

COMUNE DI SANT' AGATA MILITELLO

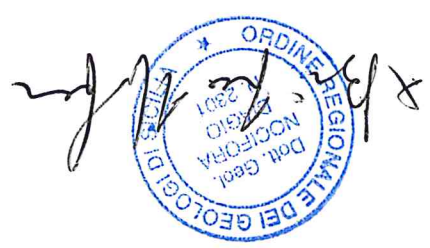
Provincia di Messina

PROGETTO ESECUTIVO PER LA "RIQUALIFICAZIONE DI VILLA
FALCONE-BORSELLINO
FUNZIONALE ALLO SVILUPPO TURISTICO". P.O.F.E.SR SICILIA 2007/2013 ASSE III
OBIETTIVO OPERATIVO 3.3.2 LINEE DI INTERVENTO 2

STUDIO GEOLOGICO

☒ Relazione Geologica

☐ Sondaggi Sismici



Il Geologo:
DOTT. BIAGIO NOCIFORA

VISTO:

Dott. Geol. Biagio Nocifora Via Orecchiazzi, n°141 - 98076 Sant'Agata Militello (ME)
TEL. 0941/721159 - Cell. 3396297881 - E-mail: bilnoc@virgilio.it

DATA:

SOMMARIO

Premessa

1. Inquadramento Geologico generale	pag. 3
2. Lineamenti geomorfologici	pag. 12
3. Caratteristiche geo-litologiche	pag. 13
4. Cenni di idrogeologia	pag. 15
5. Valutazione Potenziale di Liquefazione	pag. 16
6. Caratteristiche geotecniche e sismicità	pag. 17
7. Conclusioni	pag. 21

Allegati:

- Carta corografica
- Carta geologica
- Potenziale di Liquefazione
- Profilo geo-litologico

PREMESSA

Con il presente lavoro, si intendono esporre qui di seguito i risultati dello studio geologico tecnico condotto sui terreni affioranti e di primo substrato dell'area sita nel territorio di Sant'Agata Militello, e per l'esattezza in un'area ubicata in prossimità della linea di costa, compresa fra Piano San Bartolomeo e Contrada Giancola, presso la pubblica "Villa Falcone & Borsellino"; in quest'area è prevista la realizzazione di un progetto di riqualificazione della suddetta villa (...).P.O.F.E.SR Sicilia 2007/2013 asse III obiettivo operativo 3.3.2 linee di intervento 2), nonché, nell'ambito dello stesso, la realizzazione di un edificio adibito ad "info point".

Tale lavoro è stato realizzato attraverso il rilievo geologico di dettaglio dell'area di interesse e di quella limitrofa, integrate con un rilievo superficiale basato sull'osservazione di alcune sezioni artificiali, per l'esattezza degli scavi di fondazione presenti nella zona di progetto, dove si sono osservate le caratteristiche litologiche e stratigrafiche dei terreni di sedime; inoltre sono stati eseguiti n°2 sondaggi sismici MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) al fine di caratterizzare dal punto di vista sismico i terreni presenti nel sottosuolo dell'area di progetto e conseguentemente di classificare gli stessi così come previsto dal § 3.2.2 del D.M.L.T. 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni"; i risultati di tali sondaggi sono stati allegati al presente lavoro in un opuscolo a parte.

Lo studio di superficie è stato effettuato mediante un rilievo in scala 1:10.000 e, con lo stesso è stato altresì possibile innanzitutto individuare la geomorfologia ed eventuali processi morfogenetici nonché i dissesti in atto e potenziali; inoltre si è potuto ricostruire la successione litostratigrafica, nonché, molto schematicamente, l'idrogeologia della zona.

Dal punto di vista topografico l'area è individuabile nella zona settentrionale della sezione 598120 "Sant'Agata Militello" in scala 1:10.000, edita dalla Regione Siciliana (1 edizione 1986) ed in particolare il settore in cui sorgerà il fabbricato è distinto in catasto con il Foglio di mappa n°2, particelle n°113, 129 e 562.

Il settore nord-orientale della Sicilia, dove ricade l'area di nostra pertinenza, insieme ai monti Peloritani, dal 1800 ad oggi è stato oggetto di studi da parte di molti Autori che hanno fornito dei quadri geologico-strutturali a volte diversi ed in alcuni casi contrastanti.

Gemmellaro (1831) descrive per i monti Peloritani una serie stratigrafica normale comprendente terreni cristallini, con grado metamorfico normalmente decrescente verso l'alto, ed una copertura di terreni sedimentari cenozoici.

Seguenza (1871) individua più tardi, pur non riuscendo a dare una spiegazione, una serie anomala, in cui i terreni di grado metamorfico più elevato sovrastano le filladi di grado metamorfico più basso.

Cortese (1882) curando il rilevamento geologico nella Sicilia nord-orientale per la Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000, considera i terreni sedimentari del dominio peloritano come un'unica serie trasgressiva su un basamento metamorfico continua dal Norico al Lias sup..

L'Autore spiega le anomalie delle serie metamorfiche e il brusco contatto con altri tipi di terreni come conseguenti a grandi faglie, secondo cui la Calabria e il N-E Siciliano sarebbero due massicci emersi dopo lo sprofondamento di una vasta zona del Tirreno, con conseguente formazione di grandi linee di fratture convergenti verso le isole Eolie.

