

# Comune di TEORA

Provincia di Avellino



## Piano Urbanistico Comunale

Legge Regionale n.16 del 22.12.2004

Regolamento di Attuazione per il Governo del Territorio n. 5 del 04.08.2011

PROTOCOLLO

VISTI

APPROVAZIONE

ADOZIONE

Progetto urbanistico: arch. Giovanni Maggino

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Arch. Nicola Guarino

Studio agronomico: dr. agr. Franco Solazzo

Studio geologico: dr. geol. Rocco Rafaniello

Zonizzazione acustica: geom. Maurizio Deidda

Rapporto ambientale: arch. Pio Castiello

IL SINDACO  
Stefano Farina

aggiornamento elaborazione: maggio 2019

Elaborato:

**Relazione di compatibilità con lo studio geologico**

**DP2\_05**

## SOMMARIO

1. PREMESSA .....	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	2
3. OBIETTIVI E CRITERI POSTI ALLA BASE PER L'ELABORAZIONE DEL PIANO .....	3
4. COMPATIBILITÀ TRA CONDIZIONI GEOTECNICHE E PREVISIONI URBANISTICHE .....	6
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE .....	6
6. STRATIGRAFIE E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE .....	8
7. ANALISI DEI RISULTATI DELLA MICROZONAZIONE SISMICA .....	22
8. VERIFICHE DI COMPATIBILITÀ FONDAZIONI .....	23
9. CONCLUSIONI .....	28

## 1. PREMESSA

Con Delibera n.100 del 10 giugno 2002, e successiva convenzione di incarico del 9 maggio 2003 il Comune di Teora incaricava la società Accanto srl e un gruppo interdisciplinare di professionisti per ri-vedere il Piano Regolatore Generale redatto dal prof. Agostino Renna del 1983, attualmente vigente, elaborato dopo la triste e devastante azione del terremoto del 23.11.1980.

Con Determina del Responsabile del Servizio n. 41 del 22.03.209 il RUP ha preso d'atto del verbale di assemblea ordinaria dello studio Accanto srl e ha incaricato l'arch. Giovanni Maggino, nato a Bisaccia il 31.05.1973 e residente ivi alla via Benedetto Croce, n. 2, C.F. MGGGNN73E31A881H e partita iva 02261190645, per la prosecuzione delle attività tecniche e professionali connesse alla redazione del PUC di Teora, 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.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

### 2.1 Il territorio di Teora

Il territorio comunale di Teora fa parte della Provincia di Avellino, estendendosi per una superficie di 23,21 kmq. I confini sono i seguenti: a Nord, con il Comune di Morra de Sanctis; a Est, con il Comune di Lioni; a Ovest con il comune di Conza della Campania; a Sud con il comune di Caposele.

Dal punto di vista cartografico, la Tavoletta IGMI che rappresenta quasi per intero il territorio comunale è la 186 I S.O., mentre la Carta d'Italia alla scala 1:50.000 include Teora nel Foglio 450 "Sant'Angelo dei Lombardi". Infine, nella Carta d'Italia alla scala 1:100.000 il Comune di Teora è ricompreso nel Foglio 186 "Sant'Angelo dei Lombardi".

Altre caratteristiche geografiche degne di nota sono le seguenti:

- superficie territoriale: 23,21 Kmq
- popolazione al 01/01/2018 (ISTAT): 1.494;
- densità demografica: 64 ab./kmq
- altitudine massima: 886 m s.l.m.;
- altitudine minima: 443 m s.l.m.;
- altitudine alla Casa comunale: 660 m s.l.m.;
- escursione altimetrica: 443 m;
- classificazione sismica: Z = 1 ("sismicità alta");
- classificazione climatica: Zona E, 2.248 GG;
- Latitudine (gradi sessagesimali): 40°51'13"68 N (Casa comunale);
- Longitudine (gradi sessagesimali): 15°15'15"12 E (Casa comunale).
- Comunità Montana Alta Irpinia;
- PTR: ambiente insediativo n. 6 – Avellinese
- PTCP: sistema Territoriale di Sviluppo C1 –Alta Irpinia

### 2.2 Distanze

- Capoluogo di Regione, Napoli: .....km 100 (via Ofantina bis + A16)
- Capoluogo di Provincia, Avellino: ..... km 59 (via Ofantina bis + A16)
- Distanza dal casello autostradale "Avellino" della A16 NA-Canosa..... km 46 (via Ofantina bis)

### 2.3 Reti di comunicazione

Il territorio comunale di Teora comprende Strade Provinciali e la Strada Statale 7; la rete viaria comunale ed interpodereale è molto ben localizzata e distribuita.

### 2.4 Azienda Sanitaria Locale

Il Comune di Teora appartiene alla A.S.L. “Avellino”, nata a seguito del processo di razionalizzazione e riqualificazione del Servizio Sanitario Regionale, così come stabilito dalla L. R. n. 16 del 28 novembre 2008 e dalla successiva Delibera di G. R. C. n. 505 del 20/03/2009. Il Distretto Sanitario è quello di Sant’Angelo dei Lombardi (DS 03, Ambito A03 – Distretto di Sant’Angelo dei Lombardi, con sede in quest’ultimo Comune).

### 2.5 Servizi comunali

- Municipio
- Farmacia
- Stazione dei Carabinieri
- Ufficio Postale
- Scuola Infanzia
- Scuola Primaria
- Scuola Secondaria di Primo Grado
- Attrezzature sportive
- Cimitero
- Depuratore

### 2.6 Autorità di Bacino

Il territorio comunale di Teora ricade nell’ambito territoriale di competenza dell’Autorità di Bacino Puglia, ora Autorità di Bacino distrettuale dell’Appennino Meridionale.

Le attività edilizie e di trasformazione del territorio disciplinate dal PUC, pertanto, saranno attuate nel rispetto di quanto definito negli strumenti di pianificazione e difesa del suolo della stessa Autorità.

## 3. OBIETTIVI E CRITERI POSTI ALLA BASE PER L’ELABORAZIONE DEL PIANO

### 3.1 Obiettivi del PUC di Teora

La qualità urbana e ambientale del territorio comunale è oggi caratterizzata da sufficienti livelli di soddisfacimento delle molteplici esigenze degli individui. Il Piano Urbanistico Comunale del Comune di Teora, orienta gli interventi edilizi e territoriali verso una maggiore attenzione ai problemi della compatibilità ambientale, richiedendo che i processi di trasformazione delle risorse e le modalità di concezione progettuale contengano elementi sufficienti a rendere minimo l’impatto delle costruzioni sull’ambiente. È noto che lo stato di salute dell’ecosistema in cui viviamo incomincia a manifestare dei segnali di allarme: progressivo esaurimento di alcune risorse, effetto serra, elevati gradi di inquinamento, alta produzione di rifiuti e scarti. È meno nota o in molti casi non è ancora compresa pienamente la pressione ambientale derivante dal settore edilizio. Fra le attività umane che implicano un consumo di risorse energetiche, l’insieme dei consumi relativi all’abitazione rappresenta circa 1/3 del consumo totale di energia primaria e, all’interno di tale percentuale, può essere distinta l’aliquota relativa all’energia impiegata per la costruzione e la manutenzione degli edifici (circa il 20%) da quella relativa ai consumi domestici, corrispondente a circa il 70% del totale (riscaldamento e, in misura molto minore, illuminazione e altri consumi elettrici). L’attributo “sostenibile” riferito ad un

Piano Urbanistico Comunale rimanda a un senso di responsabilità delle scelte che possono condizionare la qualità ambientale e si sostanzia un cambiamento di prospettiva delle possibilità di sopravvivenza dell'uomo: non più soggettivamente artefice del mondo in cui vive ma oggettivamente partecipe del mondo. Al dominio e alla sopraffazione si sostituiscono i concetti di rispetto, compatibilità, convivenza. In particolare, il livello di sostenibilità di un Piano Urbanistico comunale è commisurato all'integrazione di molteplici aspetti, fra i quali possono essere richiamati quelli di carattere territoriale, paesaggistico, della qualità urbana, dell'estetica, unitamente ad altri parametri che investono la sfera etica, del diritto e dell'economia. "Inquinare", visivamente e funzionalmente con interventi edilizi non idonei ai luoghi, impone una responsabilità paragonabile a quella degli inquinamenti materiali che interessano rifiuti, scorie e veleni immessi nell'ambiente.

### 3.2 le parti del territorio

Il progetto di Piano Urbanistico Comunale di Teora riconosce differenti parti del territorio ed al tempo stesso ridisegna limiti e forme in modo da ritrovare un'immagine complessiva dotata di senso. Assume dei criteri che individuano nella ricerca delle qualità urbane ed architettoniche il proprio fondamento, legandosi all'idea che al centro dei processi di trasformazione territoriale vi sia l'obiettivo della riqualificazione ambientale, architettonica e di ricucitura dei vuoti urbani, lasciati da una ricostruzione post-sisma poco attenta e velocemente realizzata.

Va pensata la nuova immagine del territorio di Teora, un'immagine legata al turismo verde, alla qualità dell'ambiente in genere, rispetto ad una consuetudine che lo vede da una parte "terra di serenate", con i suoi boschi, fontane, ruscelli, valloni; dall'altra come una dispersa e confusa periferia, deposito di ogni sorta di oggetti pronti a contenere qualsivoglia funzione, perdendo ogni elemento caratterizzante il proprio territorio. Il rapporto con l'ambiente, il paesaggio, la natura, ha costruito senza dubbio un elemento di continuo riferimento e confronto, strettamente legato al tema delle diverse identità. Questi sono dati importanti per avviare un processo di riabilitazione di certi luoghi, di riprogettazione del sistema degli spazi aperti di rinnovata attenzione alla morfologia ed al disegno delle aree di nuovo impianto; tutti elementi necessari ad un piano che voglia prefigurare e far riconoscere un possibile paese migliore, tornando ad occuparsi della forma dell'urbano e dei suoi differenti linguaggi. Il PUC assume l'ipotesi che il progetto urbanistico debba tornare ad occuparsi della città fisica e dunque del suo disegno attraverso l'offerta di una notevole gamma di alternative insediative corrispondenti a differenti parti del territorio, alle quali attribuire diversi ruoli e capacità di aderire a processi economici e sociali.

