



# TORRE LE NOCELLE (AV)

# PUC 2018

## PIANO URBANISTICO COMUNALE

(L.R. 16 del 22/12/2004 e s.m.i. - Regolamento di Attuazione n° 5 del 04/08/ 2011)

*Adottato con delib. di G.C. n°61 del 16/05/2018 e adeguato alle osservazioni accolte con delib. di G.C. n°74 del 30/08/2019*

avv. Antonio Carcillo  
(SINDACO)

geom. Carlo Petriello  
(ASS. URB. e LL.PP.)

ing. Pasqualino Cefalo  
(R.U.P.)

1:25000    1:10000    1:5000    1:2000  
○            ○            ○            ○



- DISPOSIZIONI STRUTTURALI  
*a tempo indeterminato (ex art.3. co.3 L.R. 16/2004)*
- DISPOSIZIONI PROGRAMMATICHE  
*a tempo determinato (ex art.3. co.3 L.R. 16/2004)*
- ATTI DI PROGRAMMAZIONE (API)  
*(ex art. 25 - L.R. 16/2004)*
- RELAZIONE ILLUSTRATIVA
- NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE

Sistema di città' : Citta' delle colline del Calore    STS: A8 - Partenio

SIGLA

ALLEGATO

### RELAZIONE DI COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA

PROGETTO URBANISTICO : dr. arch. PIO CASTIELLO  
 STUDIO GEOLOGICO : dr.geol. C. DE CICCO e dr.geol. C. SACCO  
 STUDIO AGRONOMICO : dr. agr. ANGELO R. MUSTO  
 ZONIZZAZIONE ACUSTICA : dr. ing. MICHELE PETRILLO

dr.arch. PIO CASTIELLO

PREMESSA.....	2
INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	2
ASSETTO GEOLOGICO.....	3
OROGRAFIA - IDROGEOLOGIA .....	6
- Unità dei depositi alluvionali.....	6
- Unità dei depositi Elovio-Colluviali e unità dei depositi Piroclastici.....	6
- Unità del Membro Argilloso-Marnoso-Arenaceo.....	7
- Unità del Membro Calcareo-Marnoso- Argilloso .....	7
- Unità del Membro Calcareo .....	7
RISCHIO SISMICO E MICROZONAZIONE SISMICA.....	8
RISCHIO SISMICO E PERICOLOSITA' SISMICA COMUNALE.....	16
MICROZONAZIONE SISMICA COMUNALE .....	19
INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E SISMICHE .....	20
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI E CASO STUDIO.....	21
CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI DERIVATE DALLO STUDIO GEOLOGICO.....	27
AREE NON UTILIZZABILI PER FASCE DI VINCOLO IDROLOGICO, IDROGEOLOGICO E MORFOLOGICO .....	27
CONCLUSIONI : VERIFICHE DI COMPATIBILITÀ .....	27

## PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Torre le Nocelle (AV) ha conferito al sottoscritto architetto Pio Castiello, iscritto all'Albo degli Architetti Pianificatori Paesaggisti e Conservatori della Provincia di Benevento al n° 92, l'incarico di Coordinatore tecnico scientifico per la redazione del Piano Urbanistico Comunale – P.U.C., al fine di razionalizzare le scelte finora attuate, dare assetto definitivo all'intero territorio comunale con la previsione delle dotazioni di spazi destinati a standard urbanistici secondo quanto previsto dalla normativa vigente e di organizzare e sistematizzare l'attività edificatoria edilizia residenziale, delle attività produttive, delle infrastrutture e dei servizi.

## INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il territorio del Comune di **Torre le Nocelle** rientra nell'Ambiente Insediativo **n.6 – Avellinese** ed è compreso nell'STS (Sistema Territoriale di Sviluppo) a dominante naturalistica "**A12 Terminio - Cervialto**"

Dati Generali

- Superficie Territoriale (ISTAT)..... 10.04 Km<sup>2</sup> (1.004 Ha)
- Popolazione residente a gennaio 2016..... 1286 residenti
- Densità di Popolazione ..... 134.56 Ab/Km<sup>2</sup>
- Altitudine max..... m 525 s.l.m.
- Altitudine min. .... m 199 s.l.m.
- Altitudine centro..... m 420 s.l.m.
- Classificazione sismica (Del.G.R.5447 del 07/11/2002)..... Classe 1 – Alta sismicità
- *Distanze:*
  - (Capoluogo di Regione) Napoli ..... Km 88,20
  - (Capoluogo di Provincia) Avellino..... Km 28,00
  - Benevento ..... Km 22,40
  - Caserta..... Km 93,30
  - Roma ..... Km 280,20

Il Comune di Torre Le Nocelle confina con Montemiletto, Pietradefusi, Venticano, Taurasi, Mirabella Eclano. Il territorio è suddiviso in diverse località e frazioni come: Felette, Fontana d'Agli, Madonna delle Grazie, San Mercurio, Grifi, Case Sparse

## COMPATIBILITÀ TRA CONDIZIONI GEOTECNICHE E PREVISIONI URBANISTICHE

Il presente progetto P.U.C. – Piano Urbanistico Comunale è stato coordinato con lo studio geologico – geomorfologico – geostatico – idrogeologico – geosismico, redatto, ai sensi delle Leggi regionali n° 9 del 07/01/1983 e n° 248/2003, del DPCM 3274 del 20/03/2003, della L. n° 16 del 22.12.2004 della Regione Campania, del Piano Territoriale Regionale (P.T.R.) del 16/09/2008, e del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (P.T.C.P.) e delle normative Tecniche (N.T.C.) di cui al D.M. 14/01/2008 dai geologi Dott. Geol. Carmine De Cicco e Dott. Geol. Sacco Claudio.

Il sottoscritto progettista del P.U.C. ha quindi redatto la verifica che segue, in modo da meglio specificare i rapporti geotecnici e geosismici, in termini di compatibilità, tra le caratteristiche geosismiche dei terreni e le previsioni di trasformazione del territorio.

Dalla analisi condotta dallo studio geologico e per la verifica del grado di sismicità del territorio di Torre Le Nocelle, è stato effettuato tale studio, al fine di individuare le aree geologicamente significative per la zona, in riferimento alla ubicazione delle strutture sismo genetiche dell'Appennino Meridionale.

## **ASSETTO GEOLOGICO**

Il rilevamento geologico particolareggiato e di dettaglio effettuato all'interno dell'intero territorio comunale, il puntuale dovuto confronto con la relazione geologico – tecnica e le carte tematiche allegate al precedente piano urbanistico territoriale ( P.R.G.), l'esame dettagliato della letteratura geologica esistente nonché gli esiti e le risultanze dei campioni prelevati ed analizzati durante la adeguata ed organica campagna di sondaggi geognostici, hanno permesso di individuare la presenza dei seguenti molteplici e diversificati complessi e formazioni geologici, affioranti in loco grazie essenzialmente alla già descritta particolare positiva morfologia del territorio e qui di seguito caratterizzati e riportati nelle Carte Geolitologiche.

L'evoluzione paleogeografica dell'area è stata caratterizzata da un lungo periodo in cui sono stati prevalenti i fenomeni sedimentari su quelli tettonici che ha portato alla formazione di gran parte dei terreni di substrato attribuibili alle unità Lagonegresi nel bacino marino omonimo, tra il Cretacico ed il Miocene inferiore. Contemporaneamente si assisteva alla formazione di successioni carbonatiche di piattaforma Campano-Lucana, Abruzzese Campana e Apula, che individuavano vari bacini marini più o meno profondi tra il Tirreno e l'Adriatico. Partendo dal Tortoniano superiore e fino al Pleistocene superiore l'evoluzione geologica è caratterizzata da movimenti tettonogenetici che generano una serie di raccorciamenti e sovrascorrimenti delle formazioni marine esistenti che assumono il carattere di coltri di ricoprimento, danno origine all'attuale catena appenninica per sovrapposizione dei terreni più interni su quelli esterni. In particolare nel Tortoniano superiore- Messiniano inferiore una fase tettonica di importanza regionale provoca, tra l'altro, il sovrascorrimento dei terreni lagonegresi su quelli della Piattaforma Campano- Lucana, come evidenziato nell'area in esame da sondaggi profondi per ricerche di idrocarburi. Le condizioni mutano completamente e si assiste alla formazione di una serie di bacini di dimensioni ridotte rispetto al passato, ubicati sul dorso dei terreni deformati preesistenti (bacini di piggy-back), in cui la sedimentazione alimentata dallo smantellamento rapido dei bordi tettonicamente attivi risulta caratterizzata dalla formazione di potenti depositi silico-clastici. Nel corso del Pliocene l'attività tettonica sinsedimentaria ha fortemente influenzato l'evoluzione dei bacini intracatena ubicati sulle coltri piggy-back basins. A partire dal Pliocene medio-superiore, la conformazione paleogeografica dell'area muta completamente e si passa da condizioni originarie caratterizzate da un bacino a prevalente sedimentazione marina di limitata estensione e profondità, delimitato da dorsali montuose poco elevate e allineate in direzione appenninica, ad un paesaggio continentale individuatosi a seguito di una generale surrezione dell'area.

L'area in esame è ubicata nell'Appennino Iripino, una zona di transizione tra due archi minori dell'Appennino meridionale: il segmento molisano-sannitico a nord e il segmento campano-lucano a sud, questi due grandi elementi strutturali si congiungono a nord della sinforme dell'Ofanto; la linea di svincolo trasversale è costituita dalla linea Bagnoli Iripino- T. Calaggio, linea trascorrente sinistra, attiva tra il Pliocene ed il Pleistocene medio. Il risultato attuale delle varie fasi tettoniche è schematizzabile in una pila di falde sovrapposte di terreni sedimentari, per lo più marini e di

età compresa tra il Trias ed il Miocene medio. I corpi geologici affioranti sono strutturati in unità tettoniche disposte secondo fasce orientate in senso appenninico, che derivano dalla deformazione di successioni bacinali ubicate lungo il margine continentale passivo della microzolla adriatico-apula. Nel territorio comunale è presente la seguente unità stratigrafico strutturale: **Unità tettonica di Frigento** (Di Nocera et alii, 2002), originariamente più interna, che occupa attualmente la posizione geometrica più elevata e comprende depositi riferibili alla Serie calcareo-silico-marnosa (Scandone, 1967) del margine interno del Bacino lagonegrese-molisano. In tale contesto geologico-strutturale il comune di Torre Le Nocelle al nucleo di una struttura antiforale con asse NE-SW che si sviluppa nei terreni più recenti dell'Unità tettonica di Frigento (FYR-FYRa).

Il territorio comunale è ubicato, procedendo dai terreni più recenti verso i più antichi, su terreni del Quaternario, rappresentati in massima parte dalle coperture detritiche di ambiente continentale, e terreni prequaternari, rappresentati dalle formazioni del substrato geologico:

- **TERRENI QUATERNARI**
- **TERRENI PREQUATERNARI**
  
- **A) DEPOSITI QUATERNARI**

I sedimenti quaternari, sono costituiti da

- ***Terreni di riporto (Attuale):***

terreni eterogenei a matrice prevalentemente limosa, accumulati a seguito di attività antropiche varie. Sono terreni di risulta estremamente alterati presenti limitatamente nel settore centrale del centro urbano e a valle della Chiesa di San Ciriaco del centro antico; gli spessori sono variabili fino a 6 m.

