



COMUNE DI SANTA LUCIA DI SERINO

Provincia di Avellino

P.U.C. Piano Urbanistico Comunale

L.R. n. 16 del 22 dicembre 2004
Regolamento Regionale n. 5/2011

	SIGLA	NUMERO
Relazione di Compatibilità tra le previsioni urbanistiche di Piano e le condizioni geomorfologiche dei suoli	R	3

Progettista:

Arch. Gianfranco **GUARINO**



collaboratori:

Arch. Valentina GAGLIARDO

Arch. Chiara FRONGILLO

Sistema Informativo GIS: geol. Roberto D'ORSI

marzo, 2014

0.0 PREMESSA.....	2
1.0 INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	2
B.1.1 – Distanze	3
B1.2 - Reti di Comunicazione.....	3
B1.3 - Azienda Sanitaria Locale.....	3
B 1.4 - Servizi a Livello Comunale	4
1.5 - Autorità di Bacino.....	4
2.0 OBIETTIVI E CRITERI POSTI A BASE DELLA ELABORAZIONE DEL PIANO	4
3.0 COMPATIBILITÀ TRA CONDIZIONI GEOTECNICHE E PREVISIONI URBANISTICHE	8
4.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE GENERALE	9
5.0 -STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE	13
8.0 STABILITA' DELL'AREA.....	18
9. VULNERABILITA' SISMICA REGIONALE	19
10. SISMICITÀ DI BASE COME DEFINITA DALLE NTC08	22
11. INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE DI SOTTOSUOLO.....	24
12. MICROZONAZIONE SISMICA: ANALISI DEI RISULTATI E LORO	26
SCHEMI TIPOLOGICI DELLE FONDAZIONI :.....	29
SCHEMI TIPOLOGICI DELLE FONDAZIONI :.....	30
1. CONCLUSIONI: VERIFICHE DI COMPATIBILITÀ.....	53

0.0 PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Santa Lucia di Serino (AV) ha conferito al sottoscritto arch. Gianfranco Guarino, iscritto all'Ordine degli Architetti, paesaggisti ecc. della Provincia di Avellino al n° 651, l'incarico di redigere il Piano Urbanistico Comunale – P.U.C., al fine di razionalizzare le scelte finora attuate, dare assetto definitivo all'intero territorio comunale con la previsione delle dotazioni di spazi destinati a standard urbanistici secondo quanto previsto dalla normativa vigente e di organizzare e sistematizzare l'attività edificatoria edilizia residenziale, delle attività produttive, delle infrastrutture e dei servizi.

1.0 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il territorio comunale di Santa Lucia di Serino fa parte della Provincia di Avellino e si estende per una superficie di 3,78 kmq (378 Ha) di cui circa 215 Ha in zona montana..

Esso confina ad ovest con il Comune di San Michele di Serino, a sud e su-est con il Comune di Serino, , a nord ed a nord-est con il Comune di Santo Stefano del Sole.

Assieme ad altri 19 Comuni della Provincia di Avellino, S.Lucia di Serino fa parte della Comunità Montana Serinese-Solofrana..

Caratterizzato da una variegata orografia, l'altitudine del territorio presenta minimi e massimi relativi compresi tra i 358 e i 1105 metri s.l.m. e viene delimitato a valle dal fiume Sabato ed a monte al Monte Faggeto. Il centro abitato si estende sostanzialmente tra i 375 ed i 425 m.s.l..

- Superficie Territoriale3,78 kmq (378 Ha)
- Popolazione al 2005.....1.542 ab.
- Densità di Popolazione al 2005403 ab/Kmq (4,03 ab/Ha)
- Altitudine maxm 1.105 s.l.m.
- Altitudine min.m 358 s.l.m.
- Altitudine centro.....m 390 s.l.m.
- Classificazione sismica (Del. G.R.5447 del 07/11/2002) Classe 2 – Media sismicità



Fig. 3 – Inquadramento territoriale

B.1.1 – Distanze

- (Capoluogo di Regione) Napoli Km 62
- (Capoluogo di Provincia) Avellino Km 12
- Distanza dal casello autostradale “Avellino Est ” della A16 NA-BA..... Km 10
- Distanza dal raccordo di Serino sulla superstarda AV-SA - Km. 3

B1.2 - Reti di Comunicazione

Il territorio comunale è attraversato da sudest a nordovest dalla ex S.S. n° 5 , e dalla S.P. n° 137 .

B1.3 - Azienda Sanitaria Locale

Il Comune di Santa Lucia di Serino appartiene alla A.S.L. AV/2 con sede in Avellino - Distretto Sanitario di "Avellino".

B 1.4 - Servizi a Livello Comunale

Municipio	(Sede Propria)
Farmacia	
Guardia Medica	
Ufficio Postale	
Scuola Materna	
Scuola Elementare	
Caserma Carabinieri.....	(Comando di Serino))
Caserma VVFF.....	(Comando di Avellino)
Strutture Igieniche	(Cimitero)

1.5 - Autorità di Bacino

Il territorio comunale di Santa Lucia di Serino ricade nell'ambito territoriale di competenza dell'Autorità di Bacino Nazionale dei fiumi Liri-Garigliano e Volturno.

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.

2.0 OBIETTIVI E CRITERI POSTI A BASE DELLA ELABORAZIONE DEL PIANO

Il progetto di PUC è stato improntato, fin dalle fasi iniziali, al massimo coordinamento con gli indirizzi strategici delineati dal Piano Territoriale Regionale e dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Avellino, nel rispetto di quanto stabilito dalla L.R. n.16/2004 e dal Regolamento n.5 del 04/08/2011, circa la valutazione e le incidenze delle scelte di piano effettuate, con particolare riguardo al Paesaggio ed alla sua tutela.

Inoltre, le previsioni di Piano sono state elaborate in coerenza con le determinazioni dell'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno, come

contenute nel PSAI – Piano Stralcio Assetto Idrogeologico – da essa redatto e con il Parco Regionale dei Monti Picentini.

Il rapporto con la pianificazione sovraordinata è illustrato con maggior dettaglio nei relativi paragrafi di seguito riportati.

Per quanto riguarda l'assetto progettuale in dettaglio, il PUC tende fondamentalmente a rafforzare e completare le potenzialità del territorio attraverso il riordino dell'intero paesaggio territoriale, partendo da quanto è accaduto nel contempo e codificando e ordinando gli ambiti del tessuto urbano consolidato.

L'analisi preliminare del territorio, infatti, ha restituito una serie di condizioni originate dalla sostanziale assenza di un "piano-guida" che contemplasse e coordinasse la crescita e la strutturazione sia del paesaggio urbano che di quello extraurbano. Infatti, il Piano Regolatore Generale pregresso poteva delineare le direttrici di sviluppo edilizio nel Comune ma non poteva, per sua natura, gestire la complessità dei fattori che influiscono sulle dinamiche evolutive di una realtà territoriale.

A maggior ragione, non poteva lo stesso Piano controllare quei fattori che solo recentemente sono divenuti importantissimi all'interno di dette dinamiche, quali l'economia turistica e agrituristica, il rilancio del centro storico e la riqualificazione degli ambiti urbani di formazione recente.

Il P.U.C. , partendo dal Documento strutturale e programmatico posto a base degli incontri preliminari con le associazioni e gli enti e condiviso con l'Amm.ne Com.le di S.Lucia di Serino, anche attraverso un lungo lavoro con la competente Commissione Consiliare all'uopo istituita, ha perseguito in modo coerente le proposte di indirizzo strategico che hanno informato il disegno di Piano :

- a) individuazione della viabilità di circumpollazione a monte dell'edificato storico, quale limite ad ogni significativo intervento antropico;
- b) previsione di una fascia di rispetto fluviale per finalità di tutela ed utilizzo a scopo ricreativo del Parco fluviale;
- c) limitata crescita residenziale, localizzata in nuovi ambiti di trasformazione residenziale, con mediti perequativi e per comparto;

- d) riqualificazione del centro storico finalizzato alla promozione di attività gravanti su preesistenze storico-culturali e religiose (S.Moscati,Convento delle Clarisse, Chiesa di SS. Pietro e Paolo)
- e) adeguamento delle reti viarie significative , quali varianti del traffico pesante, attualmente gravante sul centro urbano,con previsioni di aree parcheggio esterne;
- f) realizzazione di nuove strutture sportivo-ricreative di iniziativa pubblico-privata;
- g) definizione e diversificazioni delle aree agricole e di tutela;
- h) sostenere uno sviluppo turistico-ricettivo a basso impatto e promozione dell'accoglienza di qualità.

Nel presente P.U.C., quindi, l'individuazione di aree destinate ad un nuovo sviluppo residenziale è limitata e riguarda sostanzialmente il completamento del tessuto urbano esistente (Zona B) e la sua integrazione con ambiti di nuova edificazione (Zona C) oltre all'edilizia residenziale sociale (Zona C1) , negli ambiti già destinati a tale scopo dalla pianificazione attuativa pregressa (Zona C2), e di recupero edilizio a maglia urbana (Zona C3) .

Molta importanza viene data, quindi, alla riqualificazione e al riuso del patrimonio esistente, da completare secondo le modalità e le tipologie insediative in uso localmente e consolidatesi nel tempo, che hanno di fatto definito una forma urbana dalla quale non si può prescindere.

Tale attività di riordino mediante riqualificazione e ristrutturazione è alla base, evidentemente, anche delle previsioni per la Zona A, ovvero il Centro Storico.

A fronte di tale impostazione generale, l'intervento nella Zona B è fondamentalmente orientato alla riqualificazione e completamento di tutta la fascia urbana sviluppatasi, per gradi e nel tempo, attorno al centro storico, mirando ad un'ideale e coerente interrelazione pur nel rispetto delle tipologie e dei rapporti insediativi consolidati e lasciando ampi spazi all'integrazione delle funzioni miste ed extra-residenziali (commercio, servizi, terziario, ecc.).

Di pari passo al riordino del paesaggio abitato, il PUC individua le necessarie dotazioni di servizi e attrezzature (Zone del tipo "F"), contemplando il

soddisfacimento degli standards urbanistici di Legge, ancorché lasciando spazio all'iniziativa non solo pubblica, ma anche privata.

La nuova edificazione, molto limitata, viene accorpata e governata attraverso la zona C4 di trasformazione residenziale mista indiretta, con l'impiego della perequazione e la preliminare individuazione di distinte zone planovolumetricamente definite per impatto attuativo e destinazioni d'uso, con offerta di standards pubblici aggiuntivi e funzionalità urbana delle aree.

La potenzialità nel settore produttivo, viene idoneamente supportata ed incentivata con la previsione della Zona D dedicata sostanzialmente ad attività artigianali di piccola dimensione e legate alla economia locale.

Per altro verso, la riqualificazione territoriale del "campo aperto" è stata proposta mediante una nuova e diversa configurazione del territorio agricolo, di fatto talvolta urbanizzato, anche per destinazioni non perfettamente in linea con il concetto di "ruralità", mirando principalmente alla salvaguardia del contesto naturale e seminaturale contenuto dalla zona montana a tutela ambientale alla zona di valle e lungo fiume Sabato.

Pertanto, accanto alla "Zona E1 – Agricola ordinaria" sono state individuate le aree agricole "Zona E2 – Agricola di tutela ambientale", che mira alla salvaguardia del territorio montano e già tutelato di alta valenza ambientale, "Zona E3 – Agricola speciale di tutela del paesaggio fluviale", laddove le specificità fisiche, ecosistemiche, naturalistiche, possano dispiegare le proprie potenzialità, senza particolari aggressioni.

Inoltre, anche alla luce delle recenti azioni promosse dalla Regione Campania, sia sotto il profilo legislativo (L.R. n.17/2001), sia per quanto attiene alle azioni connesse all'attuazione del POR-Campania, per l'attivazione di risorse pubbliche e private, sia riguardo ai PIR, la proposta di Piano Urbanistico Comunale sostanzia ed individua aree di valorizzazione turistico-residenziale ("Zona T"), con basso impatto urbanistico.

Il progetto di Piano, pertanto, si configura come progetto di riordino e codificazione dell'esistente, orientato alla riqualificazione e al recupero delle valenze paesaggistiche, ma anche allo sviluppo reso possibile dalla duplice

vocazione produttiva in senso stretto e turistica-rurale; si tratta, pertanto, di una impostazione di Piano multifunzionale, quale non poteva diversamente essere in un contesto così variegato.

Sul piano delle infrastrutture vengono previsti piccoli interventi di nuova realizzazione viaria, mentre particolare rilievo viene posto alla ristrutturazione e miglioramento della viabilità esistente e dei relativi sovra e sottoservizi fognari, idrici, elettrici.

Analogamente viene posta dal PUC circa le emergenze e le qualità dell'ambiente, da quello naturale floreale e faunistico a quello delle risorse idriche particolarmente importante. Singolare è infatti il rapporto tra il lavoro dell'uomo in agricoltura e la cura dei canali irrigui che manifestano un vero e proprio ingegno idraulico con la presenza di contropendenze, saracinesche, sfioratoi, vasche di accumulo, ecc.. Il Piano prevede al riguardo una particolare attenzione ed una riqualificazione di tali infrastrutture inserite in un contesto di trasformazione urbana equilibrata.

3.0 COMPATIBILITÀ TRA CONDIZIONI GEOTECNICHE E PREVISIONI URBANISTICHE

Il presente progetto P.U.C. – Piano Urbanistico Comunale è stato coordinato con lo studio geologico – geomorfologico – geostatico – idrogeologico – geosismico, redatto, ai sensi della L. n° 64/1974, L.R. n° 9/1983, art. 89 DPR 380/01, nonché dagli aspetti tecnici disciplinati dal Dm Infr. Del 14/01/2008, dal Dott. Geol. Giuseppe Concordia iscritto all'Albo Regionale dei Geologi della Regione Campania al n.

