



GEO

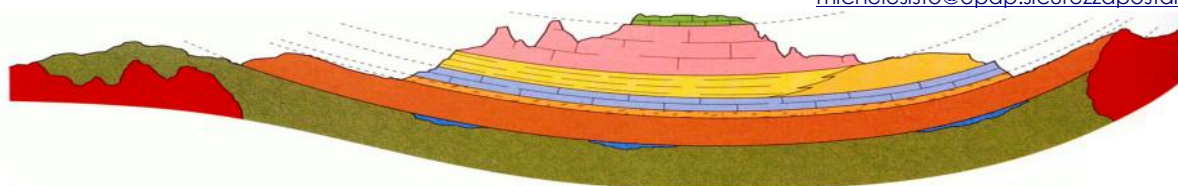
Studio associato di Geologia

Dott. Rocco Rafaniello
Dott. Michele Sisto

Via 31 ottobre, n. 31 - LIONI (AV)
Tel. 0827/46600
P. IVA 018 3206 0642

roccorafaniello@libero.it
micsisto@unisanno.it

p.e.c.
roccorafaniello@epap.sicurezza postale.it
michelesisto@epap.sicurezza postale.it



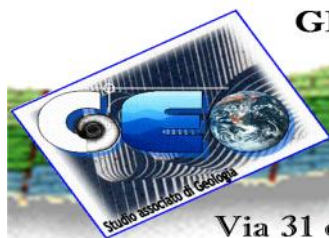
COMUNE DI TEORA

Provincia di Avellino



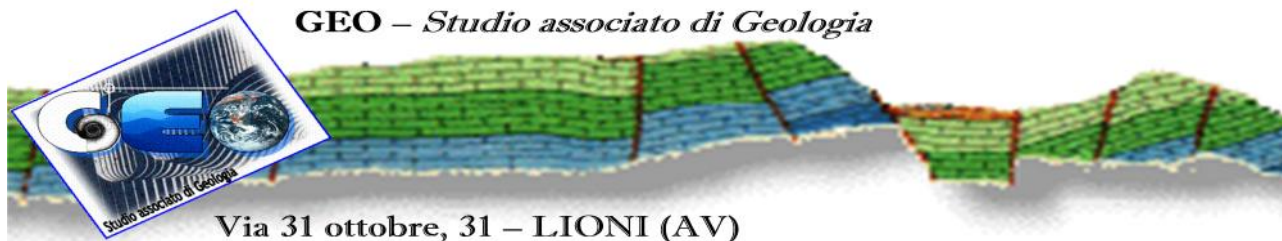
**Studio geologico
per il Piano Urbanistico Comunale
(completamento)
- relazione esplicativa -**

**Dr. Geol. Rocco Rafaniello
Febbraio 2012**



SOMMARIO

Studio associato di Geologia	1
Dott. Rocco Rafaniello.....	1
Dott. Michele Sisto	1
PREMESSA	3
LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
GLI STUDI DISPONIBILI: RICOGNIZIONE ED ACQUISIZIONE	5
INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE	7
LA CARTOGRAFIA TEMATICA RELATIVA AL TERRITORIO COMUNALE	9
Tavola I (a, b) - Carta Geolitologica.....	10
Tavola II (a, b) - Carta Idrogeologica	11
Tavola III (a, b) - Carta della stabilità e della franosità	13
Tavola IV (a,b) - Carta della microzonazione sismica	13
Tavola V (a,b) - Carta della vincolistica.....	17
Tavola VIa, VIb - Carta della vulnerabilità del territorio e della fattibilità geologica	17
ZONE A	17
ZONE B	18
ZONE C	18
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA DELLE LITOFACIES	19
LE PRESCRIZIONI DELL’AUTORITÀ DI BACINO	26
STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE	26
CONCLUSIONI	27



GEO – Studio associato di Geologia

Via 31 ottobre, 31 – LIONI (AV)

PREMESSA

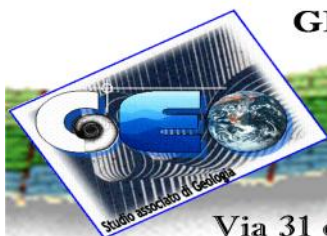
Nel mese di febbraio 2012 ho ricevuto incarico dall'Amministrazione Comunale di Teora (Registro generale n° 71 del 21/02/2012; Determinazione del Responsabile del Servizio Urbanistico n° 24 del 21/02/2012) di redigere lo Studio geologico (completamento), ai sensi delle NTC-08, per l'adeguamento degli elaborati del Piano Urbanistico Comunale ai sensi della nuova normativa sismica (D. M. 14 gennaio 2008).

Essa intende accertare le condizioni generali di stabilità e ad individuare i parametri fisico-meccanici dei litotipi affioranti nelle varie aree comunali in prospettiva sismica, elaborando nel contempo il corredo cartografico inerente tutto il territorio Comunale di Teora così come disposto dalla L.R. 9/83, dalla L. R. 16/2004 e dal citato D. M. 14 gennaio 2008.

LA NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La promulgazione della Legge Regionale n. 16 del 22 dicembre 2004 ha introdotto nella legislazione regionale una notevole innovazione concettuale in relazione alle finalità di garantire *la tutela, gli assetti, le trasformazioni e le utilizzazioni del territorio, al fine di favorirne lo sviluppo, nel rispetto dei principi di sostenibilità, mediante un efficiente sistema di pianificazione territoriale ed urbanistica, articolata nei livelli regionale, provinciale e comunale*. Gli indirizzi dell'impianto normativo sono evidentemente riferiti alla promozione di un uso razionale del territorio, mediante il minimo consumo di suolo; alla salvaguardia degli insediamenti umani dai fattori di rischio idrogeologico, sismico e vulcanico; alla tutela dell'integrità e dell'identità del territorio mediante la valorizzazione delle risorse paesistico-ambientali, la conservazione degli ecosistemi, la riqualificazione ed il recupero dei siti compromessi; all'individuazione di *disposizioni strutturali*, specie a livello provinciale e comunale, *con validità a tempo indeterminato, tese ad individuare le linee fondamentali delle trasformazioni a lungo termine del territorio in considerazione, tra l'altro, dell'esigenza di difesa del suolo, dei rischi derivanti da calamità naturali*.

Per quanto concerne, inoltre, gli strumenti urbanistici di livello comunale, il *Piano Urbanistico Comunale (PUC)* prende il posto del desueto *Piano Regolatore Generale (PRG)*, mentre la L.R. 16/04 affida ai *Piani Urbanistici Attuativi (PUA)* i piani attuativi canonici (piani particolareggiati d'esecuzione, piano di lottizzazione convenzionata, piano di edilizia economica e popolare, piano degli insediamenti produttivi, piano di recupero). Al PUC, seguendo il comma 2 dell'art. 23 (CAPO III), punto a), la stessa Legge affida *gli obiettivi da perseguire nel governo del territorio comunale e gli indirizzi per l'attuazione* ed al punto i) sollecita l'assicurazione di una *piena compatibilità delle previsioni in esso contenute rispetto all'assetto geologico e geomorfologico del territorio comunale, così come risultante da apposite indagini di settore preliminari alla redazione del piano*. Appare evidente, pertanto, la volontà del legislatore di adottare una piena aderenza tra la realtà geologica locale e di contesto con l'antropizzazione governata del territorio e le relative scelte urbanistiche, sia nei riguardi dell'esistente che del futuribile.



Via 31 ottobre, 31 – LIONI (AV)

La Giunta Regionale, nella seduta del 11 maggio 2007, con Deliberazione N. 834 (Area Generale di Coordinamento N. 16 - Governo del Territorio, Tutela Beni, Paesistico-Ambientali e Culturali) emanava le Norme tecniche e direttive riguardanti gli elaborati da allegare agli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica, generale ed attuativa, come previsto dagli artt. 6 e 30 della L. R. 16/2004. Al punto 4.2 *Elaborati del PUC*, la norma cita gli *Allegati tecnici alla relazione*, che al comma a) prevedono testualmente *le indagini e le rappresentazioni cartografiche riguardanti le caratteristiche geomorfologiche del territorio, la consistenza e i regimi di utilizzazione delle acque fluenti e di falda, lo sfruttamento esistente di cave e miniere, lo studio geologico-geotecnico prescritto dal decreto ministeriale 11 marzo 1988, punto H, pubblicato nel supplemento ordinario della Gazzetta Ufficiale n. 127 dell'1 giugno 1988, nonché i risultati delle indagini geologiche-geognostiche e le carte prescritte dagli articoli 11 e 12 della legge regionale 7 gennaio 1983 n. 9, mentre negli Elaborati di progetto, al comma f), individua una carta idro-geo-lito-morfologica, caratterizzazione sismica e fattibilità delle ipotesi di progetto (scala 1:5.000 - 1:2.000).*

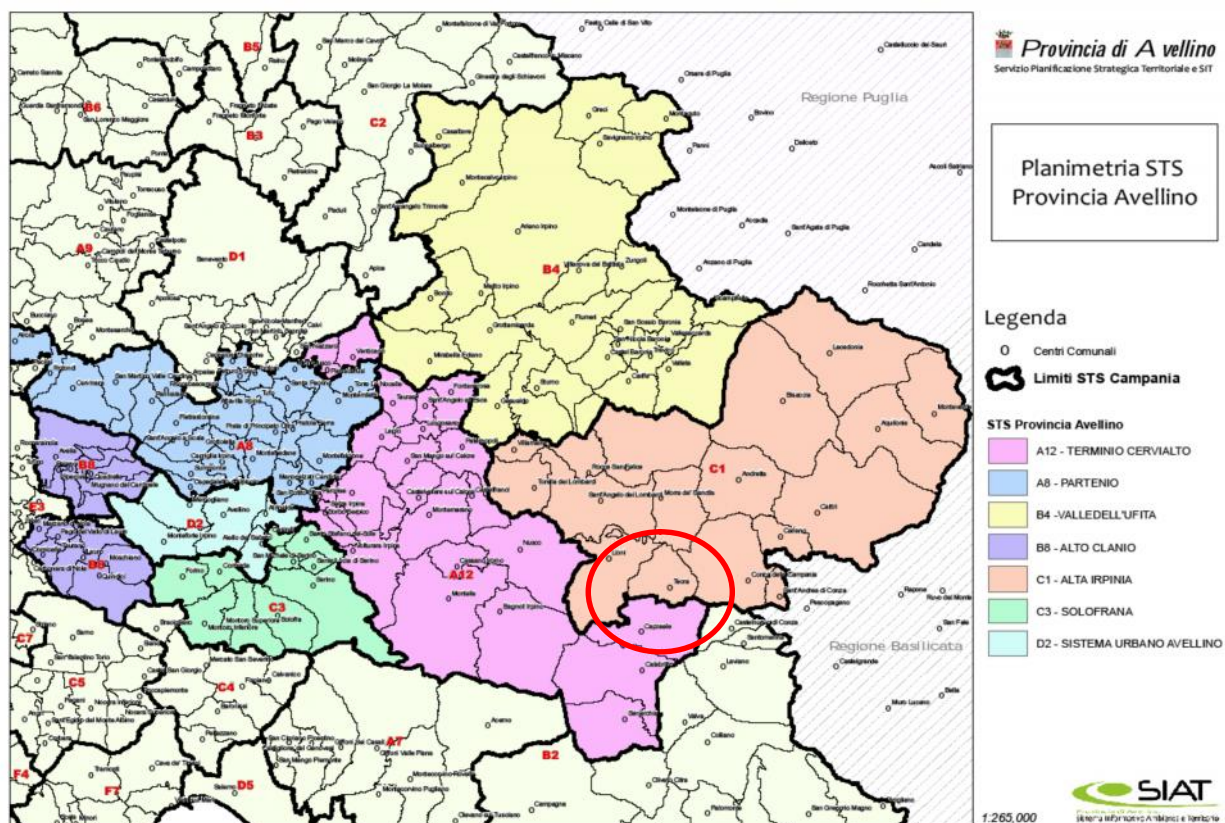
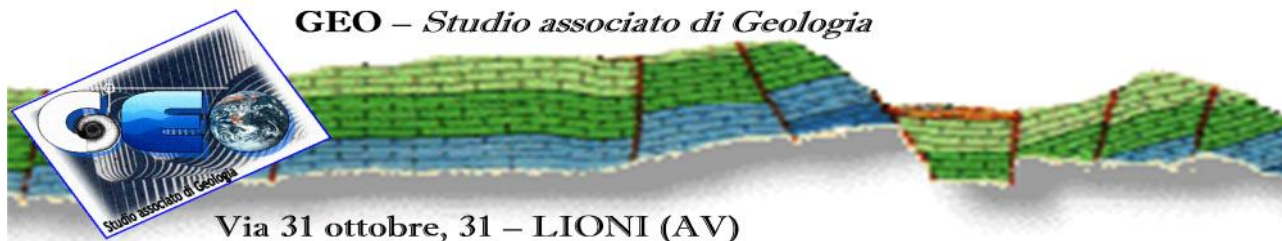


Fig. 1 - I Sistemi Territoriali di Sviluppo della Provincia di Avellino (immagine tratta dal sito www.provincia.avellino.it). Nel cerchio rosso è evidenziato il territorio del Comune di Teora.