Il progetto del Piano Urbanistico di Teora quindi mira a:

- legare fisicamente le parti del centro urbano;
- riorganizzare i frammenti urbani, i vuoti lasciati dal post-sisma del 1980;
- trasformare le discontinuità ed episodicità di sistema in elementi rigeneranti le nuove matrici di crescita;
- dettare una regola all'edificazione riscattando la residualità dello spazio non costruito;
- restituire allo spazio aperto il significato di bene collettivo e prioritario nella riqualificazione del paese;
- trasformare la presenza dell'architettura post-sisma (temporale) in luoghi cosiddetti del "antistress" del turismo verde.

### 3.3 il territorio in scala 1:10.000

Il progetto del PUC riconosce nei caratteri ambientali specifici delle diverse parti del territorio i "materiali" del progetto urbanistico, come riferimenti dei nuovi assetti territoriali dai quali muovere per arrivare ad una strategia di connessione, riqualificazione e modificazione di luoghi diversi del territorio di Teora. La conservazione e la difesa dei caratteri costitutivi fondamentali del paesaggio agrario sono assai più difficile di quella degli analoghi caratteri del paesaggio urbano. D'altra parte la sensibilità nei confronti del carattere monumentale in senso proprio del paesaggio agrario è fortemente aumentata, assieme ad una maggiore consapevolezza dei problemi ambientali. Da un lato dunque il piano urbanistico deve essere attento a non impedire un reale uso agricolo del suolo, dall'altro non può permettersi, specie

in una zona come quella di Teora, di non considerare il paesaggio agrario come un insieme di parti d'assoluto valore storico ed estetico, e di proporre quindi:

- la conservazione delle risorse naturali e storiche tramite appropriati vincoli che garantiscono usi controllati di quelle stesse risorse tramite una difesa attiva, cioè con interventi in grado di migliorare e riqualificare la situazione attuale;
- la permanenza, nelle zone classificate agricole, della popolazione rurale in conto alle esigenze sociali attuali;
- la valorizzazione delle attività produttive peculiari dell'area, arrestando gli attuali fenomeni di abbandono e di sfruttamento improprio delle sue risorse (conservazione del paesaggio agro-forestale);
- la creazione di un sistema turistico-ricreativo che permetta una maggiore fruizione delle aree naturalistiche, introducendo nuove forme d'uso e di gestione non lesive delle caratteristiche ambientali;
- la definizione qualitativa dei percorsi e degli spazi aperti;
- la conservazione degli elementi tradizionali e delle caratteristiche storiche, architettoniche e ambientali degli insediamenti agricoli, degli edifici o dei fabbricati rurali tradizionali, al fine di assicurarne il risanamento conservativo ed il recupero funzionale, compatibilmente con le esigenze di ristrutturazione tecnologica delle aziende agricole;
- la previsione di incentivi volti alla conservazione dell'originaria destinazione d'uso degli insediamenti, degli edifici o dei fabbricati rurali, alla tutela delle aree circostanti, dei tipi e metodi di coltivazione tradizionali, e all'insediamento di attività compatibili con le tradizioni culturali tipiche.

Specifici interventi vedranno la programmazione e la definizione di:

- centri agri-turistici, residenze agrituristiche e fattorie sociali;
- strutture ricettive e di servizio, attrezzate per soddisfare la crescente richiesta di turismo verde, come ad esempio gli impianti sportivi;
- attività di vendita e promozione dei prodotti tipici locali;
- promozione e valorizzazione delle filiere agricole, quali quelle zootecniche e lattiero casearie

### **3.4 il territorio in scala 1:2.000**

La strada che percorre il centro abitato di Teora, la statale n. 7, detta i tempi di percorrenza, i modi di movimento, l'affaccio sulle strade, gli incontri della popolazione, il commercio. Gli spazi urbani si dispongono lungo i suoi lati, che a volte si aprono, dilatandosi o restringendosi, verso gli spazi aperti di un giardino, di un suolo non edificato, di belvedere, di piazze. La strada statale n.7 ha assunto un ruolo importante e fondamentale; è diventata un elemento aggregante. Il centro storico non è più vissuto, non si fa più il mercato nel centro storico, i giovani, gli anziani e le casalinghe non camminano più nel centro storico, si è dilatato il rapporto uomo-strada-prospetto. Il rapporto di vicinato è andato perduto; oggi l'unico elemento aggregante è la strada, la statale n.7.

Essa unisce luoghi indicativi: l'insieme di questi ambienti e di questi percorsi costituiscono lo spazio centrale di Teora. Non più una sola piazza ma tante piazze, tanti luoghi d'incontro; direbbe il sociologo Marc Auge tanti "non luoghi", ma luoghi dove oggi la gente si riconosce, luoghi dove si concentrano funzioni che più di altre danno un nome ed un senso allo spazio collettivo. Il PUC cerca di individuare nuovi luoghi centrali e ricerca in ogni nuovo frammento di spazio urbano un sistema di spazi centrali, di esportare la qualità e la ricchezza degli spazi del paese in un continuo travaso tra il centro storico e la Teora ricostruita lungo la statale n.7. Il PUC si pone la questione, in fondo, di come costruire una sequenza di luoghi che per la loro funzione e carattere formino, sia nella pratica sociale che nell'immaginario collettivo, gli spazi nei quali gli abitanti si riconoscono, quelli più assiduamente frequentati, quelli dove ci si trova, ci si incontra, la piazza, il giardino, il viale alberato, i centri civici, quelli che ospitano servizi ricreativi o culturali. Ricercare o introdurre questi luoghi nella contemporaneità di Teora significa:

- ricucire insieme dei pezzi - "luoghi";
- aggiungere dei nuovi pezzi - "funzioni";
- ritrovare misure, distanze e proporzioni;

- dare un senso, un'articolazione, una specializzazione che assegni ad ogni ambiente – spazio un valore di unicità e di differenza;
- segnare fisicamente i nuovi percorsi e i percorsi consolidati delle abitudini quotidiani della gente con un sistema di spazi costruiti il cui carattere architettonico (forma, funzione, volume, rapporto con gli spazi scoperti della piazza, della corte, del parcheggio), rappresenti ciò che nella città storica di Teora rappresentava il monumento (chiesa, palazzo, mercato).

Ciò che cerchiamo è dunque una doppia dimensione, funzionale e simbolica, mediata e risolta da un progetto d'architettura urbana, che trasformi i luoghi del post-sisma, della ricostruzione come luoghi che si desiderano frequentare, che si fissino nella memoria come dei veri e propri spazi collettivi. Un progetto urbanistico che persegue l'obiettivo della costituzione di sistemi che introducono nuove centralità deve occuparsi a Teora di aspetti assai differenti, tradizionalmente presi in esame in modo separato. Immagina lo spazio urbano nel suo insieme, entrare dentro le cose, dentro la varietà e l'eterogeneità dei tessuti.

Il Piano deve soprattutto interpretare e rafforzare la specificità e la vocazione di ogni parte, evitando l'appiattimento e l'omologazione su modelli culturalmente estranei, senza che ciò significhi, all'opposto, incapacità di immaginare qualsiasi forma di innovazione ed evoluzione delle tradizioni urbane locali. Il PUC del Comune di Teora deve saper cogliere i segnali del cambiamento, ed avere la capacità di gestire una programmazione territoriale a lungo tempo, recuperando la dimensione del tempo lungo "programma - progetto", in sostituzione dell'emergenza continua "confusione - disordine".

#### **4. COMPATIBILITÀ TRA CONDIZIONI GEOTECNICHE E PREVISIONI URBANISTICHE**

Il progetto del Piano Urbanistico Comunale è stato coordinato con lo studio geologico, geomorfologico, idrogeologico e geosismico, redatto, ai sensi della L. n. 64/1974, L.R. n. 9/1983, art. 89 DPR 380/01, nonché dagli aspetti tecnici disciplinati dal Decreto del Ministro delle Infrastrutture del 14/01/2008, dal Dott. Geol. Rocco Rafaniello, iscritto all'Albo Regionale dei Geologi della Regione Campania al n. 856.

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.

Dall'analisi condotta dallo studio geologico integrativo e per la verifica del grado di sismicità del territorio di Teora, è stato eseguito lo studio, al fine di individuare le aree geologicamente significative per la zona, in riferimento all'ubicazione delle strutture sismogenetiche dell'Appennino Meridionale.

#### **5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE**

Come già evidenziato nella relazione dello Studio geologico per il PUC, il territorio di Teora è collocato nel settore campano dell'Appennino meridionale caratterizzato da spostamenti orizzontali ed accavallamenti delle grandi masse di terreni sedimentari, accumulati in vari bacini, determinati dall'avvicinamento relativo delle aree continentali europea ed africana e di vergenza adriatica.

Il sollevamento della Catena ha provocato anche notevoli squilibri nelle masse rocciose, il che indica una mancata stabilizzazione della fascia appenninica su cui sono collocate l'Irpinia e, conseguentemente, Teora. Le deformazioni recenti, connesse all'evoluzione neotettonica, sono ben evidenti in superficie nelle unità sedimentarie affioranti ed inoltre le strutture attive più pericolose sono disposte proprio lungo la fascia entro cui è compresa Teora, come dimostra il sisma del 1980.

Dal punto di vista geomorfologico, il rilevamento di dettaglio e le conoscenze già illustrate nella letteratura geologica di riferimento hanno permesso il riconoscimento di forme e processi legati a diversi agenti geomorfici.

Il territorio si presenta prevalentemente di ambito collinare, con poche asperità basso-montane ed una piana intramontana segnata dal corso del Fiume Ofanto, nel suo tratto iniziale, che rappresenta l'asta di deflusso principale della zona e, quindi, il raccordo naturale di tutta la rete drenante ad andamento sub-dendritico che in destra orografica confluisce in essa.

I versanti derivano dalla complessa azione della neotettonica e si presentano da fortemente a moderatamente acclivi, in conseguenza delle litologie su cui si impostano e dei rapporti strutturali tra di esse.

I versanti carbonatici (Flysch Rosso) mostrano generalmente elevata pendenza, tracce di versanti di faglia in cui l'erosione ed il carsismo hanno determinato forme tipiche. Essi si raccordano al fondovalle attraverso fasce a più debole pendenza, fino alle quote più basse, che si riscontrano nella piana dell'Ofanto.

Gli altri depositi sedimentari, meno competenti di quelli calcarenitici, disegnano forme generalmente più morbide e talora movimentate da fenomeni gravitativi, che sono relazionabili anche all'estesa rete di valloni che dissecano i versanti trasversalmente alla valle.