- ***Deposito di frana (Attuale):***

detrito sciolto caotico eterogeneo ed eterometrico con evidenze di evoluzione in atto del movimento; la natura dei blocchi e della matrice, prevalentemente limosa, varia con la successione originaria coinvolta. Spessore variabile. Nell'elaborato geolitologico sono stati cartografati sotto tale simbolo i depositi di frana più consistenti presenti nell'area rilevata, con spessori variabili tra i 3 e 10 m circa; tali terreni si ritrovano concentrati prevalentemente nel settore sud-occidentale e nord-orientale del territorio comunale in corrispondenza delle aree interessate dai maggiori fenomeni franosi. Per una trattazione più completa si rimanda alla sezione relativa alla geomorfologia e alla stabilità.

- ***Deposito alluvionale (Olocene-Attuale):***

è costituito da ghiaie e ghiaie sabbiose in matrice limosa prevalente alternati subordinatamente a livelli sabbiosi e lenti limoso-argillose; lo spessore è compreso tra i 4 ed i 6 metri e si ritrovano in prevalenza lungo il corso del Fiume Calore, rappresentandone il deposito attuale. Si localizzano nel settore orientale del territorio comunale lungo il confine con il territorio comunale di Taurasi.

- ***Detrito di versante (Olocene-Attuale):***

detrito sciolto eterometrico, localmente clinostratificato, in fasce localizzate lungo i pendii e alla base dei versanti. Affiora nel settore settentrionale dell'area urbana con spessore compreso tra 3 ed 8 metri.

- ***Coltre eluvio-colluviale (Pleistocene superiore-Attuale):***

è costituita da limi e limi sabbiosi bruni o nerastri, talora con pomici e piroclastiti fini rimaneggiate e argillificate e livelli di ghiaie; localmente includono frammenti di strato calcareo-marnosi e arenacei. Sono stati cartografati in questa categoria depositi presenti lungo i versanti, come riempimenti di paleoconche, o su ripiani morfologici, come terreni

residuali; hanno uno spessore variabile tra i 3 e i 6 m, con una parte superficiale più alterata ed una parte sottostante di norma più consistente. Affiorano diffusamente in tutto il territorio comunale.

- ***Piroclastiti (Pleistocene medio-Olocene):***

sono costituite da pomici e ceneri incoerenti localmente rimaneggiate e pedogenizzate. In genere si presentano areati o mediamente addensati, e talora costituiscono dei veri e propri paleosuoli. Tali depositi vulcanici si sono originati con le varie eruzioni esplosive del Vesuvio. Lo spessore varia da qualche decimetro fino a 6 m. Affiorano nel settore meridionale dell'area urbana.

- ***Tufo Grigio Campano (Plesistocene superiore):***

è costituito da depositi piroclastici coerenti, massivi, di colore grigio-rossastro; si tratta di piroclastiti da caduta in giacitura primaria, intercalate a depositi da flusso piroclastico di colore grigio scuro con diverso grado di saldatura e litificazione, attribuibili all'Ignimbrite Campana *Auctt.* nella sua caratteristica *facies rosa*. Lo spessore locale è non superiore ai 20 m. Affiora nel settore nord orientale del territorio comunale, in C/da Felette, confinato dal Vallone Palatelle a Nord e il Fiume Calore ad Est.

➤ **B) DEPOSITI DEL SUBSTRATO**

***Flysch Rosso (Cretaceo sup. – Burdigaliano)***

I terreni appartenenti al flysch Rosso sono in gran parte eteropici tra loro e si ritrovano alla base di tutti gli altri termini della serie litostratigrafica descritta. La serie è costituita da depositi marini di scarpata-base di scarpata, formata da flussi gravitativi marnoso-argilloso-calcarei. Lo spessore locale è di circa 300 m e l'età è Cretacico superiore-Burdigaliano. Al tetto è limitato in concordanza dal Flysch Numidico; il contatto basale, originariamente stratigrafico concordante con il Flysch Galestrino, risulta tettonizzato. In funzione del rapporto calcare/pelite e di caratteristici elementi litologici sono stati distinti in questa formazione tre membri di seguito descritti.

- ***Membro argilloso-marnoso:***

alternanza di argille, argilliti e marne policrome, con livelli e lenti di calcareniti e calciruditi lito e bioclastiche, calcilutiti in strati medio-fini; il rapporto calcare/pelite è  $\ll 1$ . Il membro in questione si rinviene a più altezze della successione, in eteropia con gli altri termini, e prevale nella parte superiore della serie. Lo spessore locale, non facilmente valutabile, è dell'ordine dei 100 m.

- ***Membro calcareo-marnoso-argilloso:***

è costituito da calcareniti, calcari marnosi e calcilutiti in strati e banchi con frequenti intercalazioni di marne, argille marnose ed argilliti grigie e rosse; il rapporto calcare/pelite è  $\approx 1$ . Il membro in questione si rinviene a più altezze della successione, in eteropia con gli altri termini, e prevale nella parte intermedia della serie. Lo spessore locale non facilmente valutabile, è dell'ordine dei 250-300 m.

- ***Membro calcareo:***

è formato da calcari organogeni, calciruditi e calcareniti bio e litoclastiche, calcilutiti avana, in banchi, con grado di fratturazione variabile, con rare intercalazioni di marne ed argilliti rosse e verdi, marne calcaree e calcari con selce; il rapporto calcare/pelite è  $\gg 1$ . Rappresenta la parte più grossolana della serie (torbiditi di base scarpata canalizzate). Affiora nel settore centrale del territorio comunale, rappresentando il substrato di gran parte del vecchio centro storico; lo spessore locale è circa 100-150 m.

## **OROGRAFIA - IDROGEOLOGIA**

Dal punto di vista morfologico il territorio di Torre Le Nocelle è prevalentemente di tipo collinare con dolci pendii degradanti verso le aste torrentizie in modo regolare.

Il bacino idrologico nell'area è funzione dell'assetto idrostratigrafico e della situazione geomorfologica, lo sviluppo della rete idrografica è in generale condizionato dalla presenza di elementi tettonici che ne hanno determinato gli andamenti preferenziali. Difatti la maggior parte delle acque meteoriche vengono drenate per ruscellamento superficiale tramite una rete idrografica costituita da una serie di Valloni confluenti verso il settore occidentale del territorio comunale, nel Fiume Calore; una piccola parte viene assorbita dalle litologie più permeabili affioranti nell'area.

Per quel che riguarda le caratteristiche idrologiche generali, il comune di Torre Le Nocelle rientra in una zona caratterizzata da un regime pluviometrico di tipo Appenninico (Sub-Litoraneo) con periodo piovoso compreso tra ottobre e maggio.

Dal punto di vista Idrogeologico, si evince che il territorio comunale è caratterizzato in massima parte dalla presenza di terreni da scarsamente permeabili ad impermeabili e solo in settori limitati, con potenzialità idriche medio-basse, si riscontra la presenza di terreni con grado di permeabilità medio che danno origine a piccole sorgenti dove le condizioni stratigrafico-strutturali lo consentono. Ai fini tecnici è necessario sottolineare la presenza locale di falde stagionali poco profonde nei complessi limoso-ciottoloso- argillosi (terreni quaternari) e nel complesso marnoso-argilloso, che per le loro caratteristiche tecniche sono condizionati dal contenuto d'acqua, con riduzioni di resistenza al taglio e incremento delle azioni sismiche locali nei casi di presenza di acqua.

Nel territorio comunale di Torre Le Nocelle si individuano terreni con diverso grado di permeabilità. L'eterogeneità diffusa dei litotipi affioranti non consente comunque la formazione di acquiferi consistenti e di una circolazione sotterranea continua. Le caratteristiche delle unità geolitologiche affioranti nell'area hanno permesso, come detto, di classificare le stesse in funzione del comportamento idrogeologico medio. Sono stati così distinti, per tipo e grado di permeabilità relativo, sei unità idrogeologiche:

### **- Unità dei depositi alluvionali**

E' costituita da depositi ghiaiosi, sabbiosi e limoso argillosi di fondovalle; essa è permeabile per porosità ed il grado di permeabilità dell'intera associazione litologica si può considerare medio-alto, anche se in realtà esso varia da zona a zona in funzione della granulometria dei depositi. La capacità ricettiva dell'acquifero alluvionale è complessivamente buona, sia nei confronti dell'alimentazione diretta (Fenomeno, questo, molto facilitato dalla morfologia piatta degli affioramenti) che nei confronti di quella indiretta proveniente dagli acquiferi adiacenti. A causa della sostanziale caoticità che caratterizza la giacitura dei vari litotipi (con lenti più o meno estese e tra loro interdigate a depositi con differente grado di permeabilità), la circolazione idrica sotterranea è preferenzialmente basale e si esplica secondo lo schema delle falde sovrapposte intercomunicanti. E' ovvio, quindi, che le falde presenti nel complesso alluvionale sono interessanti tanto è vero che esse subiscono uno sfruttamento abbastanza rilevante per scopi irrigui ed industriali.

### **- Unità dei depositi Elovio-Colluviali e unità dei depositi Piroclastici**

In questa unità idrogeologica sono compresi i depositi continentali eluvio- colluviali, il detrito di frana, le piroclastiti incoerenti, sciolte, ed i terreni a matrice limoso-argillosa con inclusi lapidei talora prevalenti. La permeabilità è per porosità ed il relativo grado è medio - basso. Si ritrova diffusa su buona parte del territorio e nel settore meridionale subito a valle del centro abitato. Il medio - basso grado di permeabilità, gli spessori modesti delle litologie e le

caratteristiche geomorfologiche di affioramento non favoriscono l'instaurarsi di falde freatiche interessanti ma solamente una circolazione idrica sotterranea di tipo stagionale, strettamente legata all'andamento del regime pluviometrico e spesso alimenta tratti di rami drenanti secondari.

Per i depositi piroclastici coerenti (tufo), con grado di cementazione e fratturazione variabile, presenti sottoforma di lembo nella porzione centro-orientale del territorio comunale alla Loc. Felette, la permeabilità è per porosità e, localmente, per fratturazione ed il relativo grado è anch'esso medio - basso. In generale i livelli piezometrici nei pozzi ubicati in questo affioramento si attestano ad non meno di 3/4 metri dal p.c..

#### - **Unità del Membro Argilloso-Marnoso-Arenaceo**

Comprende terreni marini e di transizione in facies di flysch con basso rapporto arenaria/pelite o calcare/pelite. La permeabilità è per porosità e, subordinatamente, per fratturazione; il relativo grado varia in funzione della natura e dello spessore delle litologie costituenti; esso è medio alto - dove è predominante la componente litica - è basso, quasi nullo, dove predomina la componente argillosa e argillosa marnosa . Affiora nei settori centro-meridionale, settentrionale ed occidentale del territorio comunale. Le condizioni stratigrafico-strutturali e di permeabilità sono in genere sfavorevoli all'affioramento di polle sorgive, assumendo localmente il ruolo di impermeabile relativo. In generale sono presenti modesti livelletti idrici superficiali i quali, determinano una filtrazione diffusa in seno alle coltri di copertura e causano estesi dissesti tipo creep e soliflussi. Negli acquiferi di tipo prevalentemente non litoide la circolazione idrica sotterranea si localizza, in genere, nelle coltri di alterazione subaerea; in essi, pertanto, al di là della circolazione idrica lungo eventuali fratture e piani di stratificazione, si riconosce la presenza di falde sub superficiali che, seppure localmente limitate, danno luogo a sorgenti per "*affioramento della piezometrica*", laddove si ha un assottigliamento o la totale asportazione delle coltri di copertura.