Ai precedenti strumenti normativi vanno affiancati gli Indirizzi Programmatici per Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (Del. G. P. n. 803 del 18/09/2001 e Del. C. P. n. 154 del



Via 31 ottobre, 31 – LIONI (AV)

14/11/2001), seguiti nel 2004 dal Preliminare del PTCP (Del. C.P. n. 51 del 22/04/2004) e dai nuovi Indirizzi Programmatici per il PTCP (Del. n. 196 del 21/10/2010), quali strumento di governo delle trasformazioni del territorio e punto di riferimento per le trasformazioni urbane e rurali, nell'ambito delle tre *visioni* che caratterizzano la *mission* del territorio irpino.

L'approvazione della Legge Regionale n. 13 del 13/10/2008 ha poi completato il percorso normativo attraverso l'approvazione definitiva del Piano Territoriale Regionale. In esso, oltre alle esplicite menzioni relative ai PUC, sono individuati tra l'altro 45 Sistemi Territoriali di Sviluppo (STS), i quali suddividono il territorio campano per ambiti omogenei; alla Provincia di Avellino sono assegnati 7 STS. Il Comune di Teora ricade all'interno di quello denominato "Alta Irpinia" (C1) (Fig. 1).

Infine, concludendo questa rapida analisi normativa, va anche ricordato il fondamentale contributo apportato dal D.M. 14 gennaio 2008 *Norme Tecniche per le Costruzioni* (NTC-08), soprattutto in relazione alla conduzione delle indagini geologiche e al contributo conoscitivo che esse devono apportare al pianificatore.

GLI STUDI DISPONIBILI: RICOGNIZIONE ED ACQUISIZIONE

I dati di tipo geologico s.l. in possesso dell'Ufficio Tecnico Comunale afferiscono alle numerose indagini pregresse che, a vario titolo, sono state commissionate ed espletate negli scorsi decenni e risultate particolarmente utili soprattutto per i dati geognostici (sondaggi, stratigrafie, prove sismiche, penetrometrie, ecc).

In particolare ci si riferisce alla prima indagine geologica complessiva effettuata per il Comune di Teora, che nel 1984 si dotava di uno *Studio geologico-tecnico* a corredo del Piano Regolatore Generale, a firma del Prof. F. Ortolani (d'ora in poi **PRG, 1984**).

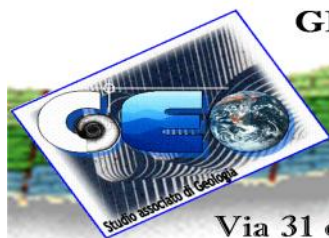
In tale studio le tavole adottate erano quelle previste dalla normativa vigente al momento e quindi consistevano nelle

1. Carta Geolitologica;
2. Carta della stabilità;
3. Carta idrogeologica;
4. Carta del rischio sismico,

elaborate alla scala 1:5.000 per il territorio comunale extra-urbano ed alla scala 1:2.000 per il solo centro abitato.

Assieme ad altri studi minori, citati più avanti in questo testo, va rimarcata l'indagine effettuata nell'anno 2002 dalla Dr. Geol. Filomena Rosamilia, incaricata dall'Amministrazione comunale *pro-tempore* di redarre uno studio geologico-tecnico per la Variante al Piano Regolatore Generale (d'ora in poi **PRG, 2005**). Tale indagine ha avuto seguito tra gli anni 2004 e 2005, ed ha prodotto la restituzione di:

1. n. 6 sondaggi a carotaggio continuo eseguiti dalla Ditta Geo-In s.r.l. di Benevento con relativi prelievi campioni; n. 3 down-hole; n. 4 indagini sismiche.



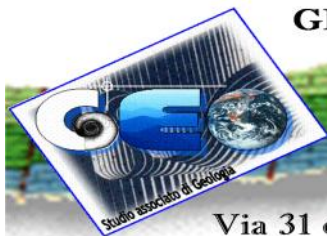
La base documentale di questo studio è stata poi ampliata ed è confluita, nel 2006, nello *Studio geologico* per il Piano Urbanistico Comunale, redatto dalla stessa Dr. Rosamilia (d'ora in poi **PUC, 2006**), che si avvale a suo tempo della collaborazione dello scrivente e del Dr. Geol. Michele Sisto, contitolare della *GEO-Studio Associato di Geologia*. Nel PUC, 2006 veniva rivista completamente l'impostazione geologica del vecchio Piano Regolatore Generale, attraverso la realizzazione di nuove indagini geognostiche in varie zone del territorio comunale, condotte realizzando ulteriori prove integrative:

1. prove sia di tipo sismico che di tipo geognostico, curate sempre dalla Ditta Geo-In s.r.l. di Benevento, attraverso la realizzazione di n. 8 sondaggi a carotaggio continuo con successivo prelievo di n. 9 campioni indisturbati sottoposti ad analisi di laboratorio, nonché di n. 8 sismiche in foro di tipo down-hole e n. 7 prospezioni sismiche a rifrazione.

Nella restituzione cartografica delle nuove acquisizioni, si procedeva inoltre all'elaborazione di una Tavola denominata "Carta della Microzonazione sismica", secondo la normativa sismica di cui all'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.3.2003, alle consuete scale di 1:2000 per il solo centro urbano e di 1:5000 per l'intero territorio comunale.

Negli anni a venire, altre indagini commissionate anche allo scrivente, hanno fornito un ulteriore dettaglio della situazione geologico-strutturale del territorio comunale di Teora. Esse sono state legittimamente acquisite al presente studio, essendo state realizzate con i criteri previsti dalle **NTC-08**, per cui del tutto rispondenti alle nuove prescrizioni in materia sismica; ci si riferisce in particolare a:

1. indagine geognostica per il recupero del prefabbricato "Liechtenstein", commissionata allo scrivente nel **luglio 2010**, che sono consistite in n. 1 sondaggio geognostico a -30 m, nel prelievo di n. 1 campione indisturbato sottoposto ad analisi di laboratorio, in n. 2 SPT in foro e in n. 1 prova sismica in down-hole. Il tutto è stato restituito attraverso una colonna stratigrafica e con i risultati della prova sismica. Negli elaborati cartografici questo sondaggio è identificato tramite la lettera "**A**";
2. indagine geognostica per la realizzazione del nuovo impianto di depurazione in località Borgo Monaco, incarico conferito al Dr. Geol. C. Sacco nell'**ottobre 2010**, per il quale è stato condotto n. 1 sondaggio a carotaggio continuo (prof. -30 m) con prelievo di n. 2 campioni indisturbati successivamente sottoposti a prove di laboratorio da parte della Sogea s.r.l.. L'incarico è stato successivamente completato attraverso una nuova perforazione in località Pennini, da parte della GEO-Consult, che ha realizzato n. 1 sondaggio geognostico spinto fino a -30 m secondo le NTC-08, successivamente condizionato, all'interno del quale è stata realizzata una prova sismica di tipo down-hole, con restituzione della colonna stratigrafica e dei risultati della prova sismica. Negli elaborati cartografici questi due sondaggi sono identificati rispettivamente tramite la lettera "**B**" e la lettera "**C**";
3. indagine geognostica per la sistemazione della strada a valle del vecchio Cimitero comunale, commissionata nel **luglio 2010** dall'Amministrazione comunale. Per questa indagine furono realizzati n. 1 sondaggio geognostico spinto fino a -30 m secondo le NTC-08, successivamente condizionato, all'interno del quale fu realizzata una prova sismica di tipo down-



Via 31 ottobre, 31 – LIONI (AV)

- hole, con restituzione della colonna stratigrafica e dei risultati della prova sismica. Negli elaborati cartografici questo sondaggio è identificato tramite la lettera “D”;
4. indagini geognostiche per l’area di Borgo Monaco (**dicembre 2011**), per conto dell’Amministrazione comunale di Teora, con incarico allo scrivente e con la realizzazione di n. 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo, a cura dell’azienda certificata Trivel Sondaggi s.r.l., con restituzione della colonna stratigrafica e delle prove penetrometriche dinamiche in S.P.T. ed analisi del campione prelevato nel sondaggio a cura del Laboratorio certificato Ambiente & Territorio (le restituzioni cartacee dei risultati sono presenti negli allegati alla presente relazione esplicativa). Negli elaborati cartografici il sondaggio di Borgo Monaco è identificato tramite la lettera “E”;
 5. indagini realizzate a partire dal **novembre 2011**, commissionate allo scrivente dall’Amministrazione comunale per la realizzazione di muri di contenimento in varie località del Comune, consistenti in n. 4 sondaggi geognostici a -30 m secondo le norme NTC-08, realizzati dalla GEO-Consult s.r.l., con l’ulteriore esecuzione di n. 8 prove SPT in foro, n. 4 prove di laboratorio geotecnico autorizzato e n. 4 prospezioni sismiche con metodologia M.A.S.W.. I sondaggi geognostici sono individuati negli elaborati cartografici alle lettere “F”, “G”, “H”, “I” e tutta la documentazione ad essi relativa è restituita in copia negli allegati, assieme ai risultati delle prove geognostiche;
 6. prospezioni sismiche secondo la metodologia M.A.S.W., realizzate per conto dello scrivente dalla E.Ge.A. s.r.l. nel mese di **dicembre 2011**, su incarico dell’Amministrazione comunale per il completamento delle indagini necessarie alla stesura del presente *Studio geologico per il Piano Urbanistico di Teora* (PUC, 2012).

INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

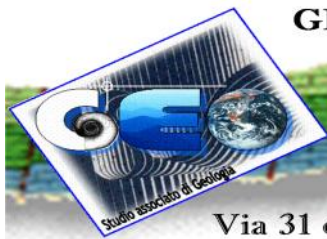
L’Appennino meridionale si è originato negli ultimi milioni di anni mediante spostamenti orizzontali ed accavallamenti delle grandi masse di terreni sedimentari, accumulati in vari bacini, determinati dall’avvicinamento relativo delle aree continentali europea ed africana; nell’insieme la vergenza dei movimenti è adriatica.

Da circa 700.000 anni è iniziato l’assestamento ed il sollevamento della parte centro orientale della catena appenninica lungo una fascia orientata NW-SE e delimitata ad Ovest dall’allineamento alte valli dell’Agri, Melandro, Sele, Ofanto, Calore, zona di Benevento, Matese orientale e ad Est dall’allineamento Melfi, Bisaccia, Baronina e bordo orientale della catena.

Le evidenze strutturali e morfologiche sono tali da far ritenere che il sollevamento principale della fascia sia avvenuto almeno fino a circa 200.000 anni fa; ricerche geofisiche dell’Università di Napoli hanno messo in evidenza che in corrispondenza della fascia centro orientale della catena si hanno ancora notevoli squilibri nelle masse rocciose profonde.