Coltri detritiche di varia granulometria e distinta genesi, conseguenti alla dinamica principalmente quaternaria, caratterizzano quasi tutto il territorio, mentre a ricoprire i rilievi dell'intero territorio - in maniera alquanto disomogenea - sono le coltri piroclastiche correlabili al vulcanismo flegreo e vesuviano.

Riferendosi più in particolare alla stabilità del territorio, come già evidenziato nell'apposita Carta elaborata alla scala 1:5.000, è stata operata una suddivisione dell'intero areale di competenza in zone a diverso grado di stabilità, in funzione della predisposizione a franare e/o ad amplificare il segnale sismico. La metodologia seguita è quella relativa all'elaborazione di una microzonazione di I livello così come descritta negli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS) redatta dalla Protezione Civile ed approvata dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome. I dati di base utilizzati per la redazione dell'elaborato sono stati:

- clivometria del territorio (descritta con apposita Carta delle Acclività);
- affioramenti geolitologici con relative sezioni geologiche (cfr. relative Carte);
- profili stratigrafici e geotecnici;
- morfologia con particolare riferimento alla presenza di aree in dissesto idrogeologico;
- zonazione AdB Puglia;
- censimento fenomeni franosi – Progetto IFFI;
- verifiche di campo.

A conclusione dell'analisi di base e della raccolta dei dati, è stato possibile individuare:

3.1 aree a stabilità media, nelle quali esiste una potenziale suscettibilità di amplificazione sismica per motivi stratigrafici, ma l'inclinazione è generalmente minore di 15 gradi. In queste aree sono comprese porzioni di territorio prive di evidenti segni di instabilità per le quali, a causa della loro acclività o del tipo di terreno, occorre attuare accorgimenti tecnici al fine di preservare la stabilità della singola area e di quella circostante. Nei valloni prossimi al centro abitato è necessario intervenire con un'opportuna sistemazione idrogeologica degli stessi.

3.2 aree potenzialmente instabili, suscettibili di amplificazione sismica per motivi stratigrafici e morfologici, nelle quali sono individuate delle criticità sia dalla competente Autorità di Bacino che dal repertorio IFFI. Tali aree palesano evidenti condizioni di pericolosità determinate dalla presenza di fenomeni franosi quiescenti, con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia e/o alla presenza di acque superficiali. Tali fattori di esposizione richiedono interventi di protezione per l'eliminazione o la mitigazione del rischio nelle zone già edificate. È da precludere qualsiasi intervento ad eccezione di quelle opere che risultino essenziali ed indispensabili per la pubblica utilità, dopo che le eventuali aree interessate siano state preventivamente bonificate e messe in sicurezza. Detti interventi vanno accompagnati da uno studio di compatibilità geologica e geotecnica della zona e di un intorno significativo.

3.3 aree instabili, nelle quali sia il catalogo IFFI che l'Autorità di Bacino hanno segnalato l'esistenza di fenomeni deformativi in atto o quiescenti, nelle quali non è esclusa l'attivazione/riattivazione delle deformazioni anche in

concomitanza con eventi pluviometrici e/o scosse sismiche rilevanti. Le evidenti condizioni di pericolosità sono determinate dalla presenza di fenomeni franosi attivi e gli elementi di pericolosità geomorfologica sono tali da impedirne l'utilizzo ai fini urbanistici. Nelle zone già edificate è necessario intervenire con opere miranti alla bonifica idrogeologica ed al riassetto territoriale in termini di sicurezza; in tali zone sono consigliabili solo quelle trasformazioni che non aumentino il carico antropico.

Lo “Studio Geologico”, seguendo le indicazioni del PAI della competente Autorità di Bacino, ha già escluso l'utilizzo delle aree instabili e consiglia di far precedere, per tutte le altre aree, studi di dettaglio tipici di analisi di III livello di approfondimento. Pertanto, si raccomanda di far precedere ogni nuovo intervento edilizio da un accertamento puntuale dell'assetto stratigrafico-geotecnico del sito che verifichi gli esatti spessori e le reali condizioni di resistenza al taglio dei terreni interessati e solo in seguito definire le tipologie di fondazione più idonee.

Infine, anche per indagare i possibili scenari di amplificazione sismica locale dovuti alla Categoria topografica (Tab. 3.2.IV NTC\_18, inerente la pendenza dei versanti), è stata elaborata un'apposita Carta delle Acclività, che ha previsto una suddivisione in classi di pendenza che partono da 0 sino a  $> 35^\circ$  (questo valore rappresenta il massimo angolo di pendio nell'intero territorio comunale), secondo intervalli di  $5^\circ$ .

Questa Carta è servita da supporto anche alla successiva Tav. 5 “Carta della Stabilità”

## 6. STRATIGRAFIE E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

### 6.1 I dati geotecnici e geofisici

Riprendendo quanto affermato nella citata Relazione esplicativa dello “Studio geologico” per il PUC, nel territorio comunale si segnala la presenza di 12 distinti depositi (cfr. Carte Geolitologiche).

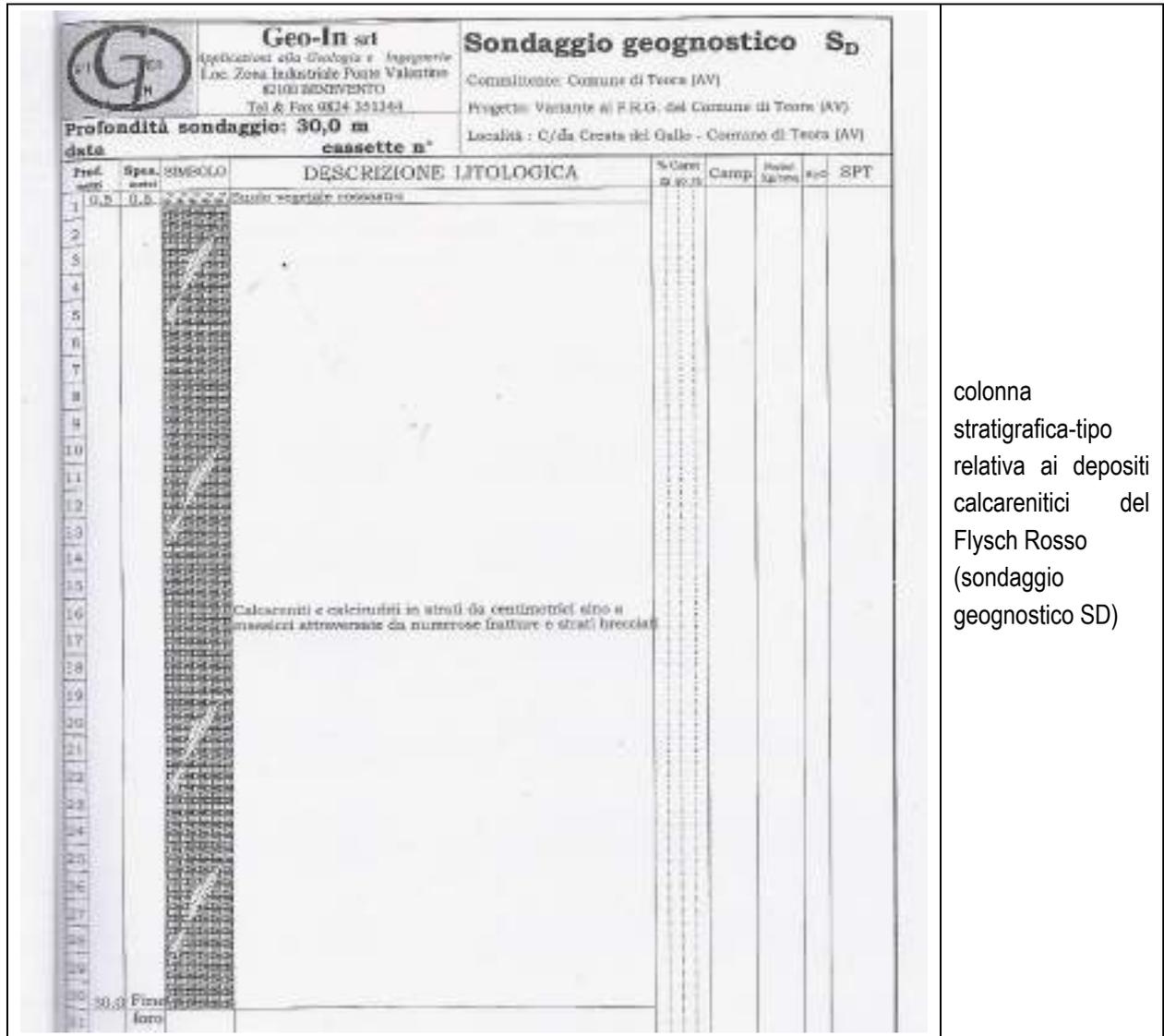
In ogni caso, un'utile schematizzazione può essere la seguente, che parte dai termini più antichi:

#### 6.1.1 Calcareniti e calciruditi del Flysch Rosso (Unità Lagonegresi – Flysch Rosso)

Calcareniti e calciruditi biancastre, talora con intercalazioni di marne e argille marnose.

Esse costituiscono un esempio molto rappresentato nel territorio di Teora quali terreni del Flysch Rosso, che si presenta con entrambi i suoi membri, quello calcareo (**FYR<sub>2</sub>**), del Campaniano-Miocene inferiore, e quello diasprigno (**FYR<sub>1</sub>**), del Cretacico inferiore-superiore: il membro calcareo corrisponde proprio alle Calcareniti e Calciruditi della cartografia PUC mentre quello diasprigno affiora in una limitata porzione del territorio comunale, nei dintorni della loc. Fontana dello Zingaro ed è spesso confuso con i litotipi delle Argille Varicolori.

