

PROGETTAZIONE URBANISTICA

PROF. ARCH. PASQUALE MIANO

STUDIO GEOLOGICO

GEOL. GIUSEPPE REGA

SINDACO

DOTT. SIMONE ROZZA

RUP

ING. GIOACCHINO ACIERNO



COMUNE DI
QUADRELLE
PROVINCIA DI AVELLINO



**RELAZIONE DI COMPATIBILITA' TRA LE PREVISIONI
DEL PIANO URBANISTICO GENERALE E LE
CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE DEI SUOLI**

Comune di Quadrelle, Provincia di Avellino
**Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e
le condizioni geomorfologiche dei suoli**

Premessa: oggetto della relazione	2
1. Inquadramento generale	4
1.1 Quadrelle nel sistema territoriale.....	4
1.2 Inquadramento geologico- morfologico	5
1.3 Caratteri geologici dell'area nel contesto stratigraficostrutturale e sismotettonico nazionale e regionale.....	8
1.4 Assetto strutturale, neotettonico e sismotettonico	10
2. Aspetti generali del Piano Urbanistico di Quadrelle.....	25
2.1 La definizione generale del progetto di piano	25
2.2 Il sistema rurale e del territorio aperto	27
2.3 Il sistema insediativo.....	28
2.4 Il sistema della mobilità e il sistema delle attrezzature.....	30
2.6 Il quadro delle attrezzature	36
2.7 Dimensionamento delle aree per le attività produttive	39
3. Caratteristiche geologiche ed indagini correlate	40
3. Caratterizzazione geostratigrafica, sismica e geotecnica	40
3.1 Dati geognostici, sismici e geotecnici pregressi	40
3.2 Indagini geognostiche eseguite	44
3.3 Individuazione degli orizzonti di suolo significativi	46
3.4 Indagini sismiche e caratterizzazione sismostratigrafica	49
4. Conclusioni: compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano e le condizioni geomorfologiche dei suoli.....	65

Comune di Quadrelle. Provincia di Avellino
Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

Premessa: oggetto della relazione

La relazione qui presentata inquadra il tema inerente la compatibilità delle previsioni del Piano Urbanistico Comunale del comune di Quadrelle con l'assetto geomorfologico del territorio in esame.

La compatibilità con l'assetto geomorfologico del territorio comunale di Quadrelle è valutata in riferimento allo studio geologico allegato al PUC redatto dal dott. geol. Giuseppe Rega, in seguito a trattativa diretta n.2109725 effettuata su MePa (Mercato Elettronico delle Pubbliche Amministrazioni) e successiva Determinazione N. Reg. Sett.25 del 26/04/2022 3 N. Reg. Gen. 77 del 26/04/2022. A seguito di tale incarico, risultava che, a supporto delle scelte in materia urbanistica da effettuare, si rendeva necessario predisporre uno studio geologico-tecnico ai fini della prevenzione del rischio sismico, ai sensi della L.R. 9/83 e ss.mm.ii., nonché alla normativa nazionale e regionale. Il Comune in esame, ai fini dell'ottimizzazione delle attività predette e con il fine di raggiungere i sopracitati obiettivi, decideva di affidare l'incarico al dott. Geol. Rega Giuseppe, essendo egli in possesso di tutti i requisiti tecnico- scientifici necessari all'espletamento delle attività di studio previsti dalla normativa.

Il PUC di Quadrelle è stato adottato con Delibera di G.C. n. 43 del 11/08/2022. Della suddetta adozione è stata data notizia sul BURC n.73 del 29/08/2022. Durante i sessanta giorni successivi alla pubblicazione sono state presentate 5 osservazioni. Con Delibera di Giunta Comunale n. 57 del 24/11/2022 è stato valutato l'accoglimento o non l'accoglimento di dette osservazioni sulla base della relazione del RTP progettista del PUC. Successivamente il PUC, modificato a seguito dell'accoglimento delle richiamate osservazioni è stato inviato agli enti per l'acquisizione dei pareri endoprocedimentali.

Attualmente sono pervenuti al comune di Quadrelle i seguenti pareri:

- Genio Civile di Avellino- nota n. 1133 del 28 giugno 2023;
- Provincia di Avellino – Dichiarazione di coerenza giusto Provvedimento del Presidente della provincia di Avellino n. 32835 del 01/08/2023;

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

- Ente Parco Regionale del Partenio- Parere Valutazione di Incidenza- con prot. 586 del 03/05/2024.

In sintesi si tratta di pareri tutti positivi, con alcune prescrizioni da accogliere in sede di approvazione definitiva da parte del Consiglio Comunale.

1. Inquadramento generale

1.1 Quadrelle nel sistema territoriale

Quadrelle, comune della provincia di Avellino, ha un'estensione territoriale di circa 6,9 km². Il numero di abitanti al 2020 è pari a 1.833, con una densità di 265,65 ab/Km².

Il PTCP della provincia di Avellino individua quale contesto di riferimento territoriale il Baianese, comprendente i comuni di Avella, Baiano, Mugnano del Cardinale, Sperone e Sirignano, che, insieme a Quadrelle, formano un unico grande insediamento urbano di circa 26.000 abitanti senza soluzione di continuità.

L'entità delle trasformazioni antropiche e il livello di infrastrutturazione della piana baianese sottolineano il rapporto di continuità con la contigua area nolana, ricadente nell'area metropolitana di Napoli. La diretta influenza di quest'ultima sulla porzione del territorio avellinese è conseguenza dell'orografia pianeggiante, in funzione della quale il baianese viene a configurarsi come una frangia della piana nolana. Il paesaggio cambia significativamente in direzione Est, che è invece circondata a settentrione, oriente e meridione dall'orografia montuosa dei versanti della dorsale appenninica, un sistema ricoperto da boschi e in gran parte ripartito in aree naturali protette. Tra queste, la catena montuosa del Partenio che delimita la piana a Nord è una delle principali dell'Appennino meridionale ed è compresa in uno dei più grandi parchi regionali campani.

L'ambito insediativo dei centri del Baianese è caratterizzato dalla presenza di due arterie principali, ovvero l'importante strada statale 7 bis di Terra di Lavoro, diramazione secondaria dell'Appia, e la parallela autostrada A16 Napoli – Canosa, una delle più importanti infrastrutture per l'assetto della Provincia di Avellino.

L'intero territorio comunale di Quadrelle si sviluppa a nord della ex SS 7 bis, a cui l'insediamento è collegato attraverso la SP 123. Il comune è servito dallo svincolo autostradale di Baiano, mentre è connesso alla rete del trasporto su ferro dalla Linea Napoli – Baiano della Ferrovia Circumvesuviana, la cui stazione più vicina è "Baiano".

La morfologia della valle, racchiusa in una conca costituita dai monti dell'Appennino, non ha consentito la realizzazione di ulteriori infrastrutture territoriali di rilievo.

Quadrelle, così come in generale l'intera area baianese, ha una scarsa localizzazione dei servizi territoriali. La dotazione di servizi di interesse sovracomunale risulta particolarmente insufficiente se rapportata all'intero agglomerato urbano, che è considerabile come una città di circa 26.000 abitanti, tra le più popolate della Provincia. Sono presenti un solo Liceo scientifico, a Mugnano del Cardinale, ed una sola scuola professionale, ad Avella.

Il patrimonio archeologico e storico del territorio del Baianese è assai ricco e principalmente concentrato nel territorio di Avella, città di antichissima fondazione e ricca di beni archeologici del periodo romano, ancora poco valorizzati. Questo patrimonio, unitamente al pregio naturalistico del paesaggio circostante, può rappresentare un'importante risorsa per l'intera area, ed anche per Quadrelle, che ha storicamente rappresentato l'avamposto orientale della piana.

Attraverso una valorizzazione del rapporto tra i centri urbani a valle ed il territorio montuoso che li circonda, costellato di numerosi elementi puntuali di interesse storico-archeologico e ambientale (castelli, aree archeologiche, eremi e santuari), è possibile perseguire un'azione integrata per lo sviluppo sia turistico che produttivo.

1.2 Inquadramento geologico- morfologico

Il territorio comunale di Quadrelle (AV), compreso nella tavoletta IGM "Baiano" IV NE, è ubicato lungo il bordo orientale della Piana Campana, estendendosi nell'ambito del fondovalle delimitato dal sistema montuoso Avella-Partenio ed occupando, nel contempo il settore Nord-orientale, mediamente distale, della regione vulcanica del Somma-Vesuvio (Figura 1).

Comune di Quadrelle. Provincia di Avellino
**Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e
le condizioni geomorfologiche dei suoli**



FIGURA 1 - Localizzazione geografica del territorio comunale di Quadrelle (AV).

La piana Campana ha acquisito, come è noto, il suo attuale assetto fisiografico conseguentemente ai diffusi processi vulcanici e sedimentari, che negli ultimi 2 MA hanno determinato il colmamento di una vasta depressione strutturale (Graben Campano) e dei suoi prolungamenti (Valle di Lauro e Valle Baianese), determinati da zone tettonicamente ribassate rispetto agli alti strutturali costituiti dalle dorsali costituite da successioni mesozoiche sovrapposte per contatto tettonico, ricoperte variamente da sedimenti terrigeni miocenici (Figura 2).

Le principali linee tettoniche a scala regionale, riconducibili ai due ben noti sistemi orientati all'incirca NO-SE e NE-SO, rimarcano i bordi della Piana, con versanti di faglia di altezza talora

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

considerevole (~1500m). Verso la zona centrale del graben, in direzione del bordo tirrenico, i calcari mesozoici sono ribassati da faglie dirette, fino a circa 5000 m di profondità, ed è proprio lungo tali direttrici strutturali che si è attuata nell'arco del Quaternario una stretta relazione tra vulcanismo e tettonica, attraverso lo sviluppo delle imponenti attività vulcaniche che hanno contribuito in maniera significativa al colmamento della depressione strutturale e sue propagini, fino a farle assumere l'attuale assetto fisiografico.

I rilievi mesozoici sono costituiti da pendii di versanti strutturali antichi, evoluti o mediamente evoluti, e modellati da agenti morfogenetici differenziati sotto regimi morfoclimatici stadiali ed interstadiali, lungo cui nel tardo pleistocene e nell'Olocene si sono accumulati depositi piroclastici da caduta provenienti dai centri eruttivi flegrei e vesuviani.

Il confine tra le monoclinali Appenniniche e la Piana risulta rimarcato da una fascia a debole pendenza caratterizzata da conoidi di deiezione e di detrito che bordano la base dei versanti di faglia aggettanti sulla Piana.

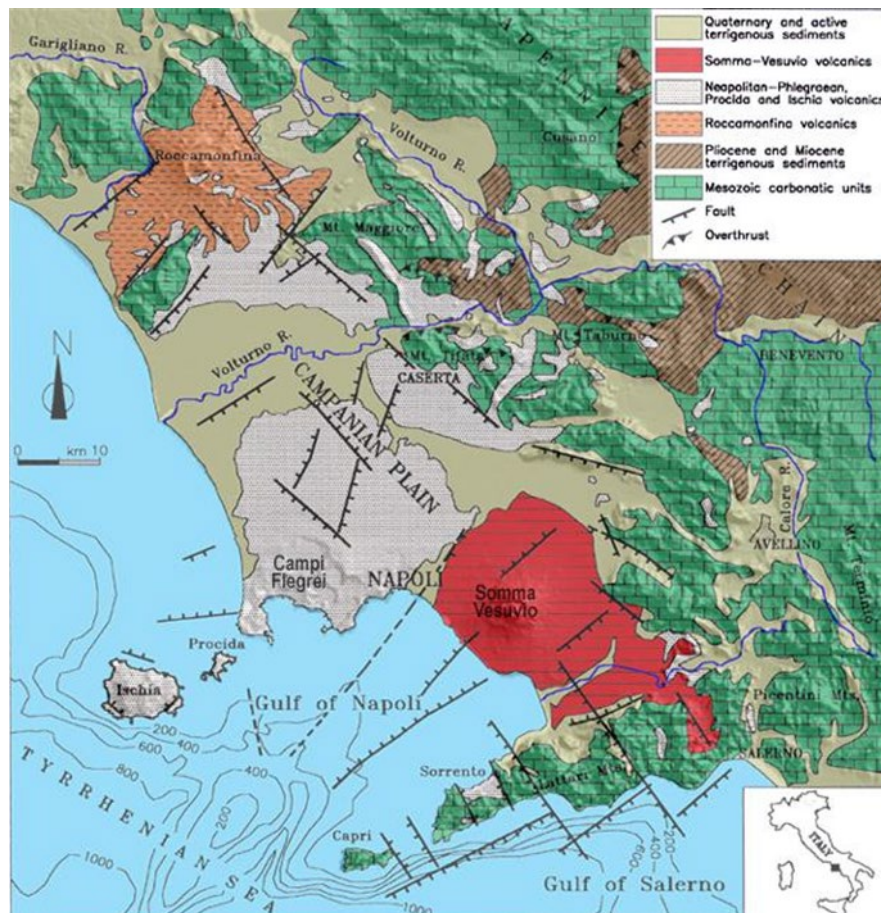


FIGURA 2 - Schema strutturale della Piana Campana e delle strutture bordiere.

1.3 Caratteri geologici dell'area nel contesto stratigraficostrutturale e sismotettonico nazionale e regionale

Inquadrato nel contesto geologico regionale il territorio comunale di Quadrelle (AV) si inserisce nell'ambito del settore più occidentale della catena appenninica (Figure 3). Affiorano diverse successioni litostratigrafiche del substrato prequaternario, che, in attesa del nuovo quadro geologico impostato a seguito della redazione della nuova versione della Carta Geologica d'Italia (Progetto CARG), possono riferirsi alla cosiddetta Unità Stratigrafico-strutturale "Alburno-Cervati". I terreni più estesamente affioranti sono quelli della parte alta della serie mesozoica calcareo-dolomitica appartenenti al Sistema di Piattaforma Carbonatica (sensu D'Argenio et al., 1993).

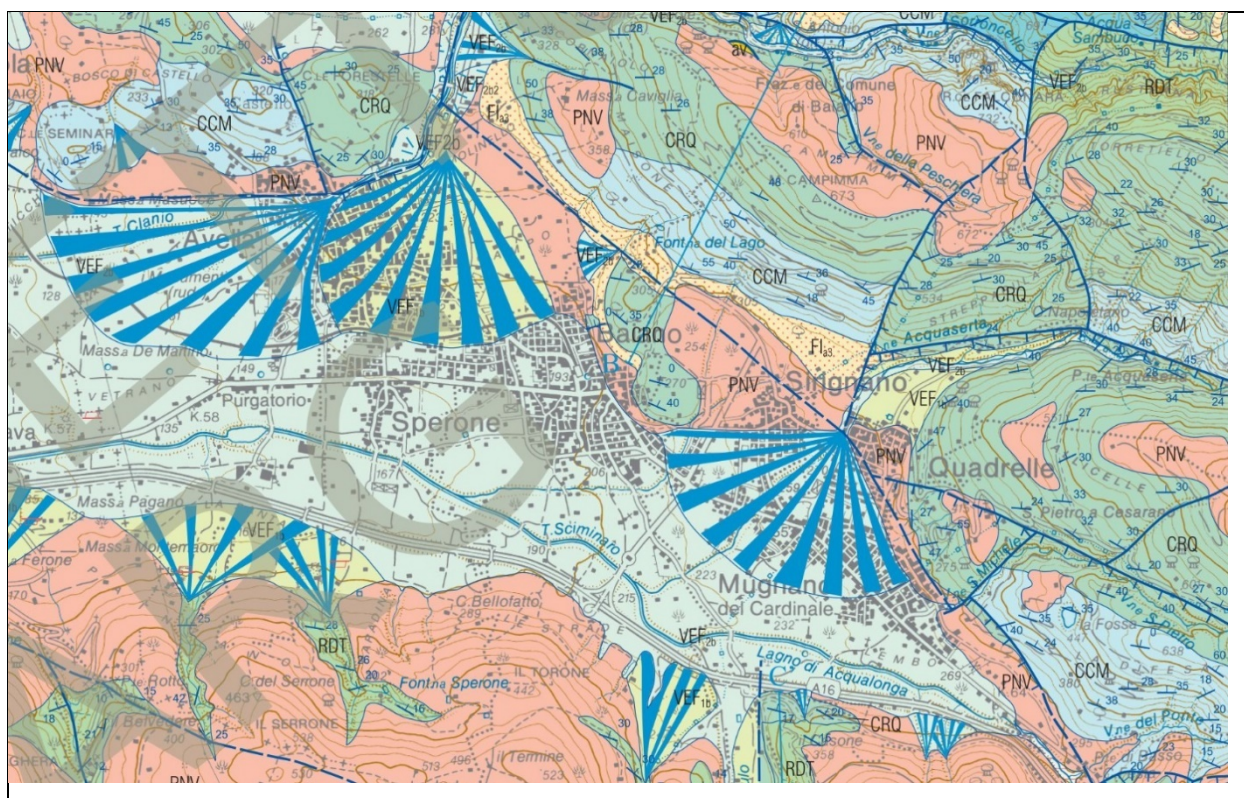


Figura 3 - Stralcio della Carta Geologica dell'Appennino Meridionale
http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/448_ERCOLANO/Foglio.html.

Una sintesi regionale dell'Appennino Campano porta ad individuare una potente successione di falde di ricoprimento costituite da una pila di coltri con vergenza verso l'Adriatico, costituenti la cosiddetta "Catena Sud-Appenninica".

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

Tale catena risulta costituita da varie unità stratigrafico-strutturali in sovrapposizione, originatesi dal Miocene medio al Pliocene medio in seguito alla deformazione degli originari domini paleogeografici in relazione agli spostamenti relativi del continente africano e di quello europeo. L'attuale assetto della catena sud-appenninica risulta, tuttavia, legata alle intense azioni di sollevamento, verificatesi nel Pliocene e nel Quaternario; a questa fase, che possiamo definire come fase orogenetica appenninica, costituita da eventi tettonici a prevalente componente verticale e transtensivi, prende anche il nome di "Fase Neotettonica".

In occasione della precedente fase tettonogenetica appenninica si sono avuti, in conseguenza della deformazione degli originari domini paleogeografici, dei "raccorciamenti" evidenziati da importanti linee tettoniche "trasversali", con caratteri di "sovrascorrimento" e/o "trascorrenza"; l'area in studio, in particolare, risulta attraversata dalla linea "Sorrento – Manfredonia".

In relazione alla fase neotettonica, i dati più recenti sembrano indicare una sua evoluzione nell'arco di tre periodi: Pliocene (3 – 1,8 milioni di anni), Pleistocene Superiore (1,8 – 0,7 milioni di anni), Pleistocene Medio-inferiore (0,7 – 0,1 milioni di anni).