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 Serino, è stato eseguito lo studio, al fine di individuare le aree geologicamente significative per la zona, in riferimento alla ubicazione delle strutture sismo genetiche dell'Appennino Meridionale.

4.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE GENERALE

I rilievi montuosi che delimitano il territorio comunale di Santa Lucia di Serino sono rappresentati da una successione di sedimenti calcareo-dolomitici prevalentemente mesozoici che formano l'ossatura di quasi tutto l'Appennino meridionale. La successione riconosciuta in questi terreni è senz'altro una delle più estese che affiorano nell'Appennino centro-meridionale. I terreni più antichi appartengono al Carnico da cui, in continuità di sedimentazione, o per lo meno senza lacune evidenti, si giunge al Cretacico superiore. Questi terreni rappresentano il frutto di una sedimentazione carbonatica in ambiente di mare sottile senza apporti terrigeni e costituiscono le cosiddette "piattaforme carbonatiche" intraoceaniche che lateralmente passano a terreni di mare più aperto. Nell'ambito del territorio comunale la successione carbonatica è rappresentata da una sequenza potente oltre 1000 m costituita dal basso verso l'alto da due termini: il termine inferiore è composto da un'alternanza di calcari dolomitici e calcari detritici e microcristallini, grigiastri ed avana, di calcari e conglomerati calcarei con fitte intercalazioni di marne verdastre e calcari marnosi grigi passanti verso l'alto a calcari grigi, bianchi o avana, detritici, a luoghi cristallini, compatti, raramente conglomeratici.

Il contatto tra i due termini non è stratigrafico, bensì tettonico, lungo una linea avente direzione antiappenninica, che in pratica taglia in due il versante, con i terreni più recenti posti a nord-ovest (Sgrosso, 1971). Tale serie costituisce l'unità della piattaforma Campano-Lucana poggiate in discordanza angolare, e per contatto tettonico, sui sedimenti fliscioidi dell'Unità Lagonegrese. L'attuale assetto geostrutturale della catena appenninica, a cui appartengono i rilievi montuosi affioranti nel territorio comunale, è stato raggiunto in diverse fasi tettoniche legate ad una serie di movimenti compressivi mio-pliocenici e distensivi plio-pleistocenici. Gli effetti della tettonica, connessi alla formazione della catena, hanno comportato la deformazione del substrato cristallino e delle soprastanti successioni sedimentarie e l'individuazione di importanti linee tettoniche trasversali e longitudinali, in corrispondenza delle quali si sono realizzati sovrascorrimenti e/o trascorrenze, causa principale di significative frammentazioni dell'originaria strutturazione stratigrafica della catena. Pertanto, dal punto di vista tettonico il territorio appenninico ha subito dapprima forti compressioni e successivamente sollevamenti e basculamenti, con formazioni di valli intramontane in cui per effetto dell'azione di disfacimento ed erosione/deposizione dei torrenti si sono andati a depositare i complessi detritici ed alluvionali e, in fasi più o meno concomitanti, piroclastiti dell'attività vulcanica del Somma-Vesuvio. I terreni più superficiali sono rappresentati da depositi clastici del quaternario, ovunque grossolani ricorrenti e sovrapposti in periodi successivi alla base dei versanti. A questi vanno associati i depositi di conoide costituiti da ghiaie e sabbie, di natura calcarea, con matrice limo-sabbiosa piroclastica ma anche carbonatica, variamente diffusi e a quote variabili lungo i versanti e lungo le incisioni torrentizie. I terreni di copertura del Quaternario, presenti in maniera continua sia arealmente che stratigraficamente, sono rappresentati da

depositi piroclastici derivanti dall'attività esplosiva del Somma-Vesuvio. I depositi alluvionali sono prevalenti nel fondovalle. In definitiva la successione stratigrafica è così schematizzabile a partire dai terreni più profondi:

- Complesso Carbonatico: affiorante prevalentemente nel settore montano dei rilievi, è rappresentato da sequenze regolari, in banchi e strati, di calcari dolomitici e calcari detritici e microcristallini, grigiastri, bianchi o avana e calcari grigi, compatti, raramente conglomeratici.
- Depositi detritico-alluvionali: presenti alle base dei rilievi carbonatici, sono costituiti da sabbie e ghiaie calcaree, ciottoli a spigoli subarrotondati in matrice limo-sabbiosa, spesso intercalati a piroclastiti in giacitura secondaria.
- Complesso piroclastico: ricopre la successione carbonatica in corrispondenza delle quote topografiche minori. E' costituito da materiali sciolti (sabbio-limose e limi sabbiosi con lenti e livelli di pomici) o variamente addensati e pedogenizzati presenti in maniera molto diffusa ma discontinua lungo i versanti e nelle testate d'impluvio intercalati a paleosuoli.

Si rinvencono, inoltre, tufi incoerenti o pseudocoerenti, pozzolane tufacee o sciolte frammiste a pomici e scorie, livelli e lenti di piccole pomici e lapilli, in giacitura generalmente secondaria con segni di rimaneggiamento. In profondità le piroclastiti si presentano debolmente argillificate. Nelle aree prossime ai rilievi carbonatici sono frammiste ed intercalate a detrito di falda (Complesso detritico-piroclastico). Ricoprono sia il complesso delle alluvionali che i depositi detritici e di conoide. Complesso delle alluvioni recenti: è costituito da banchi e strati di ghiaie e sabbie carbonatiche e ciottoli calcarei in matrice piroclastica con intercalazioni di livelli limo-sabbiosi e limo-argillosi piroclastici.

Il rilievo geologico e geolitologico di superficie unitamente ai risultati della campagna geognostica hanno permesso di riscontrare nell'ambito del territorio comunale la presenza dei seguenti complessi litologici cartografati sulla carta geolitologica allegata.

Complesso delle alluvioni recenti (Olocene-Attuale) Ghiaie e sabbie carbonatiche con ciottoli calcarei in matrice piroclastica con intercalazioni di livelli limo-sabbiosi e limo-argillosi piroclastici.

Complesso detritico-piroclastico (Olocene- Attuale) Piroclastiti sabbiose e sabbiose limose rimaneggiate, a luoghi umificate, frammiste ed intercalate a detrito di falda.

Complesso detritico-alluvionali o di conoide (Pleistocene -Olocene)

Sabbie e ghiaie calcaree, ciottoli a spigoli subarrotondati in abbondante matrice limo-sabbiosa, spesso intercalati a piroclastiti in giacitura secondaria.

Complesso piroclastico (Pleistocene -Olocene) Sabbie limose e limo-sabbiosi sciolti o variamente addensati, a luoghi umificati ed argillificati, cui si intercalano localmente lenti e livelli di pomici. Calcari (Cretacico Superiore) Calcari grigi, bianchi o avana, detritici, a luoghi cristallini, compatti, raramente conglomeratici.

Calcari dolomitici e calcari detritici (Cretacico Inferiore) Alternanza di calcari dolomitici e calcari detritici e microcristallini, grigiastri ed avana, e di calcari e conglomerati calcarei, con fitte intercalazioni di marne

verdastre e calcari marnosi grigi. Dal punto di vista fisiografico il territorio comunale presenta nell'insieme i caratteri tipici dell'Appennino meridionale, in quanto è costituito da rilievi montuosi nei quali prevalgono rocce calcaree e dolomitiche e rilievi pedemontani di natura detritico-piroclastica. La configurazione orografia ed idrografica riflette l'assetto geologico-strutturale dei terreni del substrato geologico ed è il risultato delle diverse fasi morfologiche responsabili del modellamento dell'area.

Nel territorio comunale si possono distinguere tre sistemi fisiografici principali:

- rilievi montuosi carbonatici caratterizzati da elevata pendenza e numerosi salti morfologici;
- rilievi collinari e pedemontani impostati sulla formazione detritico-alluvionale, caratterizzati da pendenze variabili e decrescenti verso le aree di pendice;
- area di fondovalle del F. Sabato caratterizzata da pendenze da basse a molto basse.

Il F. Sabato rappresenta il principale corso d'acqua che attraversa in destra orografica il settore meridionale del territorio comunale, nasce ai piedi del Varco Colle Finestra nel massiccio dell'Accellica ad una quota di circa 1000 m.s.l.m. e riceve i principali contributi sorgentizi delle scaturigini di Acquaro-Pelosi e Urciuoli, in prossimità di Serino, e confluisce nel Calore ad Ovest dell'abitato di Benevento. Il reticolo idrografico che si sviluppa nel territorio comunale è rappresentato dagli affluenti in dx orografica del F. Sabato. I bacini imbriferi sono tipici di un paesaggio articolato ed accidentato, con rami influenti brevi e poco gerarchizzati che risalgono versanti acclivi. Gli alvei degli impluvi, coincidenti quasi sempre con le linee di frattura, hanno un andamento ortogonale al versante con trend incassati e rettilinei alla sommità in corrispondenza della frazione litoide, per assumere invece, sezione a "V" procedendo verso valle. Le principali aste torrentizie sono rappresentate da:

Vallone delle Breccie: ha origine alla quota di 700 m s.l.m. e dopo un percorso di circa 1.0 Km, alla quota di circa 405-410 m s.l.m., il suo alveo non è più distinguibile perché completamente antropizzato.

Vallone S. Rocco: ha origine alla quota di 650 m s.l.m. e dopo un percorso di circa 0.9 Km in corrispondenza del centro abitato, alla quota di circa 405 m s.l.m., il suo alveo non è più distinguibile perché completamente antropizzato.

Vallone Cannellone: ha origine alla quota di 875 m s.l.m. e dopo un percorso di circa 1.20 Km in corrispondenza dell'isoipsa di circa 430 m s.l.m., il suo alveo non è più distinguibile perché completamente antropizzato.

Vallone S. Pietro: ha origine alla quota di 925 m s.l.m. e dopo un percorso di circa 1.40 Km in corrispondenza dell'isoipsa di circa 400 m s.l.m., il suo alveo non è più distinguibile perché completamente antropizzato.

GEOMORFOLOGIA

Nel territorio comunale si distinguono tre paesaggi morfologici principali ai quali corrispondono varietà di forme in rapporto alle diverse caratteristiche litologiche dei terreni affioranti. Il primo paesaggio

morfologico corrisponde alle zone montane del rilievo del M.te Faggeto (1146 m s.l.m.) laddove sono presenti in affioramento o in subaffioramento i litotipi della serie calcareo-dolomitica. Il secondo paesaggio morfologico pedemontano si sviluppa in corrispondenza delle aree di affioramento dei detriti di falda che testimoniano un'antica fase erosiva molto attiva. Questi terreni bordano la base dei rilievi calcareo-dolomitici anche con notevoli spessori; si presentano stratoidi con stratificazione conforme al pendio e con valori delle pendenze comprese tra il 20-30% ed il 40-50%. Il terzo paesaggio morfologico si sviluppa nelle aree di affioramento o subaffioramento dei terreni del complesso piroclastico (limi sabbiosi e sabbie limose rimaneggiate e non, tufi incoerenti o pseudocoerenti, pozzolane tufacee o sciolte frammiste a pomice e scorie, livelli di pomice e lapilli, ect.) e dei depositi alluvionali della piana del F. Sabato caratterizzate da una morfologia da subpianeggiante a pianeggiante.

L'attuale assetto morfologico del territorio è il risultato della complessa evoluzione morfologica avvenuta tra il tardo pleistocene e l'attuale, con modifiche del rilievo dovute agli assestamenti tettonici e della sovrapposizione degli apporti detritici e delle coltri vulcanoclastiche. Il modellamento del rilievo in ambiente subaereo è stato particolarmente intenso e legato alle ultime oscillazioni climatiche pleistoceniche, con ulteriori fasi erosionali-deposizionali sviluppate anche nell'olocene e fino all'attuale.

L'andamento morfologico del territorio comunale è evidenziato nell' Elaborato n. 3 - **Carta delle Acclività** nella quale sono state distinte 9 classi di acclività o gradi di pendenza a partire da quella con angolo di pendio compreso tra 0°-10° fino a quella compresa tra 80°-90°. La scelta delle classi è stata fatta per rappresentare al meglio le caratteristiche di pendenza del territorio. Da una prima analisi si evince una sostanziale uniformità della classe di acclività alle quote basse, con un andamento subpianeggiante per tutta l'area di fondovalle (0°-10°) e, in alcune aree, anche per quella pedemontana (10°-20°). Le fasce con acclività più elevate si registrano chiaramente lungo il versante, soprattutto nella parte alta ed in corrispondenza delle incisioni, o sui loro fianchi, oltre alle scarpate laddove il substrato carbonatico è affiorante. Le acclività medie del versante, che si registrano su gran parte di esso, tranne nelle aree prossime agli impluvi, sono comprese tra i 20° ed i 40°. Solo in isolate aree lungo il versante si individuano acclività superiori a 40°, da connettere alla presenza in affioramento del substrato carbonatico che comporta pertanto profili decisamente più acclivi.