Principali parametri geotecnici (membro calcareo del Flysch Rosso)	sondaggio SD (Variante al PRG, 2006)
$\gamma_n$ (peso dell'unità di volume, in kN/m <sup>3</sup> )	22.58
$\phi_d$ (angolo di attrito interno in condizioni drenate, in °)	35 - 45
$C_d$ (coesione in condizioni drenate, in kN/m <sup>2</sup> )	0.0



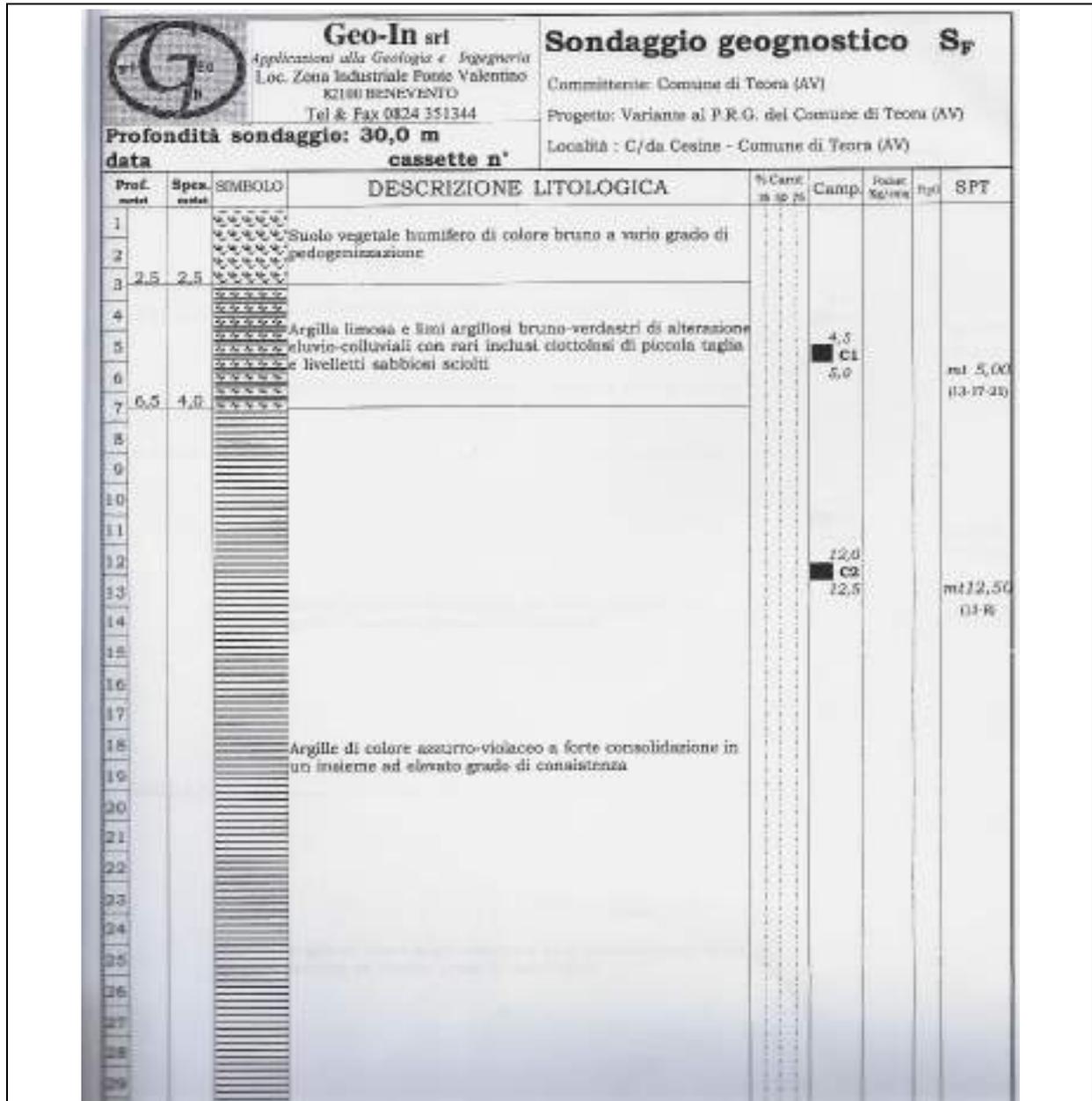
Flysch Rosso (downhole nel sondaggio SH)	Prova	I strato	II strato	III strato	sismostratigrafia tipo
<b>V<sub>p</sub></b> (velocità delle onde longitudinali, in m/s)	MASW	748	1154	1410	
	down hole SH	1405	1294	1091	
<b>V<sub>s</sub></b> (velocità delle onde trasversali, in m/s)	MASW	350	568	740	
	down hole SH	570	548	474	
$\nu$ (modulo di Poisson)	MASW	0.36	0.34	0.31	

	down hole SH	0.40	0.39	0.38	
<b>Categoria di sottosuolo: B</b> (valore medio Vs,eq: 464)					

### 6.1.2 Argille Varicolori (Unità delle Argille Varicolori)

Argilloscisti e marnoscisti, spesso più o meno scagliosi, verdastri e rossastri, con inclusioni di diaspri, arenarie e calcari. Questi depositi sono denominati con l'attuale dicitura di "Argille Varicolori Superiori" (AVL), e si dispone di numerose indagini geognostiche e sismiche:

Principali parametri geotecnici (campione SF - C2)		Sondaggio SF (Variante al PRG, 2006)
Profondità di prelievo (in m)		12.0 - 12.5
Numero di colpi SPT		13-rifiuto
$\gamma_n$ (peso unità volume, in kN/m <sup>3</sup> )		20.45
W <sub>n</sub> (contenuto naturale in acqua, in %)		11.29
$\eta$ (porosità, in %)		30.74
e (indice dei vuoti)		0.444
S <sub>r</sub> (grado di saturazione, in %)		67.46
LL (limite liquido)		42.8
LP (limite plastico)		27.5
IC (indice di consistenza)		2.1
IL (indice di liquidità)		-1.1
IP (indice plastico)		15.3
$\phi_d$ (angolo di attrito interno in condizioni drenate, in °)		21.4
C <sub>d</sub> (coesione in condizioni drenate, in kPa)		57.7
$\phi_u$ (angolo di attrito interno in condizioni non drenate, in °)		0.0
C <sub>u.u.</sub> (coesione non drenata, in kPa)		162.7
E <sub>d</sub> (modulo edometrico tra 100-1000 kPa, in kPa)		13965
K (coefficiente di permeabilità tra 200-400 kPa, in cm/s)		8.22x10 <sup>-6</sup>
Classificazione norme A.G.I.		silt argilloso
Ghiaia: 0.0	Sabbia: 2.1	Limi: 73.3
		Argille: 24.7



Argille Varicolori (sondaggio di riferimento SF)	Prova	I strato	II strato	III strato	sismostratigrafia tipo
<b>V<sub>p</sub></b> (velocità delle onde longitudinali, in m/s)	MASW	400	941	1073	
	down hole SF	310	851	1689	
<b>V<sub>s</sub></b> (velocità delle onde trasversali, in m/s)	MASW	192	368	593	
	down hole SF	153	382	645	

<b>v</b> (modulo di Poisson)	MASW	0.35	0.41	0.28	
	down hole SF	0.34	0.37	0.41	
<b>Categoria di sottosuolo: B</b> (valore medio Vs,eq: 409)					

### 6.1.3 Unità Irpine

Arenarie giallastre, mediamente cementate, in banchi, ad elementi quarzoso-feldspatico-micacei, con intercalazioni di lenti di micro-conglomerati poligenici.

Nella Carta geolitologia allegata (All. 1) sono cartografate Unità di Pietra Boiara (UPB) e la Formazione di Castelvete (CVT). In particolare, queste litologie appartengono alla litofacies arenaceo-argilloso-conglomeratica (CVT<sub>1a</sub>):

Principali parametri geotecnici	sondaggio SE (Variante al PRG, 2006)
$\gamma_h$ (peso dell'unità di volume, in kN/m <sup>3</sup> )	19.00
$\phi_d$ (angolo di attrito interno in condizioni drenate, in °)	30
$C_d$ (coesione in condizioni drenate, in kN/m <sup>2</sup> )	0

Geo-In srl Applicazioni alla Geologia e Ingegneria Loc. Zona Industriale Ponte Valentini 82100 BENEVENTO Tel. & Fax 0824 251344		Sondaggio geognostico S <sub>2</sub> Comune: Comune di Teora (AV) Progetto: Variante al P.R.G. del Comune di Teora (AV) Località: Bosco - Comune di Teora (AV)					
Profondità sondaggio: 30,0 m cassette n°		DESCRIZIONE LITOLOGICA		lit. Class. di S. G. S.	Classe	Indice Aggreg.	Indice SPT
0,0	2,5	Suolo vegetale bruno a vario grado di pedogenazione					
		Sabbia grigia medio-fine, pulita, a basso grado di indurimento che include rare cristalline lapidee calcaree a varie pressioni					

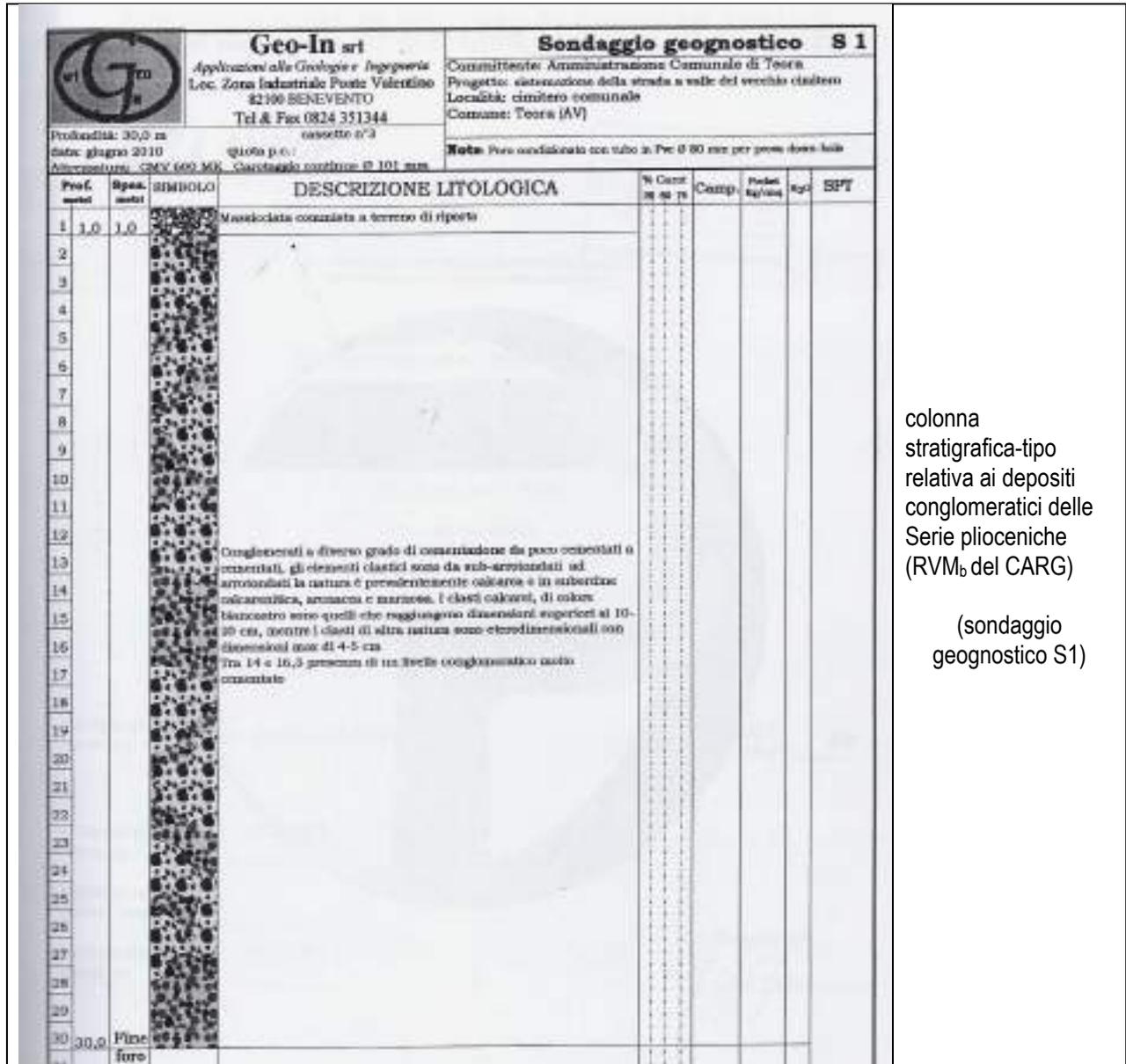
colonna stratigrafica-tipo relativa ai depositi sabbioso-arenacei della Formazione di Castelvetere, arenaceo-argilloso-conglomeratica (CVT<sub>1a</sub> del CARG) (sondaggio geognostico SE)