Durante il primo periodo si è avuto un prevalente controllo tettonico con fisionomia ad alti e bassi strutturali; tipico basso strutturale è quello corrispondente al cosiddetto "*Graben Campano*", determinato da alti strutturali individuabili nel massiccio del Massico a nord, dei Monti Tifata – Monti di Avella, Pizzo d'Alvano ad est, Monti Lattari a sud. Tali alti strutturali risultano, in particolare, interessati da linee tettoniche che si evolvono a scala regionale secondo i due ben noti sistemi orientati NO-SE e NE-SO, che rimarkano i bordi della stessa Piana Campana, con versanti di faglia di altezza considerevole (>2000 m s.l.m.).

Durante i successivi due periodi si assiste ad una ulteriore e ripetuta articolazione verticale degli alti strutturali, con dislocazioni di lembi a varie altezze. Tale fase, in particolare, sembra essere caratterizzata, oltre che da fatti di dislocazione tettonica, anche da crisi climatiche fredde, accompagnata dalla produzione di detriti che avviene a spese di versanti di faglia ad opera del cosiddetto meccanismo morfo-evolutivo di "*slope replacement*", nonché della intensa dissecazione lineare degli stessi dovuta all'erosione dei corsi d'acqua che intersecano trasversalmente il rilievo.

1.4 Assetto strutturale, neotettonico e sismotettonico

Le ricerche condotte dal citato P. F. Geodinamica hanno consentito di formulare un modello sismogenetico dell'Appennino Campano - Lucano e giustificare, in tal modo, la distribuzione areale degli eventi sismici storici, la recente evoluzione tettonica (neotettonica) e le principali anomalie litosferiche.

Dal punto di vista sismotettonico il settore meridionale dell'Appennino Campano-Lucano si può suddividere in più fasce longitudinali con diverse caratteristiche geo-strutturali e diversi gradi di simicità, da Ovest ad Est:

- a. la fascia tirrenica corrispondente ai promotorio del Cilento storico ed alla Penisola Amalfitana-sorrentina, ben delimitate, ad Ovest dalle faglie marginali tirreniche ed a Est dalle dislocazioni normali, che ribassano i massicci carbonatici di catena. Questa fascia è caratterizzata da una simicità storica molto bassa, anche se risulta parte integrante della catena e soggetta durante il Quaternario a movimenti verticali dell'ordine di diverse centinaia di metri.

Varie ipotesi sono state formulate per spiegare tali apparenti incongruenze, ma altri studi sono necessari per giungere a spiegazioni univoche; certo è che, in questo settore di orogene 1a base della litosfera si assottiglia gradualmente verso il Mar Tirreno e passa da circa 70 Km a circa 30 Km.;

- b. la fascia intermedia, sede dei terremoti locali di minore intensità, ma direttamente interessata da terremoti violenti generatisi nella fascia successiva; dal punto di vista stratigrafico-strutturale comprende le dorsali carbonatiche Silentine, Picentine, i Monti di Sarno e quelli di Avella; è la fascia in cui ricade il territorio comunale in esame;
- c. la fascia più interna è la Zona Assiale della Catena, facente parte di una fascia più ampia e che si estende con continuità dal Sannio alla Calabria Settentrionale per una lunghezza di 40 Km. a cavallo dello spartiacque appenninico. In questa fascia sono localizzate le aree sismogenetiche più importanti:
 - il distretto sismogenetico della Valle del Noce -Bacino del Mercure,
 - il distretto sismogenetico del Vallo di Diano - Val d'Agri
 - il distretto sismogenetico Melandro -Valle del Sele-Ofanto

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

- il distretto sismo genetico Irpino-Beneventano,

Questo settore dell'orogene appenninico è il risultato della deformazione molto spinta di unità sedimentarie appartenenti a diversi domini paleografici, generatisi sul bordo settentrionale del continente africano. A partire dal Miocene Inferiore, queste Unità Geologiche, in seguito all'accorgimento crostale dovuto all'avvicinamento relativa delle masse continentali africane ed europee, si sono variamente deformate con formazioni di una tipica catena a pieghe, prima, e di un orogene a coltri di ricoprimento, in seguito.

Gli elementi tettonici a scala regionale più importanti sono costituiti dal sovrascorrimento delle Unità Interne, appartenenti ad un dominio oceanico interno, sulle successioni carbonati che dell'Unità Alburno-Cervati, corrispondente alla porzione centrale della Piattaforma Campano-Lucana e dal sovrascorrimento di queste ultime sui terreni appartenenti alle Unità Lagonegresi. Le spinte orizzontali, che, nella fascia esterna della catena, si sono esaurite solo 2 milioni di anni dal presente, lungo il bordo tirrenico, si sono bloccate al Pliocene Inferiore e, forse, al Messiniano, 5-7 milioni di anni dal presente. Cessate le azioni orizzontali, la pila di rocce leggere, formata dalle coltri di ricoprimento, si è venuta a trovare in disequilibrio isostatico con il basamento cristallino ed il sottostante mantello. Tale disequilibrio, accompagnato alla contemporanea apertura del Mar Tirreno, ha innescato movimenti crostali a prevalente composizione verticale. Durante l'intervallo compresa fra il Pliocene Superiore-Calabriano ed il Quaternario Medio, il sollevamento generale continua attraverso deformazioni di tipo prevalentemente disgiuntivo, con creazioni di un sistema di faglia ad andamento appenninico ed antiappenninico. I due sistemi innescano la formazione dei blocchi tozzamente quadrangolari, soggetti ad un sollevamento maggiore rispetto alle aree limitrofe ed a fenomeni di intensa tettonica trascorrente sinistra. A partire da questo intervallo e fino ai nostri giorni, si riscontra una inversione di tendenza nel sollevamento relativo tra le zone marginali tirreniche e le zone centrali della catena. Quest'ultima, che era stata soggetta ad una subsidenza valutata intorno ai 400-600 metri, mostra un sollevamento che fino ai nostri giorni si può valutare superiore a 1000 metri.

Contemporaneamente, la zona marginale tirrenica è soggetta ad un sollevamento relativo molto inferiore dell'ordine di centinaia di metri. Pur senza prove certe, si ipotizza che questo sollevamento differenziale sia ancora in atto e che esso provochi quei disequilibri crostali cui attribuire la elevata sismicità del settore "C". I corridoi tettonici del Vallo di Diano-Valle del Noce-

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

Mercure, Val d'Agri-Melandro-Alto Sele, allineamento irpino-beneventano molisano, lungo cui si sono verificati i più forti terremoti del passato, potrebbero essere le evidenze morfostrutturali superficiali di un unico motivo sismotettonico profondo in corrispondenza della maggiore variabilità nello spessore della crosta, che da 10-15 Km nell'area tirrenica scende a 40 Km lungo l'asse della catena.

L'individuazione di lineamenti strutturali ed eventualmente sismogenetici nella fascia dell'Appennino Meridionale, che si estende dall'Appennino Molisano-Sannita all'Appennino Campano-Lucano (da 14°24' E a 15°47' E e da 40°01' N a 41°30' N), è stata di recente elaborata da Bruno et al. GNGTS – Atti del 22° Convegno Nazionale. L'individuazione di tali lineamenti è derivata dall'analisi congiunta di dati gravimetrici, magnetici e sismologici raccolti da vari enti ed i risultati sono stati infine confrontati con le evidenze fornite da studi condotti con metodologie alternative adottate nella stessa area.

L'analisi dei dati gravimetrici e magnetici è stata effettuata ricorrendo ad un metodo recente, la Multiscale Derivative Analysis (MDA; Fedi, 2002) che permette di evidenziare separatamente i lineamenti strutturali di diversa estensione e significato regionale senza operare alcun filtraggio dei dati. Esso è basato sul calcolo della Enhanced Horizontal Derivative (EHD; Fedi e Florio, 2001) del campo di potenziale, che consente di localizzare sul piano i contrasti di densità/magnetizzazione partendo dal calcolo della derivata orizzontale della sommatoria pesata delle derivate verticali di ordine crescente di un campo di potenziale. La posizione dei massimi dell'EHD è usata per tracciare i limiti delle sorgenti di anomalia. Un'opportuna scelta dei termini della sommatoria e dei pesi adottati, consente di trattare efficacemente differenti condizioni di rapporto segnale-rumore e differenti scale di profondità della sorgente e quindi di esaltare il segnale di sorgenti a piccola o grande scala.

Gli altri dati geofisici e geomorfologici utilizzati per l'interpretazione dei lineamenti individuati dall'analisi dei dati dei campi di potenziale, sono:

1. Posizioni epicentrali dei terremoti,
2. DTM (Modello Digitale del Terreno),
3. Carta Geologica dell'Appennino Meridionale (scala 1:250000),
4. Mappa delle faglie sismogenetiche.

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

I dati sono stati elaborati sotto forma di immagini vettoriali o raster georeferenziate, con l'ausilio di un Sistema Informativo Geografico (GIS).

L'analisi delle carte EHD (gravimetrica e magnetica) che prendono in considerazione solo le derivate di basso ordine (grande scala) evidenziano una suddivisione a scala regionale delle unità tettoniche presenti.

Il confronto dei lineamenti ricavati dalla carta EHD a scala intermedia calcolata a partire dai dati gravimetrici con gli elementi tettonici cartografati sulla carta geologica disponibile e con il DTM, ha permesso di identificare la maggior parte di questi come faglie normali.

L'analisi dei dati magnetici alla stessa scala permette invece solo una distinzione tra grosse aree a diversa magnetizzazione. L'analisi a piccola scala è stata effettuata sui lineamenti derivanti dalla carta gravimetrica, dal momento che l'analisi di quella magnetica non ha prodotto lineamenti facilmente correlabili a strutture note.

Scopo dell'analisi è stata la verifica dell'eventuale correlazione tra alcuni dei lineamenti strutturali rilevati e strutture interpretate come sismogenetiche sulla base di informazioni bibliografiche (Valensise e Pantosti, 2001).

Ciò è stato possibile, ad esempio, per le strutture che si trovano in corrispondenza della faglia dell'Irpinia e per le faglie bordiere della Piana di Boiano.

Di particolare interesse è l'evidenza che alcune di queste strutture sembrano continuare oltre i limiti riconosciuti mediante altre metodologie (Figura 4).

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

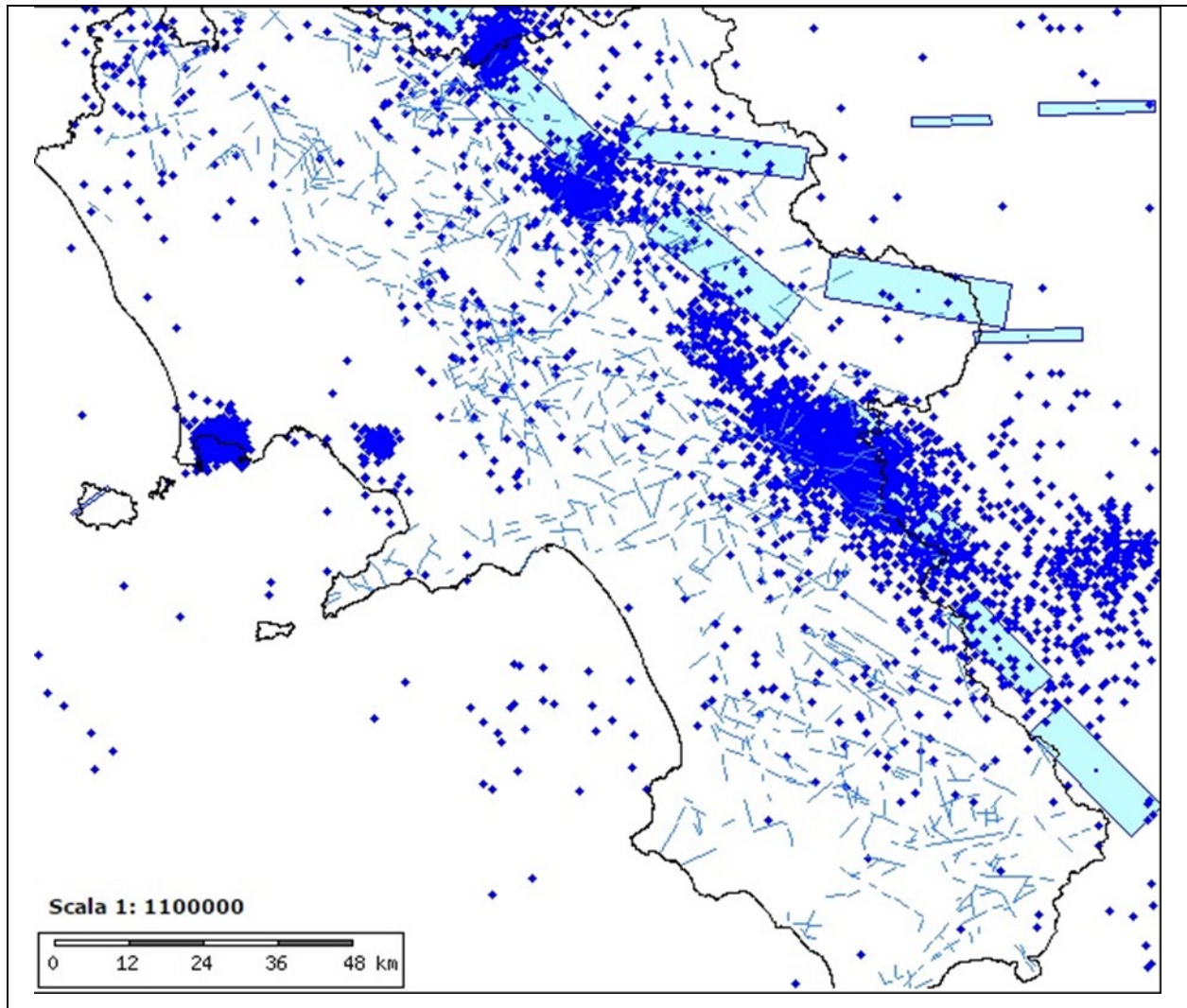


Figura 4 - Carta dei lineamenti individuati dalla carta EHD a piccola scala dei dati gravimetrici (linee bianche) sovrapposta alla carta geologica dell'Appennino Meridionale (Bonardi et al., 1988). Le linee blu rappresentano le faglie sismogenetiche (Valensise e Pantosti, 2001). I punti blu rappresentano gli epicentri dei terremoti dal 1980 al 2000 (database Sis-CAM <http://ipf.ov.ingv.it/siscam>, Vilardo et al., 2001).

Recenti studi indicano che la profondità media degli eventi più rilevanti è intorno a 20 Km e, che non esiste corrispondenza diretta fra il reticolo di faglie superficiali e la zona principale di frattura, a causa della costituzione a falda di ricoprimento della catena, certamente scollata dalla sottostante zona sismogenetica, costituita dal basamento.

I riferimenti scientifici più accreditati per la valutazione della pericolosità sismica nell'area italiana sono state le due Zonazioni Sismogenetiche, la ZS4, proposta da Scandone e Stucchi (2000) e da Meletti et al. IGV (2000) e la più aggiornata ZS9, proposta da AA.VV. GdL INVG (2004). Il modello

sismotettonico ZS4, elaborato a cura di P. Scandone e M. Stucchi – marzo 1999), ha seguito un tracciamento delle zone basato sulla correlazione incrociata di tre basi di dati che riguardano:

1. il modello strutturale 3D della penisola italiana e mari adiacenti. Una buona conoscenza delle strutture profonde e superficiali permette di ricostruire la geometria delle strutture potenzialmente attive e di valutare le caratteristiche meccaniche delle rocce alle varie profondità;
2. la distribuzione spaziale dei terremoti storici e attuali per le diverse classi di magnitudo. Particolarmente utili ai fini della zonazione sono risultate le numerose ricostruzioni di campi macrosismici esistenti. In molti casi sono state riscontrate strette correlazioni tra strutture geologiche potenzialmente attive e terremoti; in altri casi la ricca documentazione macrosismica disponibile ha indirizzato la revisione di aree dove non erano state riconosciute strutture attive. In qualche caso, infine, l'assenza di terremoti documentati in aree caratterizzate da deformazioni tettoniche recenti ha suggerito ulteriori approfondimenti nelle ricerche storiche nonché l'applicazione di indagini paleosismologiche;
3. il modello cinematico dell'area mediterranea centrale riferito agli ultimi 6 milioni di anni. Un modello cinematico attendibile permette di ricostruire l'andamento spazio-temporale di parametri estremamente importanti nell'analisi sismotettonica (es. velocità di arretramento dell'asse di flessione di una piastra in subduzione, modalità e velocità di migrazione dei fronti di estensione e compressione, velocità di subsidenza o di sollevamento, tasso di scorrimento medio lungo faglie attive persistenti ecc.). La disponibilità di curve ben calibrate consente ovviamente una migliore definizione dell'attività tettonica attuale che viene descritta dagli estremi delle funzioni al tempo zero.

L'analisi cinematica ha svolto un ruolo di primo piano nella costruzione del modello sismotettonico, a partire dal primo obiettivo che era quello di cercare di capire dove e perché colpiscono i terremoti e con quale tipo di meccanismo si generano le rotture. L'approccio strutturale-cinematico, in definitiva, è sembrato il più promettente per giungere ad un quadro interpretativo coerente della sismicità in una regione tettonicamente complessa quale l'Italia.

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

Questo approccio, tuttavia, non è stato inteso come alternativo ad altri approcci più classici, che utilizzano criteri di tipo geomorfologico e paleosismologico, dal momento che questi possono fornire fondamentali contributi alla caratterizzazione delle singole sorgenti in termini di massima magnitudo attesa e intervallo di ricorrenza.

La Figura 5 mostra gli elementi strutturali e cinematici di ordine maggiore utilizzati nell'analisi sismotettonica per fissare le condizioni ai margini e per introdurre ulteriori vincoli all'interno del sistema.