Anche questi dati, oltre a quelli geologici e strutturali, confermano quindi che questa fascia non si è ancora completamente stabilizzata.

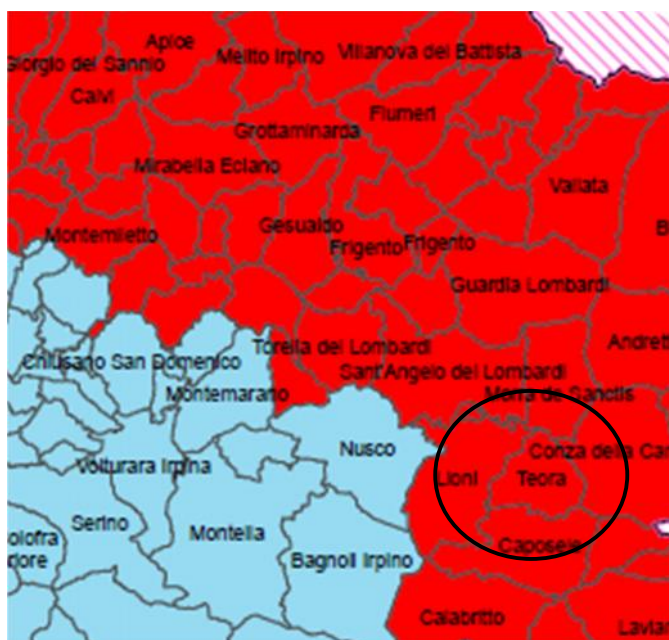
Il sollevamento della parte centro-orientale della catena è avvenuto ed avviene, sia pur lentamente, per la tendenza all’innalzamento delle masse profonde sottostanti alle unità sedimenta-



rie. Lo scorrimento verso l'alto della fascia centro-orientale della catena avviene lungo le faglie marginali, lungo le quali si determinano i principali attriti tra le masse in sollevamento e quelle laterali (verso ovest ed est) relativamente stabili.

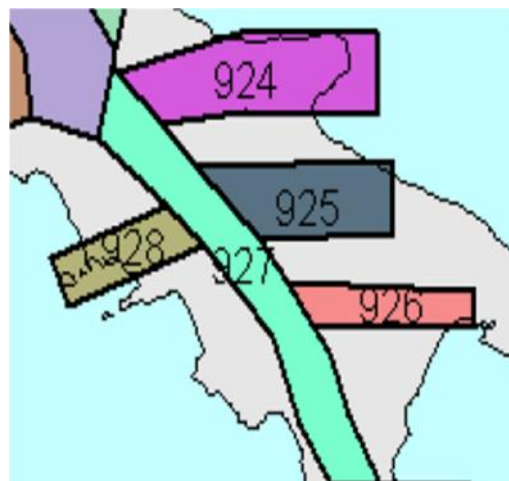
Le deformazioni recenti, connesse all'evoluzione neotettonica, sono ben evidenti in superficie nelle unità sedimentarie affioranti; attesa la notevole eterogeneità anche verticale delle masse rocciose presenti nel sottosuolo.

Per quanto riguarda la posizione dell'area di Teora c'è da mettere in evidenza che il territorio comunale si trova ubicato nella fascia lungo la quale esistono le strutture attive profonde più pericolose e che la forza massima del terremoto attendibile è pari a quella dell'evento 1980 (Fig. 2).



CLASSIFICAZIONE SISMICA

Delibera di Giunta Regionale n°5447 del 07/11/2002:
Aggiornamento della Classificazione Sismica dei Comuni della Campania

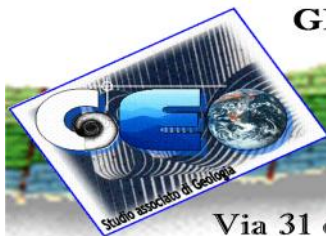


■	1 - Elevata sismicità	(129)
■	2 - Media sismicità	(360)
■	3 - Bassa sismicità	(62)

Fig. 2 – la nuova classificazione sismica dei comuni irpini (colonna di sinistra); la zonazione sismogenetica ZS9, con il perimetro della zona 927 (colonna di destra).

Più in particolare, nel territorio comunale si individuano diverse Unità stratigrafico-strutturali. Dall'alto verso il basso, in termini di età geologica, esse sono costituite da:

- DEPOSITI QUATERNARI RECENTI**, che coprono diffusamente le rocce sottostanti e sono formati da due termini:
 - depositi prevalentemente detritici, limoso-sabbiosi, argillosi, argilloso-detritici ed argillosi con pacchi lapidei, suddivisi a loro volta in n. 4 membri denominati rispettivamente **Ds**, **Dr**, **Df**, **DI** negli allegati cartografici);
 - alluvioni recenti ed attuali (nella Carta geolitologica allegata corrisponde ai terreni **Al**);



2. **UNITÀ DI ARIANO**, di F. Ortolani o “Bacino neoautoctono marino dell’Ofanto” di U. Chiochini (1984) del Pliocene inferiore medio sono sedimenti appartenenti al ciclo sedimentario marino regressivo:
 - argille marnose e siltose grigio-azzurre (nella Carta geolitologica corrispondono al terreno **Ag**);
 - sabbie e sabbie argillose compatte (nella Carta geolitologica corrispondono al terreno **Sb**);
 - conglomerati poligenici di colore e cementazione vari (nella Carta geolitologica corrispondono al terreno **Cg**);
3. **UNITÀ IRPINE**, costituite da arenarie torbiditiche della Formazione di Castelvetero del Langhiano p.p.-Tortoniano p.p. (nella Carta geolitologica corrispondono al terreno **Ar**);
4. **UNITÀ SICILIDI**, caratterizzate da Argille Varicolori del Cretacico-Miocene inferiore, costituite da argilloscisti e marnoscisti, a diaspri e calcari (nella Carta geolitologica corrispondono al terreno **Av**);
5. **UNITÀ DEL BACINO LAGONEGRESE-FLYSCH ROSSO**, della Serie Calcarea-silico-marnosa, costituita sono rocce carbonatiche con intercalazioni terrigene del Cretacico medio-Oligocene (nella Carta geolitologica corrispondono al terreno **C**);
6. **ROCCE CARBONATICHE** della Piattaforma Campano-Lucana, di età prevalentemente mesozoica, affioranti come corpi olistici costituiti litologicamente da calcari biancastri e rare dolomie rosacee (nella Carta geolitologica corrispondono al terreno **OI**).

LA CARTOGRAFIA TEMATICA RELATIVA AL TERRITORIO COMUNALE

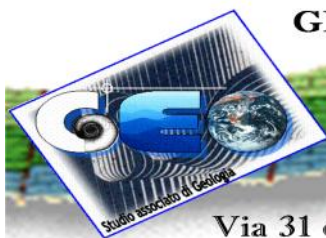
Il presente lavoro è corredato da carte tematiche relative al territorio comunale, che sostituiscono i precedenti elaborati cartografici realizzati alla duplice scala di 1:2000 (per il centro urbano) e di 1:5000 (per la restante parte del territorio, comprendente le contrade rurali).

Nell’attuale restituzione cartografica dei vari tematismi la scala prescelta è la 1:2000 nella quale si esalta il dettaglio del centro urbano; resta alla scala 1:5000 per la rimanente parte del territorio.

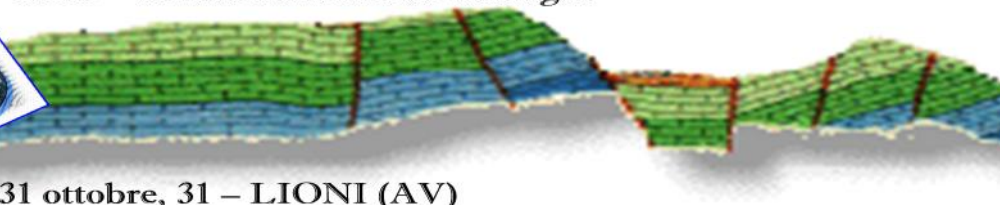
La visualizzazione grafica delle componenti fisiche del territorio rappresenta una importante chiave di lettura delle condizioni geologiche, morfologiche, idrogeologiche e tecnico-applicative in generale, tale da consentire ad esperti di altre discipline di sviluppare scelte razionali nell’uso del territorio.

Pertanto, al fine di facilitare la lettura delle tavole tematiche, si è provveduto ad una opportuna numerazione:

- ❖ **Tavole Ia, Ib - Carta geolitologica** (1:5000, intero territorio comunale);
- ❖ **Tavole IIa, II b - Carta Idrogeologica** (1:5000, intero territorio comunale);
- ❖ **Tavole IIIa, IIIb - Carta della stabilità e della franosità** (1:5000, intero territorio comunale);
- ❖ **Tavola IVa, IVb - Carta della microzonazione sismica** (1:5000, intero territorio);
- ❖ **Tavola Va, Vb – Carta della vincolistica** (1:5000, intero territorio);



Via 31 ottobre, 31 – LIONI (AV)



- ❖ **Tavola VIa, VIb - Carta della vulnerabilità del territorio e della fattibilità geologica** (1:5000, intero territorio);
- ❖ **Tavola VII – Sezioni geologiche** (1:5000, intero territorio).

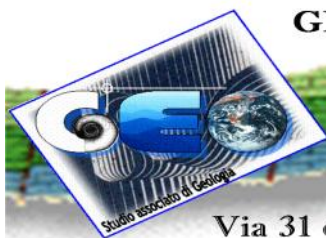
La redazione di ciascuna carta è stata effettuata riassumendo tutte le emergenze del rilevamento di campagna e di quanto è emerso dalla realizzazione delle indagini geognostiche sul territorio.

Tavola I (a, b) - Carta Geolitologica

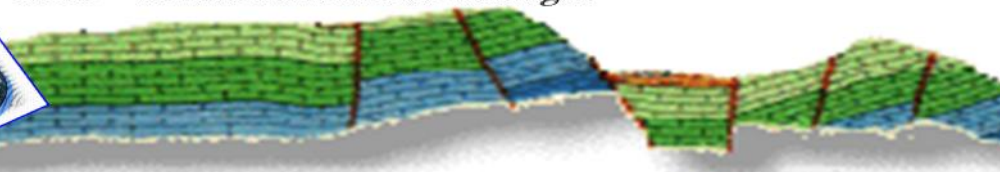
In questo elaborato sono stati rappresentati i terreni in base alle loro caratteristiche geologiche, litologiche e giacaturali. A queste, si sono aggiunte le caratteristiche strutturali dedotte dall'analisi geologica di superficie e dall'aerofoto-interpretazione.