Per quanto riguarda i dati geofisici, non sono disponibili prospezioni sismiche in questa litologia ma i valori dei parametri sismici sono quasi certamente paragonabili con quelli delle Unità di Ariano, membro sabbioso.

#### 6.1.4 Unità di Ariano

Questi terreni comprendono tre membri distinti: litofacies conglomeratico-sabbiosa (RVM<sub>b</sub>, quella arenaceo-sabbiosa (RVM<sub>a</sub>) e quella costituita da argille siltose (SAD<sub>2</sub>):

Principali parametri geotecnici RVM <sub>b</sub> (membro conglomeratico)	Campione per edilizia privata e Sond. S1 per la sistemazione del vecchio Cimitero
Profondità di prelievo (in m)	2.50-3.00
γ <sub>n</sub> (peso dell'unità di volume, in kN/m <sup>3</sup> )	14.84
W <sub>n</sub> (contenuto naturale in acqua, in %)	18.75
η (porosità, in % peso)	52.38
e (indice dei vuoti)	1.100
S <sub>r</sub> (grado di saturazione, in % peso)	44.73
φ <sub>d</sub> (angolo di attrito interno in condizioni drenate, in °)	29.44
C <sub>d</sub> (coesione drenata, in kN/m <sup>2</sup> )	4.51
E <sub>d</sub> (modulo edometrico, in kN/m <sup>2</sup> )	4863
Classificazione norme A.G.I.	<i>limo sabbioso con clasti</i>
Ghiaia: 1.58	Sabbia: 42.30
Limi: 46.21	Argille: 9.92



colonna stratigrafica-tipo relativa ai depositi conglomeratici delle Serie plioceniche (RVM<sub>b</sub> del CARG)

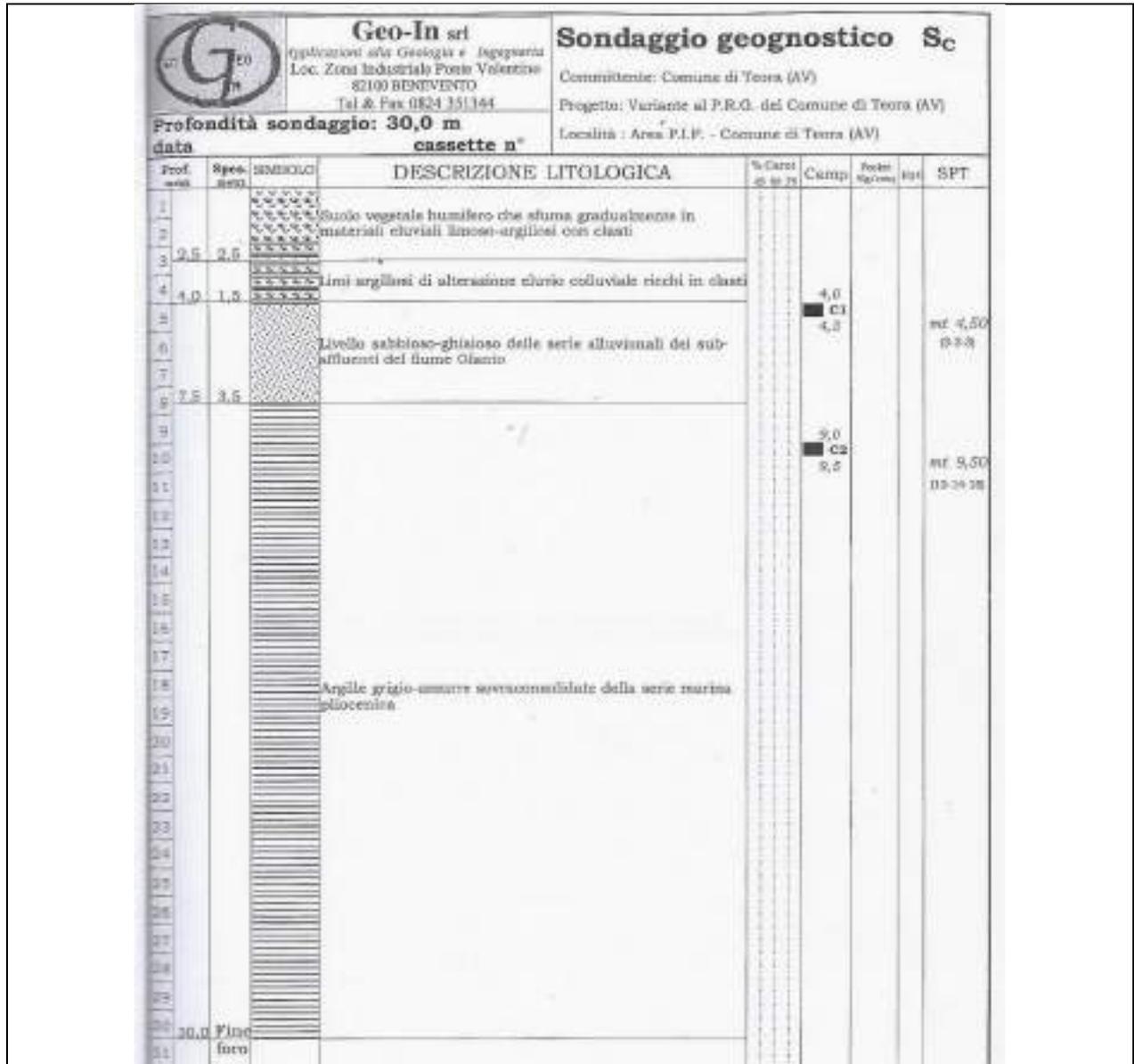
(sondaggio geognostico S1)

	Prova	I strato	II strato
<b>Vp</b> (velocità delle onde longitudinali, in m/s)	down hole S1	481	1674
<b>Vs</b> (velocità delle onde trasversali, in m/s)	down hole S1	245	643
<b>v</b> (modulo di Poisson)	down hole S1	0.33	0.41
<b>Categoria di sottosuolo: B</b> (valore medio Vs,eq: <b>586</b> )			

Unità di Ariano (membro sabbioso, down hole in SA)	Prova	I strato	II strato	III strato	IV strato	sismostratigrafia tipo
<b>Vp</b>	MASW	304	704	1054	1223	

(velocità delle onde longitudinali, in m/s)	down hole SA	519	724	942	1157	
<b>Vs</b> (velocità delle onde trasversali, in m/s)	MASW	134	321	519	629	
	down hole SA	248	320	378	459	
<b>v</b> (modulo di Poisson)	MASW	0.38	0.37	0.34	0.32	
	down hole SA	0.35	0.38	0.40	0.41	
<b>Categoria di sottosuolo: B (valore medio Vs,eq: 506)</b>						

Principali parametri geotecnici (membro argilloso Ar, campione SC-C2)	sondaggio SC (Variante al PRG, 2006)
Profondità di prelievo (in m)	9.0 – 9.5
Numero di colpi SPT	12-14-15
$\gamma_n$ (peso unità volume, in kN/m <sup>3</sup> )	19.97
$W_n$ (contenuto naturale in acqua, in %)	15.62
$\eta$ (porosità, in %)	35.02
$e$ (indice dei vuoti)	0.539
$S_r$ (grado di saturazione, in %)	77.05
$\phi_d$ (angolo di attrito interno in condiz. drenate, in °)	21.2
$C_d$ (coesione drenata, in kPa)	57.0
$\phi_u$ (angolo di attrito interno in condizioni non drenate, in °)	0.0
$C_u.u.$ (coesione non drenata, in kPa)	133.0
$E_d$ (modulo edometrico tra 100-1000 kPa, in kPa)	13207
$K$ (coefficiente di permeabilità tra 200-400 kPa, in cm/s)	$6.72 \times 10^{-6}$
Classificazione norme A.G.I.	silt argilloso



Unità di Ariano (membro argilloso, downhole in SC)	Prova	I strato	II strato	III strato	IV strato	sismostratigrafia tipo
<b>Vp</b> (velocità delle onde longitudinali, in m/s)	MASW	367	495	538	1164	
	down hole SC	302	816		1564	
<b>Vs</b> (velocità delle onde trasversali, in m/s)	MASW	181	231	237	529	
	down hole SC	158	380		634	
<b>v</b> (modulo di Poisson)	MASW	0.34	0.36	0.38	0.37	

	down hole SC	0.31	0.36	0.40	
<b>Categoria di sottosuolo: B</b> (valore medio Vs,eq: 501)					

