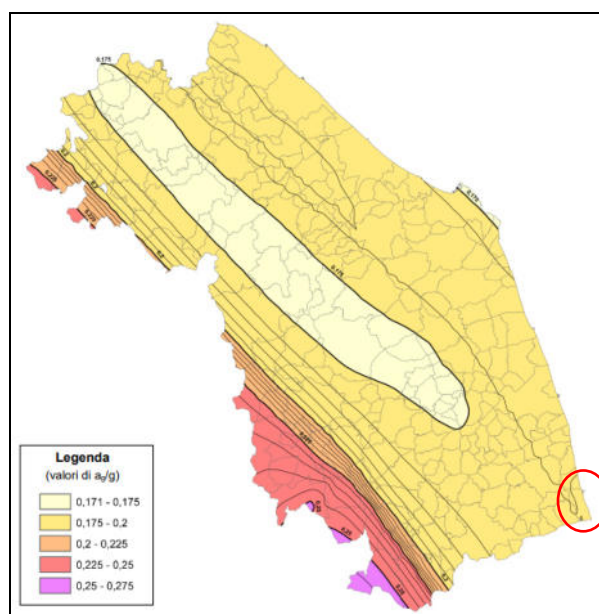


Fig. 8 - Mappa delle accelerazioni massime del suolo a_g/g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni riferite a suolo rigido ($V_{s30} > 800$ m/s) – Allegato C al DGR n. 1142/2022

I valori della pericolosità sismica di base del territorio di interesse, espressi in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli rigidi ($V_s > 800$ m/s, cat. A), risultano compresi tra 0.175g-0.220g.

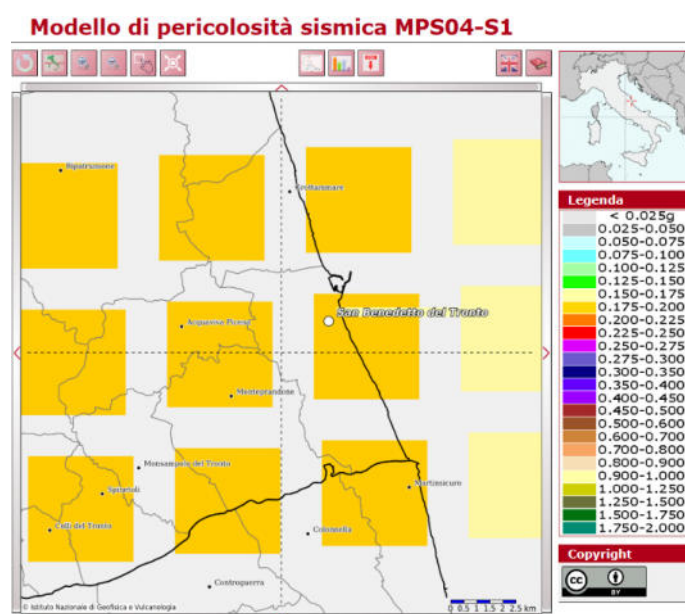


Fig. 9 – Classificazione sismica OPCM n. 3519/2006 (<https://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

Facendo riferimento al DISS (*Database Of Individual Seismogenic Sources*) - database delle sorgenti sismogenetiche relative alle faglie attive italiane messo a disposizione dall'I.N.G.V., (<http://diss.rm.ingv.it/>) si osserva che il territorio in esame, pur non ricadendo direttamente nelle fasce delle sorgenti sismogenetiche, è compreso tra la sorgente ITCS020 Southern Marche ad W, a cui si associa una Magnitudo massima (Mw) di 6.9, e la sorgente sismogenetica ubicata in mare denominata “al Largo di San Benedetto e Giulianova “ con Magnitudo massima Mw di 5.5, ad E.



Fig. 10 – Stralcio cartografico estratto dal DDIS (<https://diss.ingv.it/mapper/?source=ITCS159>)

6.2 Sismicità storica e recente dell’area di studio

Di seguito vengono brevemente presentati alcuni degli eventi sismici storici che hanno interessato il territorio comunale di San Benedetto del Tronto. Tale analisi è stata realizzata attraverso la consultazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani aggiornato al 2019, reso disponibile dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e consultabile al seguente link <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15>.

I 111 eventi registrati nella città di San Benedetto del Tronto dal 1870 al 2019 sono di seguito elencati



Fig.11 – Storia sismica del comune di San Benedetto del Tronto

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
3	🔗	1870	02	08			Anconetano	10	7	5.15
5	🔗	1873	03	12	20	04	Appennino marchigiano	196	8	5.85
4	🔗	1875	12	06			Gargano	97	8	5.86
7	🔗	1882	08	16			Costa ascolana	13	7	5.15
NF	🔗	1897	05	28	22	40 0	Ionio	132	6	5.46
4-5	🔗	1897	09	21			Marche settentrionali	44	7	5.40
NF	🔗	1897	12	18	07	24 2	Alta Valtiberina	132	7	5.09
NF	🔗	1898	06	27	23	38	Reatino	186	8	5.50
NF	🔗	1906	01	29	15	05	Valle del Tronto	50	5	4.28
5	🔗	1907	01	23	00	25	Adriatico centrale	93	5	4.75
3	🔗	1908	03	17	03	59	Marche meridionali	54	5-6	4.61
NF	🔗	1909	01	13	00	45	Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
NF	🔗	1910	12	26	16	30	Monti della Laga	50	5-6	4.56
NF	🔗	1911	02	19	07	18 3	Forlivese	181	7	5.26
6	🔗	1915	01	13	06	52 4	Marsica	1041	11	7.08
NF	🔗	1924	01	02	08	55 1	Senigallia	76	7-8	5.48
5-6	🔗	1930	10	30	07	13	Senigallia	268	8	5.83
4	🔗	1933	09	26	03	33 2	Maiella	325	9	5.90
3	🔗	1934	11	30	02	58 2	Adriatico settentrionale	51	5	5.30
NF	🔗	1938	08	12	02	28 3	Appennino laziale-abruzzese	55	5-6	4.56
NF	🔗	1941	12	19			Monti Sibillini	30	7	5.02
F	🔗	1943	01	16			Monti Sibillini	22	6-7	5.04
F	🔗	1943	10	03	08	28 2	Ascolano	170	8	5.67
F	🔗	1951	05	25	20	42	Adriatico centrale	5	4	4.55
5	🔗	1979	09	19	21	35 3	Valnerina	694	8-9	5.83
4	🔗	1980	11	23	18	34 5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
NF	🔗	1983	11	09	16	29 5	Parmense	850	6-7	5.04
4	🔗	1984	04	29	05	02 5	Umbria settentrionale	709	7	5.62

4		1984 05 07 17 50	Monti della Meta	911	8	5.86
4-5		1985 05 01 16 57 3	Ascolano	51	5	4.09
3-4		1986 10 13 05 10 0	Monti Sibillini	322	5-6	4.46
5		1987 07 03 10 21 5	Costa Marchigiana	359	7	5.06
5		1987 09 04 16 42 4	Costa Marchigiana	75	6	4.66
NF		1990 05 05 07 21 2	Potentino	1375		5.77
NF		1995 12 30 15 22 0	Fermano	106	5	4.19
5		1996 07 09 10 23 0	Costa abruzzese-marchigiana	45		4.20
2-3		1997 09 03 22 07 2	Appennino umbro-marchigiano	62	6	4.54
5		1997 09 26 00 33 1	Appennino umbro-marchigiano	760	7-8	5.66
5		1997 09 26 09 40 2	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	5.97
4		1997 10 03 08 55 2	Appennino umbro-marchigiano	490		5.22
4-5		1997 10 06 23 24 5	Appennino umbro-marchigiano	437		5.47
4-5		1997 10 14 15 23 1	Valnerina	786		5.62
4		1998 04 05 15 52 2	Appennino umbro-marchigiano	395		4.78
NF		2003 05 25 17 15 1	Ascolano	88	4-5	3.81
3		2004 11 25 06 21 1	Adriatico centrale	13		5.25
4		2004 12 09 02 44 2	Teramano	213	5	4.09
NF		2005 04 12 00 31 5	Maceratese	131	4	3.74
2-3		2006 04 10 19 03 3	Maceratese	211	5	4.06
5		2016 08 24 01 36 3	Monti della Laga	221	10	6.18
5		2016 10 26 19 18 0	Valnerina	77		6.07
4-5		2017 01 18 10 14 0	Aquilano	280		5.70

Fig.12 – Elenco eventi registrati nel comune di San Benedetto del Tronto

6.3 Valutazione dell'azione sismica di progetto

In base alle Norme tecniche per le costruzioni D.M. 2018 l'azione sismica di progetto viene definita partendo dalla pericolosità di base del sito di costruzione; per la sua determinazione è necessario indicare le coordinate geografiche decimali del sito di interesse per individuare i quattro nodi della griglia di riferimento dalle tabelle dei parametri spettrali fornite dal ministero. Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R . Il periodo di riferimento si ottiene, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U .