Gli elementi rappresentati sono:

- a. la microplacca adriatica e le tracce dei vettori di spostamento che descrivono le interazioni tra Adria ed Europa. La freccia piena in Puglia indica il vettore di spostamento ricavato da misure VLBI nella stazione di Matera;
- b. il margine settentrionale della placca africana e le tracce dei vettori di spostamento che descrivono, secondo uno dei molti modelli esistenti in letteratura (Livermore e Smith 1985), la convergenza tra Africa ed Europa. La freccia piena in Sicilia meridionale indica il vettore di spostamento ricavato da misure VLBI nella stazione di Noto;
- c. la placca europea, che include il blocco sardo-corso, il bacino del Mediterraneo Occidentale e la parte del Tirreno ormai solidale con il blocco sardo-corso;
- d. la Scarpata Ibleo-Maltese, interpretata come margine divergente della placca africana (divergenza Africa-Adria);
- e. i sistemi di catena e i principali svincoli laterali;
- f. le zone di risalita del mantello, alle spalle della catena, nelle quali il cuneo astenosferico (punteggiato) funge da leading edge del sistema sopracrostante in compressione;
- g. i fronti della compressione nei sistemi a vergenza europea (Alpi), a vergenza adriatica (Sudalpino e Dinaridi lungo il margine convergente Adria-Europa, Appennino ed Arco Calabro lungo il margine divergente) e a vergenza africana (Maghrebidi). Il fronte della compressione è inattivo (linea tratteggiata) nell'arco del Monferrato e nell'Appennino meridionale;
- h. la Linea Insubrica, quale principale elemento di separazione tra sistema alpino Europavergente e sistema sudalpino Adria-vergente;

Comune di Quadrelle. Provincia di Avellino

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

- i. la zona di divergenza, nell'Appennino meridionale, tra placca europea e microplacca adriatica;
- j. la zona di Wadati-Benioff del Basso Tirreno.

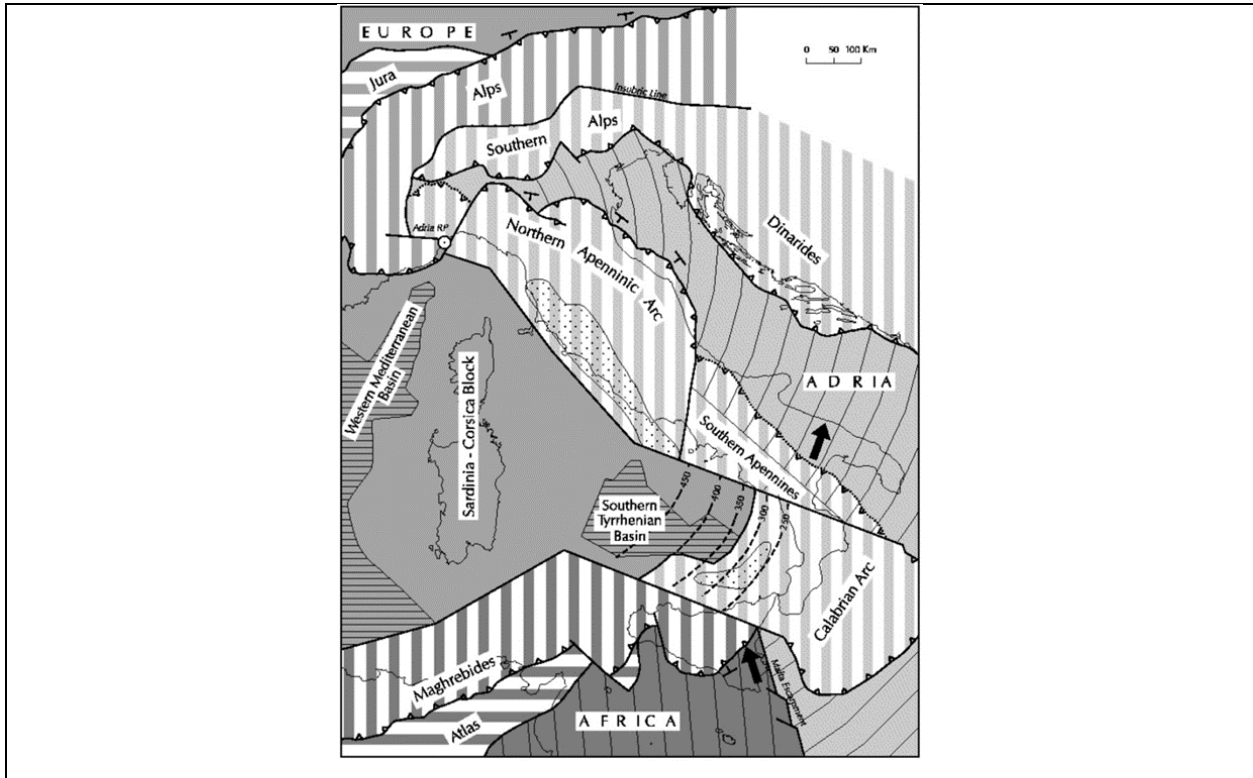


Figura 5 - Schema sismotettonico d'Italia e delle aree circostanti.

Le figure 6 e 7 mostrano la distribuzione dei terremoti storici (catalogo NT) e attuali (ING 1981-1995) nel sistema cinematico analizzato.

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

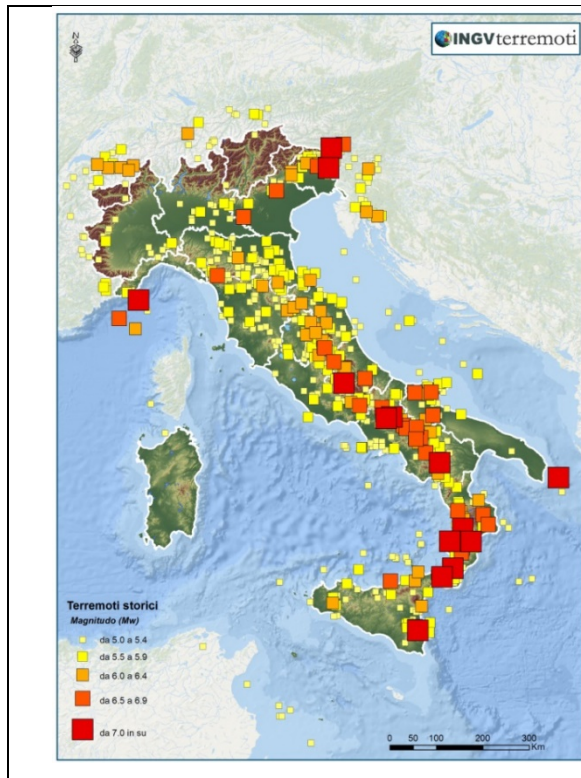


Figura 6 - Terremoti storici differenziati per magnitudo (<https://ingvterremoti.wordpress.com/i-terremoti-in-italia/>)

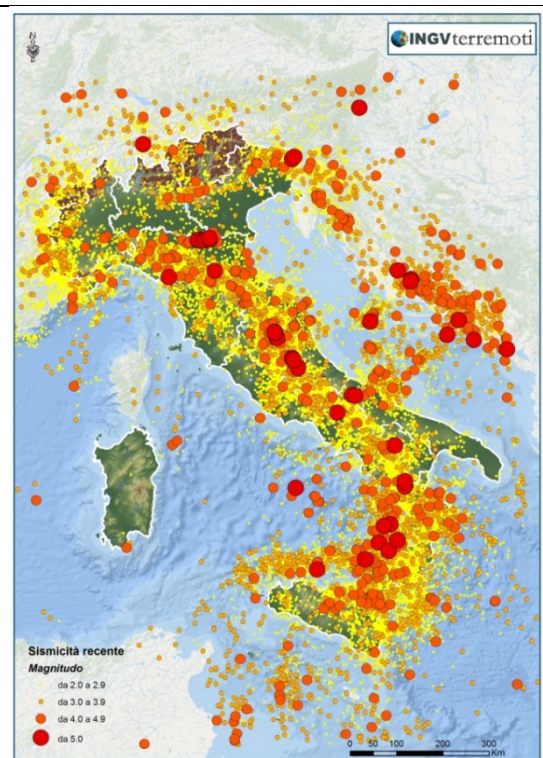


Figura 7 - Terremoti per intensità (<https://ingvterremoti.wordpress.com/i-terremoti-in-italia/>)

Nel modello sismo-tettonico utilizzato i terremoti che bordano il margine esterno (convergente) dell'Adria sono attribuiti a thrusts e a faglie transpressive legati alla rotazione antioraria dell'Adria rispetto all'Europa. La posizione del polo di rotazione spiega, a parità di velocità angolare, l'incremento dei vettori di spostamento dalle Alpi occidentali alle Dinaridi.

Per quanto riguarda il territorio italiano, il massimo raccorciamento e il massimo potenziale sismico sono attesi a nord del Golfo di Venezia, in accordo con la sismicità storica e attuale del Friuli. Nessuna convergenza di placche, invece, viene riconosciuta in Appennino. Nell'Arco Appenninico Settentrionale la migrazione del sistema catena-avanfossa, ancora attiva, sembra essere legata alla velocità di arretramento dell'asse di flessura della piastra adriatica più elevata della velocità di divergenza Europa-Adria nell'area. Questo processo sembra giustificare la sismicità regionale, caratterizzata da:

1. terremoti di bassa/media magnitudo lungo il margine padano-adriatico enucleati lungo rampe frontali (meccanismi di tipo thrust) e rampe laterali (meccanismi di tipo strike-slip)

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

di un sistema di sovrascorrimenti la cui superficie di scorrimento basale si approfondisce dall'avampaese verso il Tirreno e si radica al fronte del cuneo astenosferico in risalita;

2. terremoti di media/alta energia con meccanismi prevalenti estensionali dip-slip in corrispondenza di una fascia assiale compresa tra la zona di flessura della piastra apula e il cuneo astenosferico del margine tirrenico. Sezioni trasversali rispetto all'asse della catena mostrano che la gran parte degli ipocentri dei terremoti crostali cadono all'interno di una sinforme che raccorda le opposte geometrie della litosfera adriatica in subduzione e dell'astenosfera tirrenica in risalita, con faglie normali a basso angolo immergenti verso l'Adriatico e faglie normali ad alto angolo immergenti verso il Tirreno;

3. terremoti superficiali di bassa energia sopra e dietro il cuneo astenosferico.

Nell'Appennino meridionale esistono numerose evidenze circa la cessazione della subsidenza flessurale intorno a 0.65 Ma. Il regime estensionale attuale, responsabile dei numerosi terremoti distribuiti lungo l'asse della catena, è messo in relazione alla rotazione antioraria dell'Adria.

Sul comportamento cinematico attuale dell'Arco Calabro esistono numerose incertezze dal momento che non è chiaro se la zona di Wadati-Benioff del basso Tirreno sia ancora solidale o no con la litosfera ionica. Un serio motivo di dubbio è costituito dall'assenza di terremoti superficiali con meccanismo compressivo nelle strutture ioniche dell'Arco Calabro. D'altro canto i meccanismi focali disponibili mostrano assi T compatibili con un persistente arretramento flessurale della litosfera ionica. E' stato preferito un modello di arretramento flessurale persistente e questo, di conseguenza, ha condizionato l'interpretazione sismotettonica della Sicilia settentrionale dove è stata postulata una zona di taglio transpressiva con dislocazione destra.

In Sicilia meridionale il quadro è profondamente diverso. La Scarpata Ibleo-Maltese viene interpretata come possibile limite di placca in un sistema divergente (Africa-Adria). Il sistema di faglie NE-SW presente lungo il margine nord occidentale del Plateau Ibleo è considerato attivo e legato alla flessura dell'avampaese. La sismicità del Belice è attribuita ad una zona di strappo litosferico lungo la quale vengono accomodati i diversi arretramenti flessurali del Plateau Ibleo (massimo arretramento) e della zona di Sciacca (minimo arretramento). Non viene considerato attivo, nel modello utilizzato, il sistema di Scicli. L'attività tettonica dell'area Gargano-Tremi e dell'Adriatico centrale è ancora mal conosciuta. Una rimobilizzazione di vecchie strutture

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

estensionali in un regime compressivo/transpressivo (tettonica di inversione) sembra essere una ragionevole ipotesi di lavoro.

In conclusione, la sismicità dell'area italiana si inserisce in un quadro geodinamico complesso nel quale trovano coesistenza processi cinematici diversi:

- a. convergenza continente-continente tra Adria ed Europa (Alpi e Dinaridi);
- b. divergenza tra Europa ed Adria, con il margine interno dell'Adria ancora coinvolto dalla subduzione (Arco Appenninico Settentrionale, Arco Calabro), e sviluppo di bacini retroarco (Tirreno settentrionale, Tirreno meridionale) alle spalle di due sistemi arco-fossa entrambi in progressiva migrazione ma con diversa velocità di arretramento flessurale;
- c. divergenza tra Europa ed Adria, con il margine interno dell'Adria non più interessato da subsidenza flessurale anche se in precedenza coinvolto nella subduzione (rottura dello slab?), e sviluppo di processi di rift all'interno del sistema a falde inattivo (Appennino meridionale);
- d. divergenza tra Africa ed Adria in zone non interessate dalla subduzione neogenicoquaternaria (Scarpata Ibleo-Maltese);
- e. trans pressione (Sicilia settentrionale) dovuta all'effetto combinato della convergenza tra Africa ed Europa) e del rapido arretramento dell'asse di flessura della placca adriatica in subduzione;
- f. possibile riattivazione in compressione di precedenti strutture estensionali all'interno della placca adriatica (Gargano-Tremi, Adriatico centrale);
- g. rotture longitudinali (Iblei nord-occidentali) e faglie di strappo trasversali (Belice) in corrispondenza di zone di flessura della placca africana. Nel caso di strappi trasversali, meccanismi estensionali dip-slip nelle strutture più profonde possono coesistere con meccanismi strike-slip nelle unità tettoniche soprastanti la superficie di thrust basale.

Il comportamento cinematico atteso delle strutture sismogenetiche nelle varie zone del territorio nazionale è mostrato sulla figura 8, in cui si riscontrano:

Comune di Quadrelle. Provincia di Avellino

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

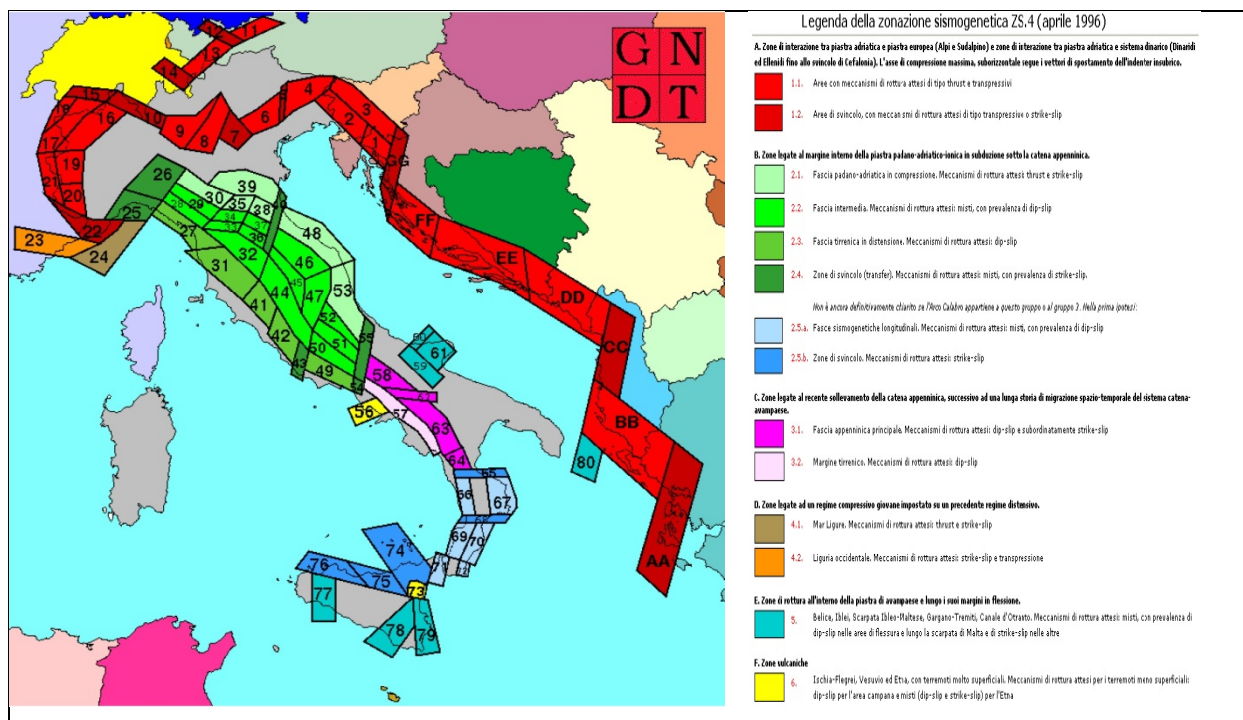


Figura 8 - Zonazione sismogenetica ZS4 adottata dal GNDT nel 1996 e relativa legenda (http://emidius.mi.ingv.it/GNDT/ZONE/zone_sismo.html/).

a. Zone legate alla convergenza Adria-Europa.

- Meccanismi attesi: thrusts prevalenti con assi P paralleli ai vettori di spostamento dell'Adria (zone 4, 6, 8 16-21); transpressione destra lungo faglie NW-SE (zone 1-3); strike-slip destro (zone 10, 15) e sinistro (zona 22) lungo faglie orientate da W-E a WNW-ESE; strike-slip sinistro lungo faglie N-S (zona 5); meccanismi misti di thrust e strike-slip (zona 9).

b. Zone di trasferimento Alpi-Appennino e Mar Ligure.

- Meccanismi attesi: strike-slip sinistro in strutture crostali superficiali e dip-slip in strutture più profonde (zone 23, 25, 26); compressione (thrust e strike-slip sinistro con assi P W-E e WNW-ESE) sovrapposti a vecchie strutture estensionali (zona 24).

c. Zone legate allo sprofondamento passivo della litosfera adriatica sotto il sistema di catena nell'Arco Appenninico Settentrionale.

- Meccanismi attesi: thrust e strike-slip con assi SW-NE nella fascia adriatica (zone 30, 35, 38, 48, 53); prevalente dip-slip con assi T SW-NE nella fascia assiale (zone 28, 29, 32-34, 36-37, 44-47, 50-52); prevalente strike-slip destro lungo faglie NNE-SSW e subordinato dip-slip (strutture crostali più profonde) lungo faglie di strappo (zone 40,

55); dip-slip con assi T SWNE nella fascia tirrenica (zone 27, 31, 41-42, 49, 54) con possibile strike-slip destro lungo faglie NNE-SSW.

- d. Zone legate alla disattivazione del sistema catena-avanfossa nell'Appennino meridionale e alla rotazione antioraria dell'Adria.

- Meccanismi attesi: dip-slip con assi T SW-NE (zone 57-58, 62-64).

In questa Zona ricadrebbe il territorio comunale di Quadrelle.

- e. Zone dell'Arco Calabro, verosimilmente legate alla subduzione passiva della litosfera ionica, e Sicilia Settentrionale.

- Meccanismi attesi: dip-slip con assi T W-E e WNW-ESE nelle strutture longitudinali (zone 66-67, 69-72); strike-slip sinistro lungo faglie W-E (zone 65, 68); transpressione destra lungo faglie WNW-ESE (zone 75-76); strike-slip destro lungo faglie NW-SE (zona 74).

- f. Zone legate alla divergenza Africa-Adria.