#### - **Unità del Membro Calcereo-Marnoso- Argilloso**

E' costituita da terreni marini in facies di flysch con alto rapporto calcare/pelite appartenenti al membro calcereo - marnoso del Flysch Rosso. La permeabilità è per porosità e, localmente, per fratturazione; il relativo grado varia in funzione della natura e dello spessore delle litologie costituenti; esso è medio alto - dove è predominante la componente litica - è basso, quasi nullo, dove predomina la componente argillosa e argillosa marnosa. Affiora prevalentemente in prossimità del Centro Urbano ed è caratterizzato dalla presenza delle cosiddette "falde freatiche sospese". Le risorse idriche sono sfruttate per scopi domestici ed irrigui mediante pozzi di profondità non superiore ai trenta metri.

#### - **Unità del Membro Calcereo**

E' costituito da terreni marini in facies di flysch con alto rapporto calcare/pelite appartenenti al membro calcereo del Flysch Rosso. La permeabilità è per fratturazione ed il relativo grado varia da medio-alto a, localmente, scarso. Affiora prevalentemente nel Centro Urbano e nelle aree immediatamente prossime ad esso; rappresenta il complesso caratterizzato dalla presenza dei maggiori volumi idrici di acque sotterranee dell'intero comune. Le emergenze sorgentizie, quasi tutte ubicate alla base dell'alto topografico su cui si sviluppa l'intero abitato di Torre le Nocelle, si hanno sia per tamponamento da parte di terreni meno permeabili con sorgenti per limite di permeabilità e per soglia di permeabilità; più cospicui dovrebbero essere i deflussi sotterranei nei settori in cui il complesso in esame è coperto da depositi meno permeabili, come testimoniato da numerosi pozzi nei settori di affioramento delle componenti meno permeabili del Flysch Rosso.



## **RISCHIO SISMICO E MICROZONAZIONE SISMICA**

La penisola italiana è una delle zone sismicamente più attive del Mediterraneo. Essa è stata inoltre, sede di alcune tra le più antiche civiltà, e ciò ha permesso la registrazione di notizie attendibili anche di eventi sismici molto antichi, ma solo a partire dal XIX secolo gli studiosi di sismologia hanno cominciato a estrarre da queste cronache le informazioni riguardanti i terremoti nel tentativo di “scrivere” una storia sismica italiana.

Dalla raccolta e classificazione sistematica di eventi sismici sono nati i primi cataloghi dei terremoti. La nuova versione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI (Gdl, CPTI, 1999), detta CTPI2, aggiornata al 2002, è stata realizzata utilizzando tutti gli studi macrosismici e strumentali resi disponibili dal 1999 in poi.

Numerosi studi hanno sottolineato che la pericolosità sismica non dipende solo dal tipo di terremoto, dalla distanza tra l'epicentro e la località interessata, ma, soprattutto, dalle caratteristiche geologiche dell'area di interesse. Infatti, la geometria della struttura del sottosuolo, le variazioni dei tipi di terreni e delle sue proprietà con la profondità, le discontinuità laterali, e la superficie topografica sono all'origine delle larghe amplificazioni delle vibrazioni del terreno e sono stati correlati alla distribuzione del danno durante i terremoti distruttivi (Aki, 1993; Bard, 1994; Faccioli, 1991, 1996; Chavez-Garcia et alii, 1996).

Questi fattori sono particolarmente importanti per la corretta valutazione dell'azione sismica nell'ambito della difesa dai terremoti, per tale motivo, ai fini della riduzione del rischio sismico, è importante riconoscere le aree in cui le oscillazioni del suolo sono più ampie e definire le frequenze con le quali esse tendono ad oscillare.

L'azione esercitata localmente dagli strati più superficiali, che operano sia da filtro che d'amplificatore, costituisce quello che va sotto il nome d'Effetto di Sito. Riconoscere in dettaglio le aree caratterizzate in media da uguale Risposta di Sito, dovuta alle caratteristiche geologiche o alla topografia, è diventata una richiesta fondamentale negli studi geologici e geofisici relativi alle costruzioni.

Anche la nuova normativa sismica del territorio italiano (OPCM, n° 3274/2003 Ordinanza PCM 3519 del 28/04/2006 e D.M. 17 GENNAIO 2018), sottolineano l'importanza della conoscenza delle condizioni geologiche del sito per adeguare le tecniche di costruzione.

Prima di affrontare la tematica riguardante la Risposta Sismica Locale e le metodologie per la sua corretta valutazione, è necessario approfondire gli aspetti che sono alla base di tale problematica: il significato di rischio sismico e la zonazione sismica in Italia.

- **Rischio sismico**

Il Rischio Sismico si definisce come l'insieme dei possibili danni che un terremoto può provocare, in un determinato intervallo di tempo e in una determinata area, in relazione alla sua probabilità di accadimento ed al relativo grado di intensità (severità del terremoto) in relazione alle principali caratteristiche della comunità esposta.

L'intensità o severità di un terremoto può essere valutata in due modi:

- misurando l'energia sprigionata dal sisma, su tale calcolo si basa la scala Richter;
- valutando le conseguenze sull'uomo, sulle costruzioni e sull'ambiente, suddividendo tali effetti in livelli in base alla scala realizzata dal sismologo Mercalli.

La determinazione del rischio è legata a tre fattori principali:

## **RISCHIO = PERICOLOSITÀ \* ESPOSIZIONE \* VULNERABILITÀ**

La pericolosità esprime la probabilità che, in un certo intervallo di tempo, un'area sia interessata da terremoti che possono produrre danni. Dipende dal tipo di terremoto, dalla distanza tra l'epicentro e la località interessata nonché dalle condizioni geomorfologiche. La pericolosità è indipendente e prescinde da ciò che l'uomo ha costruito.

L'esposizione è una misura dell'importanza dell'oggetto esposto al rischio, in relazione alle principali caratteristiche dell'ambiente costruito. Consiste nell'individuazione, sia come numero che come valore, degli elementi componenti il territorio o la città, il cui stato, comportamento e sviluppo può venire alterato dall'evento sismico (il sistema insediativo, la popolazione, le attività economiche, i monumenti, i servizi sociali).

La vulnerabilità consiste nella valutazione della possibilità che persone, edifici o attività, subiscano danni o modificazioni al verificarsi dell'evento sismico. Misura da una parte la perdita o la riduzione di efficienza, dall'altra la capacità residua a svolgere ed assicurare le funzioni che il sistema territoriale nel suo complesso esprime in condizioni normali. Ad esempio nel caso degli edifici la vulnerabilità dipende dai materiali, dalle caratteristiche costruttive e dallo stato di manutenzione ed esprime la loro resistenza al sisma.

In Italia, negli ultimi duemila anni si sono verificati migliaia di terremoti e, tra questi, oltre 150 hanno raggiunto o superato il IX grado della scala MCS, e, come evidenziava il Prof. Barberi nel 1991, la penisola italiana negli ultimi tre secoli era stata scossa da circa 20 terremoti di magnitudo (M) pari o superiore a 6, con una media nell'Appennino di un terremoto distruttivo ogni 15 anni.

**In Italia il rischio sismico non è legato solo alla sismicità del territorio, ma anche ad altri fattori, quali l'elevata densità di popolazione, che fa sì che ogni evento interessi un numero elevato di persone, ed il fatto che parte del patrimonio edilizio non è stato realizzato con criteri antisismici.**

Per tale motivo riveste una notevole importanza minimizzare i danni prodotti da un terremoto, sia mediante un razionale utilizzo del territorio e l'elaborazione di norme costruttive che rendano gli edifici in grado di resistere alle scosse più intense che potranno colpirli, sia effettuando un'analisi probabilistica di previsione dei terremoti, che si basi o sulla conoscenza accurata della genesi dell'evento sismico (epicentro, tempo origine, e magnitudo del terremoto) o su un'analisi statistica della sismicità storica di un'area.

- **Pericolosità sismica - Sismicità dell'area mediterranea**

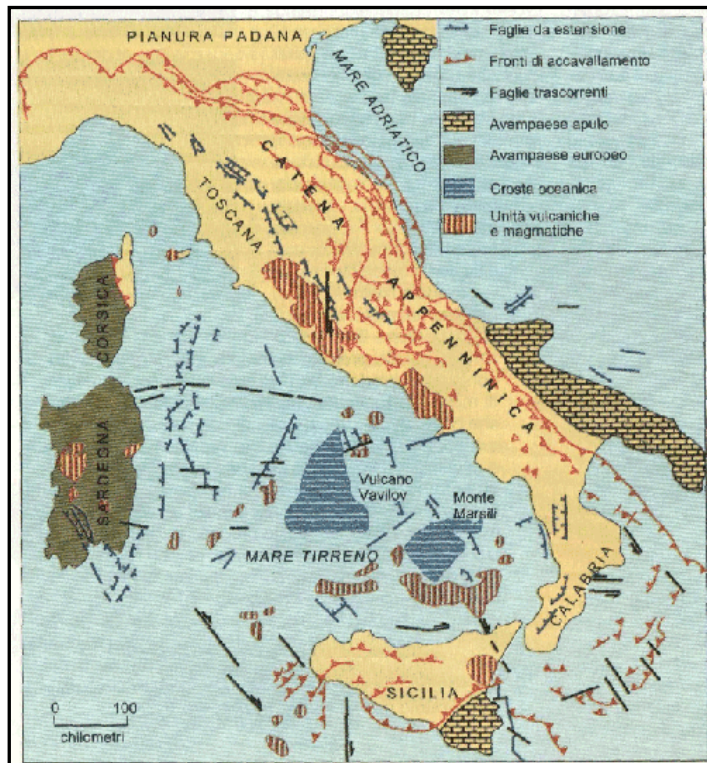
La regione mediterranea è una regione geologicamente molto attiva, che sta subendo una deformazione piuttosto rapida ed è caratterizzata da una sismicità diffusa che non è ristretta solo lungo i bordi delle zolle (Vannucci et alii, 2004).

L'evoluzione geodinamica del Mediterraneo centrale costituisce da diversi decenni l'oggetto di un intenso dibattito scientifico. In questo settore della crosta terrestre il processo di raccorciamento, provocato nell'ambito del sistema Europa, Africa, e Adria dall'apertura del Bacino Oceanico Tirrenico, è responsabile della formazione di strutture geologiche di natura ed evoluzione assai differente. Accanto alle catene montuose, naturale prodotto dei processi di collisione, il Mediterraneo centrale ha visto la nascita e la progressiva evoluzione di bacini marini di limitate dimensioni, caratterizzati, come il Tirreno, dalla formazione di nuova crosta, simile a quella presente nel fondo dei grandi oceani.

Nei primi anni settanta la struttura del Mediterraneo è stata interpretata come un mosaico di frammenti di litosfera (microplacche), i cui processi di rotazione e di traslazione erano la causa dell'apertura di nuovi bacini oceanici e del corrugamento delle catene montuose.

La formazione del Bacino Ligure-Provenzale e del Bacino Tirrenico furono interpretate come il risultato della progressiva rotazione antioraria e traslazione di due microzolle indipendenti: il blocco sardo-corso e la penisola italiana.

Questi modelli evolutivi trovarono il loro fondamento teorico nei concetti generali della tettonica a zolle, la cui possibilità di applicazione al Mediterraneo centrale era confermata dalla presenza di alcuni elementi classici, quali il piano di subduzione sotto l'arco calabro e il vulcanismo calcoalcalino delle isole Eolie (Funicello et alii, 1997).



*Schema della catena appenninica*

La formazione della catena appenninica, che costituisce l'ossatura della penisola italiana, è legata ai complicati processi che caratterizzano il Mediterraneo e che sono responsabili della migrazione del sistema di catena-avampaese verso l'avanfossa di Padano-Adriatico-Ionica, e dell'apertura sincrona del bacino Tirrenico di retroarco.

La catena Appenninica è formata da una serie di unità strutturali, convergenza di accavallamento verso l'adriatico, che derivano dalla deformazione delle unità appartenenti al Bacino sardo-corso ed ai bacini di accrezione associati alla sua migrazione verso sud-est, all'insieme dei terreni bacinali e di piattaforma carbonatica del margine di Adria ed a rimanenze obdote del Bacino della Tetide.