Le NTC'18 prevedono per la valutazione dell'azione sismica di progetto un approccio semplificato basato sull'individuazione delle condizioni topografiche (S_T), in funzione della morfologia del sito, e delle categorie di sottosuolo di riferimento (S_s), valutate in funzione della velocità della V_s equivalente del sito stimata mediante specifiche analisi.

Le categorie topografiche indicate dalle NTC 2018 al par. 3.2.1 sono le seguenti:

Tab. 3.2.III – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

La V_s equivalente è definita come:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad [3.2.1]$$

con:

h_i spessore dell' i -esimo strato;

$V_{s,i}$ velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Nelle situazioni in cui il substrato sismico ($V_s > 800$ m/sec.) è ubicato a profondità superiori ai 30 m. si considera la velocità delle onde sismiche entro i primi 30 m. di profondità (V_{s30}). Per la misura delle V_s sarà necessario predisporre adeguate indagini geofisiche.

Le categorie di sottosuolo definite dalle NTC in funzione sono le seguenti:

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

6.4 Carta delle Pericolosità sismiche

La Carta delle Pericolosità sismiche è stata elaborata partendo dalla cartografia MOPS (microaree omogenee in prospettiva sismica) ottenuta dagli studi di Microzonazione sismica di livello I (settembre 2013) aggiornata nei livelli II (Novembre 2018) e III (Giugno 2023); tali studi hanno riguardato solo la fascia orientale del territorio comunale su cui ricade gran parte dell'abitato. Lo studio di approfondimento di livello III (Giugno 2023), oltre l'aggiornamento della cartografia MOPS, ha riguardato due movimenti franosi denominati “frana Strada Panoramica - zona Villa Brancadoro” “frana ex-Cava di Argilla” dal quale risulta che le frane in oggetto non sono sismicamente attivabili ($FRT = 0$); tuttavia, tali aree rimangono come zone di attenzione per instabilità nella cartografia MOPS.

Mantenendo gli stessi criteri di analisi adottati per la redazione della cartografia MOPS, ed analizzando le poche indagini reperite ubicate nelle aree esterne a tale perimetrazione (la maggior parte delle indagini riguarda le aree edificate già inserite nello studio di microzonazione sismica), con il presente studio si è estesa la classificazione in aree sismicamente omogenee a tutto il territorio comunale che è stato quindi suddiviso in: Aree stabili suscettibili di amplificazioni locali e Zone di attenzione per Instabilità.

All'interno dell'area di indagine non è stato individuato un substrato uniformemente ed univocamente rigido ($V_s > 800$ m) per cui non sono presenti aree definite stabili in termini di amplificazione sismica ($F_a=1$).

Le zone suscettibili di instabilità sono state suddivise in tre tipologie:

ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITÀ PER LIQUEFAZIONE

La liquefazione è lo stato fisico in cui può venire a trovarsi un terreno sabbioso saturo quando la sua resistenza al taglio si riduce drasticamente per effetto dell'incremento e dell'accumulo delle pressioni interstiziali per causa di un sisma. Tale fenomeno dipende dalla combinazione di fattori 'predisponenti' (natura dei terreni) e fattori 'scatenanti' (sisma); in mancanza di uno solo di tali fattori i terreni non arrivano a liquefazione; sperimentalmente si è rilevato il ripetersi dell'evento negli stessi siti ove risultano notizie storiche che tali fenomeni si sono già verificati in passato.

All'interno del territorio comunale le zone suscettibili di liquefazione individuate sullo studio di microzonazione sismica sono: la zona di spiaggia e piana costiera, le zone di fondovalle del Fiume Tronto, del Torrente Albula e del Torrente Ragnola (aree caratterizzate in superficie e/o nei primi 20 m circa di terreni da limosi a ghiaioso sabbiosi generalmente poco consistenti, con falda superficiale e comunque la cui profondità del livello statico è < 15 m da p.c.).

Le aree definite suscettibili di instabilità per liquefazione, data la presenza di terreni non rigidi con $V_s < 800$ m/s, sono comunque anche soggette a fenomeni di amplificazione stratigrafica.

Tali aree presentano vari assetti stratigrafici (in generale sabbie e limi sabbiosi saturi su argille impermeabili) definiti dalle zone 2017-2018 e 2019 che ne possono determinare fenomeni di amplificazione stratigrafica.

ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITÀ PER INSTABILITÀ DI VERSANTE

Sono state inserite in tali zone le aree individuate nella cartografia geologica e geomorfologica e dal P.A.I. come aree soggette ad instabilità di versante indipendentemente dal tipo di movimento e dallo stato di attività.

Le aree definite suscettibili di instabilità per instabilità di versante, data la presenza di terreni non rigidi con $V_s < 800$ m/s, potranno essere comunque anche soggette a fenomeni di amplificazione locale.

ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITÀ PER CROLLI DI CAVITÀ SOTTERRANEE

Tale zona corrisponde al centro storico del capoluogo "Paese Alto" e coincide con il perimetro P.A.I.; trattasi di un'area in dissesto per possibili cedimenti di cunicoli sotterranei di origine antropica.

Per la definizione delle *ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI* della restante parte del territorio comunale ci si è basati sull'interpretazione della cartografia geologica e mantenendo le classificazioni definite sullo studio di microzonazione in cui venivano individuate le seguenti tipologie di zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, ciascuna caratterizzate dalle seguenti stratigrafie:

2001 (Zona 1): Caratterizzata dalla presenza di terreni appartenenti al substrato geologico non rigido rappresentato dalle argille e argille limose da consistenti a molto consistenti con spessori $>> 100$ m riferibili alla Formazione delle Argille azzurre.

2002 (Zona 2): Caratterizzata dalla presenza di soli terreni appartenenti al substrato geologico non rigido appartenenti alle facies arenacea ed arenaceo-conglomeratica (Formazione di Fermo). Trattasi di ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose e sabbie da addensate a debolmente cementate con spessore medio di circa 40 m per la facies conglomeratica e di circa 90 m per la facies arenacea.

2003 (Zona 3): Limi con sabbie e argille, moderatamente consistenti, con spessore medio di 5÷10 m, su argille e argille limose da consistenti a molto consistenti con spessori >> 100 m.

2004 (Zona 4): Sabbie limose, a tratti, limi sabbiosi addensati, alternate ad argille limose e limi argillosi moderatamente consistenti, di spessore medio pari a circa 30 m, con intercalazione di un livello, prevalentemente, di ghiaie limose addensate con spessore medio di circa 5 m, su argille e argille limose, da consistenti a molto consistenti con spessori >> 100 m.

2005 (Zona 5): Limi sabbiosi e sabbie fini limose, moderatamente addensati con spessore nell'ordine dei 10÷15 m, su sabbie ghiaiose e sabbie limoso ghiaiose addensate con spessore medio di circa 10 m, su argille e argille limose da consistenti a molto consistenti con spessori >> 100.

Le zone 2005 e 2004 si rinvengono in corrispondenza dei terrazzi alluvionali recenti estesi in sinistra orografica del Fiume Tronto.

2006 (Zona 6): Sabbie con limi e argille, moderatamente consistenti, con spessore medio di circa 10÷15 m, su argille e argille limose da consistenti a molto consistenti con spessori >> 100 m. Tale area è ubicata in corrispondenza dei terrazzi alluvionali recenti estesi in sinistra e destra orografica del T. Albula.

2007 (Zona 7): Limi, limi sabbiosi, sabbie limose o argillose moderatamente addensati/consistenti con spessore medio di circa 6 m, su argille limose e limi argillosi moderatamente consistenti con spessore medio di circa 3 m, su argille ed argille limose da consistenti a molto consistenti con spessori >> 100m (il livello limo argilloso posto al di sopra delle argille di base può, a volte, essere assente). Tale situazione caratterizza localmente il piede del versante sovrastante la fascia costiera.

2008 (Zona 8): Sabbie limose a tratti limi sabbiosi addensati con spessore medio di circa 10 m, su argille limose e limi argillosi moderatamente consistenti con spessore medio di circa 2 m, su argille ed argille limose da consistenti a molto consistenti con spessori >> 100m (il livello limo argilloso posto al di sopra delle argille di base può, a volte, essere assente). Tale situazione si rileva lungo il versante in sinistra orografica del T. Ragnola.