In questo modo si sono distinte le seguenti **Unità litologiche**:

AI –	alluvioni recenti ed attuali costituite da ghiaie grossolane e sottili intercalate con depositi lentiformi di sabbie e limi. Affiorano lungo il corso d'acqua del "Fiumicello" e nei terrazzi alluvionali adiacenti al fiume Ofanto, all'estremo bordo settentrionale dell'area comunale, rilevati a Sud dell'area PIP.	
terreni detritici quaternarie	Ds	detrito prevalentemente limoso-sabbioso, si presenta caotico e dal colore ocra; solitamente si rinviene al piede dei versanti costituiti da arenacei e sabbiosi o in zone subpianeggianti; lo spessore è variabile da 1 – 2 m. a 5 – 6 m, soprattutto sul versante W del centro storico.
	Dr	detrito di frana prevalentemente argilloso più volte rimaneggiato, presente lungo il valone Tarantini lungo la strada provinciale che collega l'Ofantina con la S.S. n. 7 nella zona di "Borgo Monaco" e di Contrada Casilina. Lo spessore medio è dell'ordine di circa 10-15 m. Trattasi di detrito di una paleofrana ormai consolidatasi.
	Df	detrito di frana argilloso con frammenti e pacchi lapidei della Formazione del Flysch Rosso, si rinviene in zona Tarantino, area ex Palazzo Eca, lungo la Via Nazionale Appia nei pressi di Via Mantenese e ad ovest del centro storico. L'età formazionale è recente. È caratterizzato da terreni caotici comprendenti argille grigio azzurre plioceniche, argille e marne e pacchi di rocce lapidee della Formazione del Flysch Rosso. Tutti compresi in uno spessore di potenza massima di circa 10 m.
	DI	detrito di frana prevalentemente composto da frammenti e pacchi lapidei della Formazione del Flysch Rosso. Affiora a SE del centro storico ed a monte della S.S. n° 7 in località "Boscariello" e "Gallo". In questo tipo di detrito prevale la porzione a frammenti e pacchi lapidei della Formazione del Flysch Rosso. Comprende, in particolare, la zona di Via Calvario fino al Parco Sibilia. In questo caso, parliamo di facies detritiche di natura argillose ascrivibili ai "Depositi quaternari recenti". All'interno di tali detriti argillosi sono inglobati



Via 31 ottobre, 31 – LIONI (AV)

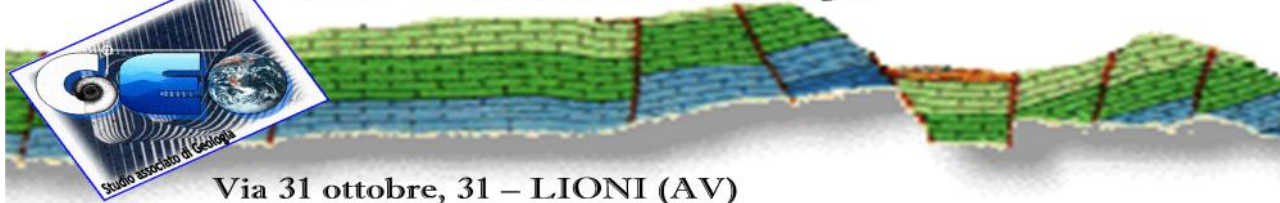
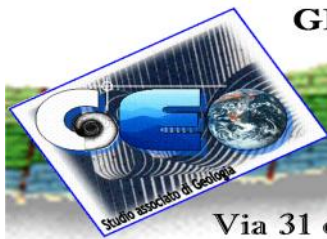


		frammenti e pacchi di argilliti e marne lapidee appartenenti alle Unità del Flysch Rosso, spesso prevalgono livelli marnosi e siltosi bianco giallastri. Tutto l'insieme è derivante dalla dinamica evolutiva a frammenti dei versanti della zona.
Unità di Ariano	Cg	conglomerati giallastri, rossastri e brunastri, poligenici, a matrice sabbiosa e cementazione variabile da media ad elevata; intercalazioni di lenti sabbiose e sabbiose argillose. Si osservano tra la sorgente "Fontana Patascio" e la SS 7 e in località "Civita".
	Sb	sabbie e sabbie argillose giallastre, da scarsamente a molto cementate. Si individuano a NE e NW dell'abitato ("Unità di Ariano" del Pliocene).
	Ag	argille marnose e siltose di colore grigiastro e grigio-azzurre, con intercalazioni di sabbia. Si trovano abbondantemente intorno ai depositi alluvionali del "Fiumicello" a Nord dell'abitato.
Ar – Unità Irpine		arenarie giallastre, mediamente cementate, in banchi, ad elementi quarzoso-feldspatico-micacei; intercalazioni di lenti di microconglomerati poligenici. Tali arenarie sono collegate, raramente, a peliti grigio-azzurre intercalate a strati sottili o molto sottili di arenarie di colore giallastro, grigiastro. Affiorano estesamente nel territorio comunale ed in particolare nel lembo Sud occidentale, a Sud dell'abitato e ad Est in località "Serra" ("Formazione di Castelvetere" <i>Auct.</i>).
Av – Argille Varic.		argilloscisti e marnoscisti, spesso più o meno scagliosi, verdastrì o rossastri con presenza di inclusioni di diaspri, arenarie e calcari. Si caratterizzano per una notevole eterogeneità litologica e per le condizioni di giacitura molto disturbate. Affiorano ad Ovest dell'abitato nelle località di "Capo di Teora", "Lavanghe del Poeta", "Cesinali" ed in un lembo al limite orientale sul versante occidentale di M. La Serra (il Ticchio).
C –		calcareniti e calcilutiti biancastre, talora intercalazioni di marne e argille marnose. Si presentano estremamente fratturate e fessurate; al di sopra di questa massa rocciosa, talvolta, si estende una copertura di terreno colluviale ed eluviale di spessore ridotto. Gli affioramenti di questa unità litologica si rinvencono in parte ad Ovest di Teora in località "Serro dei Mortai" e più estesamente nella zona di "Cresta del Gallo" ed in altre piccole placche isolate.
OI –		olistoliti di calcare biancastro. Sono grossi blocchi calcarei per i quali è evidente una giacitura secondaria, conseguente a trasporto e rideposizione entro sedimenti più recenti. Gli olistoliti cartografati sono quattro, di cui due inglobati negli argilloscisti e marnoscisti nei pressi di "Fontana del Varco"; gli altri due, pur nelle vicinanze, sono immersi nelle arenarie.

Tavola II (a, b) - Carta Idrogeologica

Lo studio delle caratteristiche stratigrafico-strutturali e litologiche hanno consentito di definire il grado di permeabilità relativo dei terreni.

In questa Tavola sono rappresentate le permeabilità relative dei litotipi affioranti.



Nei terreni a permeabilità relativa più elevata è possibile rinvenire falde idriche discontinue e superficiali; mentre è possibile rilevare nella coltre superficiale alterata o nelle discontinuità litologiche dei materiali locali e modesti accumuli idrici, specie in concomitanza di eventi pluviometrici eccezionali. Nel relativo elaborato grafico sono stati distinti i seguenti complessi idrogeologici con i seguenti gradi e tipi di permeabilità relativa:

ME - Terreni a permeabilità medio-alevata:

1. **Complesso dei terreni alluvionali:** alluvioni attuali e recenti a granulometria ghiaiosa-sabbiosa e conglomeratica, con brecce ad elementi di origine calcarea ed arenacea in matrice sabbiosa-limosa. **(Permeabilità per porosità)**
2. **Complesso sabbioso - arenaceo e conglomeratico:** sabbie medio-fini ben classate ed arenarie in strati da medi a spessi, con intercalazione di strati conglomeratici poligenici e di depositi sabbioso argillosi. **(Permeabilità per porosità e fratturazione)**

In questi complessi il reticolo idrografico è scarso, viceversa la circolazione idrica sotterranea è abbastanza sviluppata. È possibile rinvenire falde idriche più o meno profonde.

MB - Terreni a permeabilità medio-bassa:

1. **Complesso detritico eluviale:** terreni prevalentemente detritici, limoso - sabbiosi, argillosi, argilloso - detritici ed argillosi con pacchi lapidei. **(Permeabilità per porosità)**
2. **Complesso arenaceo argilloso - marnoso:** arenarie in banchi con intercalazioni di livelli argillosi - marnosi, argillosi - sabbiosi, conglomeratici e livelli siltosi inglobanti blocchi di calcari, calcari marnosi e marne. **(Permeabilità per porosità e fratturazione)**

In questi complessi non sono presenti importanti falde acquifere; sono comunque presenti piccole falde locali.

EB/B Terreni a permeabilità da estremamente bassa a bassa:

1. **Complesso calcareo - marnoso - argilloso:** marne e calcari marnosi con intercalazione di calcareniti, marne argillose ed argille **(Permeabilità per porosità e fratturazione)**. In questi terreni si rinvencono modeste falde acquifere sospese sostenute da intercalazioni limoso-argillose.
2. **Complesso argilloso:** argille varicolori con intercalazioni di calcareniti e calcilutiti torbiditiche a stratificazione sottile. **(Permeabilità per porosità)**. In questo complesso idrogeologico, l'idrologia sotterranea è, in generale, praticamente inesistente e non esiste la possibilità di falde estese; sono presenti, invece, falde acquifere molto modeste e limitate ad alcuni orizzonti. L'acquifero in questo caso è costituito da materiale permeabile inglobati nella massa argillosa principale. Il coefficiente di permeabilità complessivo di questi materiali può essere così descritto: $10^{-4} \leq K \leq 10^{-7}$ cm/sec.

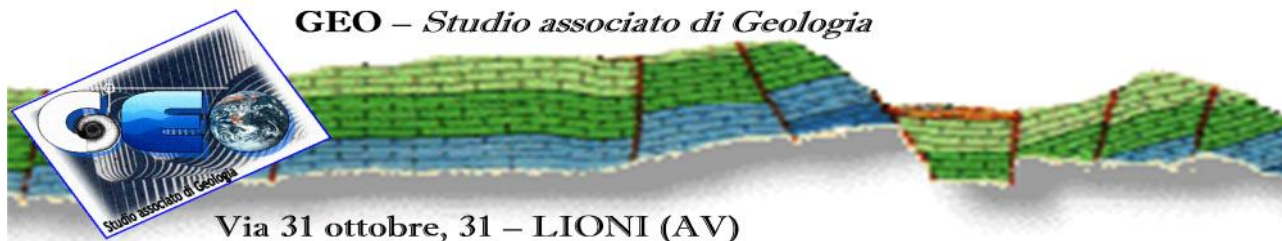


Tavola III (a, b) - Carta della stabilità e della franosità

L'esame della stabilità del territorio comunale di Teora ha consentito di delimitare numerose aree, in un complesso intreccio di fattori litologici, morfologici ed idrologici, ascrivendole in tal modo a diversi comportamenti riferiti alla stabilità.

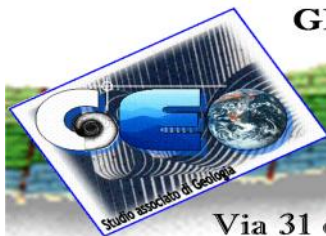
Nell'ampio territorio comunale, infatti, prevalgono le condizioni di stabilità medio-bassa, come accade in tanta parte dell'Appennino Campano-lucano, ancora soggetto al sollevamento e non ancora stabilizzato dal punto di vista morfologico. Prova ne è la diffusione di fenomeni più o meno consistenti rilevati dalla competente **Autorità di Bacino della Puglia** (Piano di bacino. Stralcio per l'assetto idrogeologico – PAI, in allegato), localizzati soprattutto nelle coltri di natura detritica, eluvio-colluviali ed argilloso-sabbiose.

Le situazioni intermedie sono quelle più delicate perché gli equilibri naturali possono facilmente evolvere ad instabilità e, pertanto, si richiedono particolari indagini qualora fosse previsto l'insediamento di strutture abitative ed industriali in queste zone. Riassumendo, le categorie morfologiche individuate sono distinte come segue:

S – aree stabili:	vi fanno parte le aree pianeggianti e subpianeggianti localizzate prevalentemente lungo il fondo valle alluvionale del “Fiumicello”, nonché quelle a lieve pendenza sulle calcareniti del Flysch Rosso.
SI – aree a stabilità media	sono le aree di affioramento delle argille e sabbie plioceniche e le aree di affioramento delle argille varicolori anche con valori bassi di acclività. In queste zone, spoglie per altro di vegetazione, è frequente il ruscellamento artificiale diffuso e facilmente si innescano fenomeni di <i>creep</i> e soliflusso e piccoli smottamenti, sono inoltre ad incerta stabilità le aree con elevata acclività sulle arenarie e conglomerati.
P – aree potenzialmente instabili	sono quelle aree interessate da dissesti di varia natura, sia superficiali che profondi e tutte quelle in rapida evoluzione geomorfologica. Tali aree ricadono ai margini di affioramento delle calcareniti e sono caratterizzati da forti pendenze dove possono verificarsi distacchi di massi, rotoli di detriti e crolli. Vi rientrano inoltre le aree di affioramento delle argille varicolori che bordano la zona già ampiamente dissestata in località “Lavanghe del Poeta”.