Le complesse fasi deformative responsabili della catena appenninica possono essere ricondotte ad una convergenza di placche che, a partire dal Cretaceo inferiore-medio fino al Pleistocene inferiore (~130 milioni di anni fa fino ~1,8 milioni di anni fa), ha portato alla collisione continentale ed al conseguente sottoscorrimento di litosfera di Adria sotto il margine Europeo. La rotazione in senso antiorario del blocco sardo-corso, avvenuta al passaggio Oligocene-Miocene (~24 milioni di anni fa), in seguito all'apertura del Bacino Ligure-Provenzale, favorisce il sottoscorrimento della Tetide e del cratone africano sotto il blocco sardo e accentua la compressione del sistema orogenico appenninico. Nel Burdigaliano si registra un'accentuazione dell'impilamento delle falde ed il trasporto orogenetico dell'edificio tettonico verso l'avampaese adriatico.

Questo movimento genera dei fenomeni di metamorfismo a carattere regionale. Nel Tortoniano, infine, si ha un'altra importante fase di trasporto orogenetico, che viene considerata come l'ultimo evento compressivo. Infatti, nel Tortoniano

superiore si ha un cambiamento nell'evoluzione tettonica appenninica con l'inizio dei processi di rift lungo il margine occidentale appenninico e nell'area settentrionale ed occidentale tirrenica (Critelli, 1991).

Il risultato di un così complicato quadro tettonico è una struttura geologica estremamente complessa, che fa sì che le zone sismicamente attive nel nostro paese costituiscono gran parte del territorio nazionale.

In particolare, l'Appennino Meridionale è interessato, fin da epoche storiche, da un'intensa e frequente tettonica attiva collegata ad un regime estensionale legato alla divergenza di Adria, che è subentrato ad un regime compressivo inattivo (Meletti et alii, 2000).

Gli eventi sismici che interessano l'Appennino Meridionale presentano una profondità ipocentrale generalmente compresa tra i 10 e i 12 Km. Essi sono localizzati prevalentemente lungo una ristretta fascia che coincide con l'area più elevata della catena, e sono caratterizzati da meccanismi focali prevalentemente di tipo estensionale (Vannucci et alii, 2004).

- **Macrozonazione sismica in Italia**

Per Zonazione Sismica di un territorio si intende l'insieme di criteri geologici, geofisici ed ingegneristici atti ad individuare e a delimitare aree a risposta omogenea rispetto al rischio sismico.

I criteri e le metodologie d'intervento dipendono dall'estensione delle aree che si prendono in considerazione. Si parlerà quindi di Macrozonazione Sismica o Zonazione di Primo Grado (Int. Geot.Ass, TC4, 1999) se la scala è a livello regionale; di Microzonazione Sismica o Zonazione di Secondo Grado (Int. Geot.Ass, TC4, 1999), se la scala d'indagine è comunale, e di Risposta Sismica di Sito o Zonazione di Terzo Grado (Int. Geot.Ass, TC4, 1999) se la risposta va cercata per aree ristrette dove è prevista la realizzazione di un manufatto (Rapolla, 1992; 2005).

Nell'effettuare la Macrozonazione Sismica esistono diversi parametri da valutare. Primo fra tutti il periodo di ritorno di interesse di un terremoto. In particolare, poiché il tempo di durata di un edificio è di cento anni, si considera che tale costruzione dovrà essere in grado di sopportare, senza riportare danni, il terremoto con periodo di ritorno di cento anni, e un terremoto di intensità maggiore che abbia periodo di ritorno più lungo, subendo dei danni che non comportino il rischio di vite umane.

Altri parametri da valutare sono l'effetto legato a un evento sismico in un'area posta ad una certa distanza dall'area sismogenetica e l'accelerazione massima "a" del suolo durante il terremoto. Entrambi i parametri vengono calcolati mediante l'ausilio di relazioni empiriche.

In base alla nuova normativa, **la pericolosità viene espressa come l'accelerazione orizzontale al suolo ( $a_g$ ) che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni, e che rappresenta l'accelerazione a cui gli edifici devono resistere senza collassare.**

Tutto il territorio nazionale viene ripartito **in quattro zone** (Allegato 1 dell'OPCM, n° 3274 2003), nelle quali applicare, in modo differenziato, le norme tecniche per la progettazione, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici.

Nella Tabella 2 sono riportati il valore di picco orizzontale del suolo ( $a_g$ ) espresso in percentuale di g ed i valori dell'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico nelle norme tecniche sulle costruzioni. Tali valori sono riferiti alle accelerazioni attese in seguito ad un evento sismico in siti su roccia o suolo molto rigido (con  $V_s > 800$  m/s).

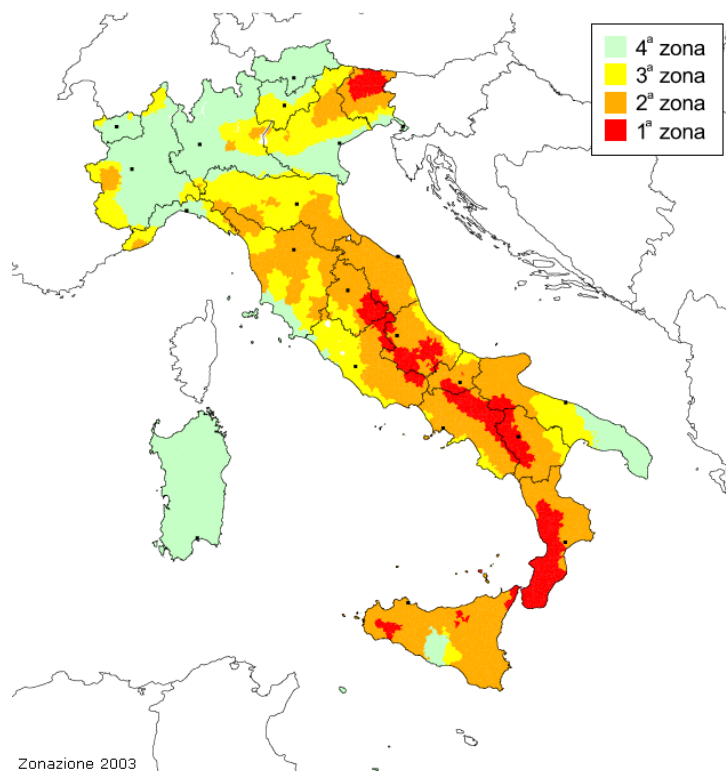
1. Tabella 2: Categorie di rischio e accelerazioni previste dalla normativa sismica dell'OPCM, n° 3274

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni ( $a_g/g$ )	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (norme tecniche) $a_g/g$
1	Maggiore di 0,25	0,35
2	0,15 – 0,25	0,25
3	0,05 – 0,15	0,15
4	Minore di 0,05	0,05

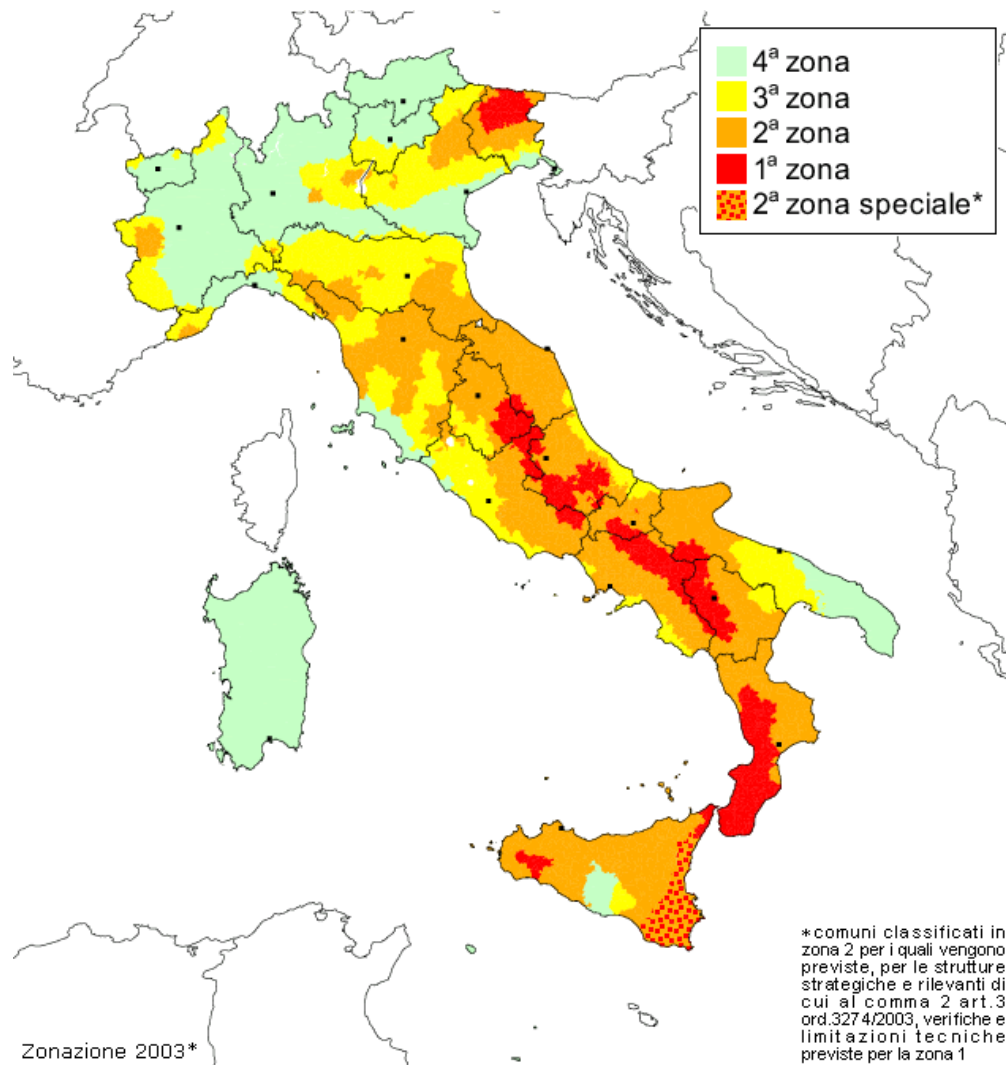
Le valutazioni di  $a_g$  sono state effettuate mediante:

- l'identificazione delle aree sismogenetiche, in base a dati geologici, geofisici, e ai cataloghi sismologici, sia storici che strumentali;
- la determinazione del periodo di ritorno di terremoti di diversa intensità per ogni zona sismogenetica;
- la valutazione di  $a_g$  per ogni area di  $0.05^\circ$  di lato del territorio nazionale, utilizzando leggi medie di attenuazione dell'energia sismica con la distanza.

In base alla nuova normativa (All. 1, 2b dell'OPCM, n° 3274 2003) è stata prodotta una nuova mappa della classificazione sismica del territorio nazionale, in termini di accelerazione massima ( $a_{max}$ ) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni riferiti a siti su roccia o suolo molto rigido (Categoria A, con  $V_s > 800$  m/s), affidando alle Regioni l'individuazione, la formazione ed l'aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche sulla base dei criteri generali dell'Allegato 1.



Zone sismiche del territorio italiano (2003). Ordinanza PCM 3274 del 20/03/2003.