2010 (Zona 10): Ghiaie sabbiose e miscele di ghiaie e sabbie addensate con spessore medio di circa 10 m, su argille ed argille limose da consistenti a molto consistenti con spessori >> 100m. Tale situazione caratterizza i lembi residui dei terrazzi alluvionali più antichi presenti in sinistra orografica del Fiume Tronto.

7. CARTOGRAFIA P.A.I.

A partire dal 1° febbraio 2023, il territorio comunale di San Benedetto del Tronto appartiene al Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale (AUBAC) costituito, come stabilito dall'art. 64, comma 1, lett d) del d.lgs. 152/2006, da otto bacini idrografici limitrofi principali definiti tali dalla L 183/1989.

In particolare, la porzione N del territorio comunale, fino allo spartiacque tra il Fosso Acquachiaro ed il T. Ragnola, appartiene all'ex Bacino Regionale delle Marche mentre la porzione meridionale appartiene all'ex Bacino Interregionale del Fiume Tronto.

Gli strumenti di pianificazione per l'assetto idrogeologico ad oggi vigenti nel distretto fanno riferimento al P.A.I. (Piano Assetto Idrogeologico) Regione Marche per la porzione N ed al P.A.I. Tronto per la porzione S.

In totale, nell'intero territorio comunale il P.A.I. individua 20 aree in frana con livello di pericolosità (P) variabile da basso (P1) ad elevato (P3) e livello di rischio da basso (R1) ad elevato (R3).

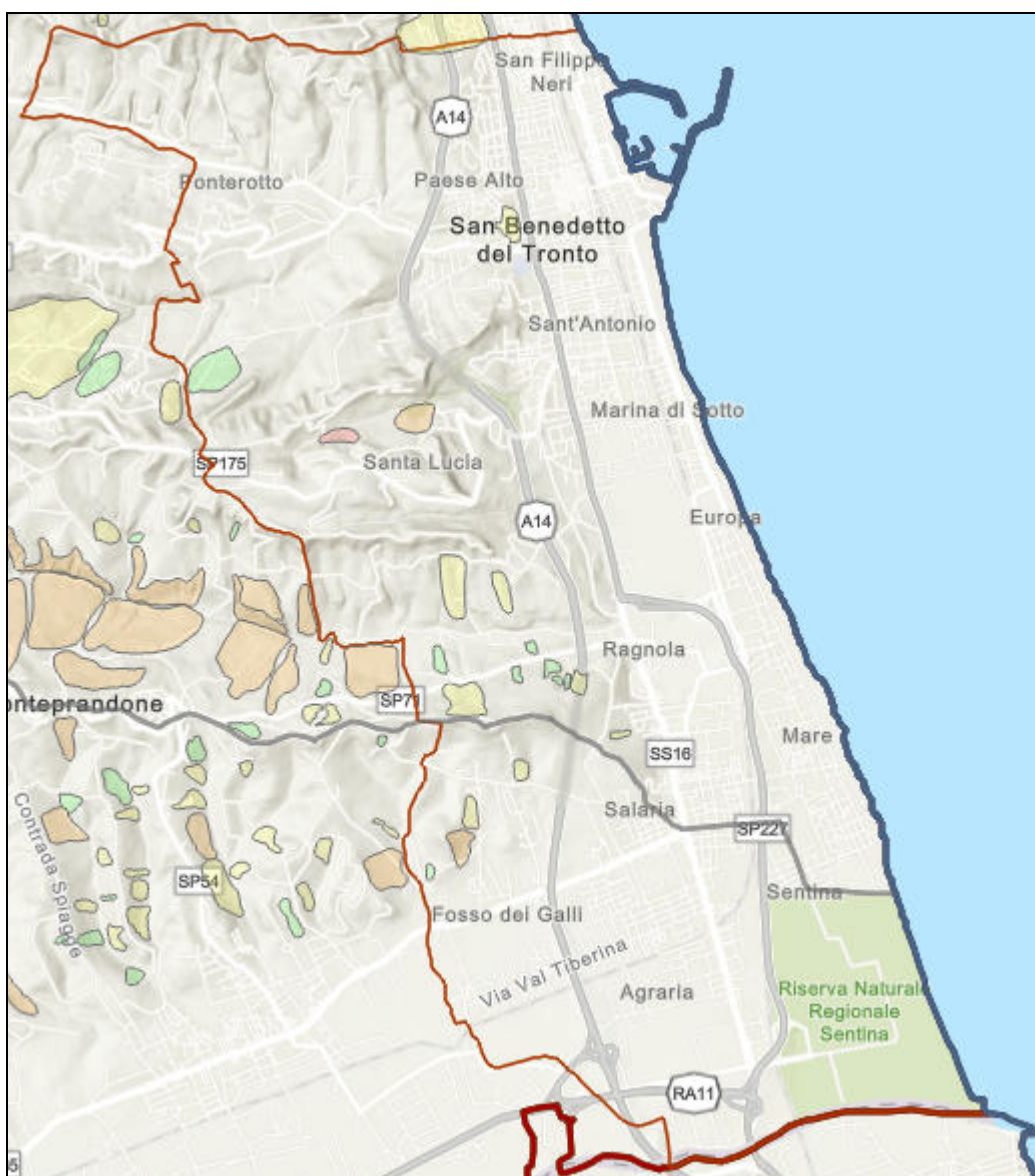


Fig.13 – Cartografia di sintesi aree Rischio Frane (da <https://webgis.abdac.it/portal/apps>)

Gli interventi che ricadono nelle frane P.A.I. sono disciplinati, in funzione della Pericolosità dei dissesti, dall'art.12 delle NTA-PAI Marche per i dissesti dell'area N, e dall'art.7 delle NTA PAI Tronto per i dissesti della zona S.

In relazione al Rischio Idraulico il P.A.I. individua delle fasce esondabili lungo l'asta del T. Albula a N (ex Autorità di Bacino Regione Marche) ed in corrispondenza della piana alluvionale del Fiume Tronto a S (ex Autorità di Bacino Interregionale Fiume Tronto); in particolare, le aree esondabili perimetrate lungo l'asta del T. Albula, confinate nell'alveo torrentizio e lungo le fasce prossime ad esso sono definite Aree inondabili a Rischio Medio (E2-R2) ed Aree Inondabili a Rischio Elevato (E3-R3), ovvero possono essere interessate da piene con tempo di ritorno fino a 200 anni.

In corrispondenza della piana del Fiume Tronto il P.A.I. individua ampie aree esondabili con livello di Rischio crescente, da moderato (E1) a molto Elevato (E4) in prossimità della foce (Zona Sentina) fino al raccordo autostradale ed alla linea ferroviaria Ascoli -Porto D'Ascoli.

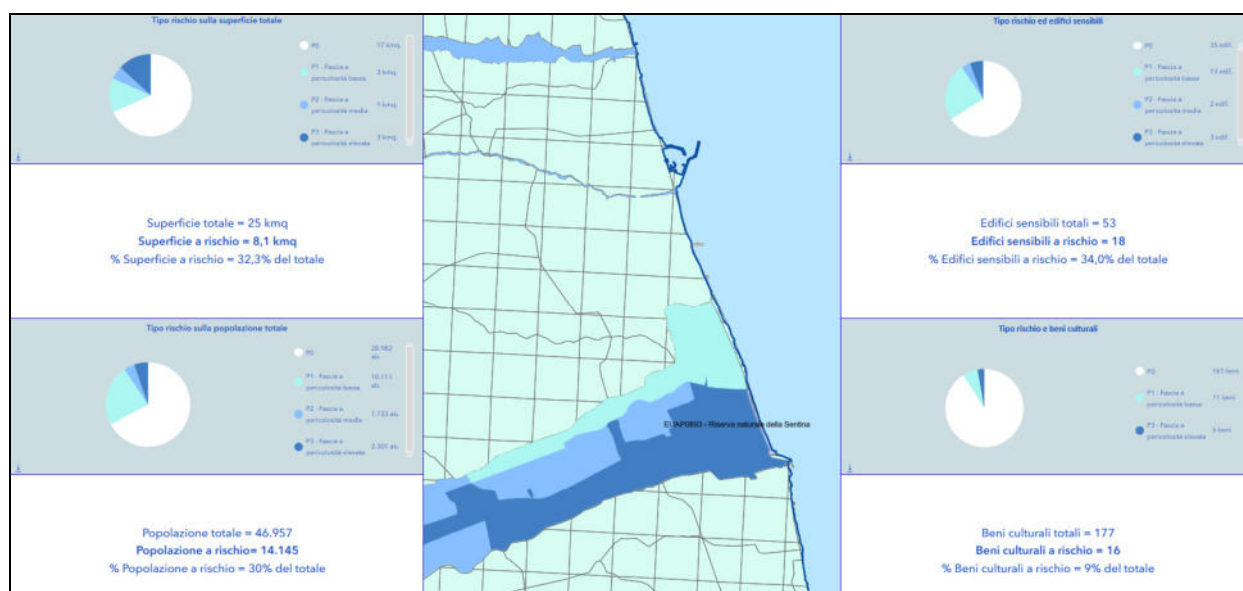


Fig.14 – Cartografia di sintesi delle Aree a Pericolosità Idraulica
(<https://webgis.abdac.it/portal/apps/dashboards/67f90e6cbdbc4c0e92a79b7ad77890b2>)

Tutti gli interventi consentiti nelle aree esondabili ricadenti nel PAI Regione Marche sono disciplinati dall'Art. 9 delle NTA del PAI Regione Marche; quelli ricadenti nel bacino del Fiume Tronto sono disciplinati dagli Artt. 11 e 12 delle NTA PAI Tronto.