Comunque i lavori di una certa rilevanza geologica risalgono agli anni '50 del secolo appena trascorso in cui vari autori quali *Bonanno* e *Stramondo* (1958) e *Campisi* (1958), pubblicano i risultati delle rispettive ricerche sulla zona dei Monti Nebrodi che tuttavia sono di tipo descrittivo.

In particolare *Campisi* (1958) in seguito a queste concezioni faldisitiche e agli studi stratigrafico-paleontologici di *Maugeri-Patane* (1932) riconosce la presenza di un sovrascorrimento, esteso da Sant'Agata Militello a Taormina comprendente uno zoccolo cristallino prevalentemente filladico ed una serie calcarea che va dal Lias all'Eocene sul Flysch Cretaceo-Paleogenico dei Nebrodi; inoltre riconosce la sovrapposizione del Complesso delle Argille Scagliose del Cretaceo, supportanti depositi trasgressivi Miocenici, sul conglomerato terziario dei Peloritani.

Nel decennio successivo, dal '60 al '70, vengono svolti alcuni fra i maggiori lavori sulla zona, che possono essere ricondotti a due modelli fondamentali: quello di *Ogniben* (1960), che poi viene ripreso da *Vezzani* (1970), e quello della scuola francese di *Caire*, *Ducé* e *Truillet* (1970) che contrappongono le loro teorie a quelle di *Ogniben*.

Quest'ultimo, in un contesto molto ampio, e rifacendosi al concetto di eu-miogeosinclinale di *Auboin* (1959-1964) sviluppa in modo analitico le sue teorie distinguendo vari complessi, unità e fasi tettoniche; in particolare riconosce dal basso verso l'alto i seguenti complessi:

a) complesso Basale, b) complesso Panormide, c) complesso Mesoauctono, d) complesso Sicilide, e) complesso Calabride, f) complesso Sud-Liguride, g) complesso Post-Liguride, h) complesso Neoautoctono.

Nella Sicilia Orientale sarebbero presenti il complesso Panormide, quello Sicilide e quello Calabride; in particolare il complesso Panormide è caratterizzato da terreni in facies di scogliera (miogeosinclinale) mesozoici evoluti a bacino nel Terziario, fino alle prime fasi del trasporto orogenico.

Il complesso Calabride è costituito da terreni Paleozoico-Terziari (Monti Peloritani), organizzati in diverse unità geo-tettoniche, la cui area di sedimentazione doveva trovarsi più a Nord rispetto al complesso Sicilide. Fra il sottostante complesso Panormide e quello Calabride sopostante, si inserirebbe per l'Autore il complesso Sicilide, costituito da terreni flyschoidi in facies eugeosinclinali (Titonico-Eocene inferiore).

Ogiben suddivide quest'ultimo complesso in due falde: la "Falda di Troina" e la "Falda di Cesarò". Queste due falde sarebbero caratterizzate da una storia geologica alquanto complicata; infatti dovrebbero rappresentare una successione continua e alloctona, dove la Falda di Troina, cioè la porzione superiore, viene orogenicamente trasportata nella posizione attuale in un primo momento rispetto alla Falda di Cesarò (la porzione superiore), e successivamente quest'ultima sovrascorre sulla precedente. Così da un punto di vista esclusivamente geometrico, la Falda di Troina sarebbe sottoposta alla Falda di Cesarò, mentre da un punto di vista cronologico la Falda di Troina è caratterizzata dai terreni più recenti.

Secondo l'Autore il bacino di origine di queste due falde era situato a Nord dell'attuale costa sicula.

FALDA DI TROINA

E' composta da tre differenti formazioni che dal basso verso l'alto sono:

-Argille Scaagliose inferiori. Età: Eocene inferiore-medio.

-Formazione Calcesciosa di Polizzi. Età: Eocene medio-superiore.

-Flysch di Reitano. Età: Oligocene-Miocene medio.

FALDA DI CESARO'

Dal basso verso l'alto è costituita da:

-Flysch di Monte Soro. *Ogniben* colloca cronologicamente questa formazione infra-Cretacico sopra-Titonico; verso l'alto la formazione passa in concordanza con le:-Argille Scagliose superiori. Età: Cretaceo medio-Eocene.

Al di sopra delle Argille Scagliose superiori, o direttamente sul Flysch di monte Soro, poggia in ricoprimento tettonico il Complesso Calabride che *Ogniben* (1960) suddivide dal basso verso l'alto nelle seguenti unità geotettoniche:

I) **FALDA DI LONGI**, la più profonda strutturalmente, essa è caratterizzata da un basamento semimetamorfico su cui poggia trasgressivamente una successione di soglia subidente dal Lias all'Eocene e chiusa verso l'alto da un Flysch a grovache, che prende il nome di Flysch di Frazzànò.

II) **FALDA DI GALATI**, sovrapposta alla precedente e caratterizzata da filladi di alta epizona con trasgressivi calcari algali di età Titonico-Giurassico sup., ricoperti trasgressivamente dal Flysch di Capo d'Orlando (Oligocene - Miocene inf.).

III) **FALDA DELL'ASPRMONTE**, costituita dal basamento cristallino antico di mesozona ricoperto in trasgressione dal Flysch di Pizzo Lando.

Questa suddivisione in tre falde viene completata in seguito dall'Autore (1969, 1973) con l'introduzione di una quarta, posta tra la Falda di Galati e quella dell'Aspromonte; e cioè la Falda di Mandanici, costituita prevalentemente da filladi.

Le Falde di Galati, Mandanici e dell'Aspromonte sono coperte, come trasgressivamente, come abbiamo detto, dal Flysch di Capo d'Orlando che rappresenta la continuazione del Flysch di Frazzànò al di sopra delle tre falde accatastate.