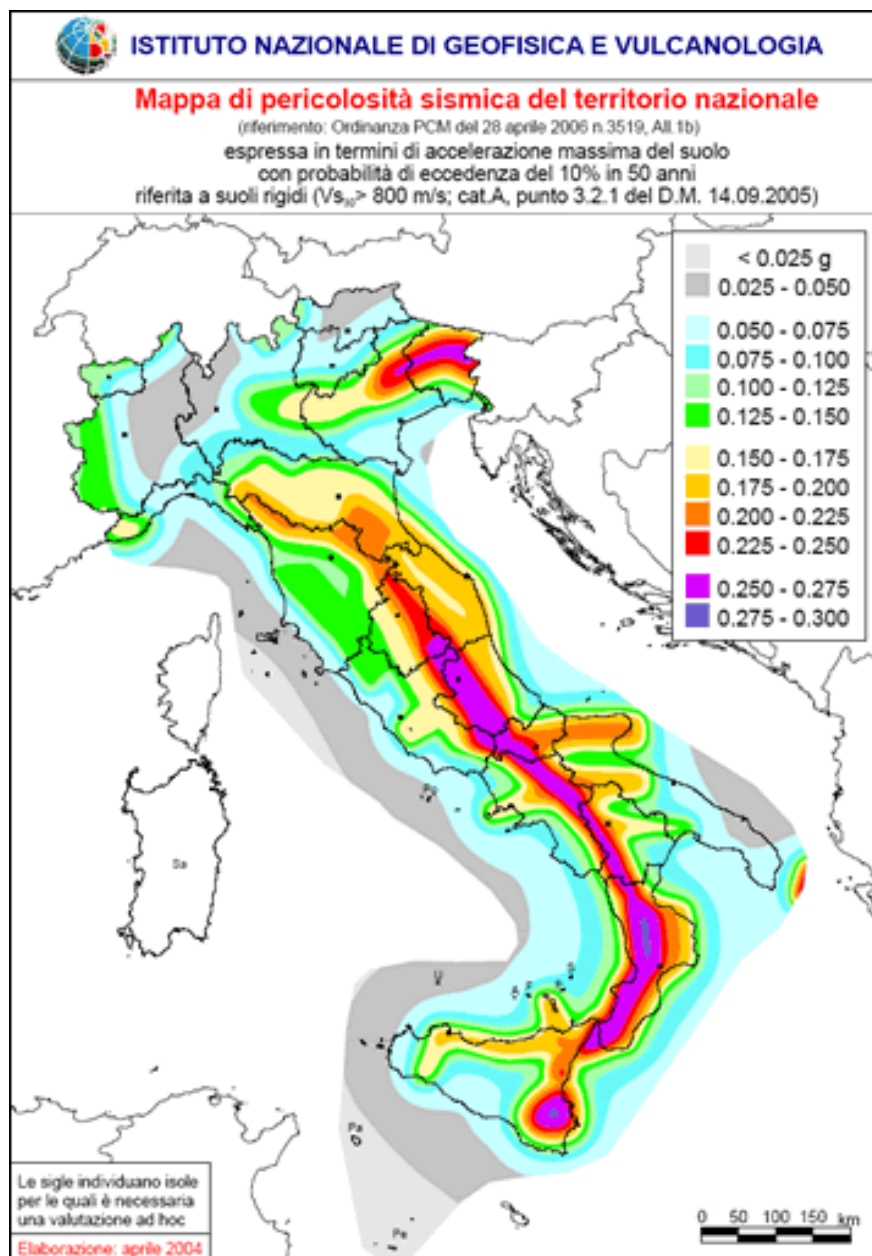


*Zone sismiche del territorio italiano con recepimento delle variazioni operate dalle singole Regioni (fino a marzo 2004).*

In seguito all'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003, è stata realizzata anche una mappa di pericolosità sismica (**Figura 4**), che rappresenta un riferimento per l'individuazione delle zone sismiche.

Per la realizzazione di questa mappa sono stati utilizzati ed elaborati un gran numero di dati, ed in particolare:

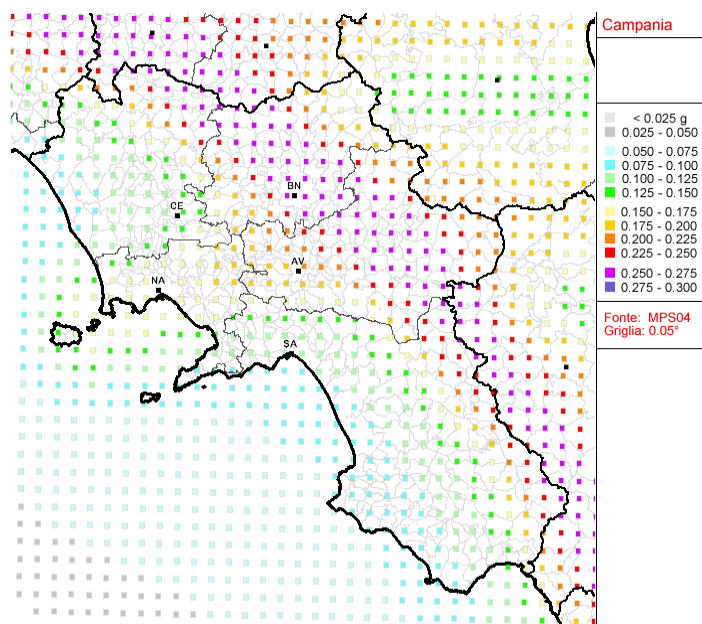
- è stata elaborata una nuova zonazione sismogenetica, **denominata ZS9**;
- è stata prodotta una versione aggiornata del catalogo CPTI (Gdl CPTI, 1999) detta CPTI2;
- sono state verificate, alla luce dei dati dei terremoti più recenti, le relazioni di attenuazione di  $a_{max}$  definite a scala nazionale ed europea.



*Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale*

- **Pericolosità e classificazione sismica in Campania**

La carta della pericolosità sismica calcolata in base alle distribuzioni di  $a_{\max}$  con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, effettuata dal GdL INGV (2004) e redatta in conformità alle disposizioni dell'[Ordinanza PCM 3519](#) (28/04/2006), prevede per la Campania la presenza di 8 classi di  $a_{\max}$ , con valori che variano gradualmente tra 0.075g lungo la costa a 0.275 nell'area dell'Irpinia, ad eccezione delle aree vulcaniche Vesuvio-Ischia-Campi Flegrei dove si hanno valori mediamente compresi tra 0.175g e 0.200g. Per quanto riguarda la distribuzione dell'84mo percentile, anche qui sono presenti in Campania 8 classi di  $a_{\max}$ , con valori che variano tra 0.075g e 0.300g. Le differenze tra le due mappe sono in genere inferiori a 0.020g, fatta eccezione di una ristretta fascia al confine con la Puglia, dove si raggiungono valori compresi tra 0.040g e 0.050g.



Mapa di pericolosità sismica della regione Campania espressa in termini di  $a_{max}$  su suolo rigido cat A  
(AA.VV., INGV, 2004)

La classificazione sismica della Regione Campania, è stata aggiornata in seguito alla Delibera G.R. 7-11-2002 n.° 5447.

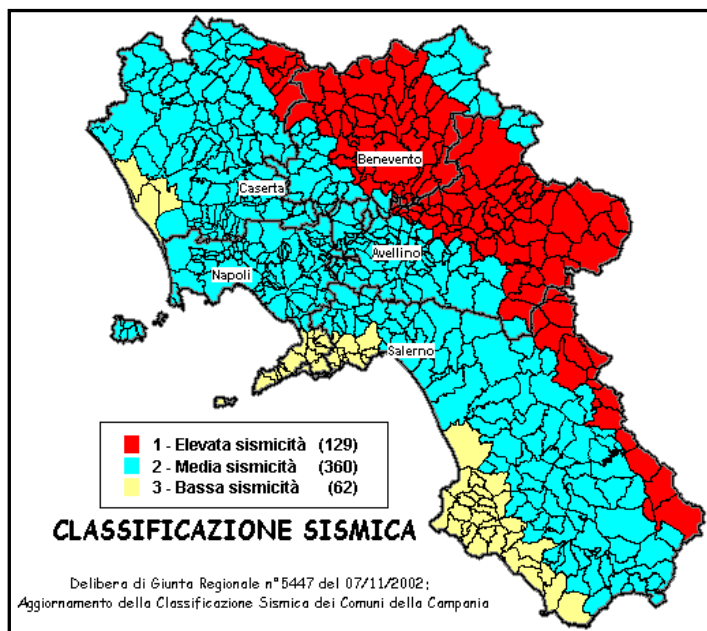
Dalla classificazione dei comuni riportata nella delibera si evince che circa il 65% dei comuni della Campania rientra nella seconda categoria, circa il 23% in prima categoria, e l'11% in terza categoria.

Le espresse inconfutabili costatazioni geomorfologiche e strutturali evolutive precedentemente descritte insieme con la acclarata storia sismica regionale a largo raggio consentono di affermare in maniera netta e definitiva che l'intero territorio di Torre Le Nocelle deve, allo stato attuale, essere sicuramente considerato ad **“ alto rischio sismico “** **così come giustamente deliberato dalla G.R. della Campania mediante atto n° 5447 del 07 / 11 / 2002 con il quale esso veniva riclassificato passando da Seconda Categoria ( a medio rischio sismico  $S = 9$  ) a Prima Categoria ( ad elevato rischio sismico con  $S = 12$  )**

Inoltre sulla scorta della caratterizzazione sismica dei terreni si è proceduti alla suddivisione del territorio in aree a risposta sismica omogenea in base ai termini di *amplificazione sismica locale* e all'individuazione della risposta sismica locale, in termini di *spettri di risposta elastici*.

Si può anticipare che non esistono situazioni di criticità sismica in grado di far aumentare la pericolosità del territorio comunale definita con i criteri litologici, morfologici e di acclività esposti in questa relazione.