Tavola IV (a,b) - Carta della microzonazione sismica

L'analisi geosismica per la definizione della risposta sismica locale (**RSL**), porta a concludere che le aree comunali, per le peculiari condizioni litologiche, stratigrafiche e geomeccaniche, possono essere interessate da amplificazioni sismiche. In esse, cioè, si può registrare un'esaltazione delle sollecitazioni dinamiche agenti al piede delle strutture essendo caratterizzata da rischio sismico



Via 31 ottobre, 31 – LIONI (AV)

medio-alto che può determinare fenomeni di amplificazione in occasione di scuotimenti violenti, legati al contrasto d'impedenza esistente tra un substrato litoide e i sedimenti superficiali.

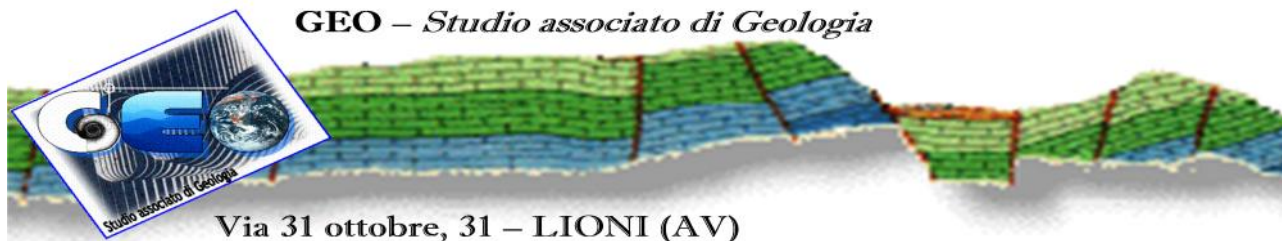
È necessario tenere in conto questa eventualità, visto che l'area del Comune di Teora è stata interessata nel sisma del 23/11/1980 da un'accelerazione di picco presumibilmente compresa tra 0.25-0.3 g, essendo tali i valori medi di accelerazione registrati, nelle aree dei comuni vicini, dalla rete sismometrica installata in Alta Irpinia nel quadrilatero Sturno-Bisaccia-Calitri-Bagnoli Irpino. Inoltre, l'individuazione delle aree sismogenetiche effettuata nel 2004 ai sensi dell'Ordinanza OPCM 3274/03 (AA.VV., INGV, 2004), assegna alla **zona 927** l'area del Sannio-Irpinia-Basilicata, cioè a quella fascia che negli ultimi 700.000 anni ha subito il massimo rilascio di energia sismica, legata ad eventi distensivi a fagliatura normale. Per l'area del Comune di Teora, quindi, si dovrà assumere la zona sismica **Z = 1**, per la quale è prevista un'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastica $a_g = 0,35$ g (OPCM 3274/03; NTC-08). Negli anni che hanno preceduto le nuove norme tecniche è quindi stata obbligatoria l'adozione del coefficiente di intensità sismica **C_s = 0,1** attribuito alle zone classificate sismicamente alla prima categoria (**S = 12**), ai sensi del deliberato della Giunta Regionale della Campania (n. 5447 del 7/11/2002) ed in sostituzione di quanto decretato a suo tempo dal D.M. del 7/3/1981.

In base alle considerazioni appena effettuate e tenendo conto del complesso delle caratteristiche litologico-tecniche, stratigrafiche, di stabilità e di giacitura dei versanti delle aree rilevate, sulla scorta inoltre dei risultati delle indagini disponibili, è stata elaborata la Carta della microzonazione sismica (Tav. IV a, b). Pertanto, seguendo le indicazioni della nuova normativa sismica, si definiscono i vari $V_{S30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_i}}$, per giungere poi ad accertare le seguenti **categorie di sottosuolo**, a cui

si associa il rispettivo coefficiente dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali (**S**):

Tab. I – Categorie di sottosuolo secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (§ 3.2.2, Tab. 3.2.II)

- | | |
|-----|--|
| A - | <i>Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi</i> caratterizzati da valori di V_{S30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m. |
| B - | <i>Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti</i> , con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{SPT} > 50$, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa). |
| C - | <i>Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza</i> , con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{S30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < N_{SPT} < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa). |
| D - | <i>Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti</i> , caratterizzati da valori di $V_{S30} < 180$ m/s ($N_{SPT} < 15$, $c_u < 70$ kPa). |
| E - | <i>Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali</i> , con valori di V_{S30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{S30} > 800$ m/s. |



Nel territorio rurale e, parimenti, nel centro urbano non compaiono le categorie di sottosuolo che la normativa individua alla “E” e alla “D”. Alcune sono le zone ascrivibili alla categoria “C”: si tratta, infatti, di quelle aree in cui affiorano le coltri tecnicamente più scadenti; degli spessori di terreno di riporto, diffuso qua e là in diverse zone urbanizzate; delle porzioni, in genere, troppo superficiali che ricoprono ogni tipologia di terreno presente nel territorio comunale, nello spessore decimetrico di alterazione eluvio-colluviale.

Va rilevato, inoltre, che le NTC-08 enfatizzano il ruolo delle condizioni topografiche nelle analisi di risposta sismica locale. Si ricorda che, in *configurazioni superficiali semplici* (NTC-08), si adotta la seguente classificazione (Tab. 3.2.IV):

Tab. II – Categorie topografiche (dalla Tabella 3.2.IV, NTC-08)

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

La norma, inoltre, precisa che *le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.*

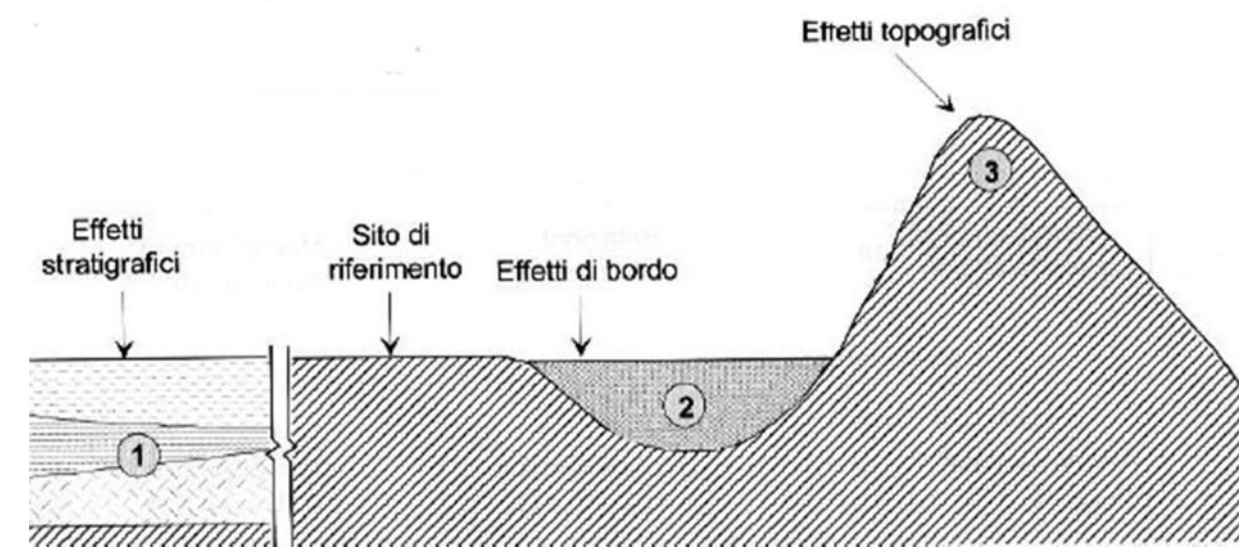
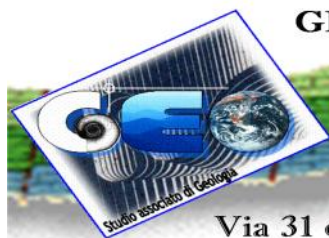


Fig. 3 - Schematizzazione dei fattori geologici di amplificazione sismica



Essendo noto che gli effetti locali, legati alle diverse situazioni geologico, geomorfologiche, litologiche e strutturali del territorio, incidono in maniera significativa sulla risposta sismica locale (Fig. 3), nel 3.2. delle NTC-08 sono previsti anche il parametro “amplificazione stratigrafica”, che si traduce nella valutazione di due coefficienti, funzione delle categorie di sottosuolo, denominati *SS* e *CC*:

Tab. III – Espressioni di *SS* e di *CC* (Tabella 3.2.V, NTC-08)

Tabella 3.2.V – Espressioni di *S_S* e di *C_C*

Categoria sottosuolo	<i>S_S</i>	<i>C_C</i>
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_{gr}}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_{gr}}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_{gr}}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_{gr}}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

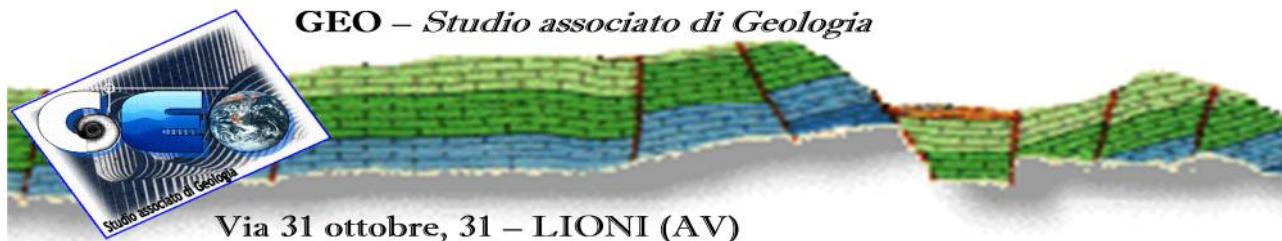
ed il parametro “amplificazione topografica”, attraverso il coefficiente topografico *ST*, per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale ed in funzione delle categorie topografiche definite in § 3.2.2 e dell’ubicazione dell’opera o dell’intervento:

Tab. IV – Valori del coefficiente di amplificazione topografica (Tabella 3.2.VI, NTC-08)

Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica *S_T*

Categoria topografica	Ubicazione dell’opera o dell’intervento	<i>S_T</i>
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

In conclusione, negli elaborati cartografici, compaiono le tre categorie di sottosuolo individuate nel territorio comunale: “A”, “B”, “C”; le delimitazioni delle categorie topografiche previste dalla norma (T1, T2, T3, T4); l’ubicazione delle prospezioni sismiche in down-hole e secondo la metodologia M.A.S.W..



GEO – Studio associato di Geologia

Via 31 ottobre, 31 – LIONI (AV)

Tavola V (a,b) - Carta della vincolistica

Questa carta raccoglie tutti i vincoli normativi afferenti al territorio di Teora. Tali vincoli consistono in quello:

- I. **idrogeologico** di cui al R.D. n. 3267 del 30/12/1923;
- II. delle **acque pubbliche** di cui al T.U. n. 1775 dell'11/12/1933;
- III. del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia, di cui alla G.U. n. 8 dell'11/01/2006.

Tavola VIa, VIb - Carta della vulnerabilità del territorio e della fattibilità geologica

La L.R. 16/2004 prevede anche la redazione di una carta di sintesi finale di tutte le componenti geologiche s.l., denominata *Carta della vulnerabilità del territorio e di fattibilità geologica*. Essa è tesa, secondo la volontà del legislatore, ad evidenziare le criticità presenti sul territorio e, al contrario, le condizioni di fattibilità dal punto di vista geologico.

La metodologia di realizzazione di questa carta ha previsto una sovrapposizione ed un incrocio, in ambiente CAD, delle carte *geologica, idrogeologica, della stabilità/franosità* con quella *della vincolistica*. La Carta comprende quindi la segnalazione di quelle aree del territorio comunale soggette a vincolo idrogeologico (R.D. n. 3267/23) e per acque pubbliche (T.U. n. 1775/33).

La vulnerabilità del territorio è così distinta, in termini alternativi a quelli della fattibilità-trasformabilità, in tre distinte classi, denominate Zona A, B, C.