Si precisa che il P.A.I. è uno strumento di pianificazione in continuo aggiornamento in funzione dell'approfondimento delle conoscenze dei fenomeni e delle modifiche del territorio; l'attività di pianificazione svolta da AUBAC comprende infatti la formazione e l'aggiornamento del quadro conoscitivo del territorio, con particolare riferimento alle “mappe di pericolosità e di rischio”, e degli strumenti normativi per la gestione delle sue possibili trasformazioni.

Al fine di uniformare i diversi strumenti di pianificazione in atto e di garantire così una pianificazione e programmazione delle azioni e norme d'uso del territorio omogenee nei territori afferenti al distretto idrografico dell'Appennino Centrale, anche nel rispetto delle direttive impartite dalla Comunità europea, AUBAC ha avviato nel 2023 l'iter di elaborazione di un P.A.I. distrettuale che sostituirà gli strumenti ad oggi vigenti sopra indicati.

8. CARTA DELLE PERICOLOSITA' GEOLOGICHE

La Carta delle Pericolosità Geologiche scaturisce dalle caratteristiche, geologico-geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche del territorio, ed è volta ad individuare le aree interessate da fenomeni ed elementi morfologici che possono modificare il paesaggio ed interferire con l'assetto socio-economico del territorio.

In funzione della pericolosità dei fenomeni, intesa come la probabilità che un fenomeno di una determinata intensità si verifichi in un certo periodo di tempo, in una data area, e della presenza di morfologie che possono favorire il manifestarsi di fenomeni di squilibrio, l'intero territorio comunale è stato suddiviso in quattro aree con livello di pericolosità circa omogeneo:

- Aree a Pericolosità Elevata;
- Aree a Pericolosità Media;
- Aree a Pericolosità Bassa;
- Aree a Pericolosità Nulla.

Rientrano nelle aree a Pericolosità Elevata le frane attive, le frane P.A.I. con livello di Pericolosità Elevato e molto Elevato (P3-P4) e le aree esondabili P.A.I. con livello di Pericolosità Elevato e molto Elevato (E3-E4).

Gli interventi sulle aree P.A.I. sono disciplinati dalle norme specifiche sopra indicate (NTA PAI Regione Marche e NTA PAI Fiume Tronto); eventuali interventi sulle altre aree definite a Pericolosità Geologica Elevata, compatibilmente con gli strumenti ed i vincoli urbanistici vigenti, devono essere accompagnati da adeguate indagini geognostiche, geotecniche e sismiche, da valutare in funzione del tipo di intervento da realizzare, volte a dimostrare la compatibilità dell'intervento con la pericolosità della zona e di un intorno significativo.

Le aree a Pericolosità Media comprendono le frane quiescenti e con attività non definita, le frane P.A.I. con livello di Pericolosità Media (P2), le aree esondabili P.A.I. con livello di Pericolosità Medio (E2), le scarpate e tratti significativi di pendio con pendenza maggiore di 25° (Pendenza superiore al 46% circa) ed una fascia di rispetto dei principali corsi d'acqua e dei fossi in erosione concentrata valutata pari a 60 m (30 m circa su ciascuna sponda).

Gli interventi sulle aree P.A.I. sono disciplinati dalle norme specifiche sopra indicate (NTA PAI Regione Marche e NTA PAI Fiume Tronto); gli interventi sulle altre aree definite a Pericolosità Geologica Media, compatibilmente con gli strumenti ed i vincoli urbanistici vigenti, devono essere accompagnati da adeguate indagini geognostiche, geotecniche e sismiche, da valutare in funzione del tipo di intervento da realizzare, volte a dimostrare la compatibilità dell'intervento con la pericolosità dell'area.

Le aree a Pericolosità Geologica Bassa coprono la gran parte del territorio comunale; esse comprendono le aree esondabili P.A.I. con livello di Pericolosità Moderato (E1), i versanti costituiti da coperture eluvio-colluviali localmente interessati da allentamenti superficiali, le fasce di pendio con pendenze comprese tra 17° e 25° interessati da ruscellamento, le zone di attenzione per liquefazione individuate dagli studi di MS e comprendenti la fascia costiera e le aree di fondovalle del T. Albula, del T. Ragnola e del F. Tronto caratterizzate dalla presenza di depositi sabbiosi in falda con superficie piezometrica posta a pochi metri di profondità dal p.c..

Tali aree non evidenziano particolari elementi che ne inficiano l'edificazione, nel rispetto degli strumenti e dei vincoli urbanistici esistenti; e della Normativa vigente (NTC2018).

Per quanto riguarda le zone di attenzione per Liquefazione, perimetrare nella Carta delle Pericolosità Sismiche Tav 4/a – 4/b, sarà necessario effettuare le adeguate verifiche stabilite al par. 7.11.3.4 *STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE* dell'Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» (NTC2018) Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 gennaio 2018.

Rimane esclusa dalle perimetrazioni precedentemente descritte solo un'area definita a Pericolosità Geologica Nulla ubicata ad W di Villa Laureati, lungo il versante a debole pendenza esposto a S che chiude in sinistra orografica la valle del Fiume Tronto, costituito in copertura da depositi alluvionali antichi e recenti, in buon equilibrio.

Si precisa che tutti gli interventi edificatori e di trasformazione dei luoghi dovranno essere accompagnati da adeguate indagini geognostiche e simiche, come stabilito dalle normative vigenti.

9. CARTA DELLE OPERE IDRAULICHE

Il reticolo idrografico superficiale, data l'ubicazione e la conformazione altimetrica del territorio di San Benedetto del Tronto, in occasione di eventi meteorici di eccezionale intensità, rappresenta un elemento di criticità in quanto si possono verificare fenomeni di esondazione dei corsi d'acqua che possono anche arrecare danni al patrimonio socio-economico della città; a tal proposito si ricordino l'esondazione del Fiume Tronto del 10 aprile 1992 che ha interessato vaste aree del centro abitato di Porto d'Ascoli raggiungendo a nord Via Mare e l'esondazione del T. Albula del 15 ottobre 1970 quando a seguito di un violento nubifragio, l'Albula esondò causando la perdita di una vita umana e numerosi danni alle opere antropiche, aggravati anche dalla concomitante esondazione del Fosso delle Fornaci.

Le cause di tali inondazioni possono essere imputate solo in parte alla naturale conformazione morfologica del territorio e dei bacini idrografici; in larga parte le situazioni di criticità sono da ricondurre a due fattori: la profonda modifica dell'assetto e dell'uso del suolo che nei secoli ha portato ad un aumento delle aree urbanizzate o comunque antropizzate (e quindi all'aumento dei beni esposti al rischio esondazione) e la notevole artificializzazione progressiva del reticolo idrografico di pianura mediante realizzazione di arginature e conseguente rettificazione dell'alveo; tali interventi, oltre a determinare un progressivo aumento della velocità delle acque durante le piene, spesso hanno prodotto un sensibile restringimento della pianura alluvionale per recuperare localmente terreni per uso agricolo, residenziale o industriale, che precedentemente erano interessati dalla libera divagazione degli alvei.

A tal proposito basti pensare che nel corso del tempo l'alveo del Fiume Tronto è stato ristretto passando da una larghezza originaria di circa 600 m a quella di 70 m circa ai tempi dell'alluvione del 1992, con una sezione di appena 43 m in corrispondenza del ponte della S.S. 16 in località Porto d'Ascoli.