CARTA GEOMORFOLOGICA Nella carta geomorfologica allegata sono riportate le forme denudazionali e deposizionali legate all'evoluzione più o meno recente del territorio ed i processi che ne determinano il modellamento attuale. Le forme sono state distinte in base all'agente morfogenetico prevalente che le ha prodotte e/o le produce. I morfotipi più significativi riconosciuti e cartografati ai fini della valutazione della pericolosità da frana del territorio comunale sono rappresentate dalle seguenti forme morfologiche:

- **Unità morfologiche e forme associate di genesi complessa**
- **Forme a controllo lito-strutturale**

- **Forme fluviali di versante dovute al dilavamento**
- **Forme antropiche**

5.0 -STRATIGRAFIA E CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Il programma delle indagini ha previsto l'esecuzione delle seguenti categorie

Tabella 1 - Indagini eseguite

Sondaggio	Località	Profondità (m)	Condizionamento	Campioni	S.P.T
S1	Municipio	25.50		1	2
S2	Cimitero	25.00		1	3
S3	Cimitero	5.20		1	1
S4	Via M. di C.	20.00			1
S5	Via S. Rocco	22.00		1	1
S6	Via Schito	33.00	Down-hole	2	3
S7	Via A. Solimene	30.00	Down-hole		
S8	Corte Marine	21.00		1	1
S9	Chiesa SS. AP.	32.00	Down-hole	1	1
S10	Via Fra G. Chiarella	30.50		1	2
S11	Macchie	31.00	Piezometro		1

Tabella 2 - Prove penetrometriche dinamiche

Prova (n.)	Località	Metri
1	Via Del Lario	9.50
2	Via Fra Giulio Chiarella	7.50
3	San Pietro	10.50
4	Corte Marine	4.00
5	Via Schito	11.00
6	Via Fra Giulio Chiarella	6.00
7	San Rocco	7.90
8	Fiume Sabato	4.20
9	S.P. Turci	10.00
10	Via M. di Costantinopoli	9.40

Le indagini geognostiche in sito sono state eseguite dall'impresa Marygeo C. & s.a.s. autorizzata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di indagini e prove in sito di cui all' art. 59 del D.P.R. 380/2001

Tabella 3 - Campioni prelevati

Sondaggio	Campioni	Quota di prelievo (m)	Stato del campione
S1	S1C1	2.00-2.60	indisturbato
S2	S2C1	2.00-2.60	indisturbato
S3	S3C1	1.60-2.10	indisturbato
S5	S5D1	18.00-18.50	indisturbato
S6	S6C1	1.50- 2.00	indisurbato
	S6D1	15.30-15.50	disturbato
S8	S8C1	8.00-8.50	indisurbato
S9	S9D1	18.00-18.50	disturbato
S10	S10C1	7.20-7.60	indisturbato

Le analisi e le prove laboratorio sono state eseguite dal laboratorio geotecnico “Ambiente e Territorio s.a.s. di Iannuzzi Alessandro & C.” autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture con decreto di concessione n. 56825 del 7.09.07 a certificare prove di laboratorio su terreni ai sensi dell’art. 59 del D.P.R. 380/2001. Sui campioni di terreno indisturbati sono state eseguite le seguenti analisi e prove di laboratorio geotecnico: - caratterizzazione generale; - determinazione della granulometria a secco e della granulometria umida per areometria; - prova di permeabilità edometrica; - prova di taglio diretto CD (consolidata drenata) all’apparecchio di Casagrande; - prova edometrica (solo ciclo di carico): - limiti di Atterberg. Sui campioni di terreno prelevati, in forma disturbata, sono state eseguite le seguenti analisi: - caratterizzazione generale; - determinazione della granulometria a secco e della granulometria umida per areometria; - limiti di Atterberg.

Tabella 4 - Prove sismiche Down-Hole

Sondaggio	Località	Down-Hole	Profondità (m)
S6	Via Schito	DH6	32.00
S7	Via A. Solimene	DH7	30.00
S9	San Pietro	DH9	30.00

Tabella 5 - Prove sismiche MASW

Prova	Località
SS1	Cimitero
SS2	Via Del Lario
SS3	Via Fra Giulio Chiarella
SS4	San Rocco

Tabella 6 - Prova sismica passiva Hvsr

Prova	Località
Hvsr 1	San Pietro

Le prove sismiche sono state eseguite dall' IntraGeo servizi di geologia – Studio Associato di Antonio Corradino & Giuseppe D'Agostino.

La campagna di indagini ha supporto per la redazione del PUC ha avuto due fasi fondamentali per la sua programmazione. La prima fase è stata l'acquisizione di elementi e dati relativi ad indagini pregresse effettuate dall' Amministrazione Comunale. Tale fase è stata di supporto per definire una maglia investigativa più coerente ed adeguata a coprire le aree scoperte del territorio per le quali la mancanza di qualsiasi dato, sia di carattere stratigrafico che sismico, ha reso necessario provvedere all'acquisizione di informazioni. La campagna delle indagini geognostiche e geotecniche ha previsto: - l'esecuzione di **n.11** sondaggi geognostici, a carotaggio continuo, spinti fino alla profondità massima di circa 33.00 m (S6) dal p.c.; - l'esecuzione di n.16 prove penetrometriche dinamiche in foro (S.P.T.); - il prelievo di n. 9 campioni di terreno sottoposti ad analisi e prove di laboratorio; - l'installazione di un piezometro a tubo aperto con relativo pozzetto protettivo (S11); - predisposizione dei fori dei sondaggi S6, S7 e S9 per l'esecuzione di prove sismiche in foro down-hole; - l'esecuzione di n.10 prove penetrometriche dinamiche leggere. Le prove penetrometriche dinamiche S.P.T. sono state eseguite secondo le raccomandazioni suggerite dall'A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana). Ad integrazione delle prospezioni geognostiche standard (sondaggi geognostici a carotaggio continuo, prove penetrometriche SPT in foro di sondaggio) sono state eseguite n. 10 prove penetrometriche dinamiche leggere continue con attrezzatura provvista di massa battente corredata con dispositivo per lo sganciamento automatico. Le prove penetrometriche hanno avuto lo scopo di verificare lo spessore e lo stato di addensamento e di consistenza dei terreni di copertura e nello stesso tempo hanno permesso di ricavare valori di resistenza continui dei terreni indagati. Le prove sono state eseguite in zone dove il contesto geologico ha permesso una misura corretta della resistenza dinamica, ovvero terreni sabbio-limosi ed in quelle situazioni logistiche e di inaccessibilità per altri mezzi di indagine (versanti e pendii limitrofi al centro abitato, aree di fondovalle) nelle quali anche un approccio qualitativo può essere accettato. Le prove penetrometriche sono state, inoltre, di notevole aiuto per verificare lo spessore dei terreni copertura per le aree pedemontane. Le penetrometrie sono state eseguite con un penetrometro dinamico leggero modello "SUNDA DL030" con un peso del maglio di Kg 30 ed un'altezza di caduta libera di 20 cm. Le indagini geofisiche hanno previsto l'esecuzione di: - n. 3 prove sismiche down-hole in foro di sondaggio; - n. 4 prove sismiche MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves); - n. 1 prova sismica passiva Hvsr (Horizontal to Vertical Spectral Ratio).

Le indagini geognostiche eseguite nell'ambito del territorio comunale, spinte fino alla profondità massima di circa 33.00 m (sondaggio S6), hanno evidenziato la presenza dei seguenti complessi litologici, le cui caratteristiche tecniche vengono descritte in maniera sintetica secondo la loro posizione, dall'alto verso il basso, come rilevato dalle colonne stratigrafiche estratte dai sondaggi. - Complesso piroclastico; - Complesso detritico-piroclastico; - Complesso detritico-alluvionale; - Complesso delle alluvioni. Si precisa che nell'ambito territoriale il complesso piroclastico è rappresentato prevalentemente dai seguenti litotipi: - piroclastiti umificate ed alterate; - piroclastiti sciolte; - piroclastiti debolmente argillificate e/o argillificate; - tufo incoerente (tufo grigio cineritico) e tufo grigio campano. **Piroclastiti umificate ed alterate:** sono costituite da limi sabbiosi molto compressibili umificati ed alterati di colore marrone-nerastro inglobanti localmente minute pomice biancastre. **Piroclastiti sciolte:** sono costituite da terreni sabbiosi e limosi, di colore marrone inglobanti inclusi pomice granulari e localmente minuti elementi di natura calcarea. Rappresentano il deposito più superficiale in quanto ricoprono tutti i terreni presenti nel sottosuolo. Lo spessore risulta variabile da settore a settore ed è compreso tra un minimo di circa 1.80 m (sondaggio S8) ad un massimo di circa 6.00 m (S1). Presentano un stato di addensamento da molto sciolto a sciolto. Il passaggio con le sottostanti piroclastiti argillificate è netto sia in senso verticale che orizzontale. **Piroclastiti debolmente argillificate e/o argillificate:** sono costituite da limo sabbioso argilloso e sabbia limosa debolmente argillosa di colore avana. Sono state rinvenute in tutti i sondaggi, a varie altezze stratigrafiche, sottoforma di livelli più o meno continui intercalati e/o frammisti sia ai depositi detritico-alluvionali di versante che alle alluvioni di fondovalle. **Tufo grigio cineritico e tufo grigio campano:** è costituito da una matrice cineritica di colore grigiastro inglobante pomice e scorie di grandezza variabile da qualche millimetro al centimetro. La composizione granulometrica è essenzialmente sabbio-limosa, anche se localmente, a causa di fenomeni di alterazione, tende alla frazione più fine (limo sabbioso). La cementazione è quasi sempre assente e solo a luoghi assume una consistenza tufacea che contraddistingue la facies tufacea nota in letteratura con il nome di " Tufo grigio campano". Tale complesso è stato rinvenuto nell'ambito del centro urbano nel sondaggio S2 per uno spessore massimo di circa 2.00 m e nei sondaggi S1 (PRG) e S5 (PRG) per uno spessore di circa 8.00-8.50 m. Nel sondaggio S8 risulta alterato e presenta uno spessore massimo di circa 1.50 m. **Complesso detritico-piroclastico:** è costituito da banchi, di notevole spessore, di sabbie, ghiaie, ciottoli, frammenti e breccie calcareo immersi in una matrice sabbio-limosa piroclastica che a luoghi risulta prevalente rispetto alla frazione grossolana. Tale complesso si riconosce per l'alternanza di sabbie, ghiaie e breccie calcareo e di livelli di piroclastiti rimaneggiate ed alterate in cui si rivengono livelli detritici lenticolari. Il complesso è stato intercettato a partire dalle seguenti profondità: - 0.30 m (S5); - 2.50 m (S4); - 3.30 m (S10) e di - 5.70 m (S1). **Complesso detritico-alluvionale:** è costituito da sabbie e ghiaie

calcareae, ciottoli a spigoli subarrotondati in matrice limo-sabbiosa, spesso intercalati a piroclastiti in giacitura secondaria. Il complesso è stato intercettato a partire dalla seguente profondità: - 0.30 m (S9).

Complesso delle alluvioni: è costituito da ghiaie e sabbie carbonatiche con ciottoli calcarei in matrice piroclastica con intercalazioni di livelli limo-sabbiosi e limo-argillosi piroclastici. E' stato rinvenuto fino a fondo foro nei sondaggi S6, S7, S8 e S11 al di sotto di una modesta coltre piroclastica.

Le risultanze delle analisi e prove di laboratorio geotecnico sono di seguito riportate.

Tabella riassuntiva parametri fisici

Campione Quota(m)	Wn (%)	γ (kN/m ³)	G _s (kN/m ³)	e	η (%)	Sr (%)	LL (%)	LP (%)	Ip (%)	Ic
S1C1 2.00-2.60 m	50.20	14.66	26.81	1.746	63.59	77.07				
S2C1 2.00-2.60 m	30.98	13.03	26.42	1.656	62.35	49.43				
S3C1 1.60-2.10 m	28.50	14.05	24.61	1.251	55.57	56.09				

S5C1 18-18.40 m	39.67	15.56	27.38	1.458	58.05	79.64	52.93	38.92	14.01	0.95
S6C1 1.50-2.10 m	40.95	15.92	26.93	1.384	58.05	79.69				
S6D1 15.3-15.5 m	28.26	14.93	27.01	0.807	44.67	94.53				
S8C1 8.00-8.50 m	40.33	15.75	26.19	1.333	57.13	79.25				
S9D1 18-18.40 m	27.78	14.83	25.24	1.174	54.00	59.71				
S10C1 7.20-7.60 m	19.85	17.60	27.57	0.878	46.74	62.36	42.69	25.58	17.11	1.33

Tabella riassuntiva parametri meccanici e classificazione AGI

Campione Quota (m)	ϕ' (gradi)	c' (kPa)	E (kPa)	Km (m/s)	Classificazione AGI
S1C1 2.00-2.60 m	30.64	13.63	5403		Limo con sabbia deb. argilloso
S2C1 2.00-2.60 m				3.48E-03	Sabbia ghiaiosa deb. limosa
S3C1 1.60-2.10 m	35.20	0.75	7513	1.04E-03	Sabbia limosa deb. ghiaiosa
S5C1 18-18.40 m					Limo argilloso deb. sabbioso
S6C1 1.50-2.10 m	30.68	18.27	4259		Limo deb. argilloso
S6D1 15.3-15.5 m					Limo sabbioso deb. argilloso
S8C1 8.00-8.50 m	32.74	11.29			Limo con sabbia deb. argilloso ghiaioso
S9D1 18-18.40 m					Limo con sabbia deb. ghiaioso
S10C1 7.20-7.60 m			4536		Limo con argilla deb. sabbioso

dove: ϕ' angolo d'attrito interno; c' coesione; **E** modulo edometrico (tra 100-200 kPa.); e **Km** costante di permeabilità media.