### 6.1.5 Dt (detriti quaternari)

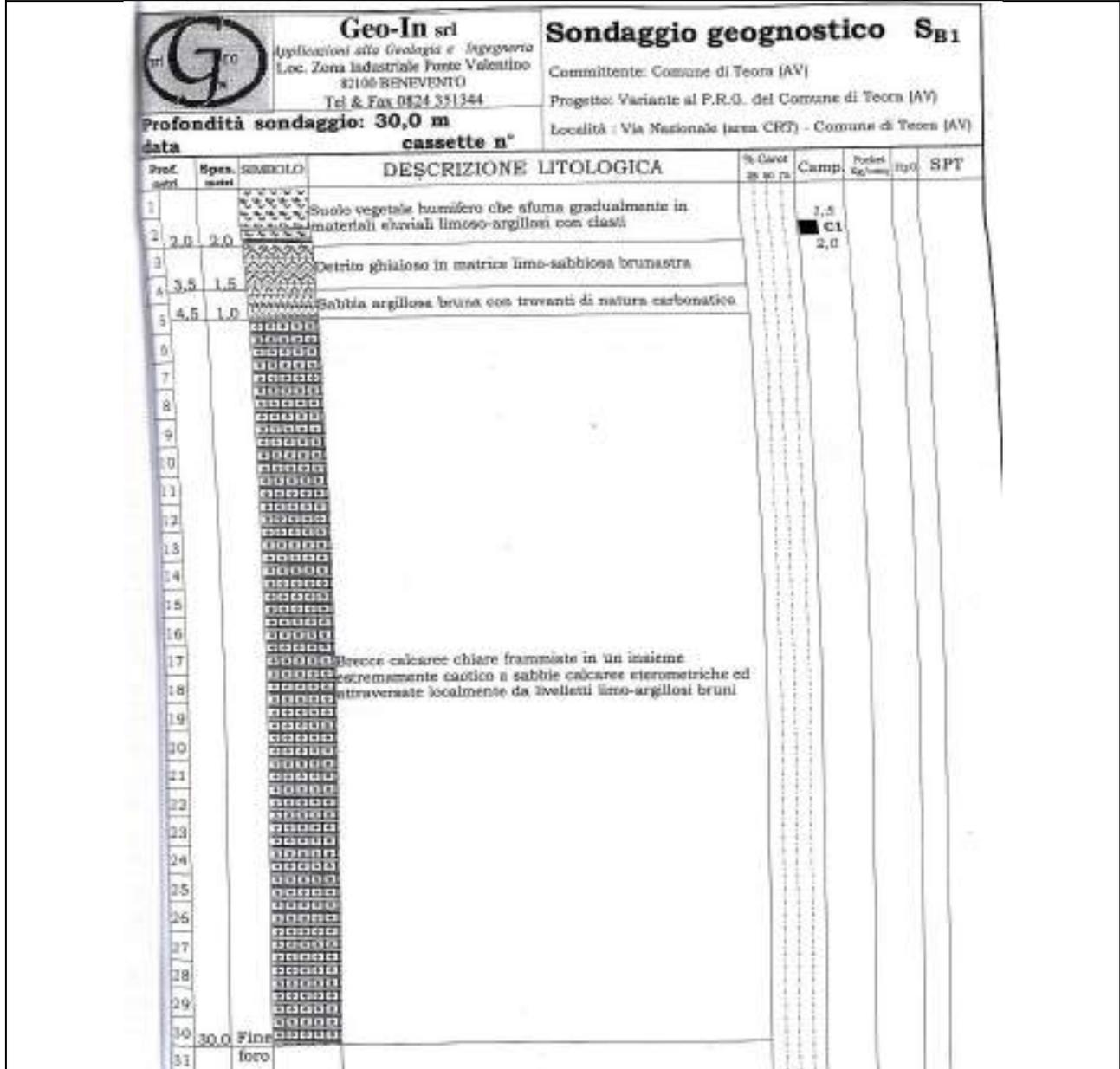
Detriti eterometrici ed eterogenei, suddivisi in quattro depositi cartografati con altrettante simbologie: Ds (detrito prevalentemente limoso-sabbioso); Dr (detrito di frana prevalentemente argilloso); Df (detrito di frana argilloso con pacchi lapidei del Flysch Rosso); DI (detrito di frana prevalentemente lapideo, con clasti derivanti dai materiali del Flysch Rosso).

- Ds ai depositi eluviali **b2** del CARG;
- Dr ai depositi di frana antica, già formati, riportati con il simbolo **a1b** nel CARG;
- Df ai depositi **a1a** del CARG, cioè ai depositi di frana in formazione;
- DI ai depositi di versante, noti come **a** del CARG.

Per il detrito con lapidei DI, ascrivibile ai depositi **a del CARG** e così riportato in cartografia tematica:

Principali parametri geotecnici (DI, detrito con lapidei)	PRG, 2004	Sond. SB1 (Variante al PRG, 2006)	PUC, 2012
Profondità di prelievo (in m)	--	1.5 – 2.0	--
Numero di colpi SPT	--	--	--
$\gamma_h$ (peso dell'unità di volume, in kN/m <sup>3</sup> )	19.31	17.47	18.02
W <sub>n</sub> (contenuto naturale in acqua, in %)	18.85	18.64	24.85
$\eta$ (porosità, in % peso)	39.11	44.59	45.03
e (indice dei vuoti)	0.642	0.805	0.819
S <sub>r</sub> (grado di saturazione, in % peso)	78.32	61.55	79.64
LP (limite plastico, in % peso)	32.3	26.4	--
LL (limite liquido, in % peso)	45.6	40.6	--
IP (indice plastico, in % peso)	13.2	14.2	--
IC (in % peso)	2.0	1.6	--
IL (indice di liquidità)	--	-0.6	--
$\phi_d$ (angolo di attrito interno in condizioni drenate, in °)	22.9	16.6	24.0
C <sub>d</sub> (coesione in condizioni drenate, in kPa)	38.3	28.2	34.0
E <sub>d</sub> (modulo edometrico tra 100-1000 kPa, in kPa)	5494	9292	--
$\phi_u$ (angolo di attrito in condizioni non drenate, in °)	--	0.0	--
Cu.u. (coesione non drenata, in kPa)	--	76.5	--

K (coefficiente di permeabilità tra 200-400 kPa, in cm/s)	--	6.66x10 <sup>-5</sup>	--
Classificazione norme A.G.I.	--	silt argilloso	--
Ghiaia: 0.0	Sabbia: 3.2	Limi: 73.0	Argille: 23.7



Detriti quaternari (detriti con lapidei, downhole in SB)	Prova	I strato	II strato	III strato	IV strato
		Vp (velocità delle onde longitudinali, in m/s)	MASW	565	885
	down hole SB	332	1301		
Vs (velocità delle onde trasversali, in m/s)	MASW	210	361	416	709
	down hole SB	158	512		

v (modulo di Poisson)	MASW	0.42	0.40	0.39	0.38
	down hole SB	0.35	0.41		
<b>Categoria di sottosuolo: B (valore medio Vs30: 444)</b>					

Detriti quaternari (detrito con argille, downhole in SF)	Prova	I strato	II strato	III strato
Vp (velocità delle onde longitudinali, in m/s)	down hole SF	310	851	1689
Vs (velocità delle onde trasversali, in m/s)	down hole SF	153	382	645
v (modulo di Poisson)	down hole SF	0.34	0.37	0.41
<b>Categoria di sottosuolo: B (valore medio Vs,eq: 475)</b>				

Per il detrito prevalentemente argilloso (Dr nella cartografia del PRG, oggi assimilabile ai depositi di frana antica, già formati, a1b del CARG):

Principali parametri geotecnici (detrito prevalentemente argilloso)	PRG, 2004	Sond. SF (Variante PRG, 2006)	Sacco, 2010	GEO, 2010b
$\gamma_n$ (peso dell'unità di volume, in kN/m <sup>3</sup> )	18.98	18.94	20.3	18.8
W <sub>n</sub> (contenuto naturale in acqua, in %)	19.25	15.74	17.5	23.9
$\eta$ (porosità, in % peso)	40.44	38.50	32.3	44.1
e (indice dei vuoti)	0.679	0.626	0.478	0.790
S <sub>r</sub> (grado di saturazione, in % peso)	75.76	66.88	95.2	82.0
E <sub>d</sub> (modulo edometrico, in kN/m <sup>2</sup> )	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	--	--
$\phi_d$ (angolo di attrito interno in condizioni drenate, in °)	22.9	21.1	27.7	25.0
C <sub>d</sub> (coesione in condizioni drenate, in kN/m <sup>2</sup> )	33.9	45.7	14.6	55.0
E <sub>d</sub> (modulo edometrico tra 100-1000 kPa, in kPa)	--	12296	13990	---
$\phi_u$ (angolo di attrito in condizioni non drenate, in °)	--	0.0	---	---
Cu.u. (coesione non drenata, in kPa)	--	119.5	---	---
K (coefficiente di permeabilità tra 200-400 kPa, in cm/s)	--	8.22x10 <sup>-6</sup>	---	---
Classificazione norme A.G.I.	--	silt argilloso	limo argilloso	---
Ghiaia: 0.0	Sabbia: 2.8	Limi: 72.9	Argille: 24.3	
* SF della Variante al PRG (2006) – campione C1 (vide Argille Varicolori)				

Per il detrito di frana argilloso con pacchi lapidei del Flysch Rosso (riportato con la sigla Df nella cartografia del PRG ed oggi ascrivibile ai depositi a1a del CARG, cioè depositi di frana in formazione):