*Classificazione sismica 2002 della Regione Campania*

## **RISCHIO SISMICO E PERICOLOSITA' SISMICA COMUNALE\***

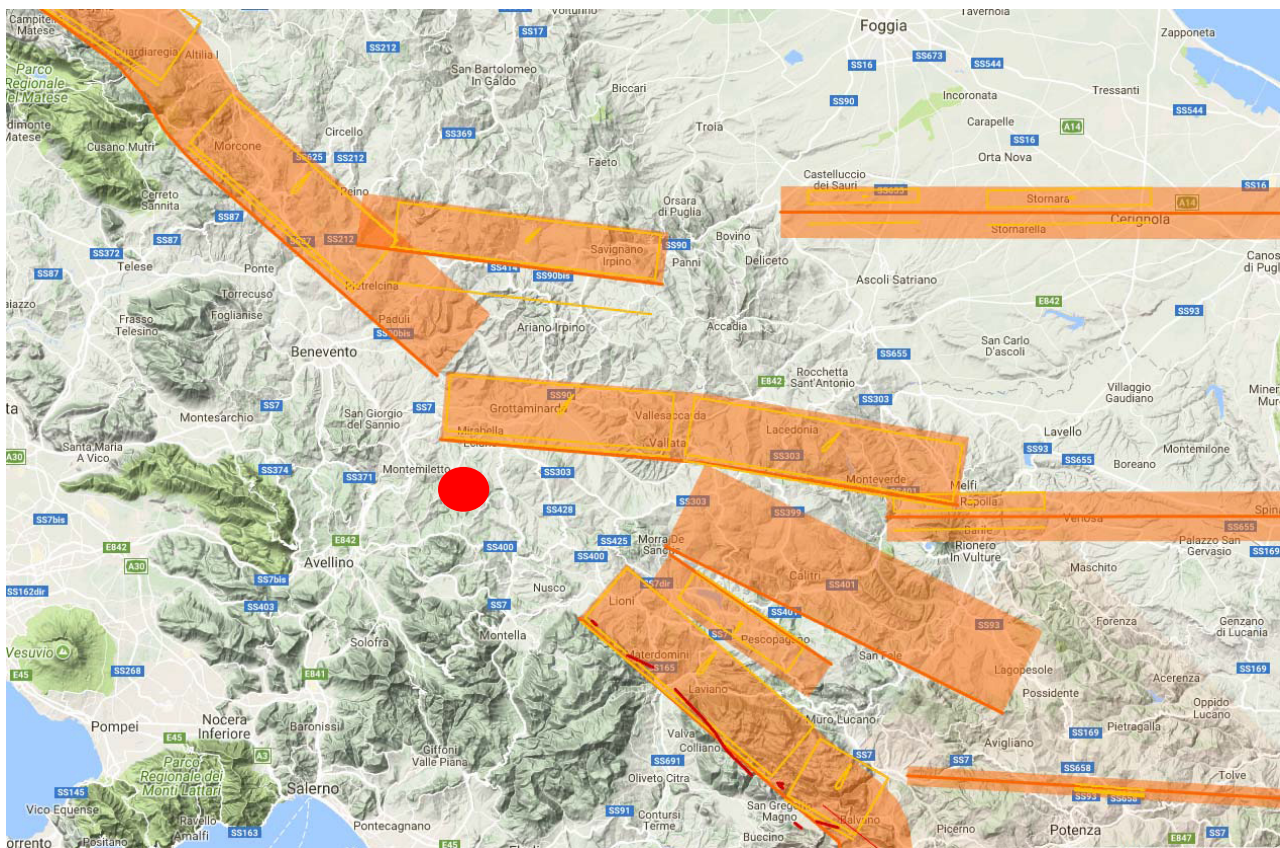
Il comune di Torre Le Nocelle si trova nelle zone interne della Regione Campania, in corrispondenza della dorsale appenninica. La storia sismica della Regione è ricca di eventi anche di forte intensità che hanno interessato l'Appennino Meridionale.

Le caratteristiche morfo-strutturali della regione consentono di individuare come aree sismogenetiche di maggiore rilevanza il Sannio, l'Irpinia, l'alta valle del Sele-Alburni ed il bordo orientale del Massiccio del Matese.

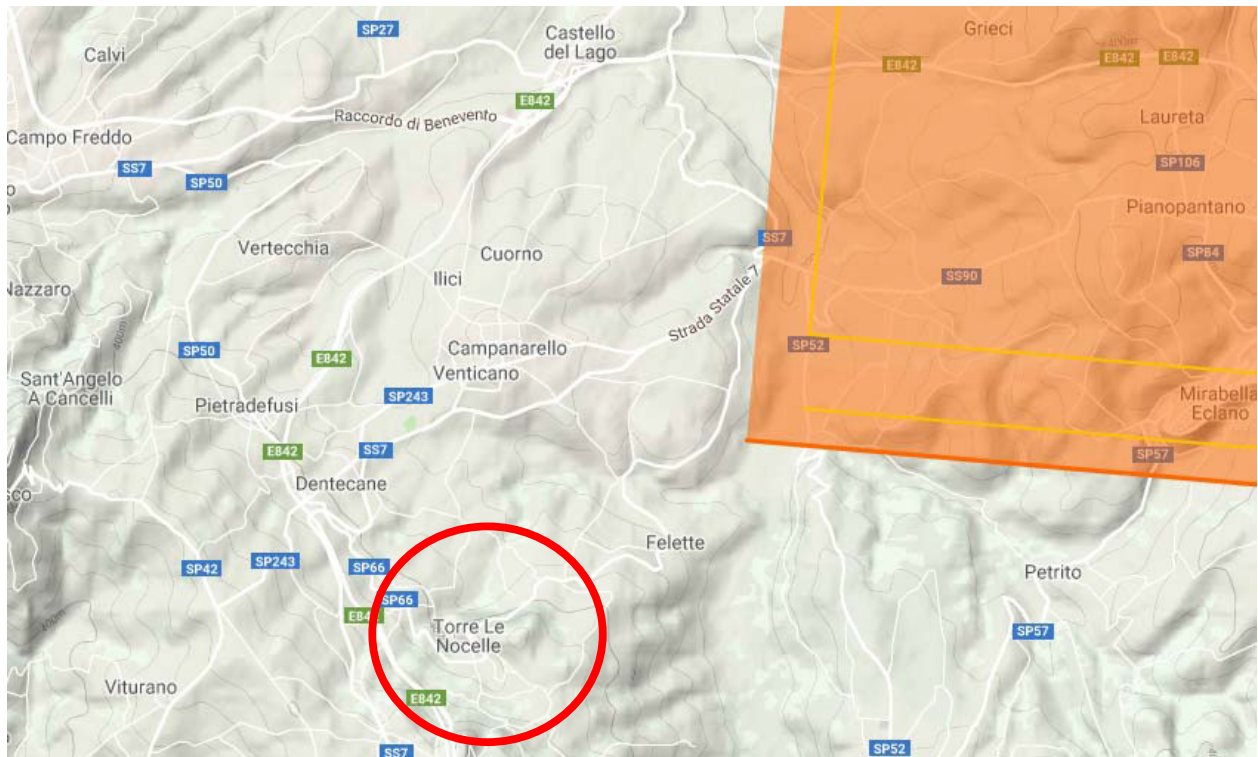
Da tali aree si diparte il rilascio di medio-alti livelli di energia sismica, che può produrre effetti sensibili in tutte le cinque province campane.

Le principali strutture sismogenetiche individuali e composite in grado di produrre eventi potenzialmente distruttivi ( $M \geq 6,0$ ) prossime (in contesto regionale) all'area di interesse sono:

- *Struttura della Valle dell'Ufita;*
- *Struttura di Bisaccia;*
- *Struttura di Ariano Irpino;*
- *Struttura di Miranda Apice;*
- *Struttura di Castelluccio dei Sauri-Trani;*
- *Struttura di Melfi;*
- *Struttura di Andretta-Filano;*
- *Struttura di Colliano (1980).*



Principali strutture sismogenetiche a scala regionale da <http://diss.rm.ingv.it/dissGM/> (il cerchio rosso indica il Comune di Torre Le Nocelle).



Dettaglio rispetto alla struttura sismogenetica dell'Ufita

## Torre le Nocelle

PlaceID IT\_61121  
 Coordinate (lat, lon) 41.023, 14.909  
 Comune (ISTAT 2015) Torre Le Nocelle  
 Provincia Avellino  
 Regione Campania  
 Numero di eventi riportati 8

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
7-8	1732	11	29	07	40		Irpinia	183	10-11	6.75
7	1688	06	05	15	30		Sannio	215	11	7.06
7	1930	07	23	00	08		Irpinia	547	10	6.67
7	1962	08	21	18	19		Irpinia	562	9	6.15
7	1980	11	23	18	34	5	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.81
4-5	1996	04	03	13	04	3	Irpinia	557	6	4.90
3-4	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
NF	1997	03	19	23	10	5	Sannio-Matese	284	6	4.52

Storia sismica di Torre Le Nocelle

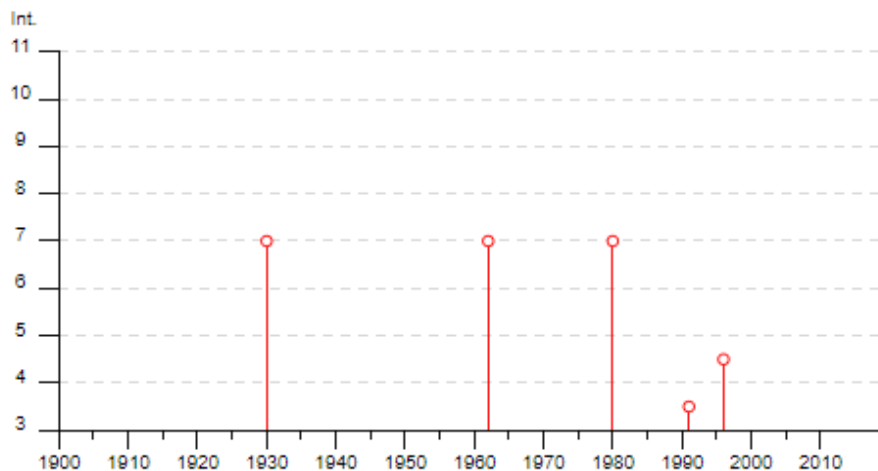


Grafico tempo/intensità per la storia sismica di Torre L. N. (Intensità minima 3 a partire dal 1900)

Nello specifico il territorio del comune di Torre Le Nocelle risente degli effetti di eventuali eventi sismici che possono essere generati (rif. DISS vers. 3.2.1):

1. dalla sorgente sismogenetica composta, nota come “Pago Veiano - Montaguto” ed identificata con il codice ITCS057 che appare nella parte a Nord Est del centro abitato. Questa comprende al suo interno una struttura di tipo singolo, denominata “Ariano Irpino” ed identificata con il codice ITIS092;
2. dalla sorgente sismogenetica singola nota come “Tammaro Basin” identificata con il codice ITIS005, che si trova immediatamente a Nord del centro abitato;
3. dalla sorgente sismogenetica composta, nota come “Mirabella Eclano - Monteverde” ed identificata con il codice ITCS084 che appare nella parte ad Est. Questa comprende al suo interno due strutture di tipo singolo, denominate rispettivamente “Ufita Valley” identificata con il codice ITIS006 e “Bisaccia” identificata con il codice ITIS088;
4. dalla sorgente sismogenetica composta, nota come “Andretta - Filano” ed identificata con il codice ITCS063, che appare nella parte a Sud Est;
5. dalla sorgente sismogenetica composta, nota come “Conza della Campania – Tolve” ed identificata con il codice ITCS087, che appare nella parte a Sud Est.
6. Questa comprende al suo interno una struttura di tipo singolo, denominata “Pescopagano” ed identificata con il codice ITIS079;
7. 6. dalla parte nord della Struttura Sismogenetica Complessa ICTS034 “Irpinia – Anagni Valley” che comprende al suo interno una strutture di tipo singolo denominata “Colliano” identificata con il codice ITIS077;
8. 7. dalle due sorgenti ancora in fase di studio, ITDS027 “Calore River” a Nord Ovest del centro abitato e ITDS033 “Ufita Valley” di sposta quasi perpendicolarmente alla struttura ITCS084 “Mirabella Eclano – Monteverde” nella parte ad Est del centro abitato.

## MICROZONAZIONE SISMICA COMUNALE

Dalla “Carta della Microzonazione Sismica – G.7” (MOPS - *Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica*) è possibile individuare le microzone per le quali, sulla base delle osservazioni geolitologiche, geomorfologiche, litostratigrafiche e con i dati acquisiti, possono essere ipotizzati i diversi tipi di effetti di amplificazione. La cartografia, quindi, corrisponde ad un approfondimento di Livello 1 ed individua qualitativamente la geometria delle aree potenzialmente caratterizzate da specifici effetti sismici locali.

Come già descritto precedentemente il substrato geologico dell'intero territorio comunale è costituito dai termini Cretacico-miocenici dell'Unità Tettonica di Frigento e terreni di copertura, diversi per litologia prevalente ed ambiente deposizionale che li ha originati. I risultati ottenuti dalle indagini sismiche disponibili hanno rilevato la presenza in affioramento del “substrato sismico” ( $V_s > 800$  m/sec) in un tratto del centro urbano.