Sul Complesso Calabride ritroviamo in contatto tettonico il Complesso Sud-Liguride, costituito da Argille Variegata; successivamente denominato (*Ogniben*, 1969), **Complesso Antiscilde**, dato che questo ricoprimento sembra dovuto ad un trasporto in senso contrario alla vergenza generale del corrugamento verso S.

Secondo l'Autore, infine, postorogene rispetto al trasporto orogenico delle Argille Scagliose, ma facenti comunque parte della successione Calabride, si possono collocare in trasgressione sul Complesso Sud-Liguride (o Complesso Antiscilde) le calcacareniti organogene o glauconitiche di Floresta appartenenti al **Complesso Post-Sud-Liguride (o Post-Antiscilde; (Ogniben, 1969).**

I geologi della scuola francese concepiscono invece nella Sicilia centro-orientale una situazione geologica molto differente da quella offerta da *Ogniben*. Numerosi sono gli studi a partire già dal 1960 e per tutto il decennio fino agli anni '70 da *Caire*, *Due*, *Broquet*, *Truillet*.

Molto genericamente dall'esterno verso l'interno e precisamente da Sud verso Nord considerano le seguenti zone:

- Zona di Sclafani;
- Zona del Flysch esterno;
- Zona dello Zoccolo Peloritano; a questi terreni succede in "trasgressione" la copertura sedimentaria meso-cenozoica prevalentemente calcarea; infine l'Oligo-Miocene molassico, costituito da conglomerati cristallini e da arenarie arcose che sarebbe "trasgressivo" sia sul basamento cristallino che sulla copertura sedimentaria.

-Zona del Flysch interno, che è suddivisa da Sud a Nord nella successione dalla zona di Capizzi, dalla zona di Troina e dalla zona delle Argille Scagliose. A queste seguono verso l'alto le Argille Varicolori oligoceniche e il Flysch Numidico interno. Contrariamente ad *Ogniben* gli autori francesi considerano le unità Sicilidi non un'unica successione sedimentaria, ma più sequenze flyschoidi che si sono sedimentate in aree distanti dalle attuali sedi geografiche; e queste successioni costituirebbero dei "Flysch Interni" e "Flysch Esterni".

Successivamente *Caire* (1970) suddivide le unità Sicilidi in tre falde (*nappes*) che, dall'alto in basso sono: Falda del Monte Soro, Falda di Reitano e Falda delle Argille Scagliose.

-Falda del Monte Soro. A sua volta tale falda è suddivisa in due sub-falde: San Fratello e Monte Pomiere.

-Falda di Reitano. Anch'essa suddivisa in due sub-falde, quella di Capizzi e quella di Troina.

-Falda delle Argille Scagliose. E' la facies più interna delle tre ed è costituita da flysch cretacei e terziari a loro volta ricoperti da successioni terrigene oligo-mioceniche (Flysch Numidico Interno).

Due (1970) riprende lo schema di *Caire* (1970) e lo ri elabora, suddividendo la sub-falda di San Fratello in tre scaglie (*Ecailles*), che da Nord a Sud sono:

- Poggio Pracino;
- Femmina Morta;
- Pizzo Fau; .

L'altra sub-falda che compone la falda di Monte Soro è quella del Monte Pomiere, che dal basso verso l'alto è composta da: argille, calcari e breccie a Calpionelle (Tironico); argille e calcari argillosi, conglomerati e breccie fini ad Aptici (Neocomiano); in contatto tettonico seguono argille

rosse o verdi e radiolariti rosse, calcari cristallini, calcari brecciati a componente silicea e conglomerati (Turoniano-Senoniano); argilliti, calcari arenacei brecciati, calcari nummulitici, marni varicolori, conglomerati con elementi calcarei della serie di Sclafani (Eocene-Oligocene).

Per maggiore chiarezza è bene precisare che gli Autori intendono col termine *Chaine bordiere*, l'insieme delle formazioni sedimentarie associate allo zoccolo metamorfico peloritano ed anteriori alla fase tettonica **Ypreso-Luteiana**.

La *Chaine Calcarie* è formata da tre insiemi geografici, litologicamente e strutturalmente diversi:

- 1) La *Chaine bordiere* di età meso-cenozoica, data dalla sovrapposizione tettonica di due unità: unità inferiore o di Longi - Gallodoro (Lias inf. - Paleogene), costituita da una successione carbonatica condensata e, sopra questa, in contatto tettonico, l'Unità superiore di Taormina, data invece da una serie carbonatica continua e a carattere subsidente.
- 2) L'Unità di Ali, che mostra una successione carbonatica simile a quella dell'Unità di Taormina.
- 3) L'Unità di Novara, con calcari e dolomie di età Titonico-infracretacea, che sarebbe la più interna.

In trasgressione sulle Unità del dominio Peloritano si pone, per gli Autori francesi, l'*Oligo-Miocene molassique* che da *Truillet* (1969) è descritto come una formazione detritica composta da una parte basale conglomeratica e da arenarie di varia granulometria, alternate a piccoli livelli pelitici, (Flysch di Capo d'Orlando di *Ogniben*, 1960).

Questa formazione è considerata dai geologi francesi come *post-orogene*, dunque come una molassa avente origine dalla distruzione dei rilievi formati durante la fase tettonica **Ypreso-**

Luteiana.