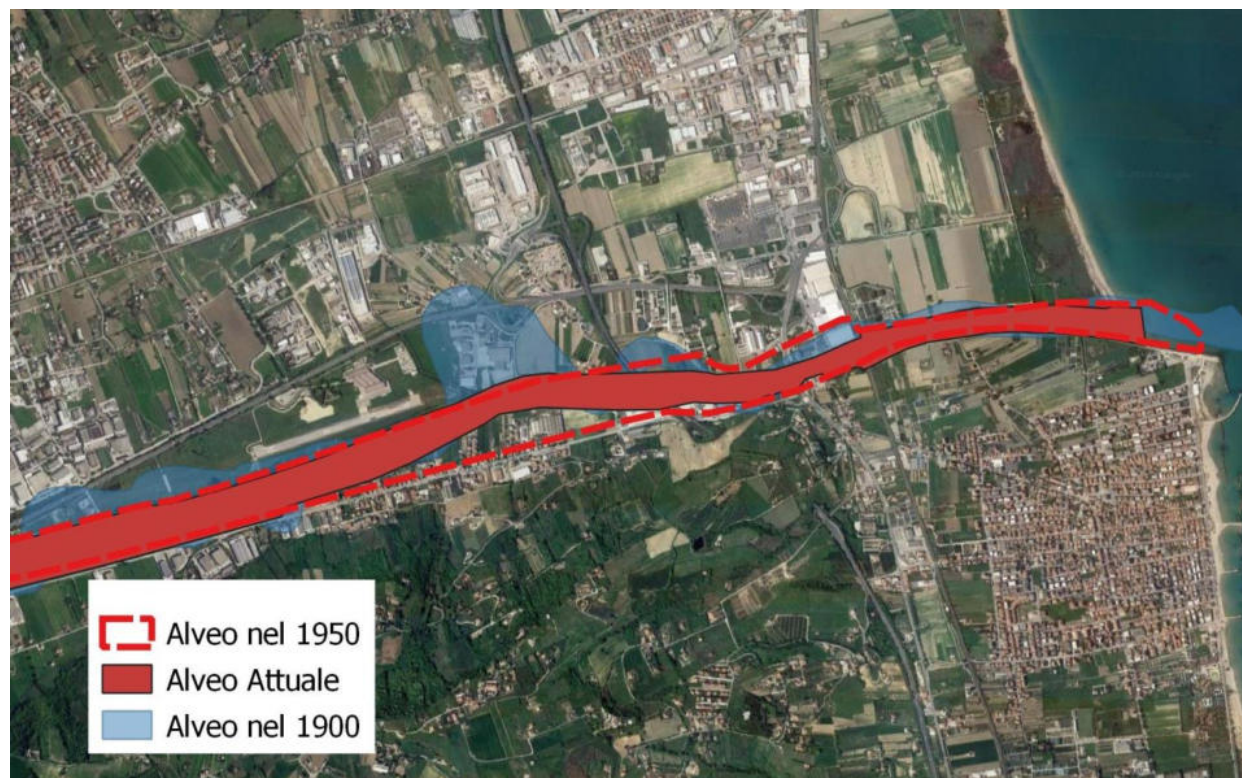


Fig.15 – Foto aerea con perimetrazione della larghezza dell'alveo in prossimità della foce del Tronto, attualmente la larghezza media dell'alveo dalla foce verso monte è di circa 180 m (da Studio Idrogeomorfologico e della qualità ambientale dei bacini idrografici della Regione Marche-Consortio di Bonifica delle Marche)

Infatti, la strategia storicamente adottata per contrastare gli eventi alluvionali nei decenni del secolo scorso, non solo in Italia, individuava proprio nell'artificializzazione degli alvei e nell'uso delle opere idrauliche - quali argini, difese spondali e opere trasversali, la principale risposta ai problemi idraulici e morfologici ed alla necessità di garantire lo sviluppo delle attività umane; tale approccio puramente "strutturale" non sempre è riuscito a fornire una soluzione sufficientemente efficace alle problematiche idrauliche dei territori, come dimostrano i sempre più frequenti eventi alluvionali collegati anche all'aumento degli eventi meteorici estremi.

Pertanto, a livello Europeo, Nazionale ed anche locale negli ultimi decenni si sono avviati interventi sui corsi d'acqua che affiancano alle opere "strutturali" anche azioni volte a riqualificare a livello morfologico ed ecologico i corsi d'acqua stessi, in particolare cercando di "restituire spazio al fiume" ove compatibile con il contesto territoriale, lasciando anche la possibilità ai corsi d'acqua di allagare dove questo fenomeno può avvenire senza minacciare vite umane o beni d'interesse rilevante.

In quest'ottica, data la presenza di aree del territorio comunale diffusamente edificate ed esposte al rischio idraulico, nel corso degli anni il reticolo idrografico superficiale è stato oggetto di numerosi interventi volti a mitigare le situazioni di criticità idraulica riscontrate, progettati sulla base dei diversi studi idraulici realizzati.

In particolare, nel presente lavoro sono stati consultati gli studi idrologici-idraulici effettuati negli ultimi 15-20 anni circa che hanno riguardato, procedendo da N verso S, i seguenti corsi d'acqua: T. Albula, Fosso dell'Acquachiara, T. Ragnola e Fiume Tronto.

Di seguito si riporta una sintesi degli interventi realizzati e/o previsti lungo i vari corsi d'acqua; per una trattazione completa dell'argomento si rimanda ai relativi studi e progetti.

Lungo l'asta del T. Albula nell'ambito del Progetto "Interventi di messa in sicurezza idraulica del T. Albula con una serie di casse di espansione a bocca tarata adeguamenti delle sezioni idrauliche e rifacimento di alcuni attraversamenti esistenti – Progetto Esecutivo I^a Stralcio anno 2011" sono stati ipotizzati ed in parte realizzati diversi interventi ed opere idrauliche, basati sui risultati di uno studio idraulico condotto in moto vario sull'intera asta torrentizia.

Gli interventi realizzati lungo il tratto di asta ricedente nel territorio di Acquaviva Picena, a monte di San Benedetto del Tronto, sono:

- n. 2 casse di espansione C2-C3 (la C2 è ubicata immediatamente ad W del confine comunale di San Benedetto del Tronto);
- demolizione e ricostruzione di n.4 attraversamenti
- risagomata della sezione di deflusso in corrispondenza di un attraversamento.

Gli interventi realizzati all'interno del territorio comunale sono:

- risagomatura dell'asta torrentizia, dal limite comunale W alla località Ponterotto, con l'utilizzo prevalente di tecniche di ingegneria naturalistica (scogliere salva ripa e a muro);
- realizzazione di muretti di contenimento;

Inoltre sono stati verificati gli attraversamenti esistenti lungo tale tratto (P9-P10) che sono risultati idonei a garantire un adeguato franco di sicurezza.

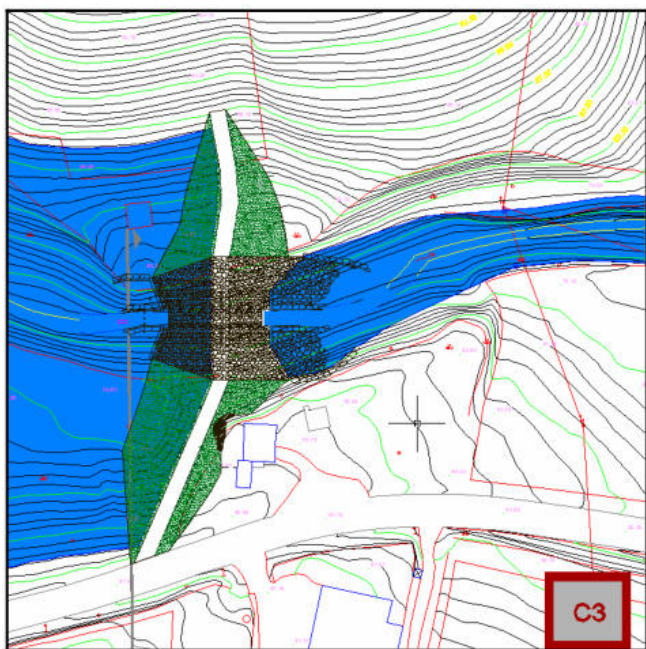


Fig.16 – Ubicazione cassa di espansione C3 (quota massimo invaso 86.70 m slm – Volumi immagazzinati 92.000 mc ca)