- Meccanismi attesi: dip-slip lungo la Scarpata Ibleo-Maltese e strike-slip lungo faglie di trasferimento minori orientate all'incirca a 90deg. rispetto alla direzione della scarpata (zona 79).

- g. Zone di avampaese, con diversi comportamenti cinematici.

- Meccanismi attesi: dip-slip legato a faglie NE-SW connesse alla flessione della piastra di avampaese (zona 78); strike-slip destro, e possibile dip-slip in strutture più profonde, lungo faglie di trasferimento N-S (zona 77); thrust e strike-slip con assi P paralleli ai vettori di spostamento dell'Adria (zone 7 e 59-61); dip-slip legato a faglie NE-SW (zona 80).

- h. Zone in aree vulcaniche attive.

- Meccanismi attesi: dip-slip (Ischia-Campi Flegrei e Vesuvio, zona 56); dip-slip e strike-slip destro lungo faglie NW-SE (Etna, zona 73).

- i. Zone con comportamento cinematico indefinito.

Il territorio in oggetto, secondo la nuova Mappa della Zonazione Sismogenetica del territorio nazionale (ZS9), elaborata dal Gruppo di Lavoro MPS, 2004 - Istituto Nazionale di Geofisica e

Comune di Quadrelle. Provincia di Avellino

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

Vulcanologia, in base all'OPCM n. 3274 del 20 marzo 2003, ricade parzialmente nella zona sorgente 927 (cfr. Fig. 9).

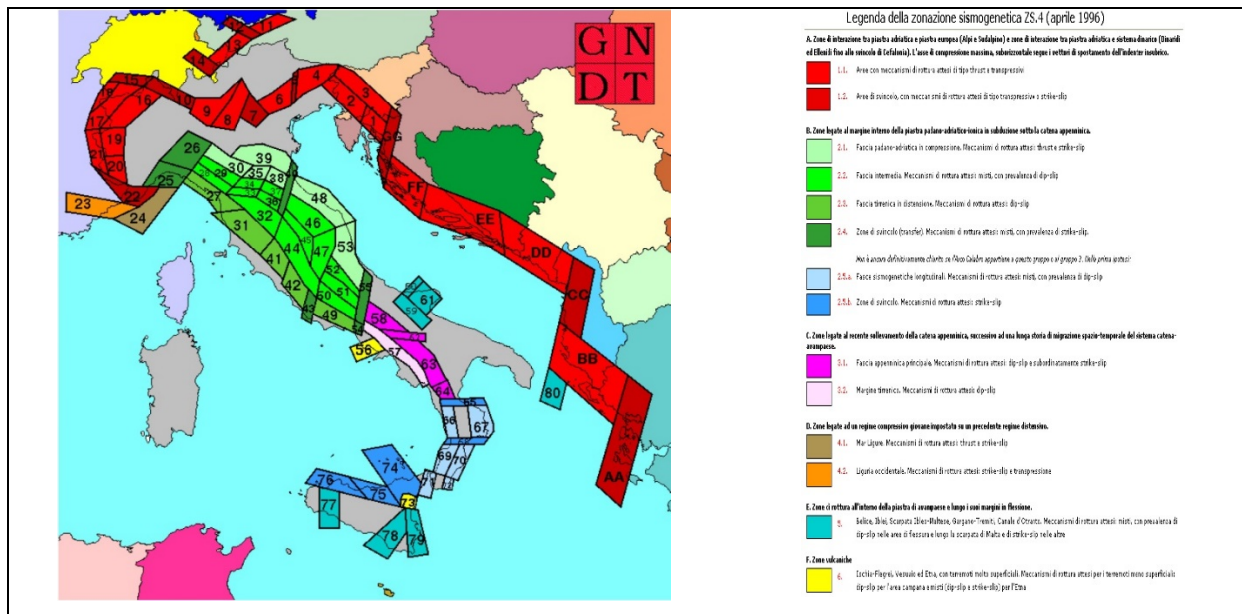


Figura 9 - Zonazione sismogenetica ZS9. Le diverse zone sono individuate da un numero; le zone indicate con una lettera non sono state utilizzate per la valutazione della pericolosità sismica. Il significato del colore (blu o nero) dei bordi delle zone è spiegato nel testo. Il colore delle zone non è invece significativo (in cerchio rosso l'areale di studio).

Studi specifici circa la distribuzione spazio-temporale e le caratteristiche della fagliazione quaternaria in Appennino meridionale indicano, intorno e all'interno all'area in oggetto, la presenza di sistemi di faglie ad attività tardo quaternaria (cfr. Fig. 10, estratta da A. Cinque et alii, 2001, Distribuzione spazio-temporale e caratterizzazione della fagliazione quaternaria in Appennino meridionale).

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

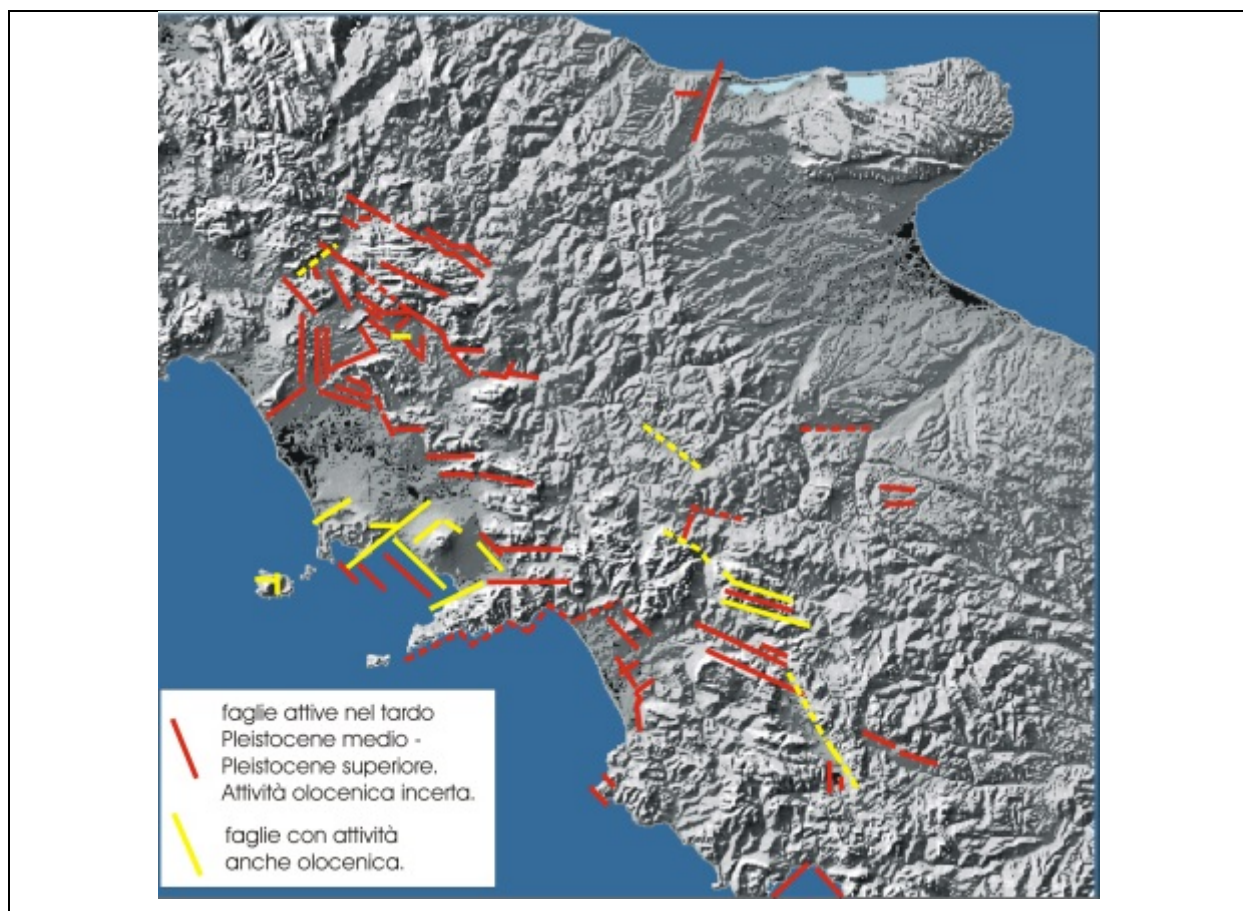


Figura 10 - Carta delle faglie tardo-quaternarie dell'Appennino meridionale (da A. Cinque et alii - 2001), in cerchio nero l'areale di studio.

2. Aspetti generali del Piano Urbanistico di Quadrelle

2.1 La definizione generale del progetto di piano

Il PUC articola il territorio in sistemi che rappresentano le principali componenti connesse alla rete infrastrutturale ed alla struttura insediativa, produttiva ed ambientale del territorio comunale.

In modo particolare il piano individua i seguenti sistemi, articolati ognuno in una serie di sottosistemi come specificato negli articoli successivi:

IL SISTEMA RURALE E DEL TERRITORIO APERTO

Aree montane

Aree agricole pedemontane

Aree agricole vallive

Aree agricole di tutela ambientale e intermediazione con il nucleo urbano

Area di progetto del sistema territoriale aperto - Pineta comunale

Sentieri da valorizzare

IL SISTEMA INSEDIATIVO

Nucleo storico di primo impianto

Nucleo storico di primo impianto vulnerabile da mettere in sicurezza

Insedimenti urbani consolidati

Insedimenti urbani consolidati vulnerabili da mettere in sicurezza

Insedimenti residenziali radi esistenti derivanti da Piani di lottizzazione

Porzione di aree derivanti da Piani di lottizzazione in aree di pericolosità idrogeologica

Insedimenti radi esistenti in ambito periurbano

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

Piccoli recinti produttivi con possibilità di integrazione e rifunzionalizzazione -
completamento del PIP esistente

Piccoli recinti produttivi da mettere in sicurezza

RR - Aree di rigenerazione urbanistica per servizi pubblici e privati

RC - Aree di consolidamento urbanistico a vocazione residenziale integrate con
attrezzature e servizi

RC* Aree di consolidamento urbanistico a vocazione residenziale integrate con
attrezzature e servizi subordinate ad una verifica dei livelli di pericolosità idrogeologica

RN - Aree di integrazione urbanistica di tipo commerciale, per attrezzature e servizi
pubblici e privati

RN* - Aree di integrazione urbanistica di tipo commerciale, per attrezzature e servizi
pubblici e privati subordinate ad una verifica dei livelli di pericolosità idrogeologica

IL SISTEMA DELLE ATTREZZATURE

Attrezzature standard urbanistici esistenti

Attrezzature standard urbanistici di progetto

Cimitero

Parcheggio del cimitero esistente

IL SISTEMA DELLE MOBILITA'

Viabilità esistente

Viabilità di progetto

Viabilità da potenziare e completare

Strada parco di connessione nelle aree pedemontane

2.2 Il sistema rurale e del territorio aperto

Il territorio rurale ed aperto del comune di Quadrelle rappresenta un elemento potenzialmente trainante per un nuovo possibile sviluppo sostenibile dell'intero comune. L'estensione verso Nord ed Est del territorio comunale è occupata dai rilievi del Parco Regionale Partenio all'interno del quale si dispongono aree boschive ad elevato valore naturalistico. Queste, oltre ad essere caratterizzate da importanti livelli di naturalità da preservare e rafforzare, sono interessate da un diffuso livello di pericolosità da frana elevato e molto elevato. Pertanto, il piano punta alla valorizzazione ed alla tutela delle componenti peculiari geologiche, vegetazionali e paesistiche, che connotano l'assetto di tale sistema pur consentendo una fruizione delle stesse che non ne comprometta il pregio grazie all'inedificabilità e l'immodificabilità dell'andamento dei suoli.

Questi rilievi rappresentano il limite naturale della piana campana e contemporaneamente un elemento di cesura urbana tra il territorio del Baianese e la restante provincia di Avellino. Diversamente le aree che si estendono a Sud sono caratterizzate da un andamento prevalentemente pianeggiante cui consegue un maggior livello di infrastrutturazione. Tra le due si trova una fascia intermedia di orografia collinare, perimetrata all'interno della ZSC – Dorsale del Partenio. Da queste importanti considerazioni emerge la necessità di articolare in quattro differenti zone agricole il territorio rurale ed aperto di Quadrelle.

Per quanto riguarda le parti agricole connesse al nucleo urbano, il PUC prevede, al fine di prevenire i fenomeni di completa saldatura tra i comuni della conurbazione del Baianese, delle zone agricole di tutela ambientale che ricalcano i profili delle aree esposte a pericolosità idrogeologica.

La valorizzazione paesaggistica del territorio comunale di Quadrelle si attua anche attraverso la valorizzazione del Parco della Pineta comunale, la più grande attrezzatura verde realizzata in ottemperanza del vecchio PRG e che si ritiene possa essere ulteriormente implementata. Per "parco" si intende quella parte di territorio extraurbano pressoché non urbanizzato, la cui complessiva configurazione risponde ad una coerente e compatibile utilizzabilità a fini di fruizione collettiva, considerando per fruizione collettiva principalmente quella con contenuti naturalistici e ricreativi.

Allo scopo sono elencati di seguito gli interventi possibili per la sua valorizzazione:

- valorizzazione dei percorsi esistenti e realizzazione di nuovi che possano rappresentare un innesto di ricongiungimento alla sentieristica CAI esistente;
- valorizzazione degli scorci, delle viste e degli accessi attraverso la sistemazione delle aree sia a monte che a valle di punti attrezzati;
- valorizzazione delle tracce presenti di preesistenze rurali;
- sistemazione e messa in sicurezza dei pendii e delle rampe di accesso esistenti.

Nell'ambito del progetto di parco è consentita la realizzazione di piccoli padiglioni a servizio delle attività del parco in legno caratterizzati da ancoraggi privi di materiali cementizi o resine. Nella realizzazione degli interventi dovranno essere preferite tecnologie e materiali tali da ridurre l'impatto sull'ambiente e sul paesaggio.

2.3 Il sistema insediativo

Per il nucleo storico di Quadrelle il PUC prevede una serie di interventi riferita alle singole tipologie edilizie che mirano sia alla conservazione dei caratteri rilevanti dell'edilizia storica e sia alla messa in sicurezza delle aree esposte al rischio idraulico.

La determinazione delle trasformazioni ammissibili tiene in considerazione le invarianti tipologiche e morfologiche che caratterizzano le singole unità edilizie e, più in generale, l'intero costruito del centro storico. È ammessa inoltre l'introduzione di ulteriori funzioni complementari a quelle residenziali nel rispetto dei caratteri originari degli agglomerati storici.

Si individuano inoltre alcuni elementi di pregio che, per posizione e per valore storico, rappresentano rilevanti presenze urbane che si intende valorizzare: è il caso di Palazzo Pagano, che con l'omonimo giardino, è interessato da vincolo culturale.

Intorno al nucleo storico si dispongono le parti urbane consolidate. La fascia urbana a nord-est è compresa tra l'insediamento consolidato e le aree di interesse ambientale ed ecologico individuate dal PTCP (Aree Nucleo REP, Elementi Lineari di interesse ecologico e faunistico, etc.) mentre nelle fasce a Ovest e a Sud, comprese tra gli altri centri urbani del Baianese sono individuabili alcuni vuoti

interclusi più o meno grandi. Nel mezzo si individuano una serie di piccoli lotti interni alle griglie definite dalle urbanizzazioni esistenti.

In generale, per tali aree sono previste operazioni più rilevanti sotto il profilo della trasformazione edilizia, finalizzate anche al miglioramento dell'inserimento paesaggistico e delle prestazioni energetiche ed ambientali. Anche gli spazi aperti pertinenziali sono oggetto di specifiche norme per la riqualificazione, la conservazione e l'aumento dei livelli di permeabilità dei suoli.

Per tali parti urbane consolidate, partendo dall'anagrafe edilizia effettuata si è definita una griglia di interventi edilizi, differenti da quelli previsti per il centro storico e finalizzata all'innalzamento delle prestazioni energetiche ed ambientali, al miglioramento di alcuni urbani punti irrisolti, alle sopraelevazioni ed ai completamenti urbani.

Per quanto riguarda il completamento dei vuoti interclusi precedentemente descritti, si individuano fondamentalmente due modalità operative:

- per i piccoli lotti relativi a situazioni urbane definite si prevede l'attuazione diretta degli interventi di completamento con un indice pari a 1,2 mc/mq nell'ambito del quale è possibile introdurre anche destinazioni complementari;
- per le parti urbane sottoutilizzate, classificate nel precedente PRG in zona C ma non attuate, si è introdotta la logica del comparto perequativo. In questo caso l'attuazione degli interventi avviene attraverso la cessione del 20% dell'area del comparto con indice sempre pari a 1,2 mc/mq. Attraverso l'introduzione di tali interventi risulta possibile rafforzare tutte le parti urbane insediate, sia in un'ottica di ottimizzazione della risorsa suolo e sia per l'attuazione delle misure di contenimento del collasso demografico previste dal PTCP.

Al tempo per le parti urbane caratterizzate da una forte monofunzionalità sono stati introdotti tre piccoli comparti commerciali e per i servizi privati. In particolare si tratta di tre aree poste a sud dell'abitato, a nord dell'abitato ed una terza in posizione centrale, vicino alla cittadella scolastica di progetto. Gli interventi previsti in tali aree, disposte in maniera equilibrata nell'ambito del territorio comunale, contribuiranno alla realizzare una maggiore varietà di funzioni e servizi urbani.

Tale obiettivo sarà altresì perseguito dalla riqualificazione dell'immobile dismesso della Comunità Montana, da attuarsi attraverso forse di partenariato pubblico – privato.

Attraverso la differenziazione delle linee di intervento si garantisce che il completamento urbano delle parti prevalentemente compiute avvenga in maniera efficace ed equilibrata.

Il PUC, infine, attraverso meccanismi normativi specifici, garantisce infine la conclusione delle attività edilizie in corso nell'ambito dei piani attuativi approvati in itinere.

Nell'ambito del PUC di Quadrelle non sono previste nuove aree produttive oltre alla conferma di quelle già esistenti. Il PRG vigente prevedeva due aree produttive poste al confine ovest con il comune di Sirignano. Mentre la prima ha visto una parziale realizzazione sia delle opere pubbliche che private, la necessità della seconda è stata riconsiderata anche alla luce dell'esposizione alla pericolosità idraulica.

La piattaforma produttiva presenta un solo macro – lotto non edificato e un paio di lotti non completamente attuati. Per le infrastrutture sono in corso attività di programmazione finanziaria e realizzazione.

Il PUC, in ogni caso, in riferimento alle istanze di miglioramento degli standard ambientali introdotti dal PTCP introduce per i lotti edificati una serie di parametri di miglioramento ambientale obbligatori per qualsiasi tipo intervento edilizio ed alcune premialità volumetriche nel caso di riconversione delle attività produttive in favore di produzioni legate alle tecnologie “verdi”.