Vezzani (1972) riprende lo schema di *Ogniben* (1960) e in particolare suddivide la falda di Monte Soro in tre membri ai quali conferisce delle caratteristiche di continuità. Dal basso verso l'alto sono:

-Membro basale argilloso-calcareo, composto da argille e argille marnose con intercalazioni di calcari, calcari marnosi e livelli di brecciole calcaree, con uno spessore di 300 m circa. La microfaua è rappresentata da *Calpionella* sp., *Pithonella* sp. e *Stomiosphera* sp. Età: Neocomiano.

-Membro intermedio argilloso-arenaceo, composto da argille rosso vino e verdi, arenarie feldspatiche con lenti di arenarie e calcareniti. Spessore 750 m circa. La microfaua è composta da *Pithonella ovalis* e *Stomiosphera spherica*.

Età: Aptiano-Albiano.
-Membro apicale quarzarenitico, composto da arenarie feldspatiche con intercalazioni di argille grigie e/o verdi o rosso vino e più raramente con livelli di calcari e marne. Spessore 600-700 m. La microfauna comprende Hedbergella sp., Globigerinoides sp., Rotaliopora sp., Pithonella ovalis e Stomiosphera sp..
Età: Aptiano-Cenomaniaco.

In continuità seguono le Argille Variegata Superiori costituite da argille scagliettate rosse e verdi con intercalazioni calcaree; a tratti sono presenti livelli di brecciole e calcareniti. Spessore 70-100 m.
Età: Creta superiore Paleocene.
Secondo Vezzani (1972), sopra le Argille Scagliose seguono le "calciruditi e calcareniti del Monte Pomiere" (Paleocene-Eocene e spessore 200-250 m) e infine in trasgressione il Flysch di Reitano.

Pure diverso dallo schema dei geologi francesi, ma anche da quello di *Ogniben* (1960), è il quadro strutturale e paleo-geografico riguardante il settore peloritano proposto da *Lentini & Vezzani* (1975); essi distinguono all'interno del Complesso Calabride cinque Unità geo-tettoniche dotate di una copertura sedimentaria meso-cenozoica e riferibili, nel complesso, alla grande Falda di Longi e alla Falda di Galati di *Ogniben* (1960).

Queste Unità, accavallatesi tra di loro reciprocamente in una fase tettonica al limite Eocene-Oligocene, sarebbero, dal basso in alto e dall'esterno verso l'interno, le seguenti:
1) Unità di Capo S. Andrea, costituita da semiscisti (Metamorfiti I) e da una successione prevalentemente carbonatica condensata e lagunosa che indica un carattere di soglia poco subsidente.

2) Unità di Taormina, costituita da semiscisti alla base (Metamorfiti II) e da una successione sedimentaria continua con passaggi nei livelli medio-liassici da depositi di piattaforma carbonatica a sedimenti pelagici.

3) Unità di Longi, data da una successione sedimentaria ed evoluzione simile alla precedente, ma con minor sviluppo dei termini medio - liassici.

4) Unità di S. Marco d'Alunzio, rappresentata da semiscisti (Metamorfiti III) e da una successione lacunosa e condensata interamente carbonatica che indica il permanere di un ambiente di soglia.

5) Unità di Rocca Novara, (Giurassico sup. - Cretaceo inf.), con litofacies di piattaforma tardogiurassiche ed evolventesi più tardivamente delle altre, nei termini infra-cretacei, a facies di bacino.

Il tentativo di trovare una collocazione di queste unità all'interno di questo originario bacino, si basa in primo luogo sul relativo ordine di sovrapposizione tettonica tenendo conto che, le Unità più profonde dovrebbero corrispondere ad aree esterne e quelle strutturalmente più elevate ad aree più interne.

L'Unità più esterna risulta essere quella di Capo S. Andrea che per il carattere poco subsidente della sua successione sedimentaria, indica il permanere di un ambiente di soglia lungo quasi tutto il suo sviluppo.

Più internamente può essere collocata l'Unità di Taormina e probabilmente ancora più all'interno quella di Longi, entrambe contrassegnate da una successione sedimentaria a carattere inizialmente di soglia, con sedimenti di facies pelagica.

Ancora più all'interno rispetto a queste è situabile l'Unità di S. Marco d'Alunzio in cui la successione sedimentaria mostra, con caratteri di scarsa subsidenza lungo tutto il suo sviluppo verticale, il permanere di un ambiente di soglia.

La successione più interna dovrebbe essere quella di Rocca Novara, in cui la facies di piattaforma evolve in facies di bacino soltanto in corrispondenza dei livelli infra-cretacei.

Si ottiene così un quadro paleo-geografico del bacino di sedimentazione post-triassico della Catena Peloritana in cui, dopo un periodo iniziale (Lias inf.) di uniformità generale, si sono differenziati a partire dal Lias medio, una soglia esterna, un solco intermedio ed una soglia interna fino al Cretaceo superiore, e con la Scaglia (sedimentazione pelagica) si è instaurato un regime di sedimentazione piuttosto uniforme con progressivo arricchimento verso l'alto di frazioni detritiche precludenti al passaggio al sovrastante Flysch di Frazzano.

Inoltre la posizione strutturale più elevata di due unità interamente metamorfiche e di più alto grado - la Falda di Mandanici, prevalentemente filladica, (*Ogniben*, 1969), e la Falda dell'Aspromonte, prevalentemente gneissica (*Ogniben*, 1960), - indicherebbe, secondo *Lentini & Vezzani* (1975), l'accentuarsi della funzione di soglia positiva della area Calabride verso l'interno. L'accavallamento reciproco delle varie Unità Calabridi deve essersi prodotto al limite Eocene-Oligocene (*Lentini & Vezzani*, 1978).