8.0 STABILITA' DELL'AREA

FRANOSITA' NEL TERRITORIO COMUNALE Il rilievo carbonatico del M. Faggeto è caratterizzato dalla presenza di versanti fortemente acclivi talora ricoperto da terreni detritico-piroclastici e solcato da valloni fortemente incisi. Essi sono sede di colamenti rapidi pregressi del tipo “debris flow” che interessano, con forme soprattutto incanalate, i reticoli idrografici nelle zone a più elevata pendenza; in maniera subordinata, si rilevano colate del tipo di “versante aperto” localizzate di preferenza nelle aree di displuvio e lungo versanti a controllo strutturale. Si tratta di dissesti a rapida evoluzione con zone d'innescò localizzate in prossimità di balze e scarpate di morfoselezione, sentieri montani o, ancora, causate prevalentemente in concomitanza di intensi eventi meteorologici coinvolgendo i depositi di copertura detritico-piroclastici presenti lungo i versanti, spesso in condizioni limite di instabilità. Un'altra causa di innescò va ricercata in crolli localizzati da parete rocciose, con impatto delle volumetrie in caduta libera sulla coperture detritico-piroclastiche. Di norma, nelle colate rapide incanalate, alla fase di distacco fa seguito una evoluzione sottoforma di flusso che spesso transita con elevate velocità, nei solchi vallivi. La massa in movimento tende ad aumentare il proprio volume per l'assimilazione, lungo il suo percorso, di materiali erosi sia dal letto che dai fianchi dell'impluvio andando ad alimentare le zone di piedimonte e possono raggiungere le aree di conoide detritico-alluvionale.

La Carta delle aree a rischio di frana, che costituisce l'elaborato di sintesi derivante dalla carta

suscettibilità da frana e delle aree di possibile invasione, le aree a diverso grado di rischio sono state così definite: - **Aree interessate da innesco, transito, accumulo ed invasione da frane a massima intensità attesa alta:** comprendono ambiti morfologici e settori di territorio interessati da dissesti progressi quiescenti e/o inattivi o potenzialmente riattivabili ed aree interessate da transito ed accumulo di flussi detritici-fangosi provenienti da dissesti innescatesi a monte ed incanalati lungo direttrici delimitate dalla morfologia. - **Aree potenzialmente interessate da fenomeni di innesco, transito ed invasione da frane a massima intensità attesa alta:** aree nell'ambito delle incisioni torrentizie potenzialmente interessate da innesco e transito di flussi detritici-fangosi per la presenza di evidenze manifeste di fenomeni di dissesto potenziale e per la concomitanza di più fattori predisponenti al dissesto (acclività, spessori dei depositi sciolti di copertura, caratteristiche strutturali del substrato roccioso, caratteristiche idrogeologiche e contrasti di permeabilità) ed aree di probabile invasione di flussi detritico-fangosi. - **Aree di ambito montano e pedemontano:** aree caratterizzate dalla presenza di scarse evidenze di fenomeni di dissesti potenziali o dalla presenza di alcuni dei fattori predisponenti al dissesto (acclività, spessori dei depositi sciolti di copertura, caratteristiche strutturali del substrato roccioso, caratteristiche idrogeologiche e contrasti di permeabilità), o dalla prossimità ad aree interessate da dissesti.

- **Aree di ambito montano, subpianeggiante e di fondovalle:** aree caratterizzate da scarse o nulle evidenze di fenomeni di dissesto in atto o potenziale. Tutto ciò è in pieno accordo con quanto evidenziato nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico - Rischio Frana dell'Autorità di Bacino dei fiumi Liri, Garigliano e Volturno, adottato dal Comitato Istituzionale con delibera n. 2 del 5 aprile 2006, approvato con DPCM del 12.12.2006 e pubblicato sulla G.U. n. 122 del 28.05.2007. Nella carta del rischio frana (PASI-Rf), infatti, una piccola porzione del territorio comunale ricade in: - **Area a rischio molto elevato- R4 :** *nelle quale per il livello di rischio presente, sono possibili perdite di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche(* Aree a rischio molto elevato ricadenti in zona a Parco);* - **Area di alta attenzione- A4:** *aree non urbanizzate, potenzialmente interessate da fenomeni di innesco, transito e invasione di frana a massima velocità attesa alta.* Mentre la maggior parte del territorio comunale ricade in: - *Area di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco, per la quale si rimanda al D.M. LL.PP.11.03.1988 - C1.*

9. VULNERABILITA' SISMICA REGIONALE

La carta della zonazione del territorio in prospettiva sismica ha lo scopo di definire le zone omogenee dal punto di vista della pericolosità sismica, specificando la natura del rischio. La cartografia di base

utilizzata per la redazione della carta della microzone omogenee del territorio in prospettiva sismica è stata la seguente: - Carta ubicazioni indagini nella quale sono state rappresentate le indagini pregresse e quelle realizzate ex-novo

- Carte Tematiche Prodotte (carta geolitologica, geomorfologica, idrogeologica, degli spessori della copertura detritico-piroclastica, delle acclività, delle aree a rischio di frana); - Logs stratigrafici dedotti dai dati dei sondaggi; - Carta della zonazione sismica (Carta delle velocità delle onde di taglio Vs); - Carta Rischio Frana (PSAI-Rf dell’Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno). Le informazioni di base acquisite (cartografia redatta) e le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche hanno permesso di redigere la Carta geologico-tecnica per la Microzonazione Sismica nella quale sono stati riportati i dati necessari alla definizione del modello di sottosuolo e quindi funzionali alla realizzazione della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica. Le cartografie sono state redatte secondo gli “Indirizzi e criteri generali i per la microzonazione sismica” Parti I, II e III - Conferenza delle Regione e delle Province autonome - Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento della Protezione Civile. Carta geologico-tecnica per la Microzonazione Sismica Nella carta le unità geologico-tecniche sono state distinte in terreni di copertura e substrato geologico rigido. Per le coperture lo spessore minimo considerato è 3.00 m. La suddivisione dei litotipi in classi predefinite ha permesso di identificare situazioni litostratigrafiche potenzialmente suscettibili di amplificazione locale o di instabilità. Per le definizioni riguardanti lo stato di attività dei versanti il riferimento è il progetto IFFI. I terreni di copertura sono rappresentati da: Detriti di falda e di versante: sono costituiti da depositi clastici poligenici eterometrici e da terreni limo-sabbiosi piroclastici sciolti, pedogenizzati, legati a processi di dilavamento superficiale e di tipo colluviale. Lo spessore del deposito, non è accertabile direttamente se non in alcuni affioramenti, dovrebbe variare da qualche decimetro ad un massimo ipotizzabile di circa 3.00 m.

Depositi detritico-piroclastici: sono costituiti terreni piroclastici sabbiosi limosi sciolti, a luoghi umificati, e da piroclastiti debolmente argillificate frammiste ed intercalate a detrito di falda (ghiaie, ciottoli e breccie calcaree). Il log del sondaggio S2 (PUC) e dei sondaggi S1 e S5 (PRG) localizzano all’intero del deposito la presenza di tufo grigio cineritico a tratti litoide. Le indagini geognostiche (S2, S3, S4, S5 e S10) e le prove geofisiche MASW (SS2, SS3 e SS4), fino alla profondità massima indagata di 30.50 m (S10), non hanno raggiunto il substrato sismico ($V_s \cdot 800$ m/s); mentre la prova sismica Hvsr localizza il bedrock sismico ad una profondità di circa 16.60 m dal p.c. È opportuno precisare che l’indicazione relativa alla profondità del bedrock è suscettibile di variazioni in quanto la stima è stata effettuata sulla base dell’unico dato disponibile. I parametri geotecnici sono desumibili dalle analisi e prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati nei sondaggi S2, S3, S5, e S10. **Depositi alluvionali attuali e recenti:** sono costituiti da ghiaie e sabbie carbonatiche con ciottoli calcarei in matrice piroclastica con intercalazioni di livelli limo-sabbiosi e limo-argillosi piroclastici. Il log del sondaggio

S8 localizza all'intero del deposito la presenza di sottili livelli di tufo grigio e giallo alterati (limi sabbiosi). Le indagini geognostiche (S1, S6, S7, S8 e S11) e le prove geofisiche (down-hole DH6 e DH7 e MASW SS1), fino alla profondità massima indagata di 33.00 m (S6), non ha raggiunto il substrato sismico. I parametri geotecnici sono desumibili dalle analisi e prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati nei sondaggi S1, S6, S8. **Il substrato geologico rigido** è costituito da calcari, calcari dolomitici e calcari detritici. La legenda della Carta geologico-tecnica, in funzione delle informazioni rappresentate, è distinta dalle seguenti parti: **Terreni di copertura** Detriti di falda e di versante Depositi detritico-piroclastici Depositi alluvionale attuali e recenti **Substrato geologico rigido:** lapideo (calcari, calcari dolomitici e calcari detritici) **Instabilità di versante:** aree interessate e potenzialmente da fenomeni di innesco, transito ed invasione da frane a massima intensità attesa alta. **Forme di superficie:** conoide detritico-alluvionale quiescente (depositi costituiti da sabbie e ghiaie calcaree, ciottoli a spigoli subarrotondati in matrice limo-sabbiosa, spesso intercalati a piroclastiti in giacitura secondaria). Le indagini geognostiche e la prova down-hole DH7, fino alla profondità massima indagata di 32.00 m (S9), non hanno raggiunto il substrato sismico. I parametri geotecnici sono desumibili dalle analisi e prove di laboratorio eseguite sul campione prelevato nel sondaggio S9. **Elementi tettonico-strutturale**

____ Faglia diretta (certa) ----- Faglia diretta (presunta) **Elementi geologici e idrogeologici • 20**

Profondità (m) sondaggio che non ha raggiunto il substrato • 2 Profondità (m) della falda **Modello del sottosuolo: sezione geologico-tecnica A-A'** La sezione del modello geologico del sottosuolo è stata realizzata utilizzando tutti i dati dei rilievi geologici di superficie ed integrando tali informazioni con i dati diretti dei sondaggi geognostici ed i dati indiretti forniti dalle prospezioni geofisiche in superficie (prove MASW e HVSR) ed in foro (prove down-hole). Dal modello realizzato si evince che l'area montana del territorio comunale presenta modesti spessori di copertura poggianti su un substrato costituito da calcari e calcari dolomitici. La parte pedemontana del territorio comunale presenta elevati spessori di copertura detritico-piroclastica e detritico-alluvionale. L'area di fondovalle presenta invece notevoli spessori di copertura alluvionale. Facendo riferimento a studi idrogeologici eseguiti per ricerche di acqua sulla piana di Serino le stratigrafie delle trivellazioni evidenziano che i depositi alluvionali presentano una potenza di circa 65-70 m e poggiano su un substrato argilloso-marnoso-arenaceo. Le indagini geofisiche down-hole e Masw non hanno intercettato il substrato sismico mentre la prova sismica Hvsr ha individuato, a partire dalla profondità di circa - 16.60 m dal p.c. , il substrato sismico ($V_s > 800$ m/s).

Velocità medie V_{SH}

Litologia	V_s media (m/s)
Detriti di falda e di versante	250
Depositi detritico-piroclastici	316
Depositi alluvionali	265
Conoide detritico-alluvionale	311
Complesso argilloso-marnoso-arenaceo	800
Calcari e calcari dolomitici	1200

10. SISMICITÀ DI BASE COME DEFINITA DALLE NTC08

Il territorio comunale di Santa Luca di Serino è classificato, ai sensi della delibera di G.R. n. 5447 del 07.11.2002 (Aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Campania), nella Zona sismica 2 (media sismicità) con un valore dell'accelerazione massima orizzontale attesa al sito $a_g = 0.25$ g. Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio comunale basati sugli studi e le elaborazioni della pericolosità sismica del territorio, ossia l'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che supera una soglia determinata di intensità o magnitudo. A tal fine è stata pubblicata, l'OPCM n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", sulla G.U. n. 105 dell' 8 maggio 2003. Il provvedimento detta i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 e DPR n. 380 del 6 giugno 2001), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale. A ciascuna zona viene attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia o suolo rigido, Cat. A con $V_s > 800$ m/s con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Zona sismica	Accelerazione massima con probabilità di superamento del 10% in 50 anni
1	0.35 g
2	0.25g
3	0.15g
4	0.05g

Le novità introdotte dall'ordinanza sono state pienamente recepite e ulteriormente affinate dall'INGV (Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia). L'aggiornamento dello studio della pericolosità di riferimento nazionale (Gruppo di Lavoro 2004), previsto dall' 'OPCM n. 3274, è stato adottato con l'OPCM n. 3519 del 29 aprile 2006 "Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" Il nuovo studio di pericolosità, allegato all'ordinanza, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato, introducendo degli intervalli di accelerazione (a_g), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni, da attribuire alle quattro zone sismiche. Le zone sismiche previste dall'OPCM n. 3519 del 29 aprile 2006 sono le seguenti:

Zona sismica	Accelerazione massima con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (a_g)	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_v)
1	$0.25 > a_g \leq 0.35$	0.35 g
2	$0.15 > a_g \leq 0.25$	0.25 g
3	$0.15 > a_g \leq 0.05$	0.15 g
4	< 0.05	0.05 g

Per quanto riguarda la Regione Campania, va evidenziato che precedentemente all'entrata in vigore dell'OPCM 3274, con deliberazione di G.R. n. 5447 del 07.11.2002 (pubblicata sul Burc n. 56 del 18.11.2002) ha provveduto all'aggiornamento della classificazione sismica dei comuni della Campania, sulla base della " Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale, 1998 " elaborata da una commissione istituita presso il Dipartimento della Protezione Civile della Presidenza del Consiglio dei Ministri composta da esperti del GNDT, INGV e SSN, classificando diversamente il proprio territorio e adottando solo tre zone (zona 1, 2 e 3).