Le microzone omogenee sono state distinte in 3 categorie principali:

- **zone stabili.** Nelle quali non si ipotizzano effetti di modificazione del segnale sismico di alcuna natura, se non lo scuotimento, funzione dell'energia e della distanza dall'evento, con substrato affiorante e morfologia pianeggiante o poco inclinata ( $< 15^\circ$ );
- **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali.** Si tratta di aree in cui sono attese amplificazioni del moto sismico, causate dall'assetto litostratigrafico e/o morfologico locale. Questa categoria è presente in parte del centro urbano e nella maggior parte periferia urbanizzata.
- **zone di attenzione per instabilità.** Si tratta di zone nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti, oltre i fenomeni di amplificazione, sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio, quali instabilità di versante (frane attive e quiescenti). Questa categoria è presente localmente laddove sono presenti le instabilità di versante cartografate nella carta geologico-tecnica.

## INDAGINI GEOGNOSTICHE, GEOTECNICHE E SISMICHE

Per questo studio sono state prese in considerazione le seguenti indagini dirette ed indirette a disposizione dell'amministrazione è qui riassunte dettagliatamente:

- 1) *Studio geologico – tecnico, ai sensi della Legge Regionale N.9 del 7 Gennaio 1983, per la Redazione del P.di R. e P.d.Z. (1984) – P.I.P. (1986) supportato da indagini geognostiche eseguite dall'Impresa DI Maria Salvatore; in dettaglio furono eseguite le seguenti tipologie di indagini:*
  - N.19 sondaggi meccanici, a carotaggio continuo, etc.;
  - N. 6 serie di analisi e prove geotecniche di laboratorio su altrettanti campioni indisturbati prelevati nel corso dei sondaggi;

**2) Studio geologico – tecnico, ai sensi della Legge Regionale N.9 del 7 Gennaio 1983, per la Redazione dei Piani Insediamenti Produttivi (P.I.P. - 2015) – supportati da indagini geognostiche eseguite dalle Impresa Geosevi Sas; in dettaglio furono eseguite le seguenti tipologie di indagini:**

- N. 4 sondaggi meccanici, a carotaggio continuo;
- N.3 serie di analisi e prove geotecniche di laboratorio su altrettanti campioni indisturbati prelevati nel corso dei sondaggi;
- N.2 profili sismici superficiali con Metodologia Masw;
- N. 1 profilo down-hole.

**3) Studio geologico – tecnico, ai sensi della Legge Regionale N.9 del 7 Gennaio 1983, per la Redazione del Piano Regolatore Generale (P.R.G. - 1984) – supportato da indagini geognostiche eseguite dall’Impresa GAGLIARDI Nicola; in dettaglio furono eseguite le seguenti tipologie di indagini:**

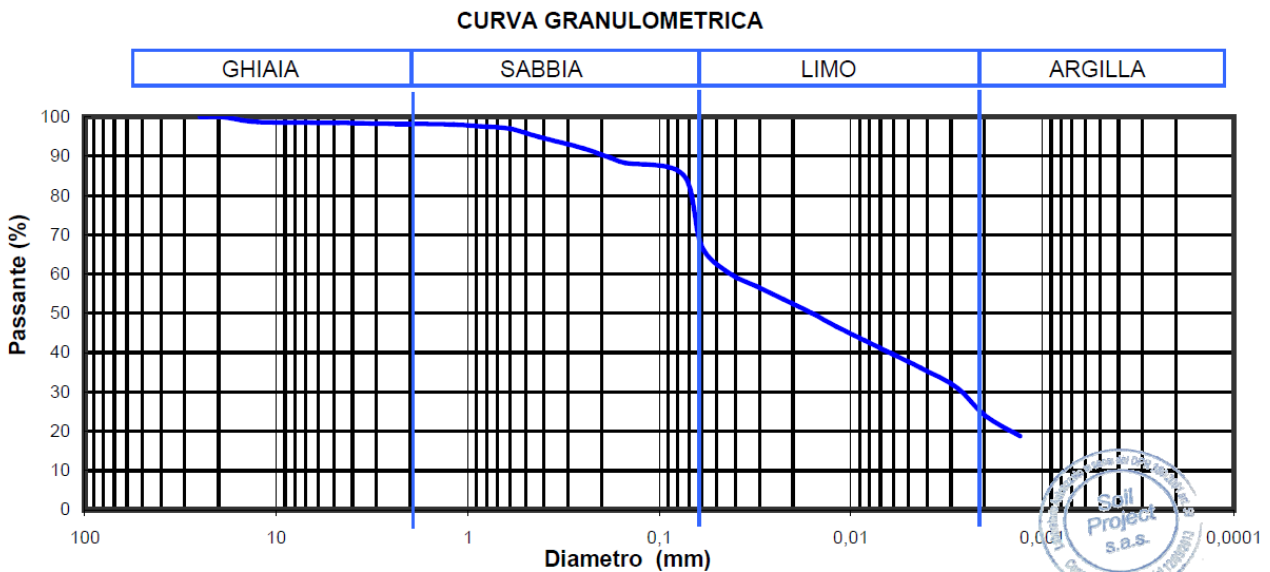
- N. 9 sondaggi meccanici, a carotaggio continuo;
- N.11 serie di analisi e prove geotecniche di laboratorio su altrettanti campioni indisturbati prelevati nel corso dei sondaggi;
- N.10 profili sismici a rifrazione;
- N. 6 profili down-hole;

## **CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI E CASO STUDIO**

Dalle analisi condotte sul territorio comunale e dalle prove geotecniche di laboratorio sui campioni di terreno, prelevati durante i sondaggi geognostici in forma indisturbata, nell’ambito sia degli studi precedenti sia di quelli eseguiti unitamente alla redazione del presente Piano Urbanistico Comunale; è possibile caratterizzare dal punto di vista geologico - tecnico i terreni presenti sul territorio. In particolare, di seguito è esposto, un esempio di fondazione tipo, per il quale è stato preso in considerazione una delle categorie dei gruppi litologici presenti in ambito del territorio comunale, ed è stato effettuato uno studio per la realizzazione di una fondazione superficiale tipo, e non profonda mediante pali, in quanto i sondaggi hanno restituito discrete proprietà fisiche e meccaniche dei terreni.

I calcoli vengono effettuati per i litotipo appartenente al campione indisturbato C1, prlevato nell’ambito del sondaggio S1, essendo quello più significativo perché a ridosso del centro abitato e ricompreso all’interno di una zona omogenea in previsione soggetta ad antropizzazione.

Il terreno oggetto del caso studio è riconducibile alla famiglia dei limi, nello specifico, dalla curva granulometrica, si tratta di **Limo con sabbia argilloso**.



Le caratteristiche fisico-meccaniche, dedotte dalle prove di laboratori su campione indisturbato ed ipotizzate ove necessario, vengono di seguito riportate in figura.

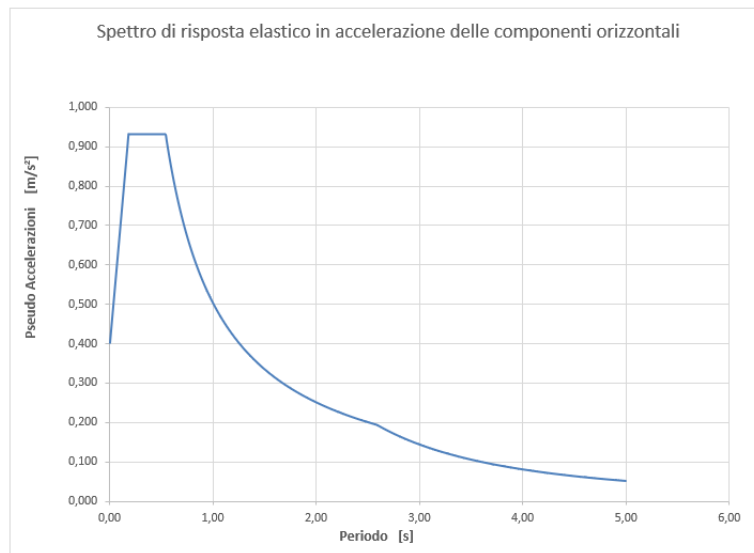
Densità relativa	<b>Dr</b>	-
Modulo elastico	<b>E</b>	11220 kPa
Modulo edometrico	<b>M</b>	9660 kPa
Coefficiente di Poisson	<b>v</b>	0,35
Costante di Winkler	<b>Kw</b>	4 N/cm <sup>3</sup>
Angolo di attrito	<b>φ'</b>	30,00 °
Coesione	<b>c'</b>	15,00 kPa
Resistenza a taglio non drenata	<b>c<sub>u</sub></b>	100,00 kPa
Peso specifico del terreno sopra la zattera dal lato di valle	<b>γ<sub>t,sopra</sub></b>	20,00 kN/m <sup>3</sup>
Peso specifico del terreno sotto il piano di posa.	<b>γ<sub>t,sotto</sub></b>	18,00 kN/m <sup>3</sup>

Ai fini della caratterizzazione sismica del sito, la categoria di sottosuolo è C, di cui si riporta anche lo spettro elastico normalizzato ed ipotetico della risposta sismica dell'area.

**CATEGORIA DI SOTTOSUOLO 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 equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

**CATEGORIA TOPOGRAFICA T2:** Pendii con inclinazione media  $i > 15^\circ$

Accelerazione massima su suolo rigido	$a_g$	2,423 m/s <sup>2</sup>
Coefficiente di amplificazione spettrale	$F_0$	2,317
Periodo di inizio tratto a velocità costante	$T_c$	0,370 s
Categoria di sottosuolo		C
Categoria topografica		T2
Accelerazione di gravità	$g$	9,806 m/s <sup>2</sup>
Accelerazione orizzontale riferita al suolo rigido adimensionale	$a_g/g$	0,247
Coefficiente di amplificazione topografica	$S_T$	1,200
Coefficiente di amplificazione stratigrafica	$S_S$	1,356
Prodotto $S_S \cdot S_T$	$S$	1,628
Accelerazione orizzontale riferita al sito adimensionale	$a(masi)/g$	0,402
Coefficiente funzione della categoria di sottosuolo	$C_c$	1,458
Periodo del tratto ad accelerazione costante	$T_B$	0,180 s
Periodo del tratto a velocità costante	$T_C$	0,539 s
Periodo del tratto a spostamento costante	$T_D$	2,588 s
Coefficiente di smorzamento viscoso	$\xi$	5 %
Coefficiente di correzione per smorzamento viscoso diverso dal 5%	$\eta$	1
Coefficiente sismico orizzontale	$K_h$	0,153
Coefficiente sismico verticale	$K_v$	$\pm 0,076$
Coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito	$\beta_m$	0,38



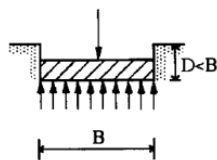
**Acc. Spettro orizzontale elastico**

Se (0)	0,402 m/s <sup>2</sup>
Se (T <sub>B</sub> )	0,932 m/s <sup>2</sup>
Se (T <sub>C</sub> )	0,932 m/s <sup>2</sup>
Se (T <sub>D</sub> )	0,194 m/s <sup>2</sup>

**Periodi fondamentali**

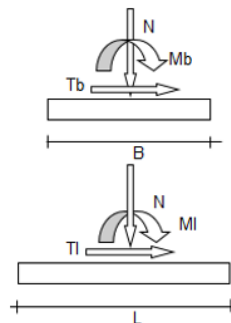
T <sub>0</sub>	0,000 s
T <sub>B</sub>	0,180 s
T <sub>C</sub>	0,539 s
T <sub>D</sub>	2,588 s

Per il caso in esame si considera una fondazione di tipo superficiale a travi rovesce in c.a., di assegnata geometria e sollecitata, come di seguito riportata in figura.