Al di sopra di queste Unità Tardorogene, c'è ne stanno altre che comprendono i Flysch di Capo d'Orlando e di Reitano.

Per il Flysch di Capo d'Orlando *Carmisciano & Puglisi* (1978), suggeriscono che l'area di erosione di tale Flysch sia rappresentata dal Massiccio Cristallino Peloritano, il quale ha fornito

inizialmente materiale di provenienza supra-crustale quali carbonati, semiscisti e filladi e quindi con il progredire dell'erosione, materiali di provenienza più profonda quali graniti, gneiss e mica-sisti.

Il Flysch di Capo d'Orlando è tettonicamente ricoperto dalle Unità Antisicilidi, comprendenti le Argille Varicolori cretacee interpretate da *Campisi* (1977), come eugeosinclinali di ambiente fortemente riducente ed euxinico che evolve in un ambiente in cui si alternano condizioni ossidanti e riducenti. Al di sopra delle Antisicilidi vi sono le Calcareni di Floresta, di età Burdigaliano - Elveziano.

In discordanza sulle strutture di corrugamento delle Unità precedentemente descritte, si hanno le Unità Post-orogene, date da successioni mio-pleistoceniche.

In uno schema strutturale più recente dalla Sicilia orientale, *Lentini & Vezzani* (1978), procedono ad una nuova identificazione delle principali unità stratigrafico-strutturali, cercando di ridefinirne il ruolo geo-tettonico:

Essi distinguono dal basso verso l'alto e dall'esterno verso l'interno le seguenti unità: 1) Unità Iblee; 2) Unità di Monte Judica; 3) Unità Imeresi; 4) Unità Panormidi; 5) Unità Sicilidi; costituite dalle argille variegata supra-cretacee e dalla formazione di Polizzi di età Eo-Oligocenica; 6) Unità di Monte Soro, costituite dal cretaceo Flysch di Monte Soro, con alternanze argilloso-calcaree in basso e argilloso quarzarenitiche in alto, al di sopra del quale giacciono le Calciruditi e Calcareni del Monte Pomiere di età Eo-Oligocenica; 7) Unità Calabridi, (secondo il quadro già citato di *Lentini & Vezzani*, 1975); 8) Unità Tardorogene, che comprendono il Flysch di Capo d'Orlando e il Flysch di Reitano, discordanti sui sottostanti terreni deformati; 9) Unità Antisicilidi, costituite da Argille Varicolori in cui sono inclusi a volte blocchi di Flysch Numidico, e dalle Calcareni di Floresta trasgressive sulle prime; 10) Unità Postorogene, date da successioni mioplioceniche discordanti.

LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

L'area di progetto ricade nel Foglio 252, quadrante III, nella tavola denominata "S. Agata di Militello", orientamento S.E. della cartografia I.G.M.I. Edita alla scala 1:25.000, e l'opera in progetto è ubicata, come precedentemente detto, nello stesso Comune di Sant'Agata Militello.

In particolare, in questo settore della costa tirrenica, come accennato nel capitolo precedente, s'individuano tre ordini di terrazzi marini, lembi di antiche spianate costiere, legate alle fasi regressive Pleistoceniche, che si sono manifestate in concomitanza delle glaciazioni.

Di questi terrazzi marini, il primo è quello su cui si sviluppa l'abitato di Sant'Agata, il secondo, notevolmente esteso è compreso tra le quote 50÷70 m, il terzo intorno a 100÷150 e infine il quarto terrazzo è individuabile in località Piano Cangemi compreso tra 200÷275 m s. l. m.; la presenza di tali terrazzi, testimonia il recente e forse non ancora sopito sollevamento della regione, il quale ha determinato un ringiovanimento delle rete idrografica e conseguentemente un aumento dei processi erosivi a carico dei retrostanti rilievi che hanno subito fenomeni d'intensa denudazione.

I materiali sottratti nella parte montana dei bacini imbriferi dopo un percorso più o meno lungo sono stati depositati dai corsi d'acqua in mare e successivamente rielaborati e ridistribuiti dalle correnti marine e dal moto ondoso.

In particolare l'area di stretto interesse risulta essere praticamente pianeggiante, ed è ubicata, come già detto, fra Piano San Bartolomeo e Contrada Giancola, a pochi m dalla linea di costa, e dal punto di vista piano-altimetrico si viene a trovare ad una quota inferiore a 5 m s. l. m.

I principali elementi idrografici della zona sono rappresentati dal Vallone Posta a Ovest e dal Fiume Rosmarino a Est, i quali comunque sfociano lontani dalla zona in questione.

Comunque, in relazione a quanto sopra descritto l'area è da considerarsi morfologicamente stabile, né la realizzazione del progetto in questione potrà alterare tale assetto.

Per quanto riguarda la geologia del sito interessato dal seguente studio, mediante il rilievo di superficie si è riuscito a stabilire con buona approssimazione che nell'area di stretto interesse ed in quelle ad essa adiacenti affiorano esclusivamente terreni di natura alluvionale, ed in particolare possiamo parlare di "Depositi di Spiaggia" e "Depositi Alluvionali di Piana Costiera".

Per quanto riguarda i Depositi di spiaggia, si tratta principalmente di sabbie e ghiaie miste a clasti poligenici di varie dimensioni, mentre i Depositi Alluvionali di Piana Costiera sono costituiti da un'alternanza di litologie date da limi sabbiosi, passanti a sabbie e sabbie limose grossolane, con interposti livelli costituiti da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa – ghiaiosa.