Di esse si fornisce una sintetica descrizione:

ZONE A

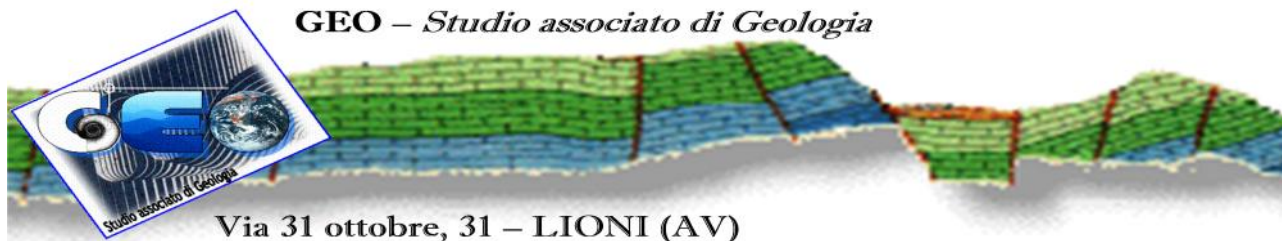
Tali aree sono quelle connotate da una vulnerabilità alta, con una conseguente fattibilità scarsa o nulla, poiché fortemente condizionata da diversi fattori e, pertanto, se ne sconsiglia l'uso.

In queste zone sono incluse tutte quelle aree a forte acclività, con fenomeni franosi in atto o potenziali, su substrato prevalentemente argilloso, come già classificate a pericolosità geomorfologica dall'Autorità di Bacino competente (P.A.I.).

Esse sono diffuse in tutto il territorio comunale ed appaiono localizzate soprattutto negli areali a ridosso delle testate degli alvei torrentizi, su versanti con inclinazione superiore ai 15°.

Le problematiche di carattere applicativo sono sostanzialmente legate alla presenza di livelli sciolti e/o alterati, alle dinamiche di versante per deformazioni in atto (attive o quiescenti), alla modificazione intensa del paesaggio originario di area collinare, all'approfondimento di alvei o al richiamo da monte di materiali operato da scalzamento al piede.

La fattibilità scarsa o nulla suggerisce l'adozione di progetti di bonifica e recupero ambientale, in maniera tale da ripristinare gli equilibri statici ed idrogeologici.



Via 31 ottobre, 31 – LIONI (AV)

ZONE B

Fanno parte delle Zone di tipo B le aree caratterizzate da vulnerabilità media, nelle quali la fattibilità geologica e la conseguente trasformabilità sono sottoposte a verifiche puntuali, ma in ambiti mediamente favorevoli. Il substrato di queste zone è generalmente argilloso-marnoso, subordinatamente detritico e sabbioso-arenaceo. Esse si dispongono generalmente in area collinare, secondo angoli di pendenza inferiori ai 15°. Il grado di fratturazione delle formazioni rocciose è abbastanza alto, ma dal punto di vista applicativo la fattibilità è mediamente favorita previo accertamento delle condizioni stratigrafiche, morfologiche e sismiche di sito.

I fronti di scavo possono mostrare potenziali instabilità e sui versanti si possono innescare dei dissesti puntuali a causa della movimentazione di terreno. Le caratteristiche geomeccaniche dei litotipi di substrato sono generalmente buone e, localmente, ottime.

In mancanza di adeguate forme di interventi, la suscettività d'uso potrebbe esplicitarsi in un progressivo peggioramento conseguente a scarsi interventi manutentivi o a pratiche non correttamente progettate ed eseguite. In esse si tende a sconsigliare un aggravio del carico urbanistico (presidio dell'esistente, incremento nullo della viabilità, ecc), sempre in relazione alla compatibilità geomorfologica del sito con le eventuali opere a realizzarsi.

ZONE C

Nelle aree cartografate alle Zone C ricadono tutti siti subpianeggianti o a bassa acclività, con substrato costituito da sedimenti alluvionali, da blocchi arenacei competenti o da materiali argilloso-marnoso-calcarei e/o calcarenitici nei quali la condizione stratigrafica, sismica ed idrogeologica appare da mediamente favorevole sino ad altamente favorevole.

Le problematiche di carattere geologico applicato risiedono negli aspetti puntuali della circolazione idrica (da tutelare eventualmente in funzione della natura progettuale degli interventi), della stratigrafia locale, nei fattori puntuali di amplificazione sismica (generalmente favorevoli).

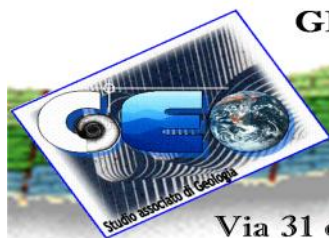
Queste aree, caratterizzate da una vulnerabilità generalmente bassa, con conseguente fattibilità da buona ad alta, possiedono una discreta accessibilità, una buona insediabilità ed una conseguente fruibilità all'uso antropico.

Gli interventi, però, restano condizionati all'analisi puntuale secondo le norme vigenti, al fine di escludere ogni eventuale problema di infiltrazione idrica, di cedimento fondale differenziale, di spessore delle coltri eluvio-colluviali (talora cospicue ma stabili) a bassa qualità geomeccanica e forte anisotropia.

Gli equilibri di versante sono generalmente stabili, anche a fronte di urbanizzazioni pregresse. L'uso agricolo dovrebbe comunque prevedere sistemi di regimazione delle acque e sistemazione a terrazzamenti nelle aree più acclivi.

L'uso insediativo o industriale dovrà comunque valutare la convenienza e l'efficacia di eventuali opere locali di sistemazione o di mantenimento/miglioramento della stabilità complessiva.

Va comunque precisato che i fattori antropici di area e di sito possono incidere in maniera molto significativa sugli equilibri naturali che si incrociano in questo tipo di analisi combinata degli



Via 31 ottobre, 31 – LIONI (AV)

elementi geologici *sensu lato*. Si pensi, ad esempio, a quanto si determina in caso di abbandono delle aree storicamente adibite all'uso agricolo (canalizzazione dei fossi, sostegno delle terre, terrazzamenti, contenimento delle infestanti, ecc), con progressiva erosione del paesaggio costruito.

In questi termini, lo studio della trasformabilità urbanistica del territorio deve basarsi sulle indagini/informazioni che provengono dai diversi settori disciplinari, in un'azione olistica e sinergica.

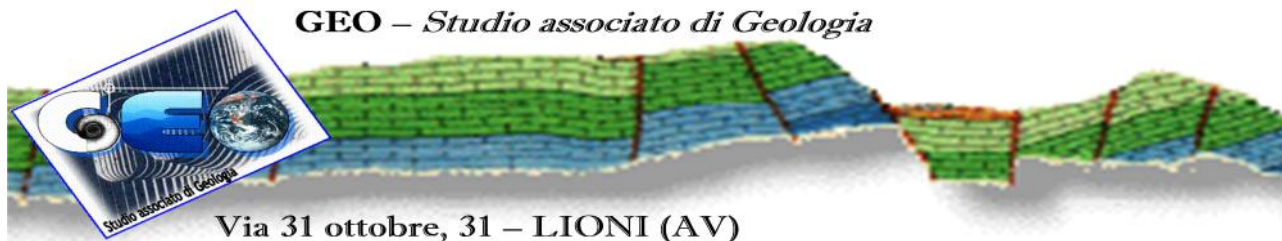
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E SISMICA DELLE LITOFACIES

Le indagini disponibili per le litofacies dell'intero territorio comunale di Teora sono numerose e ben distribuite. Ciò consente di ottenere una visione d'insieme delle caratteristiche geologiche, stratigrafiche, sismiche ed idrologiche che caratterizzano i materiali presenti nei vari siti.

Volendo riassumere quanto le indagini di varia data hanno rinvenuto per il Comune, si farà riferimento a:

1. dati geognostici derivanti dal **Piano Regolatore Generale** redatto da F. Ortolani (luglio **1984**);
2. indagine relativa alle urbanizzazioni dell'**area PIP**, G. Rosa (**1986**);
3. indagine per il **Piano di Zona C1**, G. Rosa (**1992**);
4. indagine per il **Piano di Zona C2**, G. Rosa (**1992**);
5. indagine per il **Piano di Zona C5**, G. Rosa (**1992**);
6. indagine per il **Piano di Zona E**, GEO (ottobre **1994**);
7. dati geognostici e sismici della Variante al Piano Regolatore Generale, a cura della Dr. Rosamilia (**2004/2005**);
8. dati geognostici e sismici della prima redazione del **P.U.C.**, a cura della Dr. Rosamilia (luglio **2006**);
9. indagine geognostica per il recupero del prefabbricato "Liechtenstein" (**luglio 2010**), dello scrivente (**GEO, 2010a**);
10. indagine geognostica per la realizzazione del nuovo impianto di depurazione in località Borgo Monaco, Dr. Geol. C. Sacco (**ottobre 2010; Sacco, 2010**) e completamento dell'incarico con indagini in località Pennini (**ottobre 2010; GEO, 2010b**);
11. indagine geognostica per la sistemazione della strada a valle del vecchio Cimitero comunale, (**luglio 2010; GEO-In, 2010**);
12. indagini commissionate allo scrivente dall'Amministrazione comunale per la realizzazione di muri di contenimento in varie località del Comune (**novembre 2011; GEO, 2011a**);
13. indagini geognostiche per l'area di Borgo Monaco (**dicembre 2011**), con incarico allo scrivente (**GEO, 2011b**);
14. prospezioni sismiche secondo la metodologia M.A.S.W., realizzate per conto dello scrivente dalla E.Ge.A. s.r.l. (**dicembre 2011; EGeA, 2011**).

Nell'intera totalità dei percorsi d'indagine appena elencati sono stati prelevati numerosissimi campioni di tipo indisturbato; di essi si conoscono le caratteristiche di natura fisico-generale (umidità relativa, peso specifico assoluto, peso dell'unità di volume, porosità, curve granulometriche,



etc.) e di tipo meccanico (determinazione della coesione e dell'angolo di attrito interno, prova edometrica).

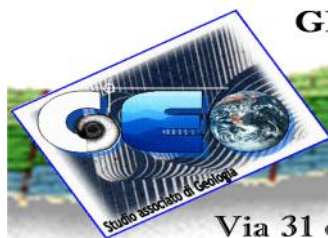
Nelle tabelle che seguono, al fine di facilitare la lettura ed il confronto tra tutte le emergenze documentarie disponibili, si troveranno elencati i parametri geomeccanici ed il valore delle velocità sismiche individuate nelle prospezioni in down-hole e negli stendimenti, riassunti in ciascuno dei litotipi che ha individuato il rilevamento geologico di campagna nell'intero territorio comunale di Teora:

❖ Litotipo delle **alluvioni** recenti ed attuali (in cartografia, **A1**):

Principali parametri geomeccanici e sismici	PIP, 1986	PUC, 2006	EGeA, 2011 (pr. 8)
x_n (peso dell'unità di volume, in kN/m^3)	17.27	18.96	--
W_n (contenuto naturale in acqua, in %)	36.09	17.56	--
y (porosità, in % peso)	52.43	39.25	--
e (indice dei vuoti)	1.10	0.646	--
S_r (grado di saturazione, in % peso)	88.84	72.16	--
w_d (angolo di attrito interno drenato, in °)	21.80	19.4	--
C_d (coesione drenata, in kN/m^2)	13.73	39.3	--
E_d (modulo edometrico, in kN/m^2)	---	5489	--
LP (limite plastico, in % peso)	24.29	27.2	--
LL (limite liquido, in % peso)	53.39	42.5	--
IP (indice plastico, in % peso)	28.13	15.3	--
IC (indice di consistenza, in % peso)	1.0	1.6	--
$V_{p_{\min}}$ (in m/sec)	415	660.7	--
$V_{p_{\max}}$ (in m/sec)	2000	2040.8	--
$V_{s_{\min}}$ (in m/sec)	---	380	--
$V_{s_{\max}}$ (in m/sec)	---	634	--
V_{s30} (in m/sec)	---	730	386.1
ϵ (indice di Poisson)	---	0.37	0.31
categoria di sottosuolo (NTC-08)	---	B	C