2.4 Il sistema della mobilità e il sistema delle attrezzature

Nel PUC assumono grande importanza gli interventi sul sistema relazionale con l'introno più immediato. In particolar modo, come accennato nel paragrafo precedente per quel che concerne la viabilità extraurbana, in cui assumono rilevante importanza gli interventi di potenziamento delle connessioni con il Parco regionale del Partenio.

L'importanza di questi itinerari alternativi risiede nella potenzialità del territorio di Quadrelle di rappresentare un raccordo ecologico tra l'intera conurbazione Baianese e il sistema naturalistico che si sviluppa a Nord. L'obiettivo è rendere riconoscibile tuttora il ruolo di avamposto che la cittadina ha assunto già storicamente ma in un'ottica rinnovata: il segno del Parco della Pineta, che si staglia nitidamente sul bordo delle pendici collinari, può essere interpretato come una grande

porta di accesso al complesso sistema di sentieri che si innerva sul territorio comunale montuoso. Si intende rilanciare attraverso questa strategia il ruolo di Quadrelle, da comune al margine e sul limite più esterno della piana nolana, a centro di connessione e interscambio tra il territorio pianeggiante urbanizzato ed il vasto territorio montuoso che si sviluppa alle spalle.

Sotto il profilo delle funzioni urbane assume grande importanza la realizzazione in un'area centrale non utilizzata, un importante intervento di edilizia scolastica, a completamento della scuola esistente. Tale complesso prevede la realizzazione di spazi didattici complementari e di un auditorium comunale.

Inoltre sono state confermate le previsioni infrastrutturali e relative alle attrezzature previste nei piani di lottizzazione.

Per quanto riguarda le altre parti urbane le previsioni viarie riguardano prevalentemente adeguamenti e completamenti di strade a fondo cieco o di sezione limitata e la realizzazione delle strade necessarie alla sistemazione dei comparti perequativi.

2.5 Dimensionamento delle attività residenziali

Il dimensionamento del fabbisogno residenziale per il PUC di Quadrelle è stato effettuato seguendo le direttive del PTCP. In particolare per definire il dimensionamento complessivo risulta necessario fare riferimento alla scheda P11.4 "città del Baianese" dove vengono riportati i dati principali e le prime previsioni di crescita per il comune di Quadrelle e per l'intero ambito di riferimento.

Per quanto riguarda la stima del numero di famiglie, il PTCP prevede che a Quadrelle vi sia un incremento di **204 famiglie**. Il trend positivo dell'intero comprensorio della "città del Baianese" fa sì che non vi siano saldi da compensare a livello sovra comunale.

Comune di Quadrelle. Provincia di Avellino
**Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e
 le condizioni geomorfologiche dei suoli**

CITTA' DEL BAIANESE								
COMUNI	FAM. 2003	FAM. 2010	INCREMENTO 2003-2010		INCR MEDIO ANNUO	STIMA INCREMENTO 2020		FAMIGLIE 2020
			V.A.	%		V.A.	%	
Baiano	1615	1723	108	6,69	0,96	165	9,55	1.888
Mugnano del Cardinale	1754	1834	77	4,39	0,63	115	6,27	1.846
Quadrelle	560	678	118	21,07	3,01	204	30,10	882
Sirignano	810	991	181	22,35	3,19	316	31,92	1.307
Avella	2621	2827	206	7,86	1,12	317	11,23	3.144
Sperone	1025	1313	288	28,10	4,01	527	40,14	1.840
TOTALE CITTA' DEL BAIANESE	8.385	9.363	978	-	-	1.644	-	11.007

In secondo luogo il PTCP specifica che il dimensionamento del PUC deve essere effettuato anche sulla base della stima del fabbisogno regresso basato sulla stima del disagio abitativo di famiglie che vivono in condizioni di affollamento e sulla stima del disagio abitativo di famiglie che abitano alloggi impropri e famiglie in coabitazione. Per quanto riguarda la stima del disagio abitativo da affollamento la scheda nella P11.4 del PTCP si riporta la seguente matrice di affollamento, elaborata su base ISTAT:

Abitazioni occupate da persone residenti per numero di stanze e numero di occupanti - Comune di Quadrelle - Censimento 2001.								
NUMERO DI STANZE	Numero di occupanti							
	1	2	3	4	5	6 o più	Totale	
1	3	10	4	2	4	0	23	
2			13	21	7	2	43	
3					17	6	23	
4						3	3	
5								
6 e più								
Totale	3	10	17	23	28	11	92	

Comune di Quadrelle. Provincia di Avellino

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

Sono definiti alloggi sovraffollati all'art. 33 del PTCP:

- abitazioni occupate di una sola stanza;
- abitazioni di due stanze occupate da famiglie di tre o più componenti;
- abitazioni di tre stanze occupate da famiglie di cinque e più componenti;
- abitazioni di quattro stanze occupate da famiglie di sei o più componenti.

Pertanto le persone in condizione di disagio da sovraffollamento risultano 92. Tenendo conto che nel corrispondente censimento 2001 la dimensione media di una famiglia era pari a 3 le famiglie in sovraffollamento risultano pari a $92/3 = 30$

In definitiva, il plafond complessivo di alloggi prevedibili è pari a $204 + 30 = 234$

Tale richiesta di alloggi deve essere prioritariamente assorbita dagli alloggi già attualmente disponibili, ivi compresi quelli non occupati, che potranno essere immediatamente utilizzati per assorbire il fabbisogno.

Il totale quadro delle abitazioni presenti al 2020 (paragrafo 4.6) è il seguente:

	1991	2001	2011	2020
Popolazione residente	1380	1573	1876	1833
famiglie	446	521	684	741
alloggi totali	512	555	730	1074
alloggi occupati	446	522	671	967
alloggi non occupati	66	33	59	107
Alloggi non occupati %	12,8%	6,32%	8,08%	10%

Vi sono 107 abitazioni vuote. Tuttavia non tutte tali abitazioni vuote possono essere considerate a disposizione del mercato immobiliare. Infatti dal 1991 persiste una quota stabile di alloggi vuoti. Tale quota è quindi da considerare **strutturale rispetto al mercato immobiliare** ed è relativa

Comune di Quadrelle. Provincia di Avellino

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

prevalentemente alla presenza di “seconde case” di proprietà di nuclei familiari originari di Quadrelle che hanno volontà a mantenere uno stabile legame con le proprie origini

Tenendo quindi conto che vi sono 33 abitazioni stabilmente vuote dal 1991 al 2020, e quindi di fatto indisponibili nel mercato immobiliare, si ritiene che possano essere considerate nel plafond disponibile $107 - 33 = 74$ abitazioni vuote

Il numero di alloggi prevedibili risulta quindi $234 - 74 = 160$.

Come illustrato nei precedenti paragrafi, la distribuzione di tali alloggi è stata effettuata secondo i criteri di cui all’art. 34 delle NTA del PTCP ovvero verso il completamento e la densificazione dei tessuti esistenti, caratterizzati da parti da integrare e completare attualmente caratterizzate da bassa densità.

Per valutare la dimensione media dell’alloggio prevedibile si è applicato il parametro di 112 mc ad abitante. Ottenendo una media dei componenti per famiglia negli ultimi 10 anni pari a 2,68 la dimensione media di ciascuna abitazione risulta pari all’incirca: $112 \text{ mc} \times 2,68 = 300 \text{ mc}$.

anno	Componenti per famiglia
2010	2,89
2011	2,74
2012	2,66
2013	2,73
2014	2,66
2015	2,63
2016	2,60
2017	2,85
2018	2,54
2019	2,51

Comune di Quadrelle. Provincia di Avellino
**Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e
le condizioni geomorfologiche dei suoli**

Di seguito è riportato il dimensionamento complessivo sia in riferimento al completamento diretto dei tessuti urbani consolidati che in riferimento ai comparti edificatori individuati negli API con specifico riferimento alla *Aree di consolidamento urbanistico a vocazione residenziale integrate con attrezzature e servizi*.

Aree di consolidamento urbanistico a vocazione residenziale integrate con attrezzature e servizi						
Comparti Residenziali	Superficie totale	Superficie privata	%	Superficie da cedere	Indice di fabbricabilità residenziale	Numero di ab. (U=300 m³)
RC1	1770	1415	20	355	1 m³/ m²	5
RC2	610	485	20	125	1 m³/ m²	2
RC3	1275	920	20	255	1 m³/ m²	4
RC4	1075	860	20	215	1 m³/ m²	3
RC5	2355	1855	20	470	1 m³/ m²	7
RC6	3780	3025	20	755	1 m³/ m²	12
RC7	1400	1120	20	280	1 m³/ m²	4
RC8	1785	1428	20	357	1 m³/ m²	5
RC9	1000	800	20	200	1 m³/ m²	3
RC10	1181	945	20	236	1 m³/ m²	3
RC11	699	559	20	140	1 m³/ m²	2
RC12	811	649	20	162	1 m³/ m²	2
RC13	1087	870	20	217	1 m³/ m²	3
RC14	503	403	20	100	1 m³/ m²	1
RC15	681	549	20	132	1 m³/ m²	2
RC16	643	515	20	128	1 m³/ m²	2
RC17	595	476	20	119	1 m³/ m²	1
RC18	1595	1276	20	319	1 m³/ m²	5
RC19	1438	1150	20	288	1 m³/ m²	4
RC20	437	350	20	87	1 m³/ m²	1
RC21	822	658	20	164	1 m³/ m²	2
RC22	1072	732	20	340	1 m³/ m²	3
RC23	794	635	20	159	1 m³/ m²	2
RC24	648	518	20	130	1 m³/ m²	2
RC25	533	426	20	107	1 m³/ m²	1
RC26	757	606	20	151	1 m³/ m²	2
RC27	653	522,5	20	130,5	1 m³/ m²	2
RC28	631	505	20	126	1 m³/ m²	2
RC29	690	552	20	138	1 m³/ m²	2
RC30	491	393	20	98	1 m³/ m²	1
RC31	575	464	20	111	1 m³/ m²	1
RC32	3158	2527	20	631	1 m³/ m²	9

Comune di Quadrelle. Provincia di Avellino
Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

SUB TOTALE						100
Tessuti urbani consolidati						
Attuazione diretta	4400				1, 2 m ³ / m ²	17
TOTALE						117

Abitazioni previste 117 < 160 prevedibili

Infine, l'art. 34 delle NTA del PTCP prevede che *le aree della densità abitativa e territoriale per i nuovi insediamenti potranno determinarsi differenziando le concentrazioni mantenendo il minimo in ragione dei 100/150 presenti ad ettaro, trasformato in rapporto tra abitazioni per ettaro*. Tale aspetto è molto significativo poiché il superamento di tale minima concertazione **garantisce un adeguato sfruttamento dei suoli urbanizzati ed urbanizzabili in un'ottica di contenimento del consumo di suolo**.

A valle delle considerazioni precedentemente espresse è possibile assumere che il nucleo familiare a Quadrelle è mediamente composto da 2,68 componenti.

Analogamente, la dimensione media di una abitazione può essere considerata (ivi compresi gli spazi connessi di pertinenza) pari a 300 mc.

Pertanto, il parametro di 100 presenti per ettaro può essere convertito in $(100/2.6) 38$ famiglie per ettaro ovvero circa 11.400 mc/ha. Tale parametro risulta essere sempre rispettato nelle zone di completamento B l'indice di fabbricabilità fondiario è pari a 1,2 mc/mq mentre. Nei comparti perequativi RC, tenuto conto dei meccanismi perequativi che prevedono la cessione del 20% del comparto per verde e parcheggi e tenuto conto che il plafond volumetrico è pari a mc/mq si ottiene che su 1 ettaro "atterrino" 12.500 mc

Pertanto, nei nuovi insediamenti è sempre rispettato l'affollamento di 100/150 presenti per ettaro.

2.6 Il quadro delle attrezzature

Il PUC impiega una strategia finalizzata all'implementazione delle attrezzature esistenti ed all'incremento delle dotazioni più carenti.

Comune di Quadrelle. Provincia di Avellino
Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

Tale obiettivo, finalizzato al raggiungimento del parametro di 20 mq/ab, viene attuato attraverso l'utilizzo di meccanismi perequativi, prevedendo cioè per ciascun nuovo comparto la cessione di una quota percentuale di superficie, da destinare alla realizzazione di attrezzature pubbliche. I più evoluti meccanismi perequativi garantiscono, diversamente da quelli espropriativi, l'acquisizione delle aree contestualmente alle realizzazioni degli interventi privati, in un'ottica di efficace ed equilibrato sviluppo urbano.

La verifica dei minimi di legge di cui al D.M. 1444/68 parte dalla valutazione degli abitanti complessivi di progetto. Il PTCP indica una crescita pari a 882 famiglie che, moltiplicata per la dimensione media familiare degli ultimi 10 anni, pari a 2,68 componenti, si traduce in **2363 abitanti**.

Per quanto riguarda gli edifici di culto previsti dalla L.R. n.9/90, tenendo conto della forte connessione con il resto della conurbazione del "mandamento" e delle attività religiose ivi ben presenti non si è ritenuto di introdurre un nuovo edificio di culto. E' stato quindi previsto che, nell'ambito del progetto unitario Vn1 sia realizzata un'area pari a 5000 mq da destinare ad attività di socializzazione (oratorio) in affidamento permanente o temporaneo a istituti religiosi, in modo da ottemperare allo standard religioso in maniera adeguata al contesto sociale di Quadrelle e all'ambito intercomunale di riferimento.

Il quadro complessivo delle attrezzature risulta, quindi essere il seguente:

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

	standard esistenti		standard di progetto		standard di progetto - comparti		TOTALE	STANDARD	
INTERESSE COMUNE	aic1 - municipio	1014	aicn - Auditorium comunale	1800	RC8	357			
	aic 2 - casa Mattis	766			RC9	200			
	aic 3 - museo civico	32							
	aic 4 - centro sportivo ex CM Partenio	375							
	chiesa dell'Assunta	128							
	chiesa parrocchiale	356							
	TOTALE	2671	TOTALE	1800	TOTALE	557	5028	2.13	mq/ab
SCUOLE	s1 - scuola primaria	2568	spazi didattici polifunzionali	4550	RC5	470			
	s2 - scuola del infanzia	1522	nuova scuola via Nobile	680	RC6	755			
	TOTALE	4090	TOTALE	5230	TOTALE	1225	10545	4.46	mq/ab
VERDE ATTREZZATO E SPORTIVO	v1 - complesso sportivo	11115	vn1 - ampliamento centro sportivo	11897	RC3	255			
	v2 - verde attrezz. Via Don Sturzo	2265	vn2 - aree verdi in via Nobile (est)	953	RC4	215			
	v3 - verde piazza Vittorio	1805	vn2 - aree verdi in via Nobile (ovest)	801	RC7	280			
	v4 - verde attrezz. Via Nobile	238			RC14 - RC15 - RC16 - RC17 - RC18 - RC19	1086			
	v5 - largo Annunziata	881			RC20 - RC21 - RC22 - RC23	750			
	v6 - area attrezzata via Roma	1263							
	v7 - pista pattinaggio	618							
	v4 - verde attrezz. Trav Via Fusaro	1510							
	TOTALE	19695	TOTALE	13651	TOTALE	2586	35932	15.21	mq/ab
PARCHeggi	p1 - parcheggio via Fusaro	1100	pn1 - parcheggio via Montev. (nord)	850	RC1	355			
	p2 - parcheggio corso Vitt. Em. III	252	pn2- parcheggio via Montev. (sud)	405	RC2	125			
	p3 - parcheggio via circumvallazione	708	pn3 - parcheggio via Nobile (est)	412	RC10 - RC11 - RC12 - RC13	755			
	p4 - parcheggio via A Moro	897	pn4 - parcheggio via Nobile (ovest)	401	RC24 - RC25 - RC26 - RC27	518			
					RC28 - RC28 - RC30 - RC31	473			
	TOTALE	2957	TOTALE	2068	TOTALE	2226	7251	3.06	mq/ab

43183	24.86	mq/ab
--------------	--------------	--------------

2.7 Dimensionamento delle aree per le attività produttive

Come esposto nei precedenti paragrafi il PUC punta alla riduzione dell'estensione delle aree produttive previste dal PRG vigente in un'ottica di ottimizzazione della risorsa suolo.

Se da un lato risulta importante evitare il consumo di nuove aree dall'altro non può ignorarsi **l'esigenza di terminare la realizzazione del PIP che risulta insediato per buona parte dei lotti e per le cui urbanizzazioni l'Amministrazione ha avanzati programmi di completamento.**

Una seconda strategia riguarda l'introduzione di attività commerciali e terziarie all'interno delle parti urbane consolidate attraverso i comparti RN. Si tratta di introdurre **2 interventi** per due ambiti urbani (centrale e meridionale) per un totale di circa **1.998 mq** di intervento. **Tali interventi, di piccolo taglio, sono da considerarsi strategici in riferimento alla necessità di superamento della monofunzionalità residenziale presente nel territorio comunale di Quadrelle.**

Anche in questo caso ci si avvale di meccanismi perequativi nell'ambito dei quali vengono cedute il 30% delle superfici edificabili per la realizzazione di attrezzature pubbliche.

Infatti, per le attività commerciali e terziarie è previsto uno standard per attrezzature (D.M. 1444/68) pari a 100 mq per ogni 80 mq di superficie utile lorda. Tale standard risulta rispettato poiché su 100 mq è possibile realizzare 120 mc, pari a circa 35 mq di superficie utile lorda. Tale superficie genera 28 mq di standard, pienamente soddisfatti dalla cessione del 30%.

Con riferimento agli Atti di programmazione degli interventi, si riporta, di seguito l'articolazione in comparti delle aree commerciali e terziarie introdotte.

Comparti commerciali	Superficie totale m ²	Superficie privata m ²	%	Superficie da cedere m ²	Indice di fabbricabilità	Volume m ³
RN1	1155	808	30	347	1,2 m ³ / m ²	1386 m ³
RN2	510	357	30	153	1,2 m ³ / m ²	612 m ³

3. Caratteristiche geologiche ed indagini correlate

3. Caratterizzazione geostatigrafica, sismica e geotecnica

Di seguito vengono sinteticamente esposti ed elaborati i dati scaturiti dalle indagini geognostiche, sia pregresse che programmate ed eseguite nel presente studio, nonché le prove geotecniche in sito e di laboratorio effettuate. Per una più completa visione degli elaborati di indagine e di analisi, si rimanda agli Allegati fuori testo, che sono i seguenti:

- Relazione sulle indagini geognostiche eseguite;
- Relazione sulle indagini geognostiche pregresse;
- Relazione sulle indagini geosismiche.