I livelli litologici presentano una giacitura lenticolare e pianoparallela alla linea di costa. La natura degli elementi lapidei di entrambe le formazioni riflette ovviamente quella delle rocce che affiorano nei retrostanti bacini idrografici e in particolare si osservano grossi ciottoli di derivazione calcarea e soprattutto quarzarenitica a configurazione sia appiattita che sub-arrotondata (trasporto fluviale).

In un contesto più ampio, possiamo dire che la maggiore estensione areale dei depositi fluvio-marini si rinviene in corrispondenza delle foci dei corsi d'acqua che attualmente incidono la pianura alluvionale.

Ciò sta a dimostrare che l'idrografia delle vecchie pianure costiere, il meccanismo di trasporto in mare dei detriti da parte delle fiumare e la successiva riellaborazione delle correnti marine e del moto ondoso dovevano avvenire analogamente a quanto avviene attualmente. Lo spessore delle Alluvioni di Piana Costiera è sicuramente maggiore della profondità di stretto interesse e può essere stimato in almeno trenta metri.

Il motivo della presenza di uno spessore così elevato di coltri alluvionali è dovuto principalmente a due fattori: il clima e, come abbiamo visto precedentemente, il sollevamento generale della regione avvenuto a partire dal Pleistocene e forse ancora non del tutto sopito. La capacità erosiva delle acque è stata contemporaneamente amplificata dal veloce innalzamento dell'area che ha provocato un aumento dell'energia del rilievo e un ringiovanimento della rete idrografica legato all'abbassamento del livello di base dei corsi d'acqua.

E' da rilevare che i terreni di substrato hanno subito durante gli accavallamenti e i successivi movimenti traslativi intensi disturbi tettonici, i quali hanno profondamente alterato e scompaginato l'originaria compattezza degli ammassi rocciosi e quindi risultavano più facilmente attaccabili e erodibili dalle acque di dilavamento superficiale e dalla gravità.

Allo stato attuale i fenomeni climatici e tettonici che hanno presieduto alla dinamica geomorfologica dell'area sono molto meno accentuati che in passato.

Il capitolo "idrogeologia" merita delle considerazioni di carattere generale che permettano successivamente di arrivare a delle conclusioni inerenti nel dettaglio la zona in questione. La permeabilità è la proprietà che hanno le rocce di lasciarsi attraversare dall'acqua quando questa è sottoposta ad un certo carico idraulico, per cui essa esprime l'attitudine che ha la roccia a fare defluire l'acqua sotterranea. I terreni alluvionali, dal punto di vista della permeabilità, possono essere classificati come "rocce dotate di permeabilità medio-elevata primaria o per porosità". Tale permeabilità, detta anche "permeabilità in piccolo" è tipica delle rocce porose, le quali contengono numerosi piccoli intergranuli tra loro comunicanti.

Inoltre, i terreni alluvionali sono definiti come "rocce sciolte", a causa della disposizione spaziale dei singoli granuli che consente la formazione di vuoti interstiziali (pori o meati) fra i singoli clasti; e la porosità non è altro che la proprietà di contenere spazi vuoti tra gli elementi che compongono la roccia

E' noto che nelle rocce dotate di permeabilità per porosità l'acqua filtra in profondità con un movimento essenzialmente verticale attraverso i pori del terreno.

Se ad una certa profondità l'acqua incontra una superficie impermeabile che ne arresta il movimento di discesa ed esiste un dislivello piezometrico all'interno della massa idrica si creerà un movimento a componente prevalentemente orizzontale.

I movimenti delle acque nel sottosuolo hanno quindi una componente essenzialmente verticale nella zona areata o non satura e principalmente orizzontale nella zona satura.

Nel nostro caso sono stati rilevati corpi idrici interagenti con l'area in questione, essendo la falda freatica ad una quota prossima al p.c. (3 m circa).

VALUTAZIONE POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Come abbiamo visto nella precedente sezione, la falda acquifera si trova a circa 3,00 m di profondità dal piano campagna, e per tale motivo è stato eseguito il potenziale di liquefazione calcolato mediante il software LIQUEFAZIONE Di Sebastiano G Monaco utilizzando il metodo di calcolo di *Andrus e Stokoe (1998)*:

Calcolo della suscettibilità alla liquefazione

Dati generali:

Numero di strati = 3

Profondità della falda = 3,0m

Magnitudo del sisma = 6,5

Accelerazione massima al suolo = 0,25

Metodo di *Andrus e Stokoe (1997)*

Come evidenziato nel prosieguo del presente paragrafo dall'analisi effettuata con il Metodo di *Andrus e Stokoe (1997)*, il deposito in esame con prevalente componente a ghiaiosa e ciottoli con sabbia e limo presenta un rischio di liquefazione molto basso, in quanto per le quote comprese tra 3,00m e 15,00 m (livello dove è compresa la falda) il valore di FS si mantiene abbondantemente sopra 1,25 e pertanto non liquefacibile, infatti si ha un fattore di sicurezza fs che varia da 23,38 nel primo strato con assenza di falda, 7,10 nel secondo strato, e 3,11 nel terzo strato, sono pertanto da escludere potenziali liquefazioni dei terreni studiati.