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008), infatti, hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali; per ciascuna zona, e quindi per il territorio comunale,

precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica.

Con l'entrata in vigore delle NTC del 2008, per ogni costruzione ci si deve riferire ad un'accelerazione di riferimento propria individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore della pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che attribuisce il sito ad una delle categorie di sottosuolo riportate nella Tabella 3.2.II (NTC) ed una delle categorie topografiche definite nella Tabella 3.2.IV (NTC). Fatta salva la necessità di estendere le indagini geotecniche nel volume significativo di terreno interagente con l'opera, per l'identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio (definita successivamente) entro i primi 30 m di profondità.

11. INDIVIDUAZIONE DELLE CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

Per caratterizzare i terreni presenti nel territorio comunale, secondo quanto disposto dal D.M. 14.01.2008, sono state associate ai valori di V_s misurate, per i primi 30 m di profondità, la categoria di suolo relativa al fine di individuare aree omogenee per la caratterizzazione della risposta sismica dei terreni. Dai valori di V_s misurati si perviene all'identificazione della categoria di suolo mediante la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,30}$ definita dalla seguente espressione: $V_{s,30} = 30 \cdot n \cdot (h_i/V_{si})$ [m/s] dove: h_i spessore (in metri) dell' i -esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità, V_{Si} velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato e n numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità. Di seguito vengono riportate le categorie di suolo di fondazione acquisite con le prospezioni sismiche effettuate nel territorio comunale.

Tabella riassuntiva Categorie di suolo

Prove sismiche	$V_{s,30}$ (m/s)	Categoria di suolo
DH6	239,37	C
DH7	286	C
DH9	311	C
MASW SS1	233	C
MASW SS2	231	C
MASW SS3	267	C
MASW SS4	283	C
HVSR1	373	B

Le aree omogenee, rispetto alla categoria di suoli sono quindi risultate come di seguito.

Categoria di suolo A (Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m).

Categoria di suolo B (Rocce tenere e depositi di terreno a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori ai 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Categoria di suolo C (Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Condizioni topografiche Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tabella 3.2.IV NTC):

Tabella 3.2.IV – Categorie topografiche

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

Sulla base dei dati topografici, non è possibile definire una categoria media del territorio comunale, esso infatti presenta tutte le categorie topografiche a seconda della collocazione geografica. Amplificazione topografica Per tener conto delle condizioni topografiche ed in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella tabella 3.2.VI (NTC), in funzione delle categorie topografiche e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

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

Categoria	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
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

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base dove S_T assume valore unitario

12. MICROZONAZIONE SISMICA: ANALISI DEI RISULTATI E LORO

Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica Le microzone individuate sulla carta sono classificate in tre categorie:

- Zone stabili , nella quale non si ipotizzano effetti locali di rilievo di alcun natura (substrato geologico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata -pendii con inclinazione media $i \leq 15^\circ$;
- Zona stabile 1, caratterizzata dal substrato lapideo affiorante (S) o sub-affiorante, eventualmente con spessori di copertura molto modesti.
- Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico e morfologico locale: - Zona 2, caratterizzata dal substrato lapideo affiorante (S) o sub affiorante, eventualmente con spessori di copertura

molto modesti posto su versanti molto acclivi e tali da non escludere fenomeni di amplificazione di tipo topografico. - Zona 3, caratterizzata da depositi di copertura detritici e di versante costituiti da clasti carbonatici in matrice limo-sabbiosa, con spessori di copertura che possono raggiungere i 3 m, poggianti su substrato lapideo stratificato e posti su versanti con inclinazione superiore ai 15° e tale da non escludere fenomeni di amplificazione di tipo topografico. È opportuno precisare che l'indicazione relativa allo spessore di copertura è suscettibile di variazioni in quanto la stima è stata fatta sulla base di pochi affioramenti. Naturalmente per determinare la presenza o meno del bedrock sismico sarà necessario effettuare misure di Vs nell'area. - Zona 4, caratterizzata da depositi di copertura detritico-piroclastica (limi sabbiosi, a luoghi umificati, limi sabbiosi debolmente argillosi frammisti ed intercalati a ghiaie, ciottoli e breccie calcaree) posti su versanti con inclinazione superiore ai 15° e tale da non escludere fenomeni di amplificazione topografica. Lo spessore dei terreni della copertura indagato è superiore ai 30.00 m. - Zona 5, 6 e 7, caratterizzate da depositi di copertura detritico-piroclastica (limi sabbiosi, a luoghi umificati, limi sabbiosi debolmente argillosi frammisti ed intercalati a ghiaie, ciottoli e breccie calcaree) posti su versanti con una inclinazione media $i \approx 15^\circ$. - Zona 8 e 9, caratterizzate da depositi di copertura alluvionale costituiti da ghiaie e sabbie carbonatiche con ciottoli calcarei in matrice piroclastica con intercalazioni di livelli limo-sabbiosi e limo-argillosi piroclastici con spessori elevati (> di 30 m). La distinzione delle classi è stata fatta in relazione alla litologia ed alla diversa granulometria presente.

- Zone suscettibili di instabilità, nelle quali gli effetti sismici e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio (non sono necessariamente esclusi per queste zone anche fenomeni di amplificazione del moto). Le microzone individuate classificano due tipologie di instabilità:
- Instabilità di versante distinta per tipologia frana di colata rapida quiescente.
- Faglie Attive e Capaci (faglie dirette). Per faglia attiva si intende una faglia che si è rotta almeno una volta negli ultimi 40.000 anni (limite inferiore certo delle datazioni radiometriche); una faglia attiva è detta capace se raggiunge la superficie producendo una frattura del terreno; l'andamento di questa rottura in superficie è la traccia superficiale della faglia. La carta riporta, inoltre, le forme di superficie più significative rappresentate dalle conoidi detritico-alluvionali e la litologia dei terreni di copertura come di seguito distinta.

Litologia dei terreni di copertura - Sabbie e limi - Detriti di falda e di versante - Detriti di falda (ghiaie, ciottoli e breccie calcaree in matrice piroclastica) - Limo sabbioso argilloso - Tufo cineritico - Piroclastiti argillificate inglobanti detriti di falda - Alluvioni (limo argilloso e argilla limosa inglobanti sabbie, ghiaie, ciottoli e breccie) - Alluvioni (sabbie, ghiaie e ciottoli calcarei in matrice limo-argillosa piroclastica)

Ai fini delle NTC, l'azione sismica è caratterizzata da tre componenti traslazionali, due orizzontali (X e Y) ed una verticale (Z) tra di loro indipendenti. Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto sismico sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta o dalle due componenti accelerometriche del moto sismico. Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) riferito ad uno smorzamento normalizzato del 15%, moltiplicata per il valore della accelerazione

orizzontale massima a_g su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di a_g variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR. Gli spettri così definiti possono essere utilizzati per strutture con periodo fondamentale minore o uguale a 4,0 s. Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali. Quale che sia la probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR considerata, lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali è definito dalle seguenti espressioni:

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \beta \cdot F_o \left[\frac{T}{T_B} + 1 \right] \cdot F_o \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \quad T_B \cdot T \cdot T_C$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \beta \cdot F_o \quad T_C \cdot T \cdot T_D$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \beta \cdot F_o \left(\frac{T_C}{T} \right) \quad T_D \cdot T$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \beta \cdot F_o \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

dove:

- T è il periodo di vibrazione e S_e accelerazione spettrale;
- S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la seguente relazione $S = S_S \cdot S_T$ essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica;
- β è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali β diversi dal 5%, mediante la relazione: $\beta = \beta_0 \cdot 10 / 5 + \beta_0 \cdot 0.55$, dove β_0 (espresso in percentuale) è valutato sulla base dei materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;
- F_o è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha un valore minimo pari 2.2;
- T_C è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante, dato da $T_C = C_C \cdot T^*C$, dove T^*C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale e C_C è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo;
- T_B è il periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante, dato da $T_B = T_C / 3$;
- T_D è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro, espresso in secondi mediante la relazione: $T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6$. Per le componenti orizzontali del moto e per le categorie di sottosuolo di cui alla Tabella 3.2.II (NTC), la forma spettrale su sottosuolo di categoria A è modificata attraverso il coefficiente stratigrafico S_S , il coefficiente stratigrafico S_T e il coefficiente C_C che modifica il periodo T_C .

Amplificazione stratigrafica Per la categoria di sottosuolo A i coefficienti S_S e C_C valgono 1. Per le categorie B e C i coefficienti S_S e C_C possono essere calcolati, in funzione dei valori F_o e T_C^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni riportate nella tabella 3.2.V (NTC), nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Tabella 3.2.V – Espressioni di S_S e C_C

Categoria di sottosuolo	S_S	C_C
A	1.00	1.00
B	$1,00 \geq 1.40 - 0.40 \cdot F_o \cdot a_g / g \geq 1.20$	$1.10 \cdot (T_C^*)^{-0.20}$
C	$1,20 \geq 1.70 - 0.60 \cdot F_o \cdot a_g / g \geq 1.50$	$1.05 \cdot (T_C^*)^{-0.33}$

Nella Carta della zonazione sismica le aree omogenee individuate, rispetto alla categoria di sottosuolo e al coefficiente di amplificazione stratigrafica S_S , sono le seguenti: Microzona 1: Categoria di sottosuolo A: $V_{s30} > 800\text{m/s}$ - $S_S = 1.00$ Microzona 2: Categoria di sottosuolo B:

Vs30 comprese tra 360 m/s e 800m/s - Ss = 1.20 Microzona 3: Categoria di sottosuolo C: Vs30 comprese tra 180 m/s e 360 m/s - SS = 1.50 Si evidenzia che per la delimitazione delle aree (categorie di suolo A e B) si è tenuto conto delle caratteristiche dei limiti della litologia affiorante, come desunti dalla carta geolitologica del territorio comunale.

SCEMI TIPOLOGICI DELLE FONDAZIONI :

ZONA C4– (S1) - classificazione geologica – limo con sabbia deb. argilloso

Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma} \cdot s_{\gamma} \cdot d_{\gamma} \cdot i_{\gamma} \cdot b_{\gamma} \cdot g_{\gamma}$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B (e_B = Mb/N)

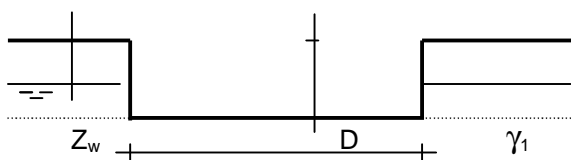
e_L = Eccentricità in direzione L (e_L = Ml/N) (per fondazione nastriforme e_L = 0; L* = L)

B* = Larghezza fittizia della fondazione (B* = B - 2*e_B)

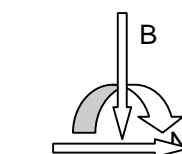
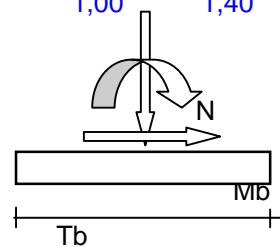
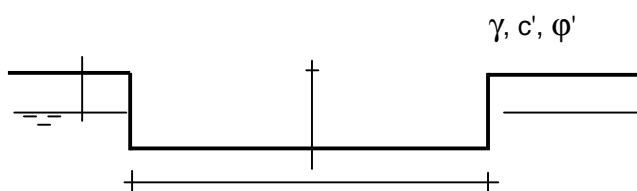
L* = Lunghezza fittizia della fondazione (L* = L - 2*e_L)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

Metodo di calcolo	Diagramma	azioni		coefficienti parziali		resistenze	
		permanenti	temporanee variabili	proprietà del terreno		qlim	scorr
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	1,30	1,50	tan φ'	c'	1,00	1,00
	A2+M2+R2	1,00	1,30	1,25	1,25	1,80	1,00
	SISMA	1,00	1,00	1,25	1,25	1,80	1,00
	A1+M1+R3	1,30	1,50	1,00	1,00	2,30	1,10
	SISMA	1,00	1,00	1,00	1,00	2,30	1,10
Tensioni Ammissibili		1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00
Definiti dal Progettista		1,35	1,50	1,00	1,00	1,40	1,00



B

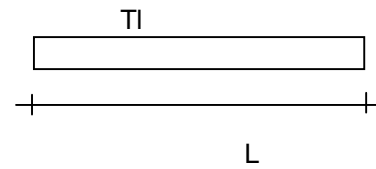


MI

Z_w

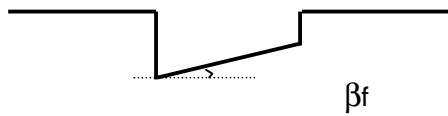
D

L

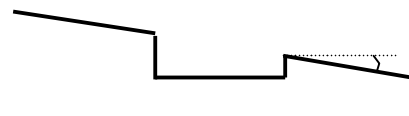


(Per fondazione nastriforme L = 100 m)

B = 1,20 (m)
 L = 6,50 (m)
 D = 1,30 (m)



$\beta_f = 0,00$ (°)



$\beta_p = 0,00$ (°)

AZIONI

	valori di input		Valori di
	permanenti	temporanee	calcolo
N [kN]	350,00	420,00	896,00
M _b [kNm]	20,00	120,00	176,00
M _I [kNm]	75,00	150,00	270,00
T _b [kN]	35,00	40,00	87,00
T _I [kN]	95,00	50,00	160,00
H [kN]	101,24	64,03	182,12

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 14,66$ (kN/mc)
 $\gamma = 14,66$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 18,00$ (kN/mq)
 $\phi' = 30,64$ (°)

Valori di progetto

$c' = 14,40$ (kN/mq)
 $\phi' = 25,36$ (°)