3.1 Dati geognostici, sismici e geotecnici pregressi

Nell'ambito della redazione dello studio geologico a corredo della redazione del PUC, l'Amministrazione Comunale di Quadrelle ha messo a disposizione, la documentazione tecnica relativa a Piani comunali pregressi e ad alcune opere di interesse pubblico, nell'ambito delle quali erano state eseguite, ai sensi della normativa per le costruzioni in zone sismiche, indagini geognostiche a corredo dei relativi studi geologico-tecnici.

Dopo un'attenta analisi di tutte le indagini messe a disposizione dall'Ufficio Tecnico, è stata eseguita una selezione delle stesse, ritenendo utilizzabili allo scopo soltanto quelle che, per tipologia e modalità di esecuzione, risultavano conformi alle raccomandazioni dell'Associazione Geotecnica Italiana (Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, A.G.I. 1977). Tra queste ultime sono state di fatto utilizzate, ai fini della caratterizzazione geotecnica e della ricostruzione stratigrafica, soltanto quelle significative ricadenti all'interno del centro abitato o nelle immediate vicinanze di maggiore interesse urbanistico. Vengono di seguito illustrati, in conformità con le norme della proprietà intellettuale, i diversi studi geologico-tecnici e geognostici, riportandone solo gli aspetti geotecnici e stratigrafici di maggiore interesse per il presente lavoro, dai quali sono stati ricavati parametri relativi ad alcuni litotipi utilizzati per la caratterizzazione geologico-tecnica in prospettiva sismica. Qui di seguito, si sintetizzano sulle Tabelle 1 e 2 le principali caratteristiche delle indagini e delle

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

analisi pregresse, rimandando alla “Relazione sulle Indagini Pregresse” per ulteriori approfondimenti (Appendice 1 allegato A1).

Indagine	Sondaggio		Profondità (m)	Prove di Laboratori o	Sondaggio Sismico	
	n.	Tipo			n.	Tipo
PRG (1996)	26	Carotaggio continuo	20,00	-	-	-
Cimitero Comunale (1983)	5	Carotaggio continuo	20.00 e 5.00	2	-	-
Lottizzazione Via Sirignano (2011)	2	Carotaggio continuo	30.00 e 15.00	2	1	HVSr
	4	DPSH	3.60, 1.80, 2.10			
Conserve Rilevato (1999)	7	Carotaggio Continuo	20,00	3	3	Sismica a rifrazione
Ponte Acquaserta (2004)	1	Carotaggio Continuo	20,00	1	-	-
Comunità Montana Vallo Lauro Baianese (2001)	3	DPSH	5.40, 2.90, 1.00	-	-	-
Lottizzazione Napolitano (2012)	2	Carotaggio Continuo	15,00	2	5	HVSr
	4	DPSH	3.90, 3.00, 3.30			
Pagano-Napolitano-Schettino (1997)	2	Carotaggio Continuo	20.00	-	-	-
Lottizzazione - Quadrelle (E, F, 1997))	2	Carotaggio Continuo	20.00			
Aggiornamento PAI (2006)	1	Carotaggio Continuo	20.00	2	-	-
	5	DPSH	Da 0.30 a 8.50			

Tabella 1 – Dati relativi alle prove geognostiche pregresse

Altri dati di carattere geognostico, geotecnico e sismico sono stati messi a disposizione direttamente dal Dr. Rega Giuseppe, derivati dalla notevole esperienza maturata dallo stesso nel territorio in esame.

L’analisi dei dati in possesso ha permesso di pianificare la campagna di indagini da eseguire nell’ambito del PUC, definendo un modello preliminare del substrato dell’area di studio. Le caratteristiche litologiche e le proprietà di addensamento dei terreni, come è noto, determinano

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

la scelta delle tipologie di indagine e delle loro modalità di esecuzione. Nell'ambito della campagna di indagine eseguita è scaturito un modello geologico definitivo che concorda, nelle linee generali, con quello preliminare. Gli orizzonti rinvenuti e la loro posizione nell'ambito dell'intera successione rispettano, in generale, il modello atteso, tranne che per l'orizzonte tufaceo dell'Ignimbrite Campana, mai rinvenuto e cartografato nell'ambito degli studi pregressi. Quest'ultimo litotipo rappresenta un elemento fondamentale della successione stratigrafica tipo dell'area di studio, sia sotto l'aspetto crono stratigrafico, che geosismico, definendo il quadro geologico completo del territorio comunale, soprattutto per le zone di piana.

Tutte le indagini mettono in evidenza una alternanza di livelli sabbiosi e limosi piroclastici, in posto e rimaneggiati, a copertura di un orizzonte di ghiaie calcaree di conoide alluvionale. Le indagini sismiche pregresse rilevano velocità nei diversi orizzonti.

Indagine	Sondaggio Sismico	Profondità	Vs medie	VSeq
Lottizzazione Via Sirignano (2011)	HVSR	0.00 – 1.75 1.75 – 8.50 8.50 – 16.18 16.18 – 25.58 25.58 – 33.31 33.31 – 81.85 81.85 – 100.0	105 304 468 528 541 609 992	379
Lottizzazione Napolitano (2012)	HVSR - 1	0.00 – 0.31 0.31 – 2.74 2.74 – 7.52 7.52 – 35.93 35.93 – 41.0	70 192 216 537 588	370

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

HVS - 2	0.00 – 0.21	70	385
	0.21 – 1.55	146	
	1.55 – 16.29	304	
	16.29 – 84.43	794	
HVS - 3	84.43 – 90.0	1962	388
	0.00 – 0.37	70	
	0.37 – 2.62	181	
	2.62 – 9.5	314	
HVS - 4	9.5 – 32.05	545	365
	32.05 – 134.8	742	
	134.8 – 140.0	1579	
	0.00 – 0.35	70	
HVS - 5	0.35 – 1.53	164	384
	1.53 – 6.27	263	
	6.27 – 16.38	391	
	16.38 – 85.43	522	
HVS - 6	85.43 – 100.0	881	384
	0.00 – 0.89	120	
	0.89 – 7.61	260	
	7.61 – 22.81	479	
HVS - 7	22.81 – 29.56	545	384
	29.56 – 38.14	601	
	38.14 – 42.59	603	
	42.59 – 47.91	677	

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

		42.59 – 100.0		
--	--	------------------	--	--

Tabella 2 – Dati relativi alle prove sismiche pregresse

3.2 Indagini geognostiche eseguite

Allo scopo di estendere in profondità l'andamento dei litotipi e geotipi rilevati in superficie e di correlare i dati pregressi del sottosuolo, è stata eseguita una campagna di indagine geognostica e sismica, accompagnata da analisi geotecniche di laboratorio, al fine di pervenire ad una esauriente parametrizzazione geotecnica delle litologie riscontrate all'interno delle aree oggetto di studi per la redazione del P.U.C. del Comune di Quadrelle, in coerenza con le prescrizioni e le verifiche previste dal l'art 11 e 12 della L. R. n. 9/83 e dal DM 11/3/88 (Tavola T3).

Le indagini, sono state programmate dal sottoscritto Dr. Giuseppe Rega con la stretta e decisiva collaborazione della Direzione Lavori, e sono state eseguite dalla ditta "IGEO SAS" con sede in Pastorano (CE) alla Via Aldo Moro n.2 in Pastorano (CE), P. IVA 01956710618, che è in possesso della Certificazione UNI EN ISO 9001:2015 Certificate n° QMS-05065959-19 Valida fino al 14-06-2025 (Ente certificatore ESQ) e Attestazione SOA OS 20-B n. 5797/66/02 Cat. I – Valida fino al 21/01/2024 (Ente certificatore IMPRESOA S.p.a.).

Le medesime indagini sono state seguite e dirette dal Dr. Rega Giuseppe; lo stesso ha curato la successiva redazione del Rapporto di Indagine.

Come più ampiamente illustrato negli Appendici "A2 – Relazione sulle indagini geognostiche in sito e di laboratorio" e "A4 – Relazione sulle indagini sismiche" relative al "Servizio di indagini sotto l'aspetto litostratigrafico, geotecnico, sismico ed ambientale di supporto al PUC", sono stati eseguite:

- N° 3 perforazioni di sondaggio a carotaggio continuo, spinti a profondità 30m dal p.c. ed identificati cartograficamente con le seguenti sigle:
 1. Sdh1

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

2. Sdh2
3. Sdh3
- N° 5 prove penetrometriche in foro di tipo S.P.T. contraddistinte dalle seguenti sigle:
 1. SPT1_S1 (prof. 4.60-4.83m p.c.);
 2. SPT1_S2 (prof. 1.50-1.95m p.c.);
 3. SPT2_S2 (prof. 10.00-10.45m p.c.);
 4. SPT1_S3 (prof. 3.50-3.95m p.c.);
 5. SPT2_S3 (prof. 17.20-17.46m p.c.);
- N° 2 prelievi di campioni di terreno in forma indisturbata sottoposti, successivamente, ad analisi geotecniche di laboratorio:
 1. Sdh2_C1 (prof. 1.00-1.50m p.c.);
 2. Sdh3_C1 (prof. 2.50-3.00m p.c.);
- N°3 prove del tipo Down Hole nei fori dei sondaggi geognostici opportunamente condizionati:
 1. Sondaggio geognostico Sdh1;
 2. Sondaggio geognostico Sdh2;
 3. Sondaggio geognostico Sdh3;

Per approfondimenti si rimanda all'appendice 1 allegato A2 (Relazione sulle Indagini Geognostiche eseguite).

I sondaggi geognostici sono stati ubicati in fase di pianificazione della campagna di studio in modo da rendere significative le indagini puntuali ai fini della migliore ricostruzione delle principali litologie costituenti il sottosuolo dell'area investigata.

I sondaggi sono stati effettuati con una sonda a rotazione con testa idraulica siglata CMV 420.

Il prelievo delle carote a campionamento continuo è stato effettuato generalmente con carotieri semplici ϕ 101÷113 mm con corona widia. La stabilizzazione della parte iniziale dei fori è stata ottenuta con una tubazione di rivestimento a recupero di diametro ϕ 127÷140 mm.

Durante l'esecuzione dei sondaggi, è stato possibile eseguire solo N°5 prove di tipo "SPT", a causa della natura litologica, mediante attrezzatura standard avente tubo carotiere con diametro esterno di 51mm e spessore di 16,00 mm, massa battente di 63.4 Kg e altezza di caduta pari a 76,2 cm., al fine di rilevare la resistenza alla penetrazione dinamica dei terreni attraversati.

Per l'esecuzione di prove di laboratorio geotecnico sono stati prelevati a quote diversificate N° 2

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

campioni di terreno in forma indisturbata mediante l'utilizzo di campionatore a pareti sottili infisso a pressione di tipo campionatore Shelby. Le carote prelevate in campionatura continua sono state sistemate in apposite cassette catalogatrici in P.V.C. con indicazione delle profondità progressive e dei punti di prelievo dei campioni.

Nell'ambito della campagna di indagine sono state eseguite N° 3 prove sismiche del tipo Down Hole nei fori di sondaggio opportunamente condizionati. L'analisi dei dati è riportata nel seguito del capitolo.

Qui di seguito vengono illustrate sinteticamente le risultanze della campagna di indagine, rimandando alle apposite "Relazioni di Indagine" per eventuali approfondimenti di analisi.

L'ubicazione dei sondaggi è mostrata sulla Tavola T3: "Carta di Ubicazione delle Indagini (pregresse e attuali)".

3.3 Individuazione degli orizzonti di suolo significativi

I carotaggi hanno messo in evidenza una successione stratigrafica costituita da due unità geostratigrafiche fondamentali, distinte per caratteristiche litologiche, deposizionali e cronostatigrafiche, e successivamente dettagliate in orizzonti geotecnici significativi.

- *depositi detritici e piroclastici in posto e rimaneggiati* dalle differenti caratteristiche granulometriche e di spessore variabile da 0,50m ai 5,50m. dal piano campagna.

Si tratta di sabbie, sabbie limose piroclastiche in posto e/o rimaneggiati a diverso grado di addensamento, alternati a livelli di pomici a granulometria ghiaiosa e lenti di ghiaie calcaree in matrice sabbiosa prevalente. Si individuano importanti marker stratigrafici quali i livelli piroclastici in posto delle eruzioni di "Avellino" (3.550 y b.p.) ed "Ottaviano" (8.000 y b.p.);

- *deposito alluvio colluviale in matrice sabbiosa di conoide alluvionale e detritico di versante pleistocenico* costituito da brecce calcaree e calcareo dolomitiche, più o meno cementate e spesso in matrice piroclastica medio-fine, talora associate a lenti di ghiaie. Immediatamente sottoposto all'unità precedente, il cui spessore va da 0,50m a 30m.

Al fine di caratterizzare i litotipi investigati dal punto di vista geotecnico, necessario per la zonazione sismica, si procederà, preliminarmente, ad un'analisi comparata delle stratigrafie redatte e mostrate in Appendice 1, e successivamente alla individuazione di orizzonti geotecnici significativi in ogni colonna stratigrafica.

Dall'analisi comparata delle stratigrafie si evidenzia quanto segue:

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

- **Sondaggio Sdh1**

Il sondaggio Sdh1, è stato eseguito in Via Fusaro; il sondaggio ha interessato una profondità totale di perforazione pari a 30 metri dal piano di campagna, consentendo di rilevare i seguenti strati significativi:

1. Uno strato di 0,50 m costituito da copertura antropica costituita da prevalentemente da sabbia limosa di origine piroclastica;
2. Dai 0,50 m di profondità fino a t. s. (30,00 m) si rileva la presenza di un deposito alluvio-colluviale costituito da brecce calcaree e calcareo dolomitiche, più o meno cementate e spesso in matrice piroclastica medio-fine, talora associate a lenti di ghiaie. Nel deposito sono intercalati, a più altezze stratigrafiche, livelli decimetrici di piroclastiti, spesso in giacitura primaria, e/o paleosuoli. Localmente i materiali sono ben cementati ed hanno assetto stratoide.

Dal punto di vista geotecnico sono stati individuati due orizzonti rappresentativi della colonna stratigrafica:

1. Il primo orizzonte denominato **Psl (Piroclastite sabbiosa limosa)** che si estende dal piano campagna fino a 0,50 m di profondità;
2. Il secondo orizzonte denominato **Cgs (Complesso ghiaioso sabbioso)** che insiste fino alla fine del sondaggio.

Durante l'esecuzione di tale sondaggio è stato effettuato un prelievo di un campione, per lo svolgimento di prove di laboratorio, e di una prova S.P.T..

- **Sondaggio Sdh2**

Il sondaggio Sdh2, è stato eseguito in Via Municipio; il sondaggio ha interessato una profondità totale di perforazione pari a 30 metri dal piano di campagna, consentendo di rilevare i seguenti strati significativi:

1. Uno strato di 5,50 m costituito da copertura antropica costituita da prevalentemente da sabbia limosa di origine piroclastica;
2. Dai 5,50 m di profondità fino a t. s. (30,00 m) si rileva la presenza di un deposito alluvio-colluviale costituito da brecce calcaree e calcareo dolomitiche, più o meno cementate e spesso in matrice piroclastica medio-fine, talora associate a lenti di ghiaie. Nel deposito sono intercalati, a più altezze stratigrafiche, livelli decimetrici di piroclastiti, spesso in giacitura primaria, e/o paleosuoli. Localmente i materiali sono ben cementati ed hanno

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

assetto stratoide.

Dal punto di vista geotecnico sono stati individuati due orizzonti rappresentativi della colonna stratigrafica:

1. Il primo orizzonte denominato **Psl (Piroclastite sabbiosa limosa)** che si estende dal piano campagna fino a 5,50 m di profondità;
2. Il secondo orizzonte denominato **Cgs (Complesso ghiaioso sabbioso)** che insiste fino alla fine del sondaggio.

Durante l'esecuzione di tale sondaggio è stato effettuato un prelievo di un campione, per lo svolgimento di prove di laboratorio, e di due prove S.P.T..

• Sondaggio Sdh3

Il sondaggio Sdh3, è stato eseguito in Via Aldo Moro; il sondaggio ha interessato una profondità totale di perforazione pari a 30 metri dal piano di campagna, consentendo di rilevare i seguenti strati significativi:

1. Uno strato di 6,10 m costituito da copertura piroclastica costituita prevalentemente da sabbia limosa e strati di pomici;
2. Dai 6,10 m di profondità fino a t. s. (30,00 m) si rileva la presenza di un deposito alluvio-colluviale costituito da brecce calcaree e calcareo dolomitiche, più o meno cementate e spesso in matrice piroclastica medio-fine, talora associate a lenti di ghiaie. Nel deposito sono intercalati, a più altezze stratigrafiche, livelli decimetrici di piroclastiti, spesso in giacitura primaria, e/o paleosuoli. Localmente i materiali sono ben cementati ed hanno assetto stratoide.

Dal punto di vista geotecnico sono stati individuati due orizzonti rappresentativi della colonna stratigrafica:

1. Il primo orizzonte denominato **Psl (Piroclastite sabbiosa limosa)** che si estende dal piano campagna fino a 6,10 m di profondità;
2. Il secondo orizzonte denominato **Cgs (Complesso ghiaioso sabbioso)** che insiste fino alla fine del sondaggio.

Durante l'esecuzione di tale sondaggio è stato effettuato un prelievo di un campione, per lo svolgimento di prove di laboratorio, e di due prove S.P.T..

Dall'analisi delle colonne stratigrafiche, pertanto, è stato possibile rilevare la presenza di orizzonti prevalenti i quali presentano una certa omogeneità rispetto al comportamento geomeccanico.

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

Infatti a partire da tali orizzonti significativi e prendendo come riferimento le sezioni geologiche del sito che si procederà alla definizione di un modello geotecnico di sottosuolo utile ad una rappresentazione schematica del sottosuolo e per una migliore interpretazione dei risultati delle indagini.

3.4 Indagini sismiche e caratterizzazione sismostratigrafica

I carotaggi hanno messo in evidenza una successione stratigrafica costituita da due unità geostratigrafiche fondamentali, distinte per caratteristiche litologiche, deposizionali e cronostratigrafiche, e successivamente dettagliate in orizzonti geotecnici significativi.

- *depositi detritici e piroclastici in posto e rimaneggiati* dalle differenti caratteristiche granulometriche e di spessore variabile da 0,50m ai 5,50m. dal piano campagna.