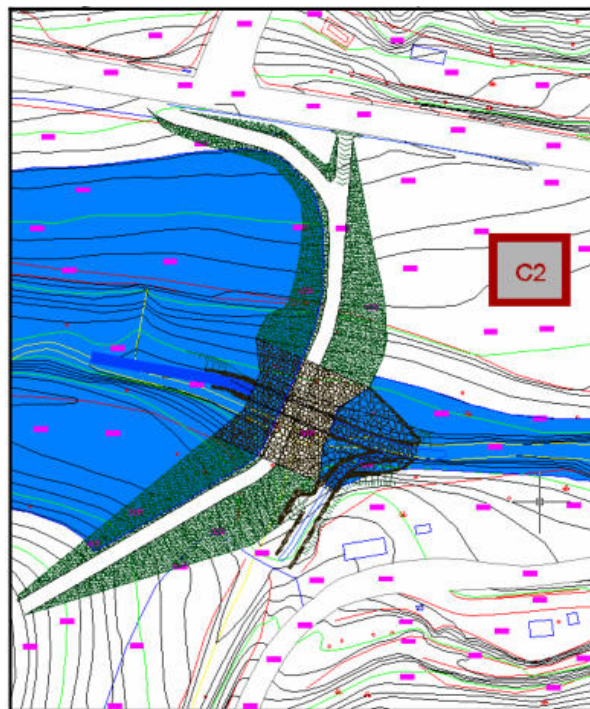


Fig.17 – Ubicazione cassa di espansione C2 (quota massimo invaso è di 66.55 m slm – Volumi immagazzinati 45.500 mc ca)

Nella relazione tecnica allegata al progetto si conclude che: *”nello scenario di progetto la riduzione del picco di piena e l’aumento del tempo di corrivazione (legati alla realizzazione delle casse di espansione) determinano non solo effetti benefici a livello locale, ma anche la messa in sicurezza di sezioni critiche immediatamente a valle degli interventi, degli attraversamenti esistenti e dei fabbricati residenziali e industriali localizzati nel tratto prossimo al centro di San Benedetto del Tronto, incrementando infine il franco di sicurezza nei ponti esistenti nel tratto terminale del T.Albula, prima della sua immissione nel mar Adriatico”*.

Il II° stralcio funzionale (attualmente da finanziare) prevede le seguenti opere ubicate al di fuori del territorio comunale: realizzazione casse di espansione C5 e C4, risagomatura dell’asta tra la cassa C4 e il ponte n°3, demolizione e rifacimento ponte n°3 su Strada Vicinale.

Il tratto terminale del T. Albula, dalla foce fino a Viale De Gasperi, è inoltre oggetto di un Documento di Indirizzo alla Progettazione DIP denominato “Riqualificazione dell’ambiente e del paesaggio della foce del Fosso Albula nel tratto compreso dal lungomare a Viale De Gasperi, per la rinaturalizzazione dell’alveo e della foce, la sua fruibilità pedonale e ciclabile e realizzazione di uno spazio museale all’aperto per la street art contemporanea dei murales”- del luglio 2024 (RUP e Progettista Arch. Giorgio Giantomassi).



Fig.18 – Foto aerea con perimetrazione dell’area interessata dal DIP di riqualificazione della foce del T.Albula

Gli obiettivi da perseguire sono:

- riqualificazione dell’ambiente e del paesaggio dell’alveo del Fosso Albula;
- realizzazione di percorsi ciclopedonali;
- realizzazione di uno spazio museale all’aperto per la street art contemporanea dei murales.

Gli indirizzi progettuali riguarderanno principalmente:

- savanella rinaturalizzata, interventi di ingegneria naturalistica
- risagomatura alveo mediante livellazione del materiale litoide (asportazione di quello in eccesso)
- percorso alla spiaggia con interventi di ingegneria naturalistica
- spostamento sottoservizi in corrispondenza del ponte di V.le Trieste
- rimozione rampa in terra in prossimità della foce
- realizzazione rampa accesso al fosso Albula (pista ciclopedonale e accesso carrabile al fosso per la manutenzione)
- pulizia del ponte ferroviario
- sistemazione dei ponti di Via Piemonte e V.le A. De Gasperi
- interventi in alveo (rifacimento della savanella, ripristino della soletta di rivestimento alveo, realizzazione percorso ciclo-pedonale, realizzazione attraversamenti in alveo della savanella, inserimento della segnaletica, realizzazione di grigliato erboso)
- manutenzione e ripristino dell’illuminazione e egolarizzazione

Allo stato attuale l’alveo del T. Albula, dalla località Ponterotto fino alla foce, risulta rivestito in c.a.; i fossi tributari in sinistra orografica si immettono nell’asta principale mediante canali coperti non più riconoscibili in superficie per la presenza di opere antropiche (strade e manufatti), individuabili solo dai fori presenti sul paramento murario del T. Albula.



Fig.19-20 – Canali di scolo in corrispondenza del paramento in c.a. sulla sponda sn del T. Albula

Per quanto riguarda il Fosso Fornace, esso è stato analizzato nell'ambito del “Progetto di adeguamento dell'ex Tribunale” per il quale è stata redatta una verifica idraulica completa dall'ing. Gesualdo Bavecchi su cui il Genio Civile ha espresso parere favorevole (prot. n. 22499 del 21/05/2014); lo studio citato non ha evidenziato criticità, pertanto, non sono state realizzate opere idrauliche in tempi recenti.

Tale corso d'acqua scorre con andamento circa W-E, sottende un bacino idrografico naturale di circa 2,0 kmq con lunghezza dell'asta principale di circa 2,5 Km.

Nel tratto compreso tra Via Sardegna e la foce presenta alveo e sponde in c.a., in discreto stato di manutenzione con vegetazione pressoché assente, con un tratto coperto in prossimità della S.S. 16, esistono vari attraversamenti ed il tratto terminale, in prossimità del lungomare dove è stata realizzata la piccola chiesetta dell'Immacolata (“chiesetta di legno”), risulta coperto.

Il Fosso dell'Acquachiera è stato oggetto di verifiche idrauliche, limitatamente al tratto terminale, nell'ambito delle Verifiche di Compatibilità Idraulica reattive al P.P. di iniziativa pubblica in attuazione al PRG vigente Zona Marina di Sotto – Piazza S. Pio X” del giugno 2014 ed al P.P. strutture recettive del Novembre 2014, entrambe redatte dall'Ing. Massimo Maravalle. Da tali analisi, limitate al tratto di valle del fosso compreso tra la SS Adriatica e la foce, risultavano delle insufficienze idrauliche a valle dell'attraversamento di via Volta, ed in sinistra orografica a monte dell'attraversamento ferroviario, in corrispondenza del passaggio dall'alveo naturale a quello cementato; pertanto per la mitigazione del rischio idraulico della zona prossima alla foce, ampiamente edificata, si è proceduto con la realizzazione di un raccordo, in sinistra idraulica, tra argine in terra ed argine in c.a., con il sopralzio delle sponde in c.a. del fosso tra Via Volta e il lungomare e la rimozione degli ostacoli all'uscita del ponte sul lungomare.

Il Torrente Ragnola è stato oggetto di uno studio idrologico-idraulico con progettazione di interventi per la messa in sicurezza del corso d'acqua realizzato dall'Ing. Gesualdo Bavecchi nel

2014 (RUP Arch. Farnush Davarpanah). Tale studio ha evidenziato che le maggiori criticità si riscontravano lungo il tratto di monte, ad W del viadotto dell'Autostrada; pertanto, sono stati eseguiti i seguenti interventi urgenti per la messa in sicurezza nell'ambito del I^ stralcio funzionale:

- demolizione e rifacimento di n. 3 attraversamenti;
- risagomatura del T. Ragnola con inserimento di gabbioni e scogliere lungo vari tratti in sn e dx orografica;
- sistemazione della briglia esistente e realizzazione della briglia selettiva a protezione degli attraversamenti di valle (soprattutto per il ponte sulla SS16 – Adriatica).

Nel II^ stralcio funzionale, non ancora realizzato, si prevede la demolizione e la ricostruzione del ponte esistente nei pressi della SS16-Adriatica, poichè dalle verifiche effettuate risulta che tale attraversamento, sebbene idoneo allo smaltimento delle piene stimate in condizioni di buona manutenzione, per eventi con Tr di 200 anni ha un funzionamento in “pressione “ e tale situazione può generare uno stress strutturale all'infrastruttura.