Profondità della falda

Z_w = 30,00 (m)

$e_B = 0,20$ (m)
 $e_L = 0,30$ (m)

$B^* = 0,81$ (m)
 $L^* = 5,90$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

q = 19,06 (kN/mq)

g : peso di volume del terreno di fondazione

$\gamma = 14,66$ (kN/mc)

N_c, N_q, N_g : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$$

$$N_q = 11,07$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 21,25$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 11,44$$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1,07$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L$$

$$s_q = 1,06$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B / L$$

$$s_\gamma = 0,95$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1,88$$

$$\theta = \arctg(T_b/T_l) = 28,54 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1,12$$

$$m = 1,29 \quad (-)$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2 \theta + m_l \cos^2 \theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m$$

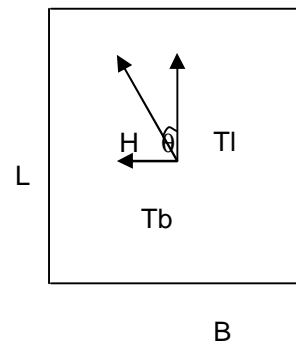
$$i_q = 0,78$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_c = 0,76$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0,64$$



d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$$

per $D/B^* > 1$; $d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$

$$d_q = 1,31$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1,35$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1,00$$

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1,00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1,00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1,00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1,00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = 1,00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1,00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 605,68 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 188,24 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / g_R = 336,49 \quad \bullet \quad q = 188,24 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO**Carico agente**

$$H_d = 182,12 \quad (\text{kN})$$

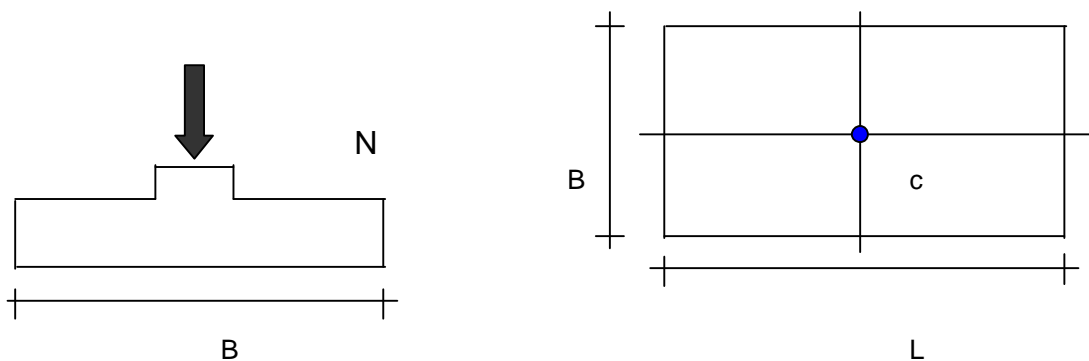
Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

$$S_d = 493,13 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / g_R = 493,13 \quad \bullet \quad H_d = 182,12 \quad (\text{kN})$$

CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE RETTANGOLARE**LAVORO:****Formulazione Teorica (H.G. Poulos, E.H. Davis; 1974)**

$$\Delta\sigma_{zi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) + ((L/2)(B/2)z/R_3)(1/R_1^2 + 1/R_2^2))$$

$$\Delta\sigma_{xi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z/R_3 R_1^2))$$

$$\Delta\sigma_{yi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z/R_3 R_2^2))$$

$$R1 = ((L/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R2 = ((B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R3 = ((L/2)^2 + (B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$\delta_{tot} = \Sigma \delta_i = \Sigma (((\Delta \sigma_{zi} - v_i (\Delta \sigma_{xi} + \Delta \sigma_{yi})) \Delta z_i / E_i)$$

DATI DI INPUT:

B =	1,20	(m)	(Larghezza della Fondazione)
L =	6,50	(m)	(Lunghezza della Fondazione)
N =	896	(kN)	(Carico Verticale Agente)
q =	114,87	(kN/mq)	(Pressione Agente (q = N/(B*L)))
ns =	1	(-)	(numero strati) (massimo 6)

Strato	Litologia	Spessore	da z _i	a z _{i+1}	Dz _i	E	n	d _{ci}
(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m ²)	(-)	(cm)
1		30,00	0,0	30,0	5,0	5403	0,50	3,47
-		0,00	0,0	0,0	2,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-

$$d_{ctot} = 3,47 \text{ (cm)}$$

z	Dz _i	Terreno	R1	R2	R3	Ds _{zi}	Ds _{xi}	Ds _{yi}	E	n	d _i	S _{d_i}
(m)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(-)	(cm)	(cm)

0,00	5,0	1							5403	0,50		
5,00	5,0	1	4,10	2,57	4,14	24,99	1,75	-6,15	5403	0,50	2,52	2,52
10,00	5,0	1	8,17	7,52	8,20	5,42	-0,20	-0,29	5403	0,50	0,52	3,04
15,00	5,0	1	12,92	12,51	12,93	2,15	-0,10	-0,11	5403	0,50	0,21	3,25
20,00	5,0	1	17,80	17,51	17,81	1,13	-0,05	-0,06	5403	0,50	0,11	3,36
25,00	5,0	1	22,73	22,51	22,74	0,69	-0,03	-0,03	5403	0,50	0,07	3,43
30,00	5,0	1	27,69	27,51	27,70	0,47	-0,02	-0,02	5403	0,50	0,05	3,47

z	Dz _i	Terreno	R1	R2	R3	Ds _{zi}	Ds _{xi}	Ds _{yi}	E	n	d _i	S _{d_i}
(m)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(-)	(cm)	(cm)

ZONA A– (S3) - classificazione geologica piroclastiti sciolte -

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

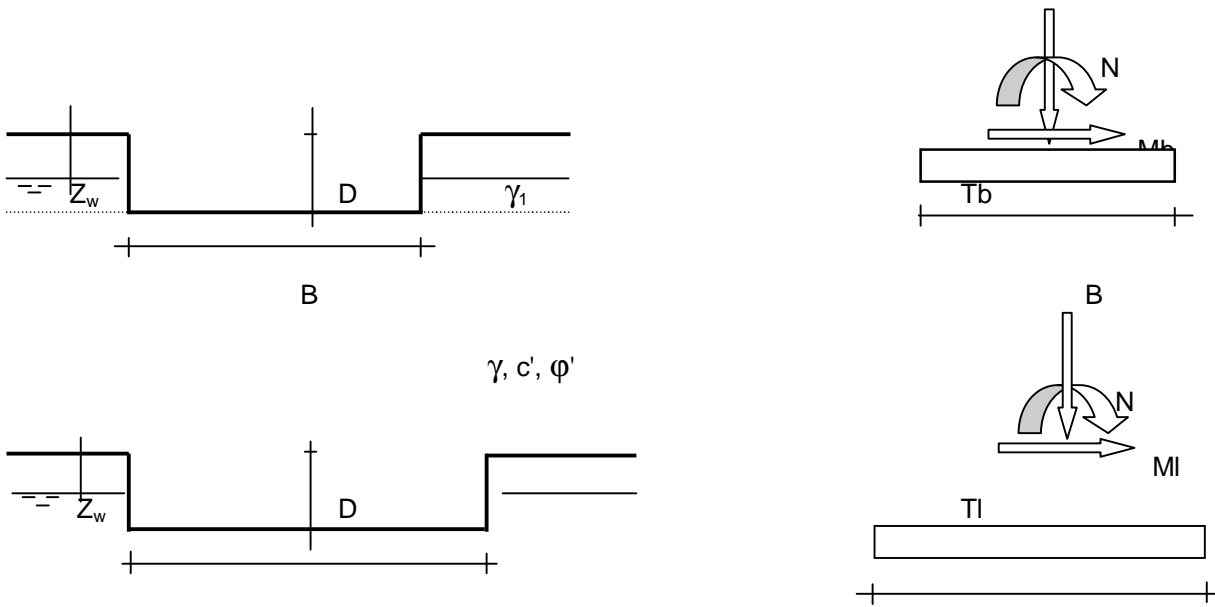
e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = MI/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

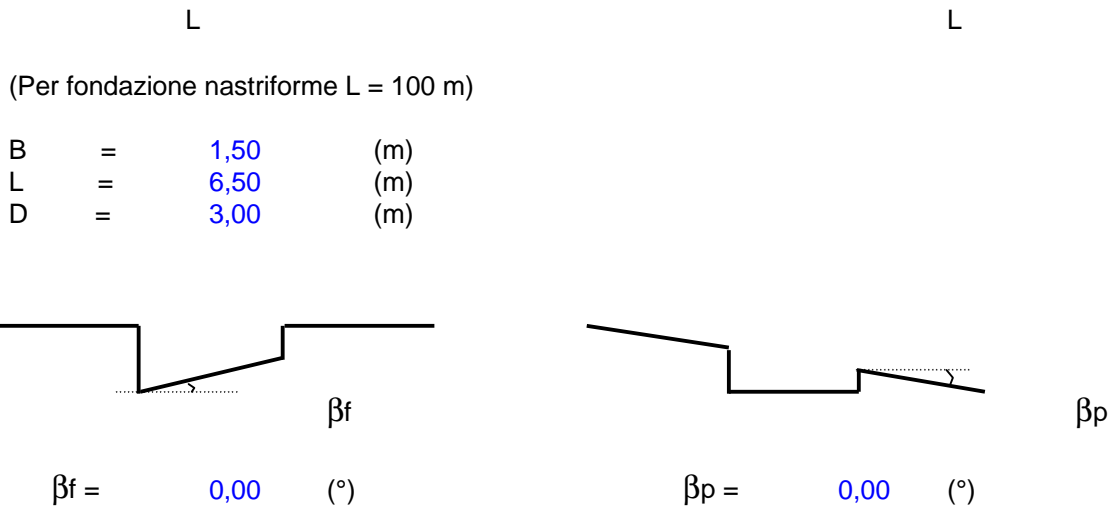
B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

Metodo di calcolo		coefficienti parziali					
		azioni		proprietà del terreno		resistenze	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}	scorr
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00
	A2+M2+R2	1,00	1,30	1,25	1,25	1,80	1,00
	SISMA	1,00	1,00	1,25	1,25	1,80	1,00
	A1+M1+R3	1,30	1,50	1,00	1,00	2,30	1,10
	SISMA	1,00	1,00	1,00	1,00	2,30	1,10
	Tensioni Ammissibili	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00
Definiti dal Progettista		1,35	1,50	1,00	1,00	1,40	1,00





AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	500,00	420,00	1046,00
Mb [kNm]	30,00	120,00	186,00
Ml [kNm]	120,00	150,00	315,00
Tb [kN]	40,00	40,00	92,00
Tl [kN]	140,00	50,00	205,00
H [kN]	145,60	64,03	224,70

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 14,05$ (kN/mc)
 $\gamma = 14,05$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 0,75$ (kN/mq)
 $\phi' = 35,20$ (°)

Valori di progetto

$c' = 0,60$ (kN/mq)
 $\phi' = 29,44$ (°)

Profondità della falda

$Z_w = 30,00$ (m)

$e_B = 0,18$ (m)
 $e_L = 0,30$ (m)

$B^* = 1,14$ (m)
 $L^* = 5,90$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

$q = 42,15$ (kN/mq)

g : peso di volume del terreno di fondazione

$\gamma = 14,05$ (kN/mc)

Nc, Nq, Ng : coefficienti di capacità portante

$Nq = \tan^2(45 + \phi'/2) * e^{(\pi * tg \phi')}$

$$Nq = 17,27$$

$$Nc = (Nq - 1)/\tan\varphi'$$

$$Nc = 28,83$$

$$N\gamma = 2*(Nq + 1)*\tan\varphi'$$

$$N\gamma = 20,62$$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B*Nq / (L * Nc)$$

$$s_c = 1,12$$

$$s_q = 1 + B*\tan\varphi' / L^*$$

$$s_q = 1,11$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4*B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0,92$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1,84$$

$$\theta = \arctg(Tb/Tl) = 24,17 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1,16$$

$$m = 1,28 \quad (-)$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b\sin^2\theta+m_l\cos^2\theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H/(N + B*L^* c' \cotg\varphi'))^m$$

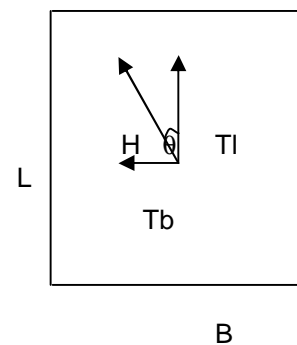
$$i_q = 0,74$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(Nq - 1)$$

$$i_c = 0,72$$

$$i_\gamma = (1 - H/(N + B*L^* c' \cotg\varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0,58$$



d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$$

$$d_q = 1,35$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1,37$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1,00$$

b_c, b_q, b_g : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1,00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1,00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1,00$$

g_c, g_q, g_g : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1,00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = 1,00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1,00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 911,67 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 154,98 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / g_R = 506,48 \quad \bullet \quad q = 154,98 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 224,70 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