Si tratta di sabbie, sabbie limose piroclastiche in posto e/o rimaneggiati a diverso grado di addensamento, alternati a livelli di pomici a granulometria ghiaiosa e lenti di ghiaie calcaree in matrice sabbiosa prevalente. Si individuano importanti marker stratigrafici quali i livelli piroclastici in posto delle eruzioni di “Avellino” (3.550 y b.p.) ed “Ottaviano” (8.000 y b.p.);

- *deposito alluvio colluviale in matrice sabbiosa di conoide alluvionale e detritico di versante pleistocenico* costituito da brecce calcaree e calcareo dolomitiche, più o meno cementate e spesso in matrice piroclastica medio-fine, talora associate a lenti di ghiaie. Immediatamente sottoposto all’unità precedente, il cui spessore va da 0,50m a 30m.

Al fine di caratterizzare i litotipi investigati dal punto di vista geotecnico, necessario per la zonazione sismica, si procederà, preliminarmente, ad un’analisi comparata delle stratigrafie redatte e mostrate in Appendice 1, e successivamente alla individuazione di orizzonti geotecnici significativi in ogni colonna stratigrafica.

Dall’analisi comparata delle stratigrafie si evidenzia quanto segue:

- **Sondaggio Sdh1**

Il sondaggio Sdh1, è stato eseguito in Via Fusaro; il sondaggio ha interessato una profondità totale di perforazione pari a 30 metri dal piano di campagna, consentendo di rilevare i seguenti strati significativi:

3. Uno strato di 0,50 m costituito da copertura antropica costituita da prevalentemente da sabbia limosa di origine piroclastica;
4. Dai 0,50 m di profondità fino a t. s. (30,00 m) si rileva la presenza di un deposito alluvio-

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

colluviale costituito da brecce calcaree e calcareo dolomitiche, più o meno cementate e spesso in matrice piroclastica medio-fine, talora associate a lenti di ghiaie. Nel deposito sono intercalati, a più altezze stratigrafiche, livelli decimetrici di piroclastiti, spesso in giacitura primaria, e/o paleosuoli. Localmente i materiali sono ben cementati ed hanno assetto stratoide.

Dal punto di vista geotecnico sono stati individuati due orizzonti rappresentativi della colonna stratigrafica:

3. Il primo orizzonte denominato **Psl (Piroclastite sabbiosa limosa)** che si estende dal piano campagna fino a 0,50 m di profondità;
4. Il secondo orizzonte denominato **Cgs (Complesso ghiaioso sabbioso)** che insiste fino alla fine del sondaggio.

Durante l'esecuzione di tale sondaggio è stato effettuato un prelievo di un campione, per lo svolgimento di prove di laboratorio, e di una prova S.P.T..

- **Sondaggio Sdh2**

Il sondaggio Sdh2, è stato eseguito in Via Municipio; il sondaggio ha interessato una profondità totale di perforazione pari a 30 metri dal piano di campagna, consentendo di rilevare i seguenti strati significativi:

3. Uno strato di 5,50 m costituito da copertura antropica costituita da prevalentemente da sabbia limosa di origine piroclastica;
4. Dai 5,50 m di profondità fino a t. s. (30,00 m) si rileva la presenza di un deposito alluvio-colluviale costituito da brecce calcaree e calcareo dolomitiche, più o meno cementate e spesso in matrice piroclastica medio-fine, talora associate a lenti di ghiaie. Nel deposito sono intercalati, a più altezze stratigrafiche, livelli decimetrici di piroclastiti, spesso in giacitura primaria, e/o paleosuoli. Localmente i materiali sono ben cementati ed hanno assetto stratoide.

Dal punto di vista geotecnico sono stati individuati due orizzonti rappresentativi della colonna stratigrafica:

3. Il primo orizzonte denominato **Psl (Piroclastite sabbiosa limosa)** che si estende dal piano campagna fino a 5,50 m di profondità;
4. Il secondo orizzonte denominato **Cgs (Complesso ghiaioso sabbioso)** che insiste fino alla fine del sondaggio.

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

Durante l'esecuzione di tale sondaggio è stato effettuato un prelievo di un campione, per lo svolgimento di prove di laboratorio, e di due prove S.P.T..

- **Sondaggio Sdh3**

Il sondaggio Sdh3, è stato eseguito in Via Aldo Moro; il sondaggio ha interessato una profondità totale di perforazione pari a 30 metri dal piano di campagna, consentendo di rilevare i seguenti strati significativi:

3. Uno strato di 6,10 m costituito da copertura piroclastica costituita prevalentemente da sabbia limosa e strati di pomici;
4. Dai 6,10 m di profondità fino a t. s. (30,00 m) si rileva la presenza di un deposito alluvio-colluviale costituito da brecce calcaree e calcareo dolomitiche, più o meno cementate e spesso in matrice piroclastica medio-fine, talora associate a lenti di ghiaie. Nel deposito sono intercalati, a più altezze stratigrafiche, livelli decimetrici di piroclastiti, spesso in giacitura primaria, e/o paleosuoli. Localmente i materiali sono ben cementati ed hanno assetto stratoide.

Dal punto di vista geotecnico sono stati individuati due orizzonti rappresentativi della colonna stratigrafica:

3. Il primo orizzonte denominato **Psl (Piroclastite sabbiosa limosa)** che si estende dal piano campagna fino a 6,10 m di profondità;
4. Il secondo orizzonte denominato **Cgs (Complesso ghiaioso sabbioso)** che insiste fino alla fine del sondaggio.

Durante l'esecuzione di tale sondaggio è stato effettuato un prelievo di un campione, per lo svolgimento di prove di laboratorio, e di due prove S.P.T..

Dall'analisi delle colonne stratigrafiche, pertanto, è stato possibile rilevare la presenza di orizzonti prevalenti i quali presentano una certa omogeneità rispetto al comportamento geomeccanico. Infatti a partire da tali orizzonti significativi e prendendo come riferimento le sezioni geologiche del sito che si procederà alla definizione di un modello geotecnico di sottosuolo utile ad una rappresentazione schematica del sottosuolo e per una migliore interpretazione dei risultati delle indagini.

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

3.5 Valutazione della risposta sismica territoriale e locale

La caratterizzazione del territorio in risposta alle sollecitazioni sismiche è stata effettuata sulla scorta delle seguenti fasi di acquisizione ed elaborazione dati:

- ricerca storica sugli effetti macrosismici dei principali terremoti che hanno interessato il territorio comunale, in mancanza di carta dei danni rilevati a seguito di sismi pregressi;
- rapporti tra aree sismogenetiche e contesto geologico-strutturale regionale (Vedi par. 4.2);
- determinazione delle condizioni litostratigrafiche, morfostrutturali, topografiche ed idrogeologiche che influenzano o possono influenzare la risposta macrosismica locale;
- applicazione di una microzonazione sismica preliminare basata sulla valutazione del parametro V_{seq} , riferito al modello geostratigrafico e geotecnico di sottosuolo indagato, ai sensi
- della nuova normativa.

3.5.1 La carta delle microzone in prospettiva sismica

Questa Carta costituisce l'elaborato cartografico di sintesi, che, ai sensi del punto 4, Art. 12 L.R. 9/83, ha lo scopo di suddividere il territorio in zone omogenee rispetto al tipo ed entità della pericolosità sismica ed idrogeologica indotta da sisma, alla scala di studio del territorio comunale. In tal senso costituisce l'elaborato, insieme alla Carta della Stabilità, a cui i tecnici progettisti devono far riferimento in ordine alle previsioni urbanistiche dello strumento urbanistico generale per una corretta e razionale utilizzazione e gestione del territorio.

Tale elaborato scaturisce dalla sovrapposizione degli elaborati di base che contengono sia i "fattori" lito-strutturali rappresentati sulla Carta Geolitologica e dei lineamenti strutturali, geomorfologici, rappresentati sulla Carta Geomorfologica e dei dissesti, idrogeologici, rappresentati sulla Carta Idrogeologica, che gli "effetti" di stabilità territoriale (Carta della Stabilità) reinterpretati in prospettiva sismica, come da prescrizione della L.R. 9/83 e che caratterizzano il comportamento del territorio, sottoposta ad interventi di urbanizzazione, in prospettiva sismica ed in previsione di eventi pluviometrici eccezionali.

Sulla scorta delle risultanze d'indagine che hanno condotto alla elaborazione della cartografia precedentemente esposta, è stata effettuata una zonazione del territorio comunale che

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

determina per ciascun sito l'influenza di questi fattori geostratigrafici, geostrutturali, idrogeologici e morfologici significativi sulla risposta macrosismica locale a prescindere dalla natura dei terreni costituenti.

Le esperienze maturate durante i rilievi macrosismici effettuati nelle zone colpite dai terremoti disastrosi più recenti (Friuli, 1976 e Irpinia, 1980, Umbria 1999) hanno evidenziato, infatti, la notevole incidenza di questi fattori sul grado di danneggiamento dei manufatti e sugli effetti al suolo.

La Zonazione risulta da una opportuna valutazione dei fattori concorrenti al comportamento del territorio in prospettiva sismica, attraverso l'utilizzo di algoritmi di analisi spaziale in ambiente GIS, basati su tecniche di Overlay Mapping.

Fenomeni di liquefazione dei terreni in condizioni sismiche

La maggior parte delle definizioni contenute in questo paragrafo derivano dal testo "Geotechnical Earthquake Engineering" di Kramer, considerato di riferimento bibliografico dalla comunità scientifica.

Il termine *liquefazione*, originariamente coniato da Mogami e Kubo (1953), è stato storicamente utilizzato per descrivere una serie di fenomeni che producono delle deformazioni in terreni incoerenti, saturi e in condizioni non drenate. La generazione di un eccesso di pressione interstiziale in condizioni di carico non drenate è una caratteristica di tutti i fenomeni di liquefazione. La tendenza dei terreni incoerenti e non saturi a consolidarsi sotto il carico statico e quello ciclico è ben nota. Quando però i terreni incoerenti sono saturi ed in condizioni non drenate, il carico è rapido e il consolidamento produce un aumento della pressione interstiziale e una diminuzione delle sollecitazioni effettive. I fenomeni di liquefazione che derivano da questo processo possono essere divisi in due gruppi principali: la fluidificazione e la mobilità ciclica. Entrambi sono molto importanti, e qualsiasi valutazione della pericolosità nei confronti della liquefazione deve tener conto attentamente dei due fenomeni. In campagna, la fluidificazione è molto meno frequente della mobilità ciclica ma i suoi effetti sono di solito molto più gravi. La mobilità ciclica, invece, può verificarsi in condizioni di sito e di terreno molto più ampie rispetto alla fluidificazione; i suoi effetti possono variare dall'insignificante all'estremamente dannoso.

La fluidificazione produce gli effetti più drammatici di tutti i fenomeni correlati alla liquefazione. Può verificarsi quando lo stress di taglio necessario all'equilibrio statico del terreno (stress di

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

taglio statico) è maggiore della esistenza al taglio del terreno nel suo stato liquefatto. Una volta innescato il processo, le grandi deformazioni prodotte dalla fluidificazione sono in realtà guidate dagli stress di taglio statici. Gli stress ciclici possono semplicemente portare il terreno ad uno stato instabile in cui la sua resistenza diminuisce in misura sufficiente per consentire agli stress statici di generare la rottura per flusso. I cedimenti dovuti alla fluidificazione sono caratterizzati dalla natura improvvisa della loro origine e dalla velocità con cui si sviluppano.

La mobilità ciclica è un altro fenomeno che può produrre deformazioni permanenti di grandi dimensioni durante il terremoto. Rispetto alla fluidificazione, la mobilità ciclica si verifica quando lo sforzo di taglio statico è inferiore alla resistenza al taglio del suolo liquefatto. Le deformazioni prodotte dalla mobilità ciclica si sviluppano gradualmente durante il terremoto. Queste deformazioni, chiamate espansioni laterali, sono dovute sia agli sforzi di taglio ciclici che a quelli statici, e possono verificarsi su un terreno leggermente in pendenza o su terreno praticamente pianeggiante adiacente a corpi idrici. Quando sono presenti delle strutture, le espansioni laterali possono causare gravi danni.

Un caso particolare di mobilità ciclica è la liquefazione a piano campagna. Poiché lo sforzo di taglio orizzontale statico che dovrebbe produrre le deformazioni laterali è nullo, la liquefazione a piano campagna può generare un'oscillazione del suolo, cioè un movimento esteso e caotico, ma produrre solo piccoli spostamenti laterali permanenti. I cedimenti dovuti alla liquefazione a piano campagna sono causati dal flusso verso l'alto dell'acqua che si verifica quando l'eccesso di pressione interstiziale, indotta sismicamente, si dissipa. A seconda del tempo necessario a raggiungere l'equilibrio idraulico, la liquefazione a piano campagna può verificarsi anche dopo che il terremoto è cessato. La fuoriuscita di materiale, lo sviluppo di coni di sabbia e il conseguente allagamento del terreno circostante sono le caratteristiche della liquefazione a piano campagna.

Sia la fluidificazione che la mobilità ciclica possono produrre danni in un sito, quindi una valutazione completa dei rischi connessi alla liquefazione richiede che siano valutati i potenziali di entrambi.

Non tutti i terreni sono suscettibili alla liquefazione; il primo passo da compiere nella valutazione dei rischi è quindi la valutazione della suscettibilità alla liquefazione. Se un sito non è suscettibile, i pericoli connessi alla liquefazione sono nulli e quindi la valutazione può essere terminata. Se il

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

suolo è suscettibile, invece, possono essere affrontati gli aspetti relativi all'inizio della liquefazione e ai suoi effetti. Ci sono molti metodi con cui esaminare la suscettibilità alla liquefazione, e alcuni sono diversi per la fluidificazione e per la mobilità ciclica. Questi includono criteri storici, geologici, di composizione e di stato.

Difatti, molte informazioni sulla liquefazione sono state acquisite da indagini sul campo post terremoto che hanno dimostrato che il fenomeno spesso si verifica nello stesso punto quando le condizioni del terreno e della falda sono rimaste invariate (Youd, 1984). In questo modo, un catalogo storico della liquefazione può essere utile per identificare dei siti specifici che possono essere suscettibili alla liquefazione durante i terremoti futuri. Youd (1991) ha descritto un certo numero di casi in cui le testimonianze storiche sono state utilizzate per mappare la suscettibilità alla liquefazione.

Le indagini post terremoto hanno inoltre mostrato che gli effetti della liquefazione rientrano in una zona ad una certa distanza della sorgente sismica. Ambraseys (1988) ha analizzato i dati a livello mondiale provenienti da terremoti superficiali per stimare una distanza epicentrale limite oltre la quale la liquefazione non è stata osservata considerando terremoti di magnitudo diverse. La distanza alla quale si può verificare la liquefazione aumenta notevolmente con l'aumento della magnitudo. La curva mostrata nel diagramma sottostante tratto dal Kramer non offre nessuna garanzia che la liquefazione non possa avvenire anche a distanze maggiori, ma è utile per una stima degli scenari di pericolo.

I depositi suscettibili alla liquefazione si formano all'interno di un intervallo relativamente ristretto di ambienti geologici (Youd, 1991). L'ambiente deposizionale, l'ambiente idrologico e l'età di un deposito sono i fattori che contribuiscono alla sua suscettibilità alla liquefazione (Youd e Hoose, 1977).

I depositi sciolti e granulometricamente uniformi sono quelli con una elevata suscettibilità alla liquefazione.

Di conseguenza sia i depositi fluviali che quelli colluviali ed eolici quando sono saturi sono suscettibili alla liquefazione. La liquefazione è stata osservata anche nei depositi di piana alluvionale, di conoide di deiezione, di spiaggia, di terrazzo, di lago di playa e di estuario, ma non uniformemente come nei depositi elencati precedentemente. La suscettibilità alla liquefazione dei depositi più antichi è generalmente inferiore a quella dei depositi più recenti. I depositi

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

olocenici sono più suscettibili di quelli pleistocenici, anche se la suscettibilità diminuisce con l'età anche durante l'Olocene. La liquefazione nei depositi prepleistocenici è rara.

La liquefazione si verifica solo in terreni saturi, quindi la profondità della falda (sia libera che sospesa) ne influenza la suscettibilità. La suscettibilità alla liquefazione diminuisce quando aumenta la profondità della falda; gli effetti della liquefazione sono comunemente osservati in quei siti dove la falda si trova a pochi metri dalla superficie libera. Nei siti in cui i livelli della falda variano significativamente, anche la valutazione dei rischi connessi alla liquefazione può variare. Meritano attenzione anche i depositi realizzati dall'uomo. I terreni di riporto, cioè quelli messi in posto senza consolidamento, sono suscettibili alla liquefazione. I terreni ben consolidati, invece, difficilmente soddisfano i criteri per la suscettibilità alla liquefazione.

Dal momento che la liquefazione richiede lo sviluppo di un eccesso di pressione interstiziale, la suscettibilità è influenzata dalle caratteristiche composizionali che influenzano la variazione di volume. Le caratteristiche associate ad una elevata variazione di volume tendono ad essere associate anche ad una elevata suscettibilità. Queste caratteristiche includono la dimensione, la forma e la gradazione delle particelle. Per diversi anni si è pensato che i fenomeni correlati alla liquefazione fossero circoscritti alle sabbie. I terreni a grana fine sono stati considerati incapaci di generare le elevate pressioni interstiziali comunemente associate alla liquefazione, mentre i terreni a grana più grossa sono stati considerati troppo permeabili per sostenere la pressione interstiziale tanto a lungo per svilupparla. Recentemente sono stati ampliati i limiti di gradazione entro cui è presente la suscettibilità.

La liquefazione dei limi non plastici è stata osservata (Ishihara, 1984, 1985) sia in laboratorio che sul campo, e ciò indica che le caratteristiche di plasticità influenzano la suscettibilità dei terreni a grana fine più delle dimensioni dei granuli stessi. I limi grossolani con granuli voluminosi, che sono non plastici e non coesivi, sono del tutto suscettibili alla liquefazione (Ishihara, 1993); invece i limi più fini con granuli a falde o a lamine possiedono generalmente una coesione sufficiente a inibire la liquefazione. Le argille non sono suscettibili alla liquefazione, sebbene quelle sensitive possono avere un comportamento elasto-plastico per certi versi analogo a quello del suolo liquefatto.