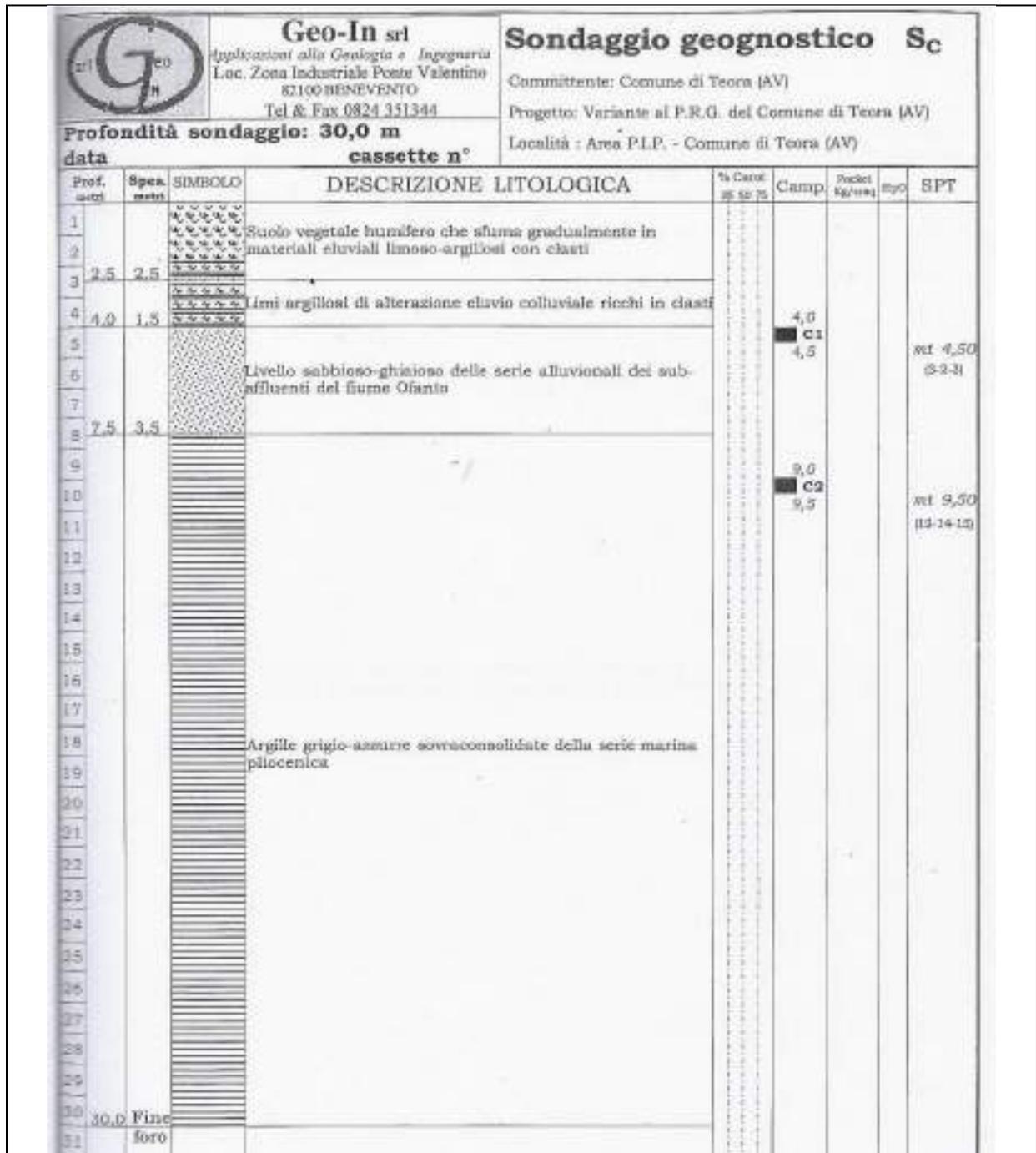
Principali parametri geotecnici (Df detrito con pacchi lapidei del Flysch Rosso)	PRG, 1984	PdZ C1, 1992	PdZ C2, 1992	PRG, 2004	GEO, 2010a	GEO, 2011b	PUC, 2012
$\gamma_n$ (peso dell'unità di volume, in kN/m <sup>3</sup> )	19.42	20.31	19.33	19.28	19.27	21.02	15.50
W <sub>n</sub> (contenuto naturale in acqua, in %)	22.29	24.0	20.01	17.83	20.61	12.58	25.03

$\eta$ (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
$\varphi_d$ (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 <sup>2</sup> )	49.05	61.80	73.77	12.0	42.91	14.89	0.0
$E_d$ (modulo edometrico, in kN/m <sup>2</sup> )	---	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	--	--	--

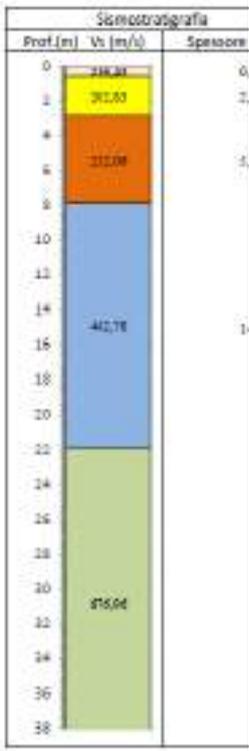
### 6.1.6 Alluvioni (alluvioni recenti e attuali):

Questi depositi affiorano diffusamente nella parte altimetricamente più depressa del territorio comunale, nella piana del Fiume Ofanto, e sono costituite da ghiaie grossolane e sottili lenti di sabbie e limi. Nella carta geolitologica (All. 1) individuata con b (ghiaie poligeniche ed eterometriche a matrice sabbioso-limoso), di età attuale:

Principali parametri geotecnici (Al, alluvioni, sondaggio SC della Variante al PRG, campione SC-C1)	PIP, 1986	Sond. SC (Variante al PRG, 2006)	
Profondità di prelievo (in m)	--	4.0 – 4.5	
Numero di colpi SPT	--	3-2-3	
$\gamma_n$ (peso dell'unità di volume, in kN/m <sup>3</sup> )	17.27	18.96	
$W_n$ (contenuto naturale in acqua, in %)	36.09	17.56	
$\eta$ (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	
$\varphi_d$ (angolo di attrito interno drenato, in °)	21.80	19.4	
$C_d$ (coesione drenata, in kN/m <sup>2</sup> )	13.73	39.3	
$E_d$ (modulo edometrico, in kN/m <sup>2</sup> )	---	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	
$\varphi_d$ (angolo di attrito interno in condizioni drenate, in °)	20.5	19.4	
$C_d$ (coesione drenata, in kPa)	25.75	39.3	
$\varphi_u$ (angolo di attrito interno in condizioni non drenate, in °)	--	0.0	
$C_u.u.$ (coesione non drenata, in kPa)	--	108.0	
$E_d$ (modulo edometrico tra 100-1000 kPa, in kPa)	--	10659	
K (coefficiente di permeabilità tra 200-400 kPa, in cm/s)	--	$7.92 \times 10^{-6}$	
Classificazione norme A.G.I.	--	silt argilloso	
Ghiaia: 0.0	Sabbia: 3.7	Limi: 71.9	Argille: 24.5



Alluvioni (sabbie ghiaiose, downhole in SC)	Prova	I strato	II strato	III strato	IV strato	sismostratigrafia tipo
<b>Vp</b> (velocità delle onde trasversali, in m/s)	MASW	493	373	594	1134	
	down hole	302	816	1564		

<b>Vs</b> (velocità delle onde longitudinali, in m/s)	MASW	263	203	232	443	
	down hole	158	380	634		
<b>v</b> (modulo di Poisson)	MASW	0.30	0.29	0.41	0.41	
	down hole	0.31	0.36	0.40		
<b>Categoria di sottosuolo: B</b> (valore medio Vs,eq: <b>381</b> )						

## 7. ANALISI DEI RISULTATI DELLA MICROZONAZIONE SISMICA

La finalità di uno studio di Microzonazione Sismica (MS) è quello di identificare e perimetrare in un dato territorio le zone che al loro interno hanno un comportamento sismico omogeneo e di pervenire ad una stima della risposta dei terreni delle diverse zone alle onde sismiche in arrivo al sito durante un prefissato terremoto, in modo da stabilire gerarchie di pericolosità fra di esse e fornire elementi conoscitivi per la programmazione territoriale, la pianificazione urbanistica, la pianificazione dell'emergenza e del post-terremoto, la progettazione di opere a scala vasta.

Come desumibile da un'analisi dei capitoli precedenti nel presente lavoro il primo obiettivo è stato quello di individuare le zone "susceptibili d'instabilità" e successivamente quelle dove potranno aversi "fenomeni di amplificazione del moto sismico". Come già ricordato in precedenza, alle aree "susceptibili di instabilità" è sconsigliato qualsiasi intervento urbanistico, anche ai sensi del PAI dell'Autorità di Bacino: in ogni caso, analisi approfondite e di dettaglio di terzo livello possono essere svolte per precisare le reali condizioni puntuali di sito.

Per la redazione delle carte di MS è stata utilizzata una procedura implementata in ambiente GIS. L'elaborato prodotto oltre a fornire in un qualsiasi punto del territorio comunale il relativo fattore di incremento dell'azione sismica è un utile strumento per ottenere con immediatezza i parametri di input necessari per definire gli spettri di progetto. In pratica l'utente progettista una volta definito la tipologia di costruzione e lo stato limite da analizzare può leggere sull'elaborato cartografico le coordinate geografiche del punto d'interesse e la relativa categoria stratigrafica e topografica. Inseriti tali parametri nel programma di calcolo "SPETTRI" elaborato dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici il software restituirà gli spettri elastici in accelerazione e velocità per la componente orizzontale e verticale.

La valutazione di suscettibilità all'innescio di frane sismo-indotte per le aree oggetto di trasformazione urbanistica e di modifica/insediamento è avvenuta, secondo quanto afferma lo "Studio Geologico per il PUC", rifacendosi alla sismicità storica relativa al Comune di Teora ed alle perimetrazioni delle aree più problematiche segnalate dal PAI e dal repertorio IFFI.

I dissesti rilevati nel territorio comunale (attivi, quiescenti, paleofrane) sono stati prodotti da fenomeni non sismici ma piuttosto legati alla normale dinamica geomorfologica, principalmente a causa dell'imbibizione dei terreni, alle condizioni di pendenza e giacitura.

Il continuo monitoraggio del territorio, per chi conosce in profondità le zone in esame, contribuisce ad abbassare la soglia di rischio di dissesto e la vulnerabilità del territorio, anche in prospettiva sismica. Si può affermare, quindi, che

l'analisi storica e quella attualmente posta in essere consentono di escludere condizioni di instabilità sismo-indotta, sulla base di comportamenti analoghi osservati su questo territorio nel passato.

Per contro, si dovranno escludere interventi di trasformazione urbanistica nelle aree segnalate a più alta instabilità. Le attuali previsioni di Piano escludono il totale utilizzo di queste aree e, più in generale, escludono gli insediamenti di opere strategiche e/o di grossa incidenza sui terreni.

Pertanto, si può concludere che i fenomeni sismo-indotti, nel territorio comunale di Teora, non sono mai stati segnalati, né le aree pianeggianti più prossime al corso del Fiume Ofanto, caratterizzate da un substrato pelitico-sabbioso-ghiaioso di tipo alluvionale, hanno mai manifestato fenomeni di liquefazione.