Lato corto	B	1,50 m
Lato lungo	L	7,00 m
Altezza del fondazione	H	1,50 m
Affondamento della zattera, misurato rispetto al piano di posa	D	2,50 m





Forza normale alla base  
 Forza parallela al lato lungo  
 Forza parallela al lato corto  
 Momento che arrotola attorno al lato corto  
 Momento che arrotola attorno al lato lungo

Forza tagliante combinata  $H = \sqrt{H_x^2 + H_y^2}$

CARICHI STATICI			
	Gk1	Gk2	Qk
V	250,0 kN	350,0 kN	180,0 kN
HI	15,0 kN	25,0 kN	18,0 kN
Hb	15,0 kN	25,0 kN	18,0 kN
Mb	35,0 kN	25,0 kN	42,0 kN
MI	35,0 kN	25,0 kN	42,0 kN
H	21,2 kN	35,4 kN	25,5 kN

Le verifiche sono state eseguite secondo l'iter delle NTC 2018 di seguito riportato.

### Tipi di verifiche

#### 6.4.2.1. VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI (SLU)

Nelle verifiche di sicurezza devono essere presi in considerazione tutti i meccanismi di stato limite ultimo, sia a breve sia a lungo termine.

Gli stati limite ultimi delle fondazioni superficiali si riferiscono allo sviluppo di meccanismi di collasso determinati dalla mobilitazione della resistenza del terreno e al raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali che compongono la fondazione stessa.

Nel caso di fondazioni posizionate su o in prossimità di pendii naturali o artificiali deve essere effettuata la verifica anche con riferimento alle condizioni di stabilità globale del pendio includendo nelle verifiche le azioni trasmesse dalle fondazioni.

Le verifiche devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite, accertando che la condizione [6.2.1] sia soddisfatta per ogni stato limite considerato:

- *SLU di tipo geotecnico (GEO)*
  - collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;
  - collasso per scorrimento sul piano di posa;
  - stabilità globale.
- *SLU di tipo strutturale (STR)*
  - raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

La verifica di stabilità globale deve essere effettuata, analogamente a quanto previsto nel § 6.8, secondo la Combinazione 2 (A2+M2+R2) dell'Approccio 1, tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I e 6.2.II per le azioni e i parametri geotecnici e nella Tab. 6.8.I per le resistenze globali.

Le rimanenti verifiche devono essere effettuate applicando la combinazione (A1+M1+R3) di coefficienti parziali prevista dall'Approccio 2, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali riportati nelle Tabelle 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I.

Nelle verifiche nei confronti di SLU di tipo strutturale (STR), il coefficiente  $\gamma_R$  non deve essere portato in conto.

### Approcci progettuali

Le verifiche nei confronti degli stati limite ultimi, sono condotte, come da normativa, secondo l'approccio 2.

Approccio e combinazione utilizzata:

APPROCCIO 2 --- Combinazione (A1+M1+R3)

- *Coefficienti A*

**Tab. 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni**

	Effetto	Coefficiente Parziale $\gamma_F$ (o $\gamma_E$ )	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti $G_1$	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	$\gamma_{Qk}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Per i carichi permanenti  $G_2$  si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti  $\gamma_{G1}$

- *Coefficienti M*

**Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

- *Coefficienti R*

**Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali**

Verifica	Coefficiente parziale
	(R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche condotte sul campione identificato C1, prelevato ad una profondità dai 3.00 a 3.50 mt, prelevato nell'ambito di esecuzione del sondaggio S1 ed a ridosso del centro del comune di Torre Le Nocelle. Il campione utilizzato per la presente simulazione, per la quota di prelievo, risulta circa aderente, per caratteristiche geotecniche, ai materiali che si possono ritrovare alle quote d'imposta del piano fondale degli edifici nella zona considerata.

### VERIFICA IN CONDIZIONI NON DRENATE

#### 6 CARICO LIMITE

<b>q<sub>lim</sub></b>	669,5	[kN/m <sup>2</sup> ]	<b>Q<sub>lim</sub></b>	3716,8	[kN]
------------------------	-------	----------------------	------------------------	--------	------

$$q_{lim} = c_u N_{c,0} s_{c,0} d_{c,0} i_{c,0} b_{c,0} z_{c,0} + q$$

#### 7 VERIFICA CAPACITA' PORTANTE

(ROTTURA GENERALE)

<b>E<sub>d</sub></b>	1199,0	[kN]	<b>E<sub>d</sub> ≤ R<sub>d</sub></b>	verificato
<b>R<sub>d</sub></b>	1616,0	[kN]		
<b>e<sub>d</sub></b>	216,0	[kPa]		
<b>r<sub>d</sub></b>	291,1	[kPa]		

#### 8 VERIFICA A SCORRIMENTO

<b>E<sub>d</sub></b>	265,3	[kN]	<b>E<sub>d</sub> ≤ R<sub>d</sub></b>	verificato
<b>R<sub>d</sub></b>	3215,4	[kN]		

### VERIFICA IN CONDIZIONI DRENATE

#### 6 CARICO LIMITE

<b>q<sub>lim</sub></b>	1406,3	[kN/m <sup>2</sup> ]	<b>Q<sub>lim</sub></b>	7806,8	[kN]
------------------------	--------	----------------------	------------------------	--------	------

$$q_{lim} = \frac{1}{2} \gamma' B N_{\gamma} s_{\gamma} d_{\gamma} i_{\gamma} b_{\gamma} \Psi_{\gamma} z_{\gamma} + c' N_c s_c d_c i_c b_c \Psi_c z_c + q' N_q s_q d_q i_q b_q \Psi_q z_q$$

#### 7 VERIFICA CAPACITA' PORTANTE

(ROTTURA GENERALE)

<b>E<sub>d</sub></b>	1199,0	[kN]	<b>E<sub>d</sub> ≤ R<sub>d</sub></b>	verificato
<b>R<sub>d</sub></b>	3394,3	[kN]		
<b>e<sub>d</sub></b>	216,0	[kPa]		
<b>r<sub>d</sub></b>	611,4	[kPa]		

#### 8 VERIFICA A SCORRIMENTO

<b>E<sub>d</sub></b>	265,3	[kN]	<b>E<sub>d</sub> ≤ R<sub>d</sub></b>	verificato
<b>R<sub>d</sub></b>	336,3	[kN]		

## CONSIDERAZIONI E CONCLUSIONI DERIVATE DALLO STUDIO GEOLOGICO

La laboriosa Comunità di Torre Le Nocelle (AV), complessivamente di circa 1286 abitanti distribuiti come residenza quasi per metà nel Centro Storico e per il resto nelle fattive ed operose Frazioni ubicate a raggiera, rappresenta allo stato attuale una realtà molto attiva e produttiva nel contesto economico-sociale sia locale che provinciale che regionale.

Il Centro Abitato, di origine remota, da secoli è inserito nel contesto economico-sociale sovracomunale grazie soprattutto alla operosità dei suoi abitanti, dediti soprattutto alle iniziative del settore primario con produzione e trasformazione dei prodotti ma anche in quelle del terziario, grazie anche alle favorevoli condizioni morfoclimatiche del proprio territorio ed alla posizione strategica, al confine tra le Province di Benevento e di Avellino.

Operante da secoli nella stragrande maggioranza dei residenti nel settore agricolo, con particolare vocazione per le colture estensive e specializzate, i locali autoctoni hanno da tempo avvertito la necessità e la esigenza di perfezionare da un lato e di valicare, dall'altro, le proprie innate attitudini, predisponendo le adeguate infrastrutture per il decollo progressivo anche nel campo agrituristico, commerciale, artigianale ed industriale.

La posizione nettamente favorevole rispetto alle grandi vie di comunicazione e la immediata vicinanza con i più importanti centri zonal di servizio urbano, hanno consigliato l'Amministrazione Comunale a darsi un nuovo adeguato Piano Urbanistico Comunale allo scopo di definire un più idoneo assetto dell'intero territorio onde programmare più razionalmente gli interventi pubblici e privati e di creare le basi per un nuovo modello di sviluppo che potesse a breve termine innestarsi con le altre nuove potenzialità già esistenti nella Provincia e nella Regione.

Da quanto innanzi relato si deduce e si evince che il territorio e quindi gli ambiti del comune di Torre Le Nocelle possono essere suddivisi in aree e/o fasce da considerarsi omogenee ai fini della zonazione in progetto sia dal punto di vista geotecnico che da quella litodinamico; per ognuna di esse vengono indicati i criteri di utilizzo con le opportune indagini particolareggiate da condurre in loco oppure i motivi della loro esclusione, fermo restante, se presenti, i vincoli urbanistici, ambientali, geomorfologici ed idrogeologici. **Per ogni porzione di Territorio, in base alla catalogazione di zona omogenea, ogni pratica edilizia deve essere subordinata alla consultazione e alla messa in pratica delle correlate Norme di Attuazione.**

## AREE NON UTILIZZABILI PER FASCE DI VINCOLO IDROLOGICO, IDROGEOLOGICO E MORFOLOGICO

Le aree che corrispondono alla fascia di rispetto del Fiume Calore non possono essere utilizzate per l'insediamento e ampliamento di manufatti in quanto il regime idraulico è di tipo torrentizio e presenta notevole trasporto solido specie in occasione di eventi pluviali eccezionali e continui.

Le pareti e le ripe, le creste e i dossi, gli orli, le cime e tutte le aree con pendenza marcate, così come in corrispondenza di canaloni e ravoni con alla base accumuli detritici di tipo conoide, non possono utilizzarsi per l'insediamento di manufatti in quanto si è chiaramente acclarato che in tali situazioni morfologiche si ha un notevole incremento dell'intensità sismica con innesco di fenomeni anomalia dei suoli.

## CONCLUSIONI : VERIFICHE DI COMPATIBILITÀ

Alla luce di quanto contenuto nel presente studio, dalle risultanze dello studio geologico effettuato dal Dr. Geol. Claudio Sacco, e di quanto rappresentato nei relativi elaborati cartografici allegati al P.U.C., emerge una sostanziale compatibilità tra le scelte operate dal Piano, e le condizioni geosismiche descritte dallo studio geologico.

Ai sensi dell'art. 89 del D.P.R. 380/2001, al presente progetto di Piano è allegata la Relazione di Compatibilità geomorfologica, che illustra la compatibilità tra le previsioni urbanistiche del Piano Urbanistico Comunale e le condizioni geomorfologiche del territorio ai fini del rilascio, da parte del Settore Provinciale del Genio Civile, del parere di cui all'art.15 della L.R. n.9 del 07.01.1983, e di cui al punto 12 delle Direttive regionali emanate con delibera di G.R. n.635/05. L'ambito di analisi per il quale è consentita la trasformazione urbanistica ed edilizia è limitata al perimetro dell'ambito P.U.C. – Piano Urbanistico Comunale, delle aree peraltro già edificate ed urbanizzate.

Relativamente ai sondaggi effettuati a corredo del PUC e dei precedenti lavori, sono stati scelti quelli maggiormente significativi e disponibili nell'ambito della ipotesi di trasformazione del territorio.

I valori di carico limite e conseguente carico ammissibile sono compatibili con le tipologie edilizie insediate ed insediabili nelle aree oggetto di studio; i calcoli effettuati sono stati rivolti a tipologie di fondazioni superficiali; è il caso di ricordare che comunque per particolari esigenze costruttive è sempre possibile e preferibile fare ricorso a fondazioni profonde.

La scelta dell'area suddetta è congruente anche con il progetto di Piano Stralcio dell'Autorità di Bacino Liri – Garigliano – Volturno.

**Si precisa inoltre, che resta in generale l'obbligo di effettuare ulteriori indagini geologiche specifiche per ciascun intervento o costruzione da realizzarsi, tenendo coerentemente conto delle conclusioni dell'Indagine Geologica allegata al Piano.**