A questo proposito il paragrafo 7.11.3.4.2 (Esclusione della verifica a liquefazione) delle Norme Tecniche di Costruzioni recita quanto segue:

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{C1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{C1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 17 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 18 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

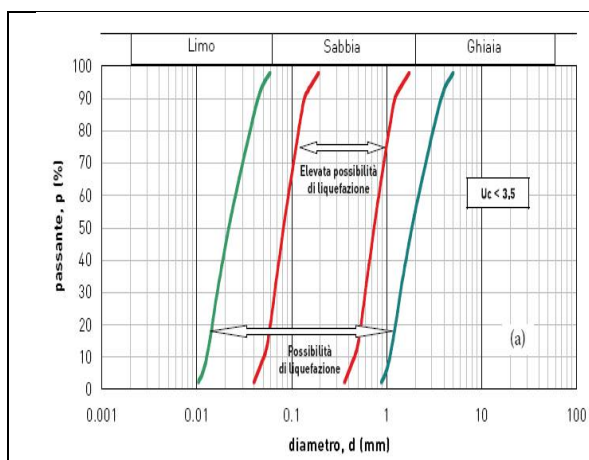


Figura 11 - Fusi granulometrici suscettibili a liquefazione con $U_c < 3,5$

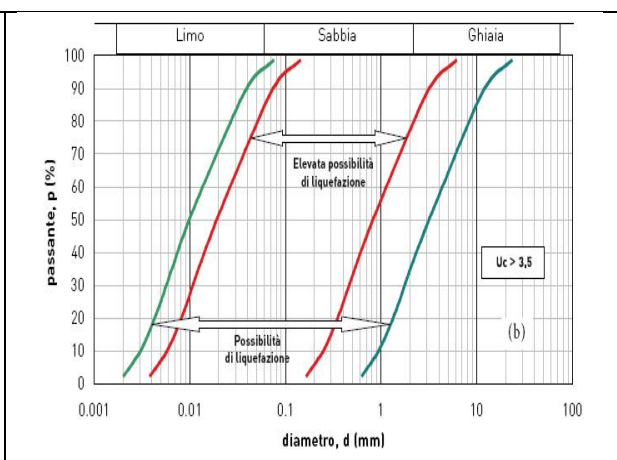


Figura 12 - Fusi granulometrici suscettibili a liquefazione con $U_c > 3,5$

Quando la presenza di strati impermeabili ostacola la dissipazione della pressione interstiziale determinando un sistema non drenato, i terreni ghiaiosi diventano suscettibili alla liquefazione. La suscettibilità è influenzata dalla gradazione. I terreni ben gradati sono generalmente meno suscettibili alla liquefazione di quelli scarsamente gradati; in un terreno ben gradato, il riempimento dei vuoti tra le particelle più grandi per mezzo di quelle più piccole fa sì che la variazione potenziale di volume sia minore in condizioni non drenate e, di conseguenza, sia più

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

basso anche l'eccesso di pressione interstiziale. Prove in campagna indicano che la maggior parte dei fenomeni di liquefazione coinvolgono i terreni gradati uniformemente.

Anche la forma delle particelle può influenzare la suscettibilità alla liquefazione. I terreni costituiti da granuli arrotondati si consolidano più facilmente di quelli con granuli spigolosi; di conseguenza, i primi sono più suscettibili alla liquefazione dei secondi. L'arrotondamento dei granuli si verifica di solito negli ambienti fluviali e alluvionali dove è facile incontrare dei terreni saturi a granulometria eterogenea che rendono molto suscettibili alla liquefazione quelle aree.

Anche se un terreno soddisfa tutti i criteri precedenti relativi alla suscettibilità alla liquefazione, non è detto che sia realmente suscettibile. La suscettibilità dipende anche dallo stato iniziale del terreno (cioè, dalle sue caratteristiche strutturali prima del terremoto). Questo stato, definito dalla densità e dagli sforzi iniziali, influenza la tendenza a generare l'eccesso di pressione interstiziale.

Considerata le finalità generali del presente studio geologico, mirato alla pianificazione del territorio, si ritiene che la problematica della liquefazione debba essere approfondita con studi di dettaglio ed una maglia di indagini geognostiche più strette. Tuttavia in prima approssimazione, e sulla base dei dati geologici e geotecnici disponibili, non sussistono zone di attenzione per fenomeni di liquefazione.

La carta delle MOPS

Per quanto attiene agli aspetti sismici, le indagini geologico-tecniche hanno previsto la realizzazione di uno studio di Microzonazione Sismica (MS) di Livello 1, in ottemperanza a quanto previsto dalla Delibera della Giunta Regionale n. 118 del 27/05/2013 che dispone che lo studio deve essere condotto almeno al livello 1, preliminare e propedeutico ai successivi livelli 2 o 3, secondo quanto definito negli "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" (standard ICMS 2008). Lo studio è scaturito nella realizzazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) (Tavola T9).

L'elaborazione della Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) ha rispettato gli "Standard di Rappresentazione" redatti dal Dipartimento di Protezione Civile Nazionale ed ha riguardato il territorio comunale di Quadrelle (comma 4 punto I della delibera di Giunta Regionale n. 118 del 27/05/2013 e art.54 dell'OPCM del 13/11/2010 n° 3907).

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

Gli elementi evidenziati per la valutazione degli effetti locali e di sito, sono stati quelli ritenuti utili alle successive fasi di caratterizzazione sismica dei terreni e di parametrizzazione dinamica riferite alla realizzazione o verifica dell'edificato. Con tale precipua finalità, sono stati utilizzati tutti gli strati informativi, di carattere geologico elaborati a corredo del quadro conoscitivo, oltre all'acquisizione degli elementi per una ricostruzione e successiva rappresentazione del modello geologico-tecnico di sottosuolo, sia in termini di spessori delle litologie presenti (mediante la raccolta delle indagini che costituiscono la Carta delle Indagini), sia in termini di caratterizzazione sismica dei terreni mediante indagini Down-Hole.

In dettaglio la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS), che sostituisce la carta della microzonazione in prospettiva sismica prevista dalla Lg. Reg. n. 9/83, individua, sulla base di osservazioni geologiche, geomorfologiche e dell'acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geognostici e geofisici, le microzone ove possono verificarsi diverse tipologie di effetti locali o di sito prodotti dall'azione sismica.

Ai fini della riduzione del rischio sismico e per la valutazione degli effetti locali o di sito sono stati considerati i seguenti aspetti:

- ricostruzione del modello geologico-tecnico dell'area;
- individuazione dei litotipi che costituiscono il substrato rigido, accompagnata da una stima approssimativa della profondità;
- presenza di faglie e/o strutture tettoniche;
- contatti tra litotipi a caratteristiche fisico-meccaniche significativamente differenti;
- instabilità dei pendii;
- terreni suscettibili a liquefazione e/o addensamento.

Nella Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) devono essere individuate e caratterizzate:

- **Zone stabili:** zone nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato rigido in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata) e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base.
- **Zone stabili suscettibili di amplificazione sismiche locali:** zone in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio.
- **Zone di attenzione per le instabilità:** zone suscettibili di riattivazione dei fenomeni di

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fogliazioni superficiali).

faglie attive e capaci/fratture vulcaniche cosismiche

forme di superficie e sepolte

tracce di sezione topografica

Zone Stabili

Nel territorio comunale, non sono state individuate zone stabili in quanto manca la corrispondenza tra il substrato rigido in affioramento e la morfologia sub-pianeggiante o poco inclinata.

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

All'interno di questa classe sono state raggruppate tutte le zone caratterizzate dalla presenza di depositi di conoide alluvionale, di depositi detritici e vulcanoclastici, eluvio-colluviali, limitatamente alle zone in cui lo spessore risulta di maggiore di 3.00m così come indicato dallo Standard DPC e quindi con un ruolo significativo ai fini di un possibile effetto di amplificazione sismica locale.

Pertanto, nell'ambito di questa categoria sono suddivisi in microzone distinte dal punto di vista sismico i seguenti terreni:

- le zone 3 corrispondono alla zona ove il substrato non rigido è sovrastato da spessori poco significativi (>3m) di depositi sabbiosi e/o limosi piroclastici in posto e rimaneggiati.
- le zone 7 corrispondono alla zona ove il substrato non rigido è sovrastato da spessori significativi (>10m) di depositi sabbiosi e/o limosi piroclastici in posto e rimaneggiati;
- Come si evince dalle colonne stratigrafiche (Tavola T9) si nota le successioni detritico-colluviali o da depositi di conoide che fungono da letto alle coperture sabbiose limose piroclastiche; le indagini sismiche effettuate per questo studio confermano l'assetto geologico descritto.

Per ogni zona, distinta nell'ambito della macrocategoria delle Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali è stata redatta una colonna stratigrafica e sono descritte in legenda le litologie prevalenti, come riportato nella figura 19.

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

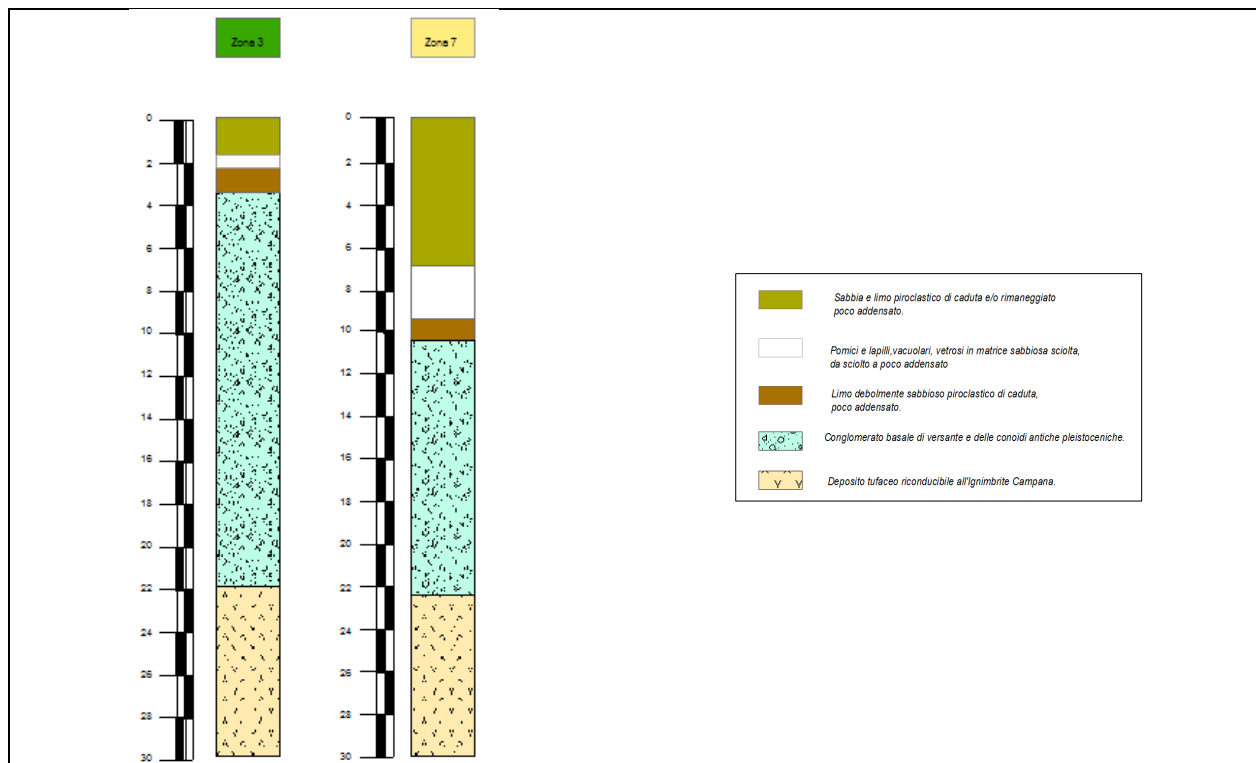


Figura 13 - Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

Zone di attenzione per le instabilità

Nell'ambito di questa macrocategoria sono state individuate le zone corrispondenti a quelle "instabili", cartografate come Zone di Attenzione per instabilità di versante inattiva **ZA_{FR_I}**, frane quiescenti **ZA_{FR_Q}** e frane con attività non definita **ZA_{FR_ND}**.

Non sono state rilevate zone in cui sono possibili cedimenti differenziali, zone soggette a liquefazione e zone interessate dalle deformazioni dovute a faglie attive e capaci.

La zonizzazione delle aree del territorio, secondo le procedure innanzi indicate e relative allo studio di microzonazione di I Livello non sostituiscono né escludono l'obbligatorietà della relazione sulla modellazione sismica per qualsiasi intervento sul territorio, prevista dalla normativa nazionale. A tal proposito è utile rimarcare che la scala alla quale si opera è peraltro differente: infatti la progettazione è riferita a uno specifico manufatto e quindi riguarda ambiti territoriali che possono essere estremamente limitati, mentre lo studio delle MOPS riguarda areali più vasti e non fornisce informazioni puntuali ed approfondite così come viene richiesto dalle NTC, a supporto della progettazione.

Le "Norme tecniche per le costruzioni", nel seguito NTC, prevedono che ai fini della definizione

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

dell'azione sismica di progetto sia valutato l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi che consentano di definire le modifiche che un segnale sismico, relativo ad un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A) subisce, a causa delle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e delle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica, si può fare riferimento alle categorie di sottosuolo alle quali le NTC associano valori di parametri numerici, che modificano gli spettri di risposta per tener conto dell'effetto "stratigrafico". Il riconoscimento della categoria si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{S,eq}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità, che si raccomanda di determinare direttamente, soprattutto in corrispondenza di quegli areali che sono rimasti scoperti da indagini sismiche tipo Down-Hole, MASW e HVSr nell'ambito del presente studio.

Le NTC2018 tengono conto degli effetti stratigrafici definendo lo spettro di risposta elastico e di progetto in maniera differente al variare delle caratteristiche del suolo di fondazione. Vengono distinte, in particolare, cinque categorie di sottosuolo (A, B, C, D, E), caratterizzate da rigidità decrescente. La classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $V_{S,eq}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità (cfr 5.2.1):

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

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.

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità di equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità di equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità di equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 3 – Categorie di suolo

Le indagini in sito e in laboratorio contribuiscono alla definizione del modello del sottosuolo, in base alle unità litotecniche presenti, ai loro rapporti stratigrafici e geometrici e ai parametri fisico-meccanici che le caratterizzano. La conoscenza di tale modello permette di effettuare valutazioni sui fenomeni di amplificazione locale per le zone stabili e su eventuali fenomeni di instabilità.

In particolare per ciò che concerne le indagini le Norme tecniche per le costruzioni riportano:

“le scelte progettuali devono tener conto delle prestazioni attese delle opere, dei caratteri geologici del sito e delle condizioni ambientali. (...) Le analisi di progetto devono essere basate su modelli geotecnici dedotti da specifiche indagini e prove che il progettista deve definire in base alle scelte tipologiche dell’opera o dell’intervento e alle previste modalità esecutive (...). In funzione del tipo di opera o di intervento e della complessità del contesto geologico, specifiche indagini saranno finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico. Esso deve essere sviluppato in modo da costituire utile elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche.

(...) Le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento e devono riguardare il volume significativo di cui al § 3.2.2, e devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione”.

Per la progettazione sismica più precisamente, le NTC stabiliscono:

“Le indagini geotecniche devono essere predisposte dal progettista in presenza di un quadro geologico adeguatamente definito, che comprenda i principali caratteri tettonici e litologici, nonché l’eventuale preesistenza di fenomeni di instabilità del territorio. Le indagini devono comprendere l’accertamento degli elementi che, unitamente agli effetti topografici, influenzano

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

la propagazione delle onde sismiche, quali le condizioni stratigrafiche e la presenza di un substrato rigido o di una formazione ad esso assimilabile. La caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e la scelta dei più appropriati mezzi e procedure d'indagine devono essere effettuate tenendo conto della tipologia del sistema geotecnico e del metodo di analisi adottato nelle verifiche. Nel caso di opere per le quali si prevede l'impiego di metodi d'analisi avanzata, è opportuna anche l'esecuzione di prove cicliche e dinamiche di laboratorio, quando sia tecnicamente possibile il prelievo di campioni indisturbati. In ogni caso, la caratterizzazione geotecnica dei terreni deve consentire almeno la classificazione del sottosuolo secondo i criteri esposti nel § 3.2.2. Nella caratterizzazione geotecnica è necessario valutare la dipendenza della rigidità e dello smorzamento dal livello deformativo.”

4. Conclusioni: compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano e le condizioni geomorfologiche dei suoli.

Gli studi geologici allegati al Piano e la sintetica relazione qui riportata evidenziano la compatibilità tra le scelte del PUC di Quadrelle con lo studio annesso.

Il Piano Urbanistico Comunale di Quadrelle, infatti, all'interno dell'elaborato cartografico D1 "Zonizzazione del territorio comunale" individua quelle porzioni di territorio urbanizzato soggette a rischio. A tale localizzazione corrisponde, nell'elaborato delle Norme Tecniche Comunali, una specifica normativa di dettaglio. L'elaborato normativo di riferimento specifica che tali aree devono essere coerenti con le norme di cui al titolo II delle NTA dello PSAI dell'ex Autorità di Bacino della Campania Centrale, escludendo interventi di nuova costruzione e/o di sostituzione edilizia, salvo diverse nuove perimetrazioni che attestino la variazione dei livelli di pericolosità.

Al titolo II delle NTA dello PSAI, infatti sono presenti sia le prescrizioni comuni per le aree a rischio idraulico, sia gli interventi ammissibili e gli interventi per la mitigazione di tale fenomeno. Inoltre dal Capo II al Capo IV sono individuati gli interventi ammissibili nelle aree a rischio idraulico molto elevato, elevato e medio-moderato, oltre ai puntuali interventi consentiti sul patrimonio edilizio in base alla specifica classe di rischio di appartenenza.

Il Piano Urbanistico di Quadrelle, quindi, riconoscendo che alcune aree urbanizzate sono soggette a tale fenomeno, si allinea alla normativa sovraordinata, individuando all'interno della tavola della zonizzazione D1 e normando all'interno delle Norme Tecniche di Attuazione le seguenti aree soggette a fenomeno di pericolosità idraulica:

- nucleo storico di primo impianto vulnerabile da mettere in sicurezza;
- insediamenti urbani consolidati vulnerabili da mettere in sicurezza;
- Porzione di aree derivanti da Piani di Lottizzazione in area di pericolosità idrogeologica;
- Piccoli recinti produttivi da mettere in sicurezza;

Si riscontra che soltanto limitate porzioni del territorio comunale, quali RC " aree di consolidamento urbanistico a vocazione residenziale integrate con attrezzature e servizi e subordinate ad una verifica dei livelli di pericolosità idrogeologica" e RN "Aree di integrazione

Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Generale e le condizioni geomorfologiche dei suoli

urbanistica di tipo commerciale, per attrezzature e servizi pubblici e privati subordinate ad una verifica dei livelli di pericolosità idrogeologica”, sono aree dove il PUC prevede la possibilità di interventi di nuova costruzione all’interno di aree esposte. Nonostante ciò, anche in questo caso il PUC all’interno delle NTA prevede la compatibilità con le Norme dell’Autorità di Bacino della Campania Centrale, sulla base del fenomeno di rischio atteso, escludendo di fatto interventi di nuova costruzione in caso di rischio molto elevato ed elevato e prevedendo il rispetto dell’art. 15 in caso di aree a rischio idraulico medio e moderato .