❖ Litotipo **detrito calcareo**, assai diffuso nel centro urbano e pertanto distinto in **Ds** (detrito sabbioso-argilloso), **Dr** (detrito di frana rimaneggiato), **Df** (detrito su Flysch Rosso), **DI** (detrito lapideo):

Ds	Principali parametri geomeccanici e sismici	PRG, 2004	PUC, 2012
	x_n (peso dell'unità di volume, in kN/m^3)	19.31	18.02
	W_n (contenuto naturale in acqua, in %)	18.85	24.85
	y (porosità, in % peso)	39.11	45.03
	e (indice dei vuoti)	0.642	0.819

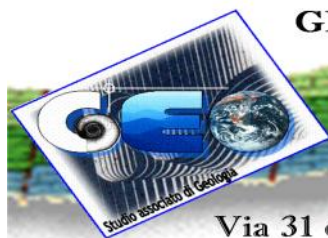


Via 31 ottobre, 31 – LIONI (AV)

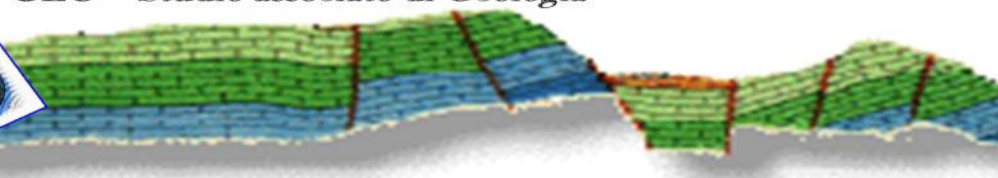
S_r (grado di saturazione, in % peso)	78.32	79.64
W_d (angolo di attrito interno drenato, in °)	22.9	24.0
C_d (coesione drenata, in kN/m ²)	38.3	34.0
E_d (modulo edometrico, in kN/m ²)	5494	--
LP (in % peso)	32.3	--
LL (in % peso)	45.6	--
IP (in % peso)	13.2	--
IC (in % peso)	2.0	--
$V_{p_{min}}$ (in m/sec)	457	--
$V_{p_{max}}$ (in m/sec)	1044	--
$V_{s_{min}}$ (in m/sec)	215	--
$V_{s_{max}}$ (in m/sec)	457	--
V_{s30} (in m/sec)	743	575.8
€ (indice di Poisson)	0.38	0.35
categoria di sottosuolo (NTC-08)	B	B

Dr	Principali parametri geomeccanici e sismici	PRG, 2004	PUC, 2006	Sacco, 2010	GEO, 2010b	EGeA, 2011		
						(pr. 1)	(pr. 3)	(pr. 4)
	x_n (peso dell'unità di volume, in kN/m ³)	18.98	18.94	20.3	18.8	--	--	--
	W_n (contenuto naturale in acqua, in %)	19.25	15.74	17.5	23.9	--	--	--
	y (porosità, in % peso)	40.44	38.50	32.3	44.1	--	--	--
	e (indice dei vuoti)	0.679	0.626	0.478	0.790	--	--	--
	S_r (grado di saturazione, in % peso)	75.76	66.88	95.2	82.0	--	--	--
	W_d (angolo di attrito interno dren., in °)	22.9	19.8	27.7	25.0	--	--	--
	C_d (coesione drenata, in kN/m ²)	33.9	32.5	14.6	55.0	--	--	--
	E_d (modulo edometrico, in kN/m ²)	7079	3514	7724	--	--	--	--
	LP (in % peso)	32.0	24.7	--	--	--	--	--
	LL (in % peso)	47.3	40.4	--	--	--	--	--
	IP (in % peso)	15.3	15.7	--	--	--	--	--
	IC (in % peso)	1.8	1.6	--	--	--	--	--
	$V_{p_{min}}$ (in m/sec)	746	516	--	--	--	--	--
	$V_{p_{max}}$ (in m/sec)	1319	1405	--	--	--	--	--
	$V_{s_{min}}$ (in m/sec)	222	474	--	--	--	--	--
	$V_{s_{max}}$ (in m/sec)	507	570	--	--	--	--	--
	V_{s30} (in m/sec)	780	825	--	533.8	459.4	379.3	606.5
	€ (indice di Poisson)	0.39	0.38	--	0.32	0.37	0.37	0.32
	categoria di sottosuolo (NTC-08)	B	B	--	B	B	B	B

Df	Principali parametri geomeccanici e sismici	PRG, 1984	PdZ C1, 1992	PdZ C2, 1992	PRG, 2004	GEO, 2010a	GEO, 2011b	PUC, 2012
	x_n (peso dell'unità di volume, in kN/m ³)	19.42	20.31	19.33	19.28	19.27	21.02	15.50
	W_n (contenuto naturale in acqua, in %)	22.29	24.0	20.01	17.83	20.61	12.58	25.03



Via 31 ottobre, 31 – LIONI (AV)

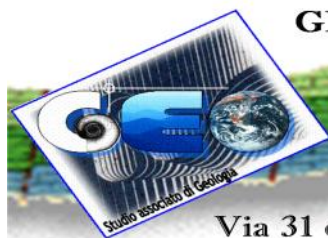


y (porosità, in % peso)	41.5	39.0	36.28	38.93	40.30	27.42	51.71
e (indice dei vuoti)	0.70	0.64	0.57	0.63	0.670	0.378	1.071
S _r (grado di saturazione, in % peso)	86.57	80.0	100	74.93	81.72	85.64	60.00
w _d (angolo di attrito interno drenato, in °)	16.30	9.11	21.59	28.9	24.60	29.97	29.0
C _d (coesione drenata, in kN/m ²)	49.05	61.80	73.77	12.0	42.91	14.89	0.0
E _d (modulo edometrico, in kN/m ²)	---	3911	3727	6187	63.60	3782	--
LP (in % peso)	---	21.56	---	29.8	--	--	--
LL (in % peso)	---	62.88	---	44.8	--	--	--
IP (in % peso)	---	41.32	---	14.9	--	--	--
IC (in % peso)	---	0.94	---	1.8	--	--	--
Vp _{min} (in m/sec)	---	360	---	501	--	--	--
Vp _{max} (in m/sec)	---	1030	---	1172	--	--	--
Vs _{min} (in m/sec)	---	171	---	230	--	--	--
Vs _{max} (in m/sec)	---	515	---	490	--	--	--
Vs30 (in m/sec)	---	---	---	727	470	364.3	442.9
€ (indice di Poisson)	---	---	---	0.39	0.37	0.36	0.35
categoria di sottosuolo (NTC-08)	---	---	---	B	B	B	B

DI	Principali parametri geomeccanici e sismici	PUC, 2006	GEO, 2011a
	x _n (peso dell'unità di volume, in kN/m ³)	17.47	18.52
	W _n (contenuto naturale in acqua, in %)	18.64	25.03
	y (porosità, in % peso)	44.59	45.89
	e (indice dei vuoti)	0.805	0.848
	S _r (grado di saturazione, in % peso)	61.55	78.59
	w _d (angolo di attrito interno drenato, in °)	16.6	24.0
	C _d (coesione drenata, in kN/m ²)	28.2	50.0
	E _d (modulo edometrico, in kN/m ²)	3272	--
	LP (in % peso)	26.4	--
	LL (in % peso)	40.6	--
	IP (in % peso)	14.2	--
	IC (in % peso)	1.6	--
	Vp _{min} (in m/sec)	542.3	--
	Vp _{max} (in m/sec)	2309.5	--
	Vs _{min} (in m/sec)	158	--
	Vs _{max} (in m/sec)	512	--
	Vs30 (in m/sec)	761	493.5
	€ (indice di Poisson)	0.40	0.35
	categoria di sottosuolo (NTC-08)	B	B

❖ Litotipo dei **conglomerati poligenici** (in cartografia, **Cg**):

Principali parametri	PUC,
----------------------	------

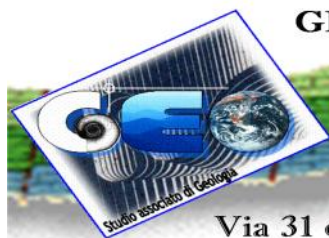


Via 31 ottobre, 31 – LIONI (AV)

geomeccanici e sismici	2006
χ_n (peso dell'unità di volume, in kN/m^3)	18.92
W_n (contenuto naturale in acqua, in %)	16.78
y (porosità, in % peso)	39.26
e (indice dei vuoti)	0.646
S_r (grado di saturazione, in % peso)	69.25
W_d (angolo di attrito interno drenato, in °)	25.8
C_d (coesione drenata, in kN/m^2)	29
E_d (modulo edometrico, in kN/m^2)	3511
LP (in % peso)	18.9
LL (in % peso)	34.6
IP (in % peso)	15.7
IC (in % peso)	1.1
$V_{p_{\min}}$ (in m/sec)	792.4
$V_{p_{\max}}$ (in m/sec)	3007.5
$V_{s_{\min}}$ (in m/sec)	474
$V_{s_{\max}}$ (in m/sec)	548
V_{s30} (in m/sec)	825
€ (indice di Poisson)	0.38
categoria di sottosuolo (NTC-08)	A

❖ Litotipo delle **sabbie e sabbie argillose** (in cartografia, **Sb**):

Principali parametri geomeccanici e sismici	Rosami- lia, 2004	PdZ C5, 2004	PUC, 2006	GEO-In, 2010	GEO, 2011a	EGeA, 2001	
						(pr. 2)	(pr. 7)
χ_n (peso dell'unità di volume, in kN/m^3)	19.03	18.93	20.18	--	17.47	--	--
W_n (contenuto naturale in acqua, in %)	8.19	29.0	13.24	--	27.97	--	--
y (porosità, in % peso)	32.47	45.51	33.25	--	45.94	--	--
e (indice dei vuoti)	0.481	0.83	0.49	--	0.850	--	--
S_r (grado di saturazione, in % peso)	45.23	90.50	70.98	--	85.72	--	--
W_d (angolo di attrito interno dren., in °)	29	22	30	--	30	--	--
C_d (coesione drenata, in kN/m^2)	4.91	23.84	19.9	--	10.0	--	--
E_d (modulo edometrico, in kN/m^2)	2818	4414	4287	--	--	--	--
LP (in % peso)	---	22.80	12.7	--	--	--	--
LL (in % peso)	28.94	58.42	29.2	--	--	--	--
IP (in % peso)	0.0	35.61	16.5	--	--	--	--
IC (in % peso)	---	0.83	1.0	--	--	--	--
$V_{p_{\min}}$ (in m/sec)	610	---	769.8	--	--	--	--
$V_{p_{\max}}$ (in m/sec)	938	---	2395.2	--	--	--	--
$V_{s_{\min}}$ (in m/sec)	---	---	248	--	--	--	--
$V_{s_{\max}}$ (in m/sec)	---	---	320	--	--	--	--
V_{s30} (in m/sec)	---	---	615	586	490.2	580.2	364.6
€ (indice di Poisson)	---	---	0.40	0.42	0.35	0.28	0.28



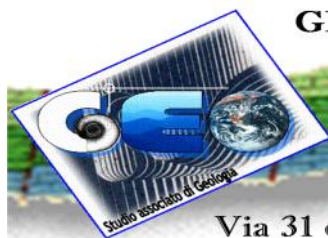
categoria di sottosuolo (NTC-08)	---	---	B	B	B	B	B
----------------------------------	-----	-----	---	---	---	---	---

❖ Litotipo delle **argille grigio-azzurre** (in cartografia, **Ag**):