L'assenza di dissesti nella zona, l'allontanamento delle acque di precipitazione nel terreno circostante, non pone alcun problema all'area di progetto, e in conseguenza delle condizioni generali dei terreni di sedime, della potenza della formazione e dell'assenza dei dissesti, si esprime parere favorevole per i lavori di cui all'oggetto.

In conseguenza delle condizioni generali (geostatiche e idrogeologiche) dei terreni di sedime, della potenza dei depositi alluvionali di substrato, della orizzontalità del sito, si può affermare che l'area interessata dai lavori di cui all'oggetto risulta stabile sia dal punto di vista geologico che morfologico.

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE E SISMICITA'

a) Parametri geotecnici;

Per quanto riguarda i parametri geotecnici di un determinato sedimento, bisogna tenere conto di parecchi fattori, in quanto essi dipendono principalmente dalla natura mineralogica e petrografica dello stesso, dal contenuto in acqua, cemento, insomma tutta una serie di caratteristiche che appunto, alla fine influenzano la "geotecnica" del terreno.

Nel nostro caso, il terreno di fondazione del fabbricato in progetto, è costituito esclusivamente da depositi alluvionali, e comunque terreni sciolti dalla difficoltosa caratterizzazione geotecnica in quanto la presenza di elementi grossolani, blocchi e ciottoli, non permette né il prelievo di campioni indisturbati, da sottoporre a successive prove di laboratorio, né l'esecuzione di prove *in situ* che offrano risultati significativi. Essi sono da considerarsi come sedimenti incoerenti e pertanto i parametri di resistenza al taglio si applicano mediante l'angolo di attrito interno il cui valore è da mettere in diretta relazione con il grado di addensamento posseduto dal sedime. In genere in questi terreni si ha un aumento dei valori di resistenza al taglio all'aumentare della profondità, ciò in ragione del carico litostatico gravante sugli stessi. Nel complesso si tratta di terreni dalle discrete caratteristiche geotecniche, privi di plasticità, scarsamente compressibili e generalmente in grado di sopportare, senza deformarsi in maniera significativa i carichi trasmessi dalle più comuni opere ingegneristiche.

La caratterizzazione geotecnica dei terreni di substrato nella fattispecie è stata ottenuta sia attraverso il rilievo litologico dei terreni, sia valutando le condizioni geomorfologiche, idrogeologiche e geostatiche dei terreni di sedime, integrata con l'osservazione delle sezioni artificiali presenti in zona e con i dati geotecnici ottenuti in occasione di alcune prove eseguite per i lavori di costruzione di opere pubbliche e non, ubicate nelle immediate vicinanze.

La comparazione fra tutti questi dati ha consentito di individuare il seguente *range* di valori, rappresentativo dei parametri geotecnici del sedime di fondazione, tenendo anche conto del grado di addensamento della matrice sabbiosa che controlla il comportamento geotecnico dei terreni in esame:

peso di volume: $\gamma = 1,8 \text{ t/mc}$

angolo di attrito: $\phi = 27^\circ$

coesione: $C = 0,00 \text{ kg/cmq}$

Tali valori sono da considerarsi conservativi poiché si riferiscono al comportamento della matrice sabbiosa quantitativamente e qualitativamente inferiore rispetto ai prevalenti orizzonti sabbiosi ghiaiosi.

In relazione alla nuova normativa sismica, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, per l'area in studio, si definisce la categoria del profilo stratigrafico del suolo di fondazione la **categoria B**, ovvero "depositi di sabbie o ghiaie molto addensate, o argille molto consistenti", mentre per le condizioni topografiche si assumerà la **categoria T1**, ovvero "pendii con inclinazione media

$i \leq 15^\circ$ " (Tab. 3.2.II, 3.2.III e 3.2.IV-D.M. 2008).

Il valore che può essere assunto come coefficiente di reazione del terreno, detto anche costante di sottofondo o coefficiente di Winkler, e normalmente indicato come $K1$ nel caso in esame può essere assunto con valore di: $K1 = 10 \text{ [kgf/cm}^2\text{]}$.

Per quanto riguarda le fondazioni da adottare, ci si potrà orientare su fondazioni di tipo diretto su platea, e dovranno essere posizionate sul terreno integro e privo delle porzioni superficiali alterate.

Comunque ricapitolando abbiamo:

peso di volume: $\gamma = 1,8 \text{ t/mc}$
angolo di attrito: $\phi = 27^\circ$
coesione: $C = 0,00 \text{ kg/cm}^2$
coefficiente di winkler: $K1 = 10$
categoria suolo di fondazione: **B**
categoria condizioni topografiche: **T1**

b) sismicità;

Essendo la nostra regione ubicata grosso modo nell'area di contatto tra le zolle Africana ed Eurasiatca secondo la Tettonica delle Placche, è chiaro che la sismicità che la riguarda è causata dall'interazione fra le due suddette placche, e precisamente alla spinta della placca Africana su quella Eurasiatca. Ed infatti i modelli che più in generale spiegano la formazione del Tirreno, possono essere raggruppati secondo i seguenti principi:

1. Il bacino del Tirreno è il risultato di un rifting attivo;
2. Il Tirreno è un bacino di retroarco indotto da un'attiva zona di subduzione;
3. Il bacino è collegato al rifting passivo che deriva dallo stress dovuto alla collisione Africa-Europa;

La sismicità del Tirreno sud-occidentale è in gran parte concentrata nella porzione sommersa della catena Maghrebi Siciliana; questo settore della catena appare interessato da fenomeni di assottigliamento crostale, ed infatti a partire dalla catena emersa della Sicilia settentrionale verso Nord, si registra un innalzamento di circa 20 km della profondità della mofo, con uno spessore crostale che varia dai 30-35 km al di sotto della Sicilia ai 15 km della piana abissale tirrenica (Chironi et al 2000).