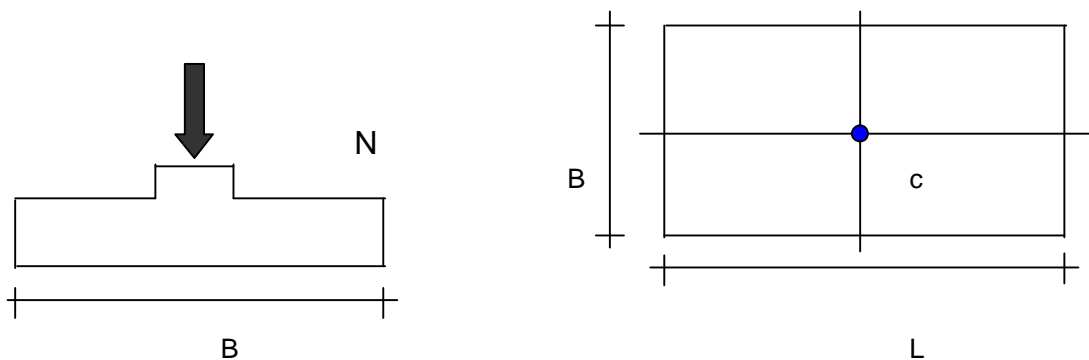
$$S_d = 594,35 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / g_R = 594,35 \quad \bullet \quad H_d = 224,70 \quad (\text{kN})$$

CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE RETTANGOLARE

LAVORO:



Formulazione Teorica (H.G. Poulos, E.H. Davis; 1974)

$$\Delta\sigma_{zi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2))/(zR_3)) + ((L/2)(B/2)z/R_3)(1/R_1^2 + 1/R_2^2)$$

$$\Delta\sigma_{xi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2))/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z/R_3 R_1^2)$$

$$\Delta\sigma_{yi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2))/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z/R_3 R_2^2)$$

$$R_1 = ((L/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_2 = ((B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_3 = ((L/2)^2 + (B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$\delta_{tot} = \Sigma\delta_t = \Sigma(((\Delta\sigma_{zi} - \nu_i(\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi}))\Delta z_i / E_i)$$

DATI DI INPUT:

B =	1,50	(m)	(Larghezza della Fondazione)
L =	6,50	(m)	(Lunghezza della Fondazione)
N =	1046	(kN)	(Carico Verticale Agente)
q =	107,28	(kN/mq)	(Pressione Agente (q = N/(B*L)))
ns =	1	(-)	(numero strati) (massimo 6)

Strato	Litologia	Spessore	da z _i	a z _{i+1}	Dzi	E	n	dci
(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m ²)	(-)	(cm)
1		30,00	0,0	30,0	5,0	5581	0,50	3,84
-		0,00	0,0	0,0	2,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-

$$d_{ctot} = 3,84 \text{ (cm)}$$

z	Dzi	Terreno	R1	R2	R3	Dszi	Dsxi	Dsyi	E	n	di	Sdi
(m)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(-)	(cm)	(cm)

0,00	5,0	1							5581	0,50		
5,00	5,0	1	4,10	2,61	4,17	28,55	2,01	-6,70	5581	0,50	2,77	2,77
10,00	5,0	1	8,17	7,54	8,21	6,31	-0,23	-0,33	5581	0,50	0,59	3,36
15,00	5,0	1	12,92	12,52	12,94	2,50	-0,11	-0,13	5581	0,50	0,24	3,59
20,00	5,0	1	17,80	17,52	17,82	1,32	-0,06	-0,07	5581	0,50	0,12	3,72
25,00	5,0	1	22,73	22,51	22,75	0,81	-0,04	-0,04	5581	0,50	0,08	3,79
30,00	5,0	1	27,69	27,51	27,70	0,54	-0,03	-0,03	5581	0,50	0,05	3,84

z	Dzi	Terreno	R1	R2	R3	Dszi	Dsxi	Dsyi	E	n	di	Sdi
(m)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(-)	(cm)	(cm)

Zona D1 – (S8) – classificazione geologica – limo con sabbia deb. Argilloso ghiaioso

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

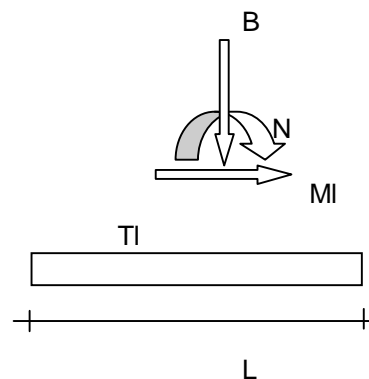
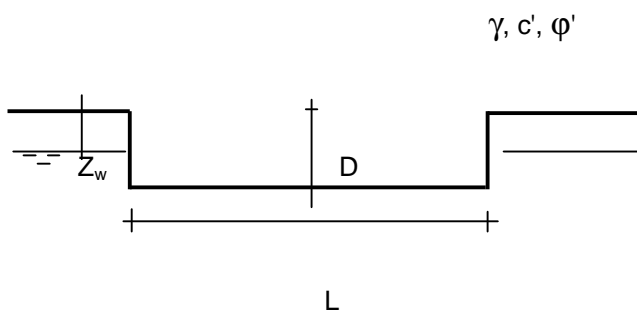
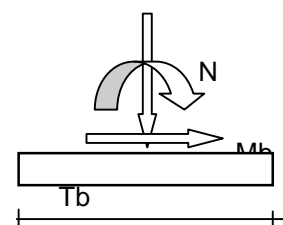
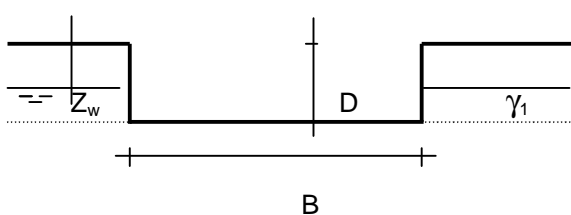
e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = MI/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

Metodo di calcolo		coefficienti parziali					
		azioni		proprietà del terreno		resistenze	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}	scorr
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00
	A2+M2+R2	1,00	1,30	1,25	1,25	1,80	1,00
	SISMA	1,00	1,00	1,25	1,25	1,80	1,00
	A1+M1+R3	1,30	1,50	1,00	1,00	2,30	1,10
	SISMA	1,00	1,00	1,00	1,00	2,30	1,10
Tensioni Ammissibili		1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00
Definiti dal Progettista		1,35	1,50	1,00	1,00	1,40	1,00



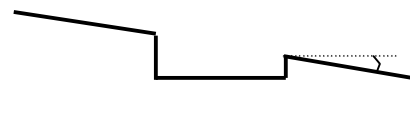
(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

$B = 1,20$ (m)

L = 6,50 (m)
 D = 3,00 (m)



$\beta_f = 0,00$ (°)



$\beta_p = 0,00$ (°)

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	250,00	420,00	796,00
Mb [kNm]	15,00	120,00	171,00
Ml [kNm]	60,00	150,00	255,00
Tb [kN]	20,00	40,00	72,00
Tl [kN]	70,00	50,00	135,00
H [kN]	72,80	64,03	153,00

Peso unità di volume del terreno

$\gamma_1 = 15,75$ (kN/mc)
 $\gamma = 15,75$ (kN/mc)

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$c' = 11,29$ (kN/mq)
 $\varphi' = 32,74$ (°)

Valori di progetto

$c' = 9,03$ (kN/mq)
 $\varphi' = 27,22$ (°)

Profondità della falda

$Z_w = 30,00$ (m)

$e_B = 0,21$ (m)
 $e_L = 0,32$ (m)

$B^* = 0,77$ (m)
 $L^* = 5,86$ (m)

q : sovraccarico alla profondità D

$q = 47,25$ (kN/mq)

g : peso di volume del terreno di fondazione

$\gamma = 15,75$ (kN/mc)

Nc, Nq, Ng : coefficienti di capacità portante

$Nq = \tan^2(45 + \varphi'/2) * e^{(\pi * tg\varphi')}$

$Nq = 13,52$

$Nc = (Nq - 1) / \tan\varphi'$

$Nc = 24,34$

$$N\gamma = 2 \cdot (Nq + 1) \cdot \tan\varphi'$$

$$N\gamma = 14,94$$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot Nq / (L \cdot Nc)$$

$$s_c = 1,07$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan\varphi' / L^*$$

$$s_q = 1,07$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0,95$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1,88 \quad \theta = \arctg(Tb/Tl) = 28,07 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1,12 \quad m = 1,29 \quad (-)$$

($m=2$ nel caso di fondazione nastriforme e $m=(m_b \sin^2\theta + m_l \cos^2\theta)$ in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg\varphi'))^m$$

$$i_q = 0,78$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (Nq - 1)$$

$$i_c = 0,76$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cotg\varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0,64$$

d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio

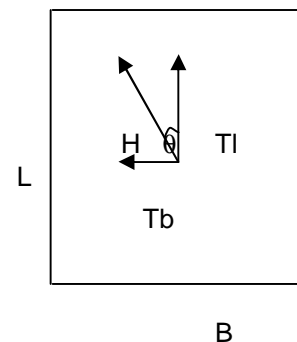
$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan\varphi' (1 - \sin\varphi')^2) * \arctan(D / B^*)$$

$$d_q = 1,40$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (Nc \tan\varphi')$$

$$d_c = 1,43$$



$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1,00$$

b_c, b_q, b_g : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = 1,00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = 1,00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = 1,00$$

g_c, g_q, g_g : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = 1,00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = 1,00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = 1,00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = 1058,60 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = 176,35 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / g_R = 588,11 \quad \bullet \quad q = 176,35 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO

Carico agente

$$H_d = 153,00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

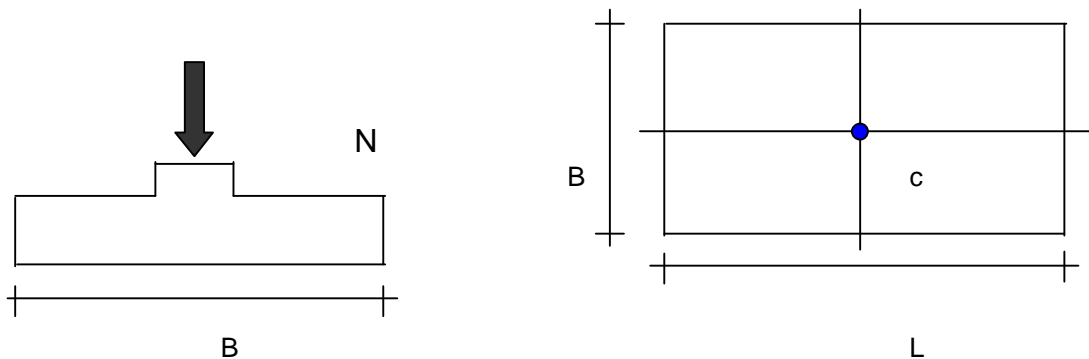
$$S_d = 450,21 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / g_R = 450,21 \quad \bullet \quad H_d = 153,00 \quad (\text{kN})$$

CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE RETTANGOLARE

LAVORO:



Formulazione Teorica (H.G. Poulos, E.H. Davis; 1974)

$$\Delta\sigma_{zi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) + ((L/2)(B/2)z/R_3)(1/R_1^2 + 1/R_2^2))$$

$$\Delta\sigma_{xi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z/R_3 R_1^2))$$

$$\Delta\sigma_{yi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2)/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z/R_3 R_2^2))$$

$$R_1 = ((L/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_2 = ((B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_3 = ((L/2)^2 + (B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$\delta_{tot} = \Sigma\delta_t = \Sigma(((\Delta\sigma_{zi} - v_i(\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi}))\Delta z_i / E_i)$$

DATI DI INPUT:

$$B = 1,50 \quad (\text{m}) \quad (\text{Larghezza della Fondazione})$$

$$L = 6,50 \quad (\text{m}) \quad (\text{Lunghezza della Fondazione})$$

$N = 1106$ (kN) (Carico Verticale Agente)

$q = 113,44$ (kN/mq) (Pressione Agente ($q = N/(B \cdot L)$))

$ns = 1$ (-) (numero strati) (massimo 6)

Strato	Litologia	Spessore	da z_i	a z_{i+1}	Dzi	E	n	dci
(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m ²)	(-)	(cm)
1	ARGILLA LIMOSA	30,00	0,0	30,0	5,0	5500	0,50	4,12
-		0,00	0,0	0,0	2,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-

$d_{ctot} = 4,12$ (cm)

z	Dzi	Terreno	R1	R2	R3	Dszi	Dsxi	Dsyi	E	n	di	Sdi
(m)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(-)	(cm)	(cm)

0,00	5,0	1							5500	0,50		
5,00	5,0	1	4,10	2,61	4,17	30,18	2,13	-7,09	5500	0,50	2,97	2,97
10,00	5,0	1	8,17	7,54	8,21	6,67	-0,24	-0,35	5500	0,50	0,63	3,60
15,00	5,0	1	12,92	12,52	12,94	2,65	-0,12	-0,14	5500	0,50	0,25	3,86
20,00	5,0	1	17,80	17,52	17,82	1,39	-0,07	-0,07	5500	0,50	0,13	3,99
25,00	5,0	1	22,73	22,51	22,75	0,85	-0,04	-0,04	5500	0,50	0,08	4,07
30,00	5,0	1	27,69	27,51	27,70	0,57	-0,03	-0,03	5500	0,50	0,05	4,12

z	Dzi	Terreno	R1	R2	R3	Dszi	Dsxi	Dsyi	E	n	di	Sdi
(m)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(-)	(cm)	(cm)

Zona B – Zona C – (S3) - classificazione geologica – limo con sabbia .