Infine, per tutto il territorio comunale sono state individuate, alla luce delle NTC vigenti (D.M. 14.01.2018), le azioni sismiche caratteristiche e sulla base di tali valori è stata prodotta una suddivisione del territorio comunale in aree sismicamente omogenee, come indicano le Carte tematiche delle Microzone omogenee in prospettiva sismica e quella di microzonazione sismica Microzonazione Sismica dove sono riportate:

- La Zona sismica  $Z = 1$ , che da norme vigenti interessa l'intero territorio comunale di Teora;
- Le Categorie di sottosuolo (Tab. 3.2.II NTC\_18), che individuano suoli di tipo "B" e di probabile tipo "C", il quale va verificato in situ con apposite indagini di dettaglio;
- Le Categorie topografiche (Tab. 3.2.IV NTC\_18), che sono rappresentate per tutto il territorio comunale con tutte le classi previste dalla norma (T1, T2, T3, T4), a varia estensione;
- Le Zone di attenzione per instabilità (ZA), distinte in:
  - ✓  $Z_{A_{FR}}$  (Zona di attenzione per instabilità di versante, nelle quali gli interventi sono subordinati a studi che quantifichino il massimo spostamento (FRT per le frane in terra e FRR per le frane in roccia), dove presenti;
  - ✓  $Z_{A_{LQ}}$  (Zona di attenzione per liquefazioni nelle quali gli interventi sono subordinati a studi che definiscono l'Indice del Potenziale di liquefazione medio (IL) come definito da Sonmez, 2003).

La zonazione urbanistica del PUC ha tenuto ampiamente conto di queste indicazioni ed ha potuto verificare nel complesso l'assenza di aree d'incompatibilità; nelle aree ad elevato rischio idrogeologico e geomorfologico, nessun nuovo intervento urbanistico è stato previsto.

## 8. VERIFICHE DI COMPATIBILITÀ FONDAZIONI

Le tipologie di terreno maggiormente rinvenute dai carotaggi praticati nel comune di Teora sono i Detriti eterometrici ed eterogenei, suddivisi nei quattro depositi Ds (detrito prevalentemente limo – sabbioso); Dr (detrito di frana prevalentemente argilloso); Df (detrito di frana argilloso con pacchi lapidei del Flysh Rosso); DI (detrito di frana prevalentemente lapideo, con clasti derivanti dai materiali del Flysh Rosso). Per queste tipologie di terreno è stato effettuato un calcolo per la realizzazione di fondazioni superficiali tipo, non profonde mediante pali, in quanto i sondaggi hanno restituito discrete proprietà fisiche e meccaniche dei terreni.

I calcoli sono stati eseguiti nel rispetto delle NTC 2018, come riportato in seguito.

Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.

Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge nr. 64 del 02/02/1974.

Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018)

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta_q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$Q_u / R \geq \eta_q$$

Terzaghi ha proposto la seguente espressione per il calcolo della capacità portante di una fondazione superficiale.

$$q_u = cN_c s_c + qN_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma$$

La simbologia adottata è la seguente:

- c coesione del terreno in fondazione;
- $\phi$  angolo di attrito del terreno in fondazione;
- $\gamma$  peso di volume del terreno in fondazione;
- B larghezza della fondazione;
- D profondità del piano di posa;
- q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I fattori di capacità portante sono espressi dalle seguenti relazioni:

$$N_q = \frac{e^{2(0.75\pi - \phi/2)\text{tg}(\phi)}}{2\cos^2(45 + \phi/2)}$$

$$c = (N_q - 1)\text{tg}\phi$$

$$N_\gamma = \frac{\text{tg}\phi}{2} \left( \frac{K_{py}}{\cos^2\phi} - 1 \right)$$

I fattori di forma  $s_c$  e  $s_\gamma$  che compaiono nella espressione di  $q_u$  dipendono dalla forma della fondazione. In particolare valgono 1 per fondazioni nastriformi o rettangolari allungate e valgono rispettivamente 1.3 e 0.8 per fondazioni quadrate.

termine  $K_{py}$ , che compare nell'espressione di  $N_\gamma$  non ha un'espressione analitica. Pertanto si assume per  $N_\gamma$  l'espressione proposta da Vesic

$$N_\gamma = 2(N_q + 1)\text{tg}\phi$$

Per tenere conto del sisma, si può ridurre l'angolo d'attrito del terreno secondo il criterio di Vesic. Il valore che propone Vesic è  $d\phi = 2,00^\circ$ . Questo valore può però variare in funzione dell'esperienza.

Verifica della portanza per carichi orizzontali (scorrimento)

Per la verifica a scorrimento lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere la fondazione deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento,

che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento risulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento  $F_r$  e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere la fondazione  $F_s$  risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza  $\eta_s$

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_s \geq 1.0$

$$\frac{F_r}{F_s} \geq \eta_s$$

Le forze che intervengono nella  $F_s$  sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta  $N$  la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con  $\delta_f$  l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con  $c_a$  l'adesione terreno-fondazione e con  $B_r$  la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi come

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_r$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle della fondazione. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 30 per cento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione,  $\delta_f$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\delta_f$  pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

#### Geometria della fondazione

##### *Simbologia adottata*

<i>Descrizione</i>	Descrizione della fondazione
<i>Forma</i>	Forma della fondazione (N=Nastriforme, R=Rettangolare, C=Circolare)
<i>X</i>	Ascissa del baricentro della fondazione espressa in [m]
<i>Y</i>	Ordinata del baricentro della fondazione espressa in [m]
<i>B</i>	Base/Diametro della fondazione espressa in [m]
<i>L</i>	Lunghezza della fondazione espressa in [m]
<i>D</i>	Profondità del piano di posa in [m]

<b>Descrizione</b>	<b>Forma</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>B</b>	<b>L</b>	<b>D</b>
Fondazione	(R)	0.00	0.00	0.80	1.00	2.50

#### Descrizione terreni e falda

#### Caratteristiche fisico-meccaniche

##### *Simbologia adottata*

<i>Descrizione</i>	Descrizione terreno
$\gamma$	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]

$\gamma_{sat}$	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
$\phi$	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
$\delta$	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
c	Coesione del terreno espressa in [kg/cm <sup>2</sup> ]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi$	$\delta$	c
Detriti	1800.0	1800.0	24.00	16.00	0.030

**Calcolo secondo: Approccio 2**

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche geotecniche.**

		R1	R2	R3
Capacità portante	$\gamma_r$	1.00	1.80	2.30
Scorrimento	$\gamma_r$	1.00	1.10	1.10

Coeff. di combinazione  $\Psi_0 = 0.70$        $\Psi_1 = 0.50$        $\Psi_2 = 0.20$

**Analisi in condizioni drenate**

Verifica della portanza per carichi verticali

Il calcolo della portanza è stato eseguito col metodo di Terzaghi

La relazione adottata è la seguente:

$$q_u = c N_c s_c + q N_q s_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma$$

Riduzione sismica: VESIC [2.00°]

**Fondazione**

**Combinazione n° 1**

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Peso specifico terreno	$\gamma = 1800.00$	[kg/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 24.00$	[°]
Coesione	c = 0.03	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 23.36$	$N_q = 11.40$	$N_\gamma = 11.04$
$s_c = 1.30$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 0.80$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0.91 + 5.13 + 0.64 = 6.68 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

Verifica della fondazione

*Simbologia adottata*

*Descrizione*      *Descrizione terreno*

*N*      *Sforzo normale*  
*e*      *eccentricità*  
*s0*      *tensione al lembo sinistro*  
*s1*      *tensione al lembo destro*  
*fss*      *coefficiente di sicurezza*

<i>N</i>	<i>e</i>	<i>s0</i>	<i>s1</i>	<i>fss</i>
<i>kg</i>	<i>cm</i>	<i>kg/cm</i> <sup>2</sup>	<i>kg/cm</i> <sup>2</sup>	
29642	-0.3	1.4 (2.9)	1.3 (2.9)	-
31081	-0.3	1.4 (2.9)	1.4 (2.9)	4.35

Verifica dello scorrimento.

La relazione adottata è la seguente:

$$\eta = R / H \geq \eta_{req}$$

$\eta_{req}$ : coefficiente di sicurezza richiesto

*Simbologia adottata*

*H*      *Forza di taglio agente al piano di posa espresso in [kg]*  
*R<sub>ult1</sub>*      *Resistenza offerta dal piano di posa per attrito ed adesione espressa in [kg]*  
*R<sub>ult2</sub>*      *Resistenza passiva offerta dall'affondamento del piano di posa espressa in [kg]*  
*R*      *Somma di *R<sub>ult1</sub>* e *R<sub>ult2</sub>**  
*R<sub>amm</sub>*      *Resistenza ammissibile allo scorrimento espressa in [kg]*  
*η*      *Coeff. di sicurezza allo scorrimento*

**Fondazione**

<b>Cmb</b>	<b>H</b>	<b>R<sub>ult1</sub></b>	<b>R<sub>ult2</sub></b>	<b>R</b>	<b>R<sub>amm</sub></b>	<b>η</b>
1	78.2	268.67	0.00	268.67	244.25	3.12

## 9. CONCLUSIONI

Alla luce di quanto contenuto nel presente studio, dalle risultanze dello studio geologico effettuato dal Dott. Geol. Rocco Rafaniello, e di quanto rappresentato nei relativi elaborati cartografici allegati al P.U.C., in particolare alle tavole denominate Tav. 5 Carta della stabilità, Tav. 8 Carta delle MOPS (Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica), e Tav.9 Carta della Microzonazione sismica, compare una sostanziale compatibilità tra le scelte operate dal Piano e le condizioni geotecniche e sismiche descritte dallo studio geologico.

L'ambito di studio per la simulazione della verifica di una fondazione di cui al capitolo 8 ha riguardato un'area, per la quale è consentita la trasformazione urbanistica ed edilizia limitatamente al perimetro dell'ambito P.U.C., più precisamente zona urbanistica B2.

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; in ogni caso tutte le attività che comunque per particolari esigenze costruttive è sempre possibile fare ricorso a fondazioni profonde.

Particolare attenzione è stata dedicata alle aree con elevata pericolosità incluse in ambiti territoriali compresi in classe R4 – A4 in base alla zonizzazione del Piano dell'Autorità di Bacino e lo studio di fattibilità geologica, con la conseguente applicazione di gravi limitazioni alla utilizzazione delle stesse, dovendosi evitare l'aggravamento delle condizioni di rischio.

Tanto innanzi significato, si precisa che resta in generale l'obbligo di effettuare ulteriori indagini geologiche specifiche per ciascun intervento o costruzione da realizzarsi, tenendo coerentemente conto delle conclusioni dello Studio Geologico allegato al Piano.