Principali parametri geomeccanici e sismici	PUC, 2006	EGeA, 2011 (pr. 6)	EGeA, 2011 (pr. 9)
x_n (peso dell'unità di volume, in kN/m^3)	19.97	--	--
W_n (contenuto naturale in acqua, in %)	15.62	--	--
y (porosità, in % peso)	35.02	--	--
e (indice dei vuoti)	0.539	--	--
S_r (grado di saturazione, in % peso)	77.05	--	--
w_d (angolo di attrito interno drenato, in °)	21.2	--	--
C_d (coesione drenata, in kN/m^2)	57.0	--	--
E_d (modulo edometrico, in kN/m^2)	6184	--	--
LP (in % peso)	---	--	--
LL (in % peso)	---	--	--
IP (in % peso)	---	--	--
IC (in % peso)	---	--	--
$V_{p_{\min}}$ (in m/sec)	---	--	--
$V_{p_{\max}}$ (in m/sec)	2040.8	--	--
$V_{s_{\min}}$ (in m/sec)	---	--	--
$V_{s_{\max}}$ (in m/sec)	634	--	--
V_{s30} (in m/sec)	730	336.6	229.8
ϵ (indice di Poisson)	0.37	0.40	0.44
categoria di sottosuolo (NTC-08)	B	C	C

❖ Litotipo delle **arenarie mediamente cementate** (in cartografia, **Ar**):

Principali parametri geomeccanici e sismici	PUC, 2006
x_n (peso dell'unità di volume, in kN/m^3)	19.00
W_n (contenuto naturale in acqua, in %)	---
y (porosità, in % peso)	---
e (indice dei vuoti)	---
S_r (grado di saturazione, in % peso)	---
w_d (angolo di attrito interno drenato, in °)	30
C_d (coesione drenata, in kN/m^2)	0
E_d (modulo edometrico, in kN/m^2)	---
LP (in % peso)	---
LL (in % peso)	---
IP (in % peso)	---
IC (in % peso)	---
$V_{p_{\min}}$ (in m/sec)	540.3
$V_{p_{\max}}$ (in m/sec)	2721.1



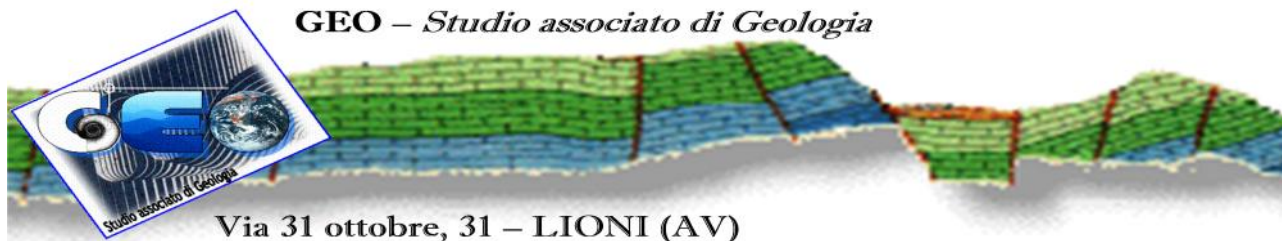
Vs_{min} (in m/sec)	174
Vs_{max} (in m/sec)	470
Vs30 (in m/sec)	650
€ (indice di Poisson)	0.38
categoria di sottosuolo (NTC-08)	B

❖ Litotipo degli **argillocisti e marnoscisti** (in cartografia, **Av**):

Principali parametri geomeccanici e sismici	PUC, 2006
χ_n (peso dell'unità di volume, in kN/m ³)	19.25
W_n (contenuto naturale in acqua, in %)	16.09
y (porosità, in % peso)	37.68
e (indice dei vuoti)	0.605
S_r (grado di saturazione, in % peso)	70.82
W_d (angolo di attrito interno drenato, in °)	21.1
C_d (coesione drenata, in kN/m ²)	45.7
E_d (modulo edometrico, in kN/m ²)	4702
LP (in % peso)	24.5
LL (in % peso)	40.2
IP (in % peso)	15.8
IC (in % peso)	1.5
Vp_{min} (in m/sec)	808.1
Vp_{max} (in m/sec)	2649.0
Vs_{min} (in m/sec)	475
Vs_{max} (in m/sec)	1106
Vs30 (in m/sec)	791
€ (indice di Poisson)	0.39
categoria di sottosuolo (NTC-08)	B

❖ Litotipo delle **calcareniti e calcilutiti** (in cartografia, **C**):

Principali parametri geomeccanici e sismici	PUC, 2006
χ_n (peso dell'unità di volume, in kN/m ³)	21.58
W_n (contenuto naturale in acqua, in %)	---
y (porosità, in % peso)	---
e (indice dei vuoti)	---
S_r (grado di saturazione, in % peso)	---
W_d (angolo di attrito interno drenato, in °)	35
C_d (coesione drenata, in kN/m ²)	0
E_d (modulo edometrico, in kN/m ²)	---
LP (in % peso)	---
LL (in % peso)	---



GEO – Studio associato di Geologia

Via 31 ottobre, 31 – LIONI (AV)

IP (in % peso)	---
IC (in % peso)	---
Vp _{min} (in m/sec)	510.3
Vp _{max} (in m/sec)	3389.8
Vs _{min} (in m/sec)	537
Vs _{max} (in m/sec)	---
Vs30 (in m/sec)	910
€ (indice di Poisson)	0.40
categoria di sottosuolo (NTC-08)	A

Per i depositi degli olistoliti calcarei (**OI**), che pure compaiono in cartografia ma che affiorano in aree potenzialmente inidonee alla fruizione, non sono disponibili dati geognostici o sismici.

LE PRESCRIZIONI DELL'AUTORITÀ DI BACINO

L'area del comune di Teora ricade all'interno dei territori ascritti alla "**Autorità di bacino della Puglia**" (L. 183/1989 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo"), che comprende il bacino interregionale dell'Ofanto.

Nelle analisi condotte, sono state individuati gli scenari di rischio legati all'azione dei corsi d'acqua presenti sul territorio comunale ed alla configurazione geomorfologica dei versanti, con la conseguente attribuzione di indicatori di stabilità complessiva dei terreni. In particolare, i riferimenti utilizzati sono quelli relativi al **PAI** (Piano di bacino stralcio per l'Assetto Idrogeologico) ed alle relative perimetrazioni.

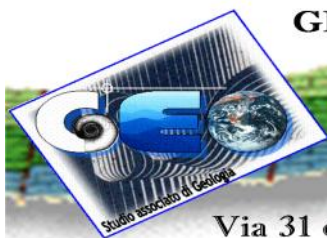
Nella cartografia tematica prodotta per il PAI, il comune di Teora presenta numerose aree soggette a rischio di esondazione e/o escavazione da parte di corsi d'acqua, ovvero rischi di stabilità connessi ad un più ampio rischio idrogeologico.

Tali aree sono confinate nei pressi delle aste di deflusso che solcano il rilievo ascritto al territorio comunale.

STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

Ai sensi del § 7.11.3.4.2 delle NTC-08 relativo all'esclusione dei fenomeni di liquefazione e la successiva Circolare esplicativa n. 617/2009 (§ C7.11.3.4) impongono che sia valutata la stabilità nei confronti della liquefazione mediante il ricorso a metodologie analitiche o a carattere semiempirico.

Tali verifiche, secondo le NTC 2008, devono essere condotte tutte le volte che il manufatto in progetto interagisce con terreni saturi a prevalente componente sabbiosa ed in presenza, ovviamente, di sollecitazioni cicliche e dinamiche per le quali il sottosuolo tende a comportarsi come un sistema idraulicamente chiuso, ovvero come un sistema non drenato; nel contempo, al fine di facilitare le procedure di analisi, al paragrafo 7.11.3.4.2 è ribadito che **tali analisi possono essere omesse** in presenza dei seguenti casi:



Via 31 ottobre, 31 – LIONI (AV)

1. eventi sismici di magnitudo inferiore a 5 ($M < 5$);
2. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizione di *free-field*) inferiori a $0.1g$ ($a < 1 \text{ m/secq}$);
3. profondità media stagionale della falda superiore a 15 metri dal piano di campagna, quest'ultimo inteso ad andamento sub-orizzontale e con strutture a fondazioni superficiali;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $N_{1,60} > 30$;
5. elevata presenza, nel fuso granulometrico, di terreni a componente fine (limi e argille) o di ghiaie.

Nel territorio comunale di Teora le condizioni elencate sono in parte escluse, ma in ogni caso la verifica della stabilità nei confronti della liquefazione va verificata caso per caso, con indagini puntuali che ne accertino la possibile eventualità.

In particolare, l'eventualità di possibili fenomeni liquefattivi dovrà essere attentamente valutata nell'area del P.I.P. e nelle zone di affioramento dei depositi alluvionali, ricchi di limi, sabbie e ghiaie. Il livello piezometrico della falda presente in questi siti, da verifiche di campagna, si è sempre attestato tra i -10 m e i -17 m dai rispettivi piani di campagna, ma ciò non esclude l'accertamento puntuale di tale livello in caso di edificazione presso le citate aree e, quindi, l'eventuale realizzazione di una verifica stabilità nei confronti della liquefazione (con metodi analitici o semiempirici).

CONCLUSIONI

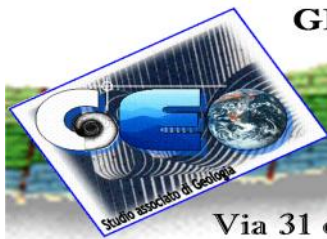
Il presente lavoro ha permesso una migliore caratterizzazione dei litotipi presenti nel territorio di Teora; ha permesso, inoltre, di individuare aree di possibile nuova identificazione.

Sono state accolte tutte le prescrizioni della nuova normativa sismica, con la conseguente individuazione delle categorie di suolo di fondazione e le possibili risposte dell'azione sismica sui litotipi affioranti.

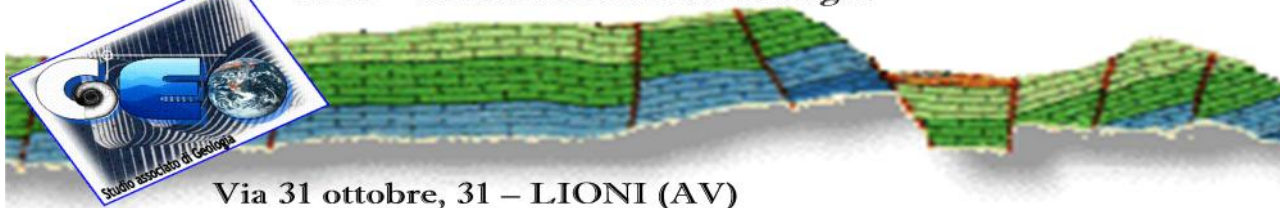
Nella disposizione sul territorio delle prove effettuate (sondaggi geognostici, stendimenti sismici, prove in foro, analisi di laboratorio dei campioni prelevati) si è tenuto conto di quanto la letteratura geologica poteva offrire, attingendo ad un patrimonio di risultati assai utile nell'ottica di una più ampia definizione delle caratteristiche del territorio rurale ed urbano di Teora. È sembrata, inoltre, particolarmente utile l'opera di comparazione tra tutte queste emergenze pregresse e quanto è emerso dalle nuove indagini commissionate allo scrivente.

In definitiva, la qualità geomeccanica dei materiali litologici del territorio rurale e del centro urbano è risultata ampia e variegata: ad alcuni depositi corrispondono valori di qualità medio-alta, la stabilità appare significativa, le prescrizioni per l'eventuale utilizzo a fini edificatori sono relativamente contenute, nell'ambito della normativa edilizia vigente.

Per altri terreni, invece, si dovrà valutare punto per punto la situazione reale dei siti, attraverso indagini puntuali che possano definire con certezza l'andamento stratigrafico locale: questo perché la caoticità di alcuni litotipi impone una definizione maggiore di quella derivante da un piano generale.



GEO – Studio associato di Geologia



Via 31 ottobre, 31 – LIONI (AV)

In ogni caso, ogni area comunale su cui è prevista un'antropizzazione di qualsiasi entità dovrà seguire le prescrizioni della microzonazione sismica.

Tanto si doveva per incarico ricevuto.
Teora, febbraio 2012.

Il Geologo
Dr. Geol. Rocco Rafaniello