Fondazioni Dirette
Verifica in tensioni efficaci

$$q_{lim} = c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot b_c \cdot g_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot b_q \cdot g_q + 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot b_\gamma \cdot g_\gamma$$

D = Profondità del piano di appoggio

e_B = Eccentricità in direzione B ($e_B = Mb/N$)

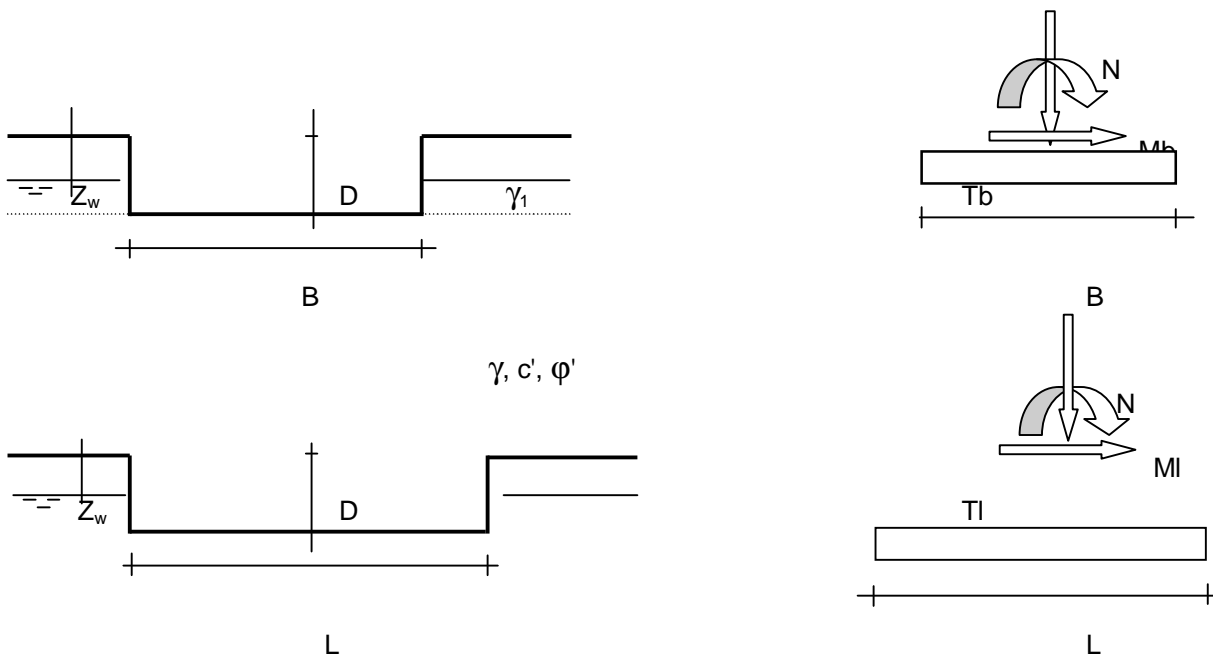
e_L = Eccentricità in direzione L ($e_L = MI/N$) (per fondazione nastriforme $e_L = 0$; $L^* = L$)

B^* = Larghezza fittizia della fondazione ($B^* = B - 2 \cdot e_B$)

L^* = Lunghezza fittizia della fondazione ($L^* = L - 2 \cdot e_L$)

(per fondazione nastriforme le sollecitazioni agenti sono riferite all'unità di lunghezza)

Metodo di calcolo		coefficienti parziali					
		azioni		proprietà del terreno		resistenze	
		permanenti	temporanee variabili	$\tan \varphi'$	c'	q_{lim}	scorr
Stato Limite Ultimo	A1+M1+R1	1,30	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00
	A2+M2+R2	1,00	1,30	1,25	1,25	1,80	1,00
	SISMA	1,00	1,00	1,25	1,25	1,80	1,00
	A1+M1+R3	1,30	1,50	1,00	1,00	2,30	1,10
	SISMA	1,00	1,00	1,00	1,00	2,30	1,10
Tensioni Ammissibili		1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00
Definiti dal Progettista		1,35	1,50	1,00	1,00	1,40	1,00



(Per fondazione nastriforme $L = 100$ m)

- B = 1,20 (m)
- L = 6,50 (m)
- D = 3,00 (m)



β_f β_p

$$\beta_f = 0,00 \quad (^\circ)$$

$$\beta_p = 0,00 \quad (^\circ)$$

AZIONI

	valori di input		Valori di calcolo
	permanenti	temporanee	
N [kN]	250,00	420,00	796,00
Mb [kNm]	15,00	120,00	171,00
MI [kNm]	60,00	150,00	255,00
Tb [kN]	20,00	40,00	72,00
TI [kN]	70,00	50,00	135,00
H [kN]	72,80	64,03	153,00

Peso unità di volume del terreno

$$\gamma_1 = 14,66 \quad (\text{kN/mc})$$

$$\gamma = 14,66 \quad (\text{kN/mc})$$

Valori caratteristici di resistenza del terreno

$$c' = 13,63 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 30,64 \quad (^\circ)$$

Valori di progetto

$$c' = 10,90 \quad (\text{kN/mq})$$

$$\varphi' = 25,36 \quad (^\circ)$$

Profondità della falda

$$Z_w = 30,00 \quad (\text{m})$$

$$e_B = 0,21 \quad (\text{m})$$

$$e_L = 0,32 \quad (\text{m})$$

$$B^* = 0,77 \quad (\text{m})$$

$$L^* = 5,86 \quad (\text{m})$$

q : sovraccarico alla profondità D

$$q = 43,98 \quad (\text{kN/mq})$$

g : peso di volume del terreno di fondazione

$$\gamma = 14,66 \quad (\text{kN/mc})$$

Nc, Nq, Ng : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) * e^{(\pi * \tan \varphi')}$$

$$N_q = 11,07$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_c = 21,25$$

$$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 11,44$$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot N_q / (L \cdot N_c)$$

$$s_c = 1,07$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L^*$$

$$s_q = 1,06$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B^* / L^*$$

$$s_\gamma = 0,95$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*) = 1,88$$

$$\theta = \arctg(T_b/T_l) = 28,07 \quad (^\circ)$$

$$m_l = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*) = 1,12$$

$$m = 1,29 \quad (-)$$

(m=2 nel caso di fondazione nastriforme e m=(m_bsin²θ+m_lcos²θ) in tutti gli altri casi)

$$i_q = (1 - H/(N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^m$$

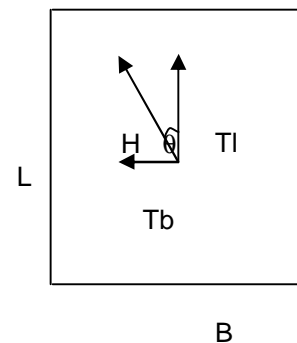
$$i_q = 0,79$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q)/(N_q - 1)$$

$$i_c = 0,77$$

$$i_\gamma = (1 - H/(N + B^* L^* c' \cotg \varphi'))^{(m+1)}$$

$$i_\gamma = 0,65$$

**d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di appoggio**

$$\text{per } D/B^* \leq 1; d_q = 1 + 2 D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$$

$$\text{per } D/B^* > 1; d_q = 1 + (2 \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2) * \arctan (D / B^*)$$

$$d_q = 1,41$$

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$d_c = 1,45$$

$$d_\gamma = 1$$

$$d_\gamma = 1,00$$

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2 \quad \beta_f + \beta_p = \quad 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$b_q = \quad 1,00$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_c = \quad 1,00$$

$$b_\gamma = b_q$$

$$b_\gamma = \quad 1,00$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2 \quad \beta_f + \beta_p = \quad 0,00 \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

$$g_q = \quad 1,00$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_c = \quad 1,00$$

$$g_\gamma = g_q$$

$$g_\gamma = \quad 1,00$$

Carico limite unitario

$$q_{lim} = \quad 888,00 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Pressione massima agente

$$q = N / B^* L^*$$

$$q = \quad 176,35 \quad (\text{kN/m}^2)$$

Verifica di sicurezza capacità portante

$$q_{lim} / g_R = \quad 493,34 \quad \bullet \quad q = \quad 176,35 \quad (\text{kN/m}^2)$$

VERIFICA A SCORRIMENTO**Carico agente**

$$H_d = \quad 153,00 \quad (\text{kN})$$

Azione Resistente

$$S_d = N \tan(\varphi') + c' B^* L^*$$

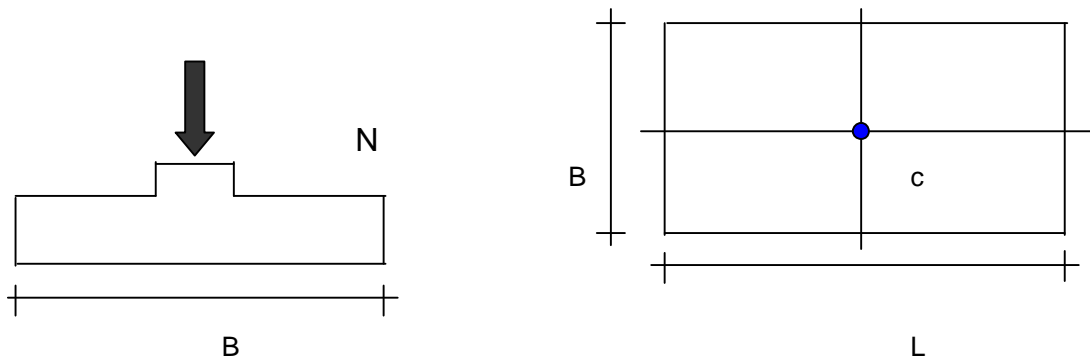
$$S_d = 426,42 \quad (\text{kN})$$

Verifica di sicurezza allo scorrimento

$$S_d / g_R = 426,42 \quad \bullet \quad H_d = 153,00 \quad (\text{kN})$$

CEDIMENTI DI UNA FONDAZIONE RETTANGOLARE

LAVORO:



Formulazione Teorica (H.G. Poulos, E.H. Davis; 1974)

$$\Delta\sigma_{zi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2))/(zR_3)) + ((L/2)(B/2)z/R_3) * (1/R_1^2 + 1/R_2^2)$$

$$\Delta\sigma_{xi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2))/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z/R_3 R_1^2)$$

$$\Delta\sigma_{yi} = (q/2\pi) * (\tan^{-1}((L/2)(B/2))/(zR_3)) - ((L/2)(B/2)z/R_3 R_2^2)$$

$$R_1 = ((L/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_2 = ((B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_3 = ((L/2)^2 + (B/2)^2 + z^2)^{0.5}$$

$$\delta_{tot} = \Sigma\delta_t = \Sigma(((\Delta\sigma_{zi} - \nu_i(\Delta\sigma_{xi} + \Delta\sigma_{yi}))\Delta z_i / E_i)$$

DATI DI INPUT:

$$B = 1,50 \quad (\text{m}) \quad (\text{Larghezza della Fondazione})$$

$$L = 6,50 \quad (\text{m}) \quad (\text{Lunghezza della Fondazione})$$

$$N = 1106 \quad (\text{kN}) \quad (\text{Carico Verticale Agente})$$

$$q = 113,44 \quad (\text{kN/mq}) \quad (\text{Pressione Agente } (q = N/(B^*L)))$$

ns = 1 (-) (numero strati) (massimo 6)

Strato	Litologia	Spessore	da z_i	a z_{i+1}	Dzi	E	n	dci
(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(kN/m ²)	(-)	(cm)
1	limo argilloso	30,00	0,0	30,0	5,0	3370	0,50	6,73
-		0,00	0,0	0,0	2,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-
-		0,00	0,0	0,0	1,0	0	0,00	-

 $d_{ctot} = 6,73$ (cm)

z	Dzi	Terreno	R1	R2	R3	Dszi	Dsxi	Dsyi	E	n	di	Sdi
(m)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(-)	(cm)	(cm)

0,00	5,0	1							3370	0,50		
5,00	5,0	1	4,10	2,61	4,17	30,18	2,13	-7,09	3370	0,50	4,85	4,85
10,00	5,0	1	8,17	7,54	8,21	6,67	-0,24	-0,35	3370	0,50	1,03	5,88
15,00	5,0	1	12,92	12,52	12,94	2,65	-0,12	-0,14	3370	0,50	0,41	6,29
20,00	5,0	1	17,80	17,52	17,82	1,39	-0,07	-0,07	3370	0,50	0,22	6,51
25,00	5,0	1	22,73	22,51	22,75	0,85	-0,04	-0,04	3370	0,50	0,13	6,64
30,00	5,0	1	27,69	27,51	27,70	0,57	-0,03	-0,03	3370	0,50	0,09	6,73

z	Dzi	Terreno	R1	R2	R3	Dszi	Dsxi	Dsyi	E	n	di	Sdi
(m)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(kN/m ²)	(-)	(cm)	(cm)

1. CONCLUSIONI: VERIFICHE DI COMPATIBILITÀ

Alla luce di quanto contenuto nel presente studio, dalle risultanze dello studio geologico effettuato dal Dr. Geol. Giuseppe Concordia, e di quanto rappresentato nei relativi elaborati cartografici allegati al P.U.C., in particolare alla tavola CP 10 (CARTA ZONIZZAZIONE SISMICA E FATTIBILITÀ DEL PIANO), compare una sostanziale compatibilità tra le scelte operate dal Piano, e le condizioni geotecniche e sismiche descritte dallo studio geologico.

L'ambito di studio ha riguardato le aree, per le quali è consentita la trasformazione urbanistica ed edilizia limitatamente al perimetro dell'ambito P.U.C. – Piano Urbanistico Comunale, aree peraltro già in parte edificate ed urbanizzate.

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. Il PUC per i lotti liberi ha disposto la totale inedificabilità.

Riguardo i sondaggi presi in esame che, peraltro, anche se non coprono tutta l'estensione del progetto di Piano, sono stati scelti quelli maggiormente significativi nell'ambito della ipotesi di trasformazione del territorio.

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

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 dell'Indagine Geologica allegata al Piano.

Il Progettista

Arch. Gianfranco Guarino