Il Fiume Tronto che segna il limite S del territorio comunale e regola il rischio idraulico di ampie aree urbanizzate, è stato oggetto di un dettagliato studio idraulico effettuato dall'Università Politecnica delle Marche - Istituto di Idraulica ed Infrastrutture Viarie (Prof. Ing. A. Mancinelli) su commissione dell'Autorità di Bacino Interregionale articolato in tre fasi con lo scopo di individuare le aree più esposte al rischio di esondazione, definire il rischio idraulico effettivo e programmare gli interventi necessari per la mitigazione del rischio stesso (studio per l'aggiornamento del Rischio idraulico della bassa valle del Tronto - anno 2007).

In seguito a tali studi, che hanno stimato una portata duecentennale alla foce di circa 1420 mc/sec ed evidenziato condizioni di pericolosità nel tratto terminale del fiume dove i ponti della Statale e delle FS, gli insediamenti industriali presenti ed il depuratore di San Benedetto inducevano un significativo restringimento dell'alveo di piena, sono stati realizzati due importanti interventi strutturali:

- demolizione e ricostruzione del nuovo ponte ANAS sulla SS 16 Adriatica (anno 2012)
- realizzazione di un monolite in affiancamento in destra idrografica al ponte ferroviario (anno 2018)

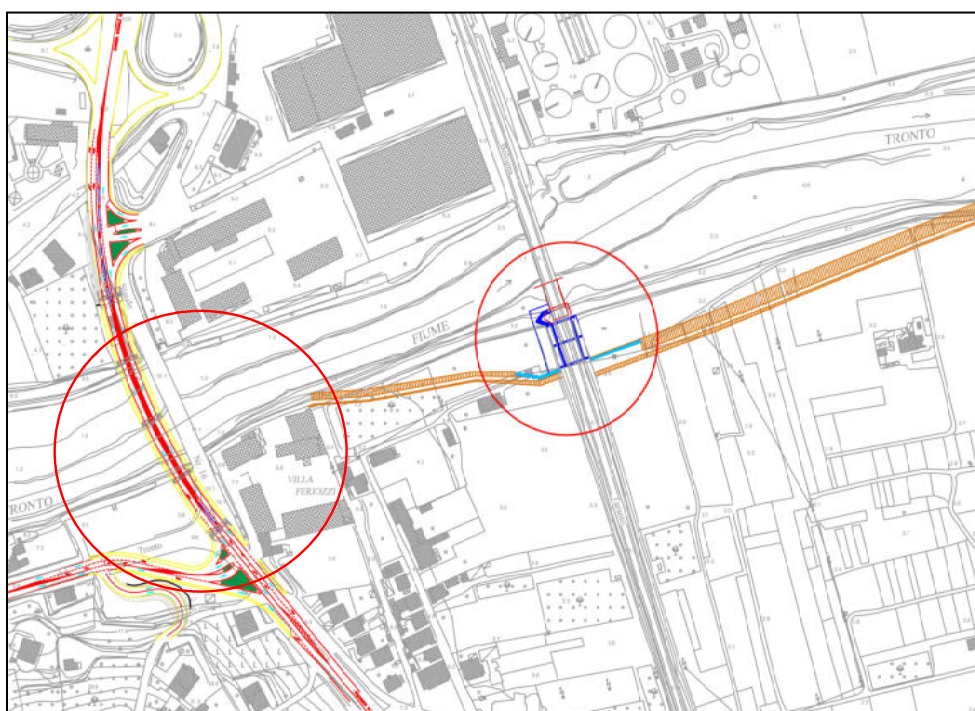


Fig.21 – Ubicazione del nuovo ponte Anas e del monolite ferroviario

Tali interventi, unitamente alla delocalizzazione dell'attività industriale esistente in prossimità delle arginature in destra orografica, rappresentano una mitigazione del rischio idraulico della zona di foce, pur permanendo delle situazioni di criticità per insufficienza arginale, come visibile dallo stralcio cartografico di seguito allegato.

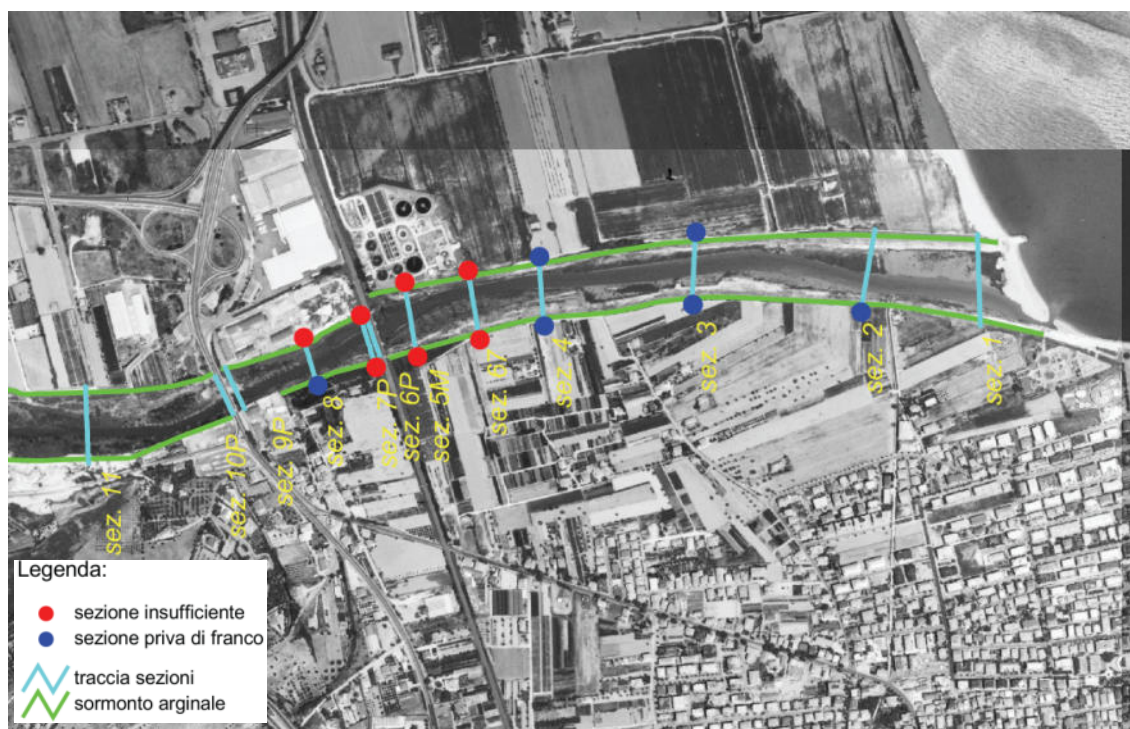


Fig.22 – Stralcio Carta delle insufficienze arginali Tr200 – studio per l'aggiornamento del rischio idraulico della bassa valle del Fiume Tronto.

Si precisa che la delimitazione delle aree a rischio è un processo dinamico e graduale che deve essere affrontato in funzione della variabilità degli elementi coinvolti (dati di piovosità, morfologia, opere antropiche, etc.) avendo a disposizione un quadro conoscitivo ampio e dettagliato. Gli organi istituzionali dell'Autorità di Bacino, attualmente compresi nell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale hanno da tempo avviato gli studi di aggiornamento del Rischio Idraulico lungo l'asta del Tronto che consentiranno l'aggiornamento delle carte del rischio idraulico, in via di pubblicazione.

Un altro studio che riguarda il bacino Idrografico Fiume Tronto è stato realizzato dal Consorzio di Bonifica delle Marche (dicembre 2019) con il coordinamento scientifico della Scuola di Scienze e Tecnologie dell'Università degli studi di Camerino nell'ambito dello "Studio Idrogeomorfologico e della qualità ambientale dei bacini idrografici della Regione Marche - Previsione e individuazione di azioni e interventi di miglioramento della qualità idromorfologica e mitigazione del rischio da esondazione.

Tale studio, realizzato prestando particolare attenzione al rispetto della biodiversità dei corsi d'acqua, individua una importante criticità nella artificializzazione e omogeneizzazione dell'alveo, soprattutto nel tratto terminale del corso d'acqua. In tal senso per garantire anche un migliore deflusso delle acque sono stati proposti degli interventi di mitigazione del rischio idraulico e dell'erosione fluviale che ne migliorano anche la qualità idromorfologica come: arretramento degli argini e rimozione di quelli esistenti su entrambe le sponde nel tratto compreso tra il rilevato ferroviario verso la foce, innalzamento degli argini esistenti nel tratto compreso tra la SS16 Adriatica e la ferrovia, rimozione del materiale che ostacola il deflusso delle acque e recupero morfologico diffuso mediante allargamento dell'alveo naturale.

Particolarmente importante risulta la manutenzione dei corsi d'acqua, soprattutto del reticolo idrografico minore, mediante pulizia della vegetazione e rimozione del materiale alluvionale in eccesso che ostacolano il deflusso delle acque, ed il continuo ed attento monitoraggio delle aste per garantire il buono stato del corso d'acqua e la funzionalità delle sezioni di deflusso, in particolar modo in corrispondenza degli attraversamenti ed a seguito degli eventi di piena.

Gli interventi finalizzati alla sicurezza idraulica dovranno comunque essere attuati prestando attenzione alla biodiversità dei luoghi.

Sulla Carta delle opere idrauliche sono inoltre riportate le indicazioni sulle caratteristiche attuali dell'alveo dei vari corsi d'acqua, ricavate mediante la consultazione degli studi idraulici sopra descritti, verificate ed integrate con foto aeree e rilievi di campagna, distinguendo i tratti di alveo con fondo naturale da quelli in c.a. e dai tratti coperti.

Tale dato risulta interessante poiché se da un lato la cementazione dell'alveo impedisce i fenomeni erosivi in alveo, dall'altro determina un incremento di portata e di velocità nei tratti di valle, dove si realizzerà una maggiore erosione.

10. MODELLO DI ELEVAZIONE DIGITALE DEL TERRENO

La cartografia del comune di San Benedetto del Tronto è stata realizzata dalla Ditta Aertecno S.r.l. effettuando un volo aerofotogrammetrico a colori, abbinato simultaneamente ad un rilievo LiDAR dell'intero territorio comunale. Dai modelli stereoscopici dei fotogrammi aerei è derivata, tramite restitutori digitali, la cartografia aerofotogrammetrica utilizzando software ArcGDS e GCarto di Geosoft; inoltre è stata realizzata una ortofoto, avente un GSD di 10 cm, dell'intero territorio comunale con il software OPK (Suite di Menci Software).

La carta del Modello Digitale del Terreno DTM ha come sorgente la nuvola di punti LiDAR, avente una densità di 25 pt/mq, opportunamente elaborata con sw Terrascan di Terrasolid.

Tale cartografia è stata elaborata per fornire un maggiore dettaglio della topografia della fascia pianeggiante costiera (fino alla quota topografica di 30,00 m. s.l.m.), maggiormente esposta ai fenomeni di allagamento in occasione di eventi meteorici particolarmente intensi.

Pertanto, la restituzione cartografica risulta più dettagliata, con intervallo di 1,00 m, per le aree poste a quote topografiche comprese tra 0,00 m e 5,00 m s.l.m. dal p.c., per le aree poste a quote superiori i range sono di 5,00 m tra 5,00 e 20,00 m s.l.m. e di 10,00 m tra 20,00 m e 30,00 m s.l.m. (le aree a quote superiori ai 30,00 m appartengono ad un'unica zona).

La cartografia in questione evidenzia sia le aree depresse in termini di quota assoluta (si noti ad esempio che le aree poste ad E della ferrovia sono generalmente ubicate a quote inferiori ai 3,00 m dal p.c. attuale), che le aree depresse rispetto alle zone circostanti, come ad esempio l'area posta ad W dello Stadio Riviera delle palme e varie zone di Porto d'Ascoli e Via Val Tiberina.

Sulla stessa carta è stato riportato anche il reticolo fognario (file .shp fornito dalla CIIP) con le tre vasche di laminazione della rete fognaria realizzate in zona Ballarin, Viale dello Sport e Zone PEEP SS. Annunziata-Agraria.

Ascoli Piceno, Gennaio 2025

I Geologi:
Dott. Giovanni Mancini

Dott.ssa Morena D'Angelo

BIBLIOGRAFIA

- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani - CPTI15 v4.0 & Database Macrosismico Italiano-DBMI15 v4.0 - Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli, B., Gasperini P., Antonucci A., 2022. Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/CPTI/CPTI15.4> Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (2020). The Italian earthquake catalogue CPTI15. Bulletin of Earthquake Engineering, 18(7), 2953-2984. <https://doi.org/10.1007/s10518-020-00818-y> <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>
- Mappa interattiva di pericolosità sismica a cura dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) - <http://esl-gis.mi.ingv.it/>
- Progetto di cartografia geologica alla scala 1:50.000 - Servizio Geologico d'Italia e Progetto CARG – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). <https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/marche.html>
- Bigi G., Coli M., Cosentino D., Parotto M., Praturlon A., Sartori R., Scandone P. & Turco E., 1992. Structural Model of Italy scale 1:500.000, sheet 4. C.N.R., Progetto Finalizzato Geodinamica, SELCA Firenze.
- Foglio 339 TERAMO del Progetto di cartografia geologica alla scala 1:50.000 - Servizio Geologico d'Italia e Progetto CARG - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). https://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/339_TERAMO/Foglio.html
- Carta Geologica d'Italia 1:100.000 - Foglio 133-134 ASCOLI PICENO - GIULIANOVA. Cartografia realizzata dal Servizio Geologico D'Italia, organo cartografico dello Stato (LEGGE 2/2/1960 N.68).
- Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 133-134 ASCOLI PICENO - GIULIANOVA, a cura di Odoardo Girotti.
- Carta Geologica Regionale delle Marche - Sezioni N° 327.030 e N° 327.070 San Benedetto del Tronto Nord e Sud - Progetto Carta Geologica a cura della Regione Marche. Rilevamenti eseguiti negli anni 2005-2006.
- Studi di Microzonazione Sismica di livello 1 (S.G.A. Perugia)
- Studi di Microzonazione Sismica di livello 2 (EN.GEO. Srl)
- Studi di Microzonazione Sismica di livello 3 (S.A.G.I. Srl)
- Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Centrale: P.A.I. Regione Marche – P.A.I. Fiume Tronto (<https://aubac.it/>)
- Progetto IFFI - Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia. A cura di Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. <http://www.progettoiffi.isprambiente.it/cartanetiffi/>
- DISS Working Group (2015). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.3.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; DOI:10.6092/INGV.IT-DISS3.2.0.
- Schematic illustration of the five general tectonic regimes and the according orientations of the principle stress axes (after Anderson, 1951, and Zoback, 1992).
- Progetto ITHACA (ITaly HAZard from CApable faults) a cura del Servizio Geologico d'Italia-ISPRA. <http://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/suolo-e-territorio-1/ithaca-catalogo-delle-faglie-capaci> <http://sgi.isprambiente.it/GMV2/index.html>
- Zonazione sismogenetica del territorio nazionale ed aree limitrofe. Questa zonazione rappresenta un documento interno del GNDT, realizzato in varie versioni a partire dal 1990 nell'ambito dell'attività della linea di ricerca Sismotettonica. Versione denominata ZS 4.0, e completata nell'aprile 1996. La zonazione è stata realizzata seguendo l'approccio cinematico proposto in: Scandone P., Patacca E., Meletti C., Bellatalla M., Perilli N., Santini U., 1990.
- PRG comunale e Variante – Analisi Geologica (Geol. C. Parmegiani)

- Interventi di messa in sicurezza idraulica del T. Albula con una serie di casse di espansione a bocca tarata adeguamenti delle sezioni idrauliche e rifacimento di alcuni attraversamenti esistenti – Progetto Esecutivo I^a Stralcio anno 2011 (Ing. Gesualdo Bavecchi)
- Riqualificazione dell'ambiente e del paesaggio della foce del Fosso Albula nel tratto compreso dal lungomare a Viale De Gasperi, per la rinaturalizzazione dell'alveo e della foce, la sua fruibilità pedonale e ciclabile e realizzazione di uno spazio museale all'aperto per la street art contemporanea dei murales"- del luglio 2024 (Arch. Giorgio Giantomassi).
- VCI relativa al Piano Particolareggiato di iniziativa pubblica in attuazione al PRG vigente Zona Marina di Sotto – Piazza S. Pio X (Ing. Massimo Maravalle)
- VCI relativa al Piano Particolareggiato strutture recettive (Ing. Massimo Maravalle)
- Studio idrologico-idraulico con progettazione di interventi per la messa in sicurezza del T. Ragnola (Ing. Gesualdo Bavecchi)
- Studio per l'aggiornamento del Rischio idraulico della bassa valle del Tronto (Prof. Ing. A. Mancinelli)
- Studio Idrogeomorfologico e della qualità ambientale dei bacini idrografici della Regione Marche - Previsione e individuazione di azioni e interventi di miglioramento della qualità idromorfologica e mitigazione del rischio da esondazione. (Consorzio di Bonifica delle Marche)