L'Area Peloritana pur avendo avuto una evoluzione tettonica specifica rispetto alle altre zone siciliane, mostra aree ad intenso sollevamento e soggette a forte tassi d'erosione come nell'adiacente Catena Nebrodi-Madonie.

Lo studio delle faglie mostra l'esistenza di tre principali sistemi (NE-SW; WNW-ESE) che indicano movimenti di tipo "dip slip".

Il sistema di faglie NE-SW particolarmente evidente nella zona presa in esame si ricollega al "graben" dello stretto di Messina.

Le conseguenze che derivano dalla vicinanza del complesso sistema di faglie, ancora attive, dello stretto di Messina sono l'elevato tasso di sismicità dell'area, con terremoti che possono raggiungere Magnitudo tra le più elevate di tutto il territorio nazionale ($M = 7,1$ per il terremoto del 1908 che distrusse Reggio e Messina oltre ad innumerevoli paesi delle due coste).

Infine, dal calcolo statistico dei periodi di ritorno per i maggiori terremoti, in accordo con la teoria dei valori estremi di Gumbel, si è ottenuto che per i terremoti di magnitudo $M = 7,1$ (XI° scala MM valori temporali intorno ai 70 anni).

In base a questi dati risulta non semplice il calcolo del terremoto "standard o di progetto" intendendo per terremoto di progetto per una data zona il peggiore terremoto che possa "ufficialmente" verificarsi in un dato intervallo di tempo.

Infatti i pochi dati analitici sui modi di rilascio dell'energia da parte della sorgente, soprattutto per zone che ricadono nel "near field" cioè in aree limitrofe alla sorgente non permettono di calcolare parametri certi per la quantificazione del terremoto di progetto.

Il problema può essere aggravato definendo le sollecitazioni sismiche orizzontali, soprattutto in termini di accelerazione, che eventualmente dovrebbero sopportare gli edifici in caso di terremoto.

Nella fattispecie, il sito sul quale verrà ubicato il fabbricato che la ditta Commitente intende edificare, è stato inserito con Decreto del Ministero LL. PP. in data 23/09/1981 (G.U.R.S. n° 314 del 14/11/1981, concernente "l'aggiornamento delle zone sismiche della Regione Sicilia") nell'elenco delle località sismiche di II categoria, con un coefficiente sismico C pari a **0,07**;

Nella nuova normativa sismica (Ordinanza 3274/03), il territorio nazionale è stato suddiviso in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro a_g = accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A.

I valori convenzionali di a_g espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale sono riferiti ad una probabilità di superamento del 10 % in 50 anni ed assumono i valori riportati nella tabella di seguito allegata:

Valori di a_g	
Zona	Valore di a_g
1	0,35
2	0,25
3	0,15
4	0,05

Le zone 1,2,3, possono essere suddivise in sottozone caratterizzate da valori di a_g intermedi rispetto a quelli sopra riportati e intervallati da valori non minori di 0,025.

L'area in studio rientra nella zona 2 per cui avremo un Valore di a_g = 0,25g.

CONCLUSIONI

In base ai risultati delle indagini geologico-tecniche effettuate a Sant'Agata Militello in Contrada Giancola, nell'ambito del progetto di "Riquadrificazione di villa Falcone&Borsellino P.O.F.E.SR Sicilia 2007/2013 asse III obiettivo operativo 3.3.2 linee di intervento 2", possono essere sintetizzate alcune significative considerazioni.

- L'area è ubicata nell'ambito di una coltre di sedimenti alluvionali ("Depositi di Spiaggia" e "Depositi Alluvionali di Piana Costiera"), la cui morfologia in questo settore risulta essere abbastanza stabile, insistendo le varie opere previste su una zona pianeggiante e ad una quota di circa 5 m s.l.m.

- Schematicamente possiamo dire che nel complesso l'area si viene a trovare in una sorta di equilibrio morfologico non essendo interessata né da fenomeni erosivi né da processi gravitativi, né la realizzazione di tale progetto potrà cambiare l'attuale assetto morfologico stabile dei terreni.

- Dal punto di vista litologico i terreni sono costituiti da sabbie e ghiaie con clasti poligenici di varie dimensioni e subordinatamente da sabbie e ghiaie a giacitura lenticolare.

- L'area di stretto interesse non risulta fra quelle classificate a rischio nel PAI recentemente adottato dalla Regione Siciliana.

Per cui, alla luce di quanto prima esposto, si esprime un giudizio favorevole sulla fattibilità dell'opera in progetto e si consiglia quanto segue:

- Per le opere di fondazione del manufatto, come precedentemente accennato, sarà bene accertarsi che siano fondazioni di tipo diretto su platea, poggianti su substrato privo della porzione detritica superficiale alterata.
- Bisognerà provvedere alla regimazione delle acque superficiali, avendo cura di raccoglierle ed indirizzarle all'esterno della zona in questione; per evitare che l'acqua possa infiltrarsi nel terreno attraverso le fessure e quindi possa ristagnare, e compromettere la stabilità del manufatto.

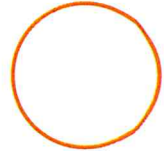
Sant'Agata Militello

Il Geologo
Dott. Biagio Nocifora
(O.R.G. n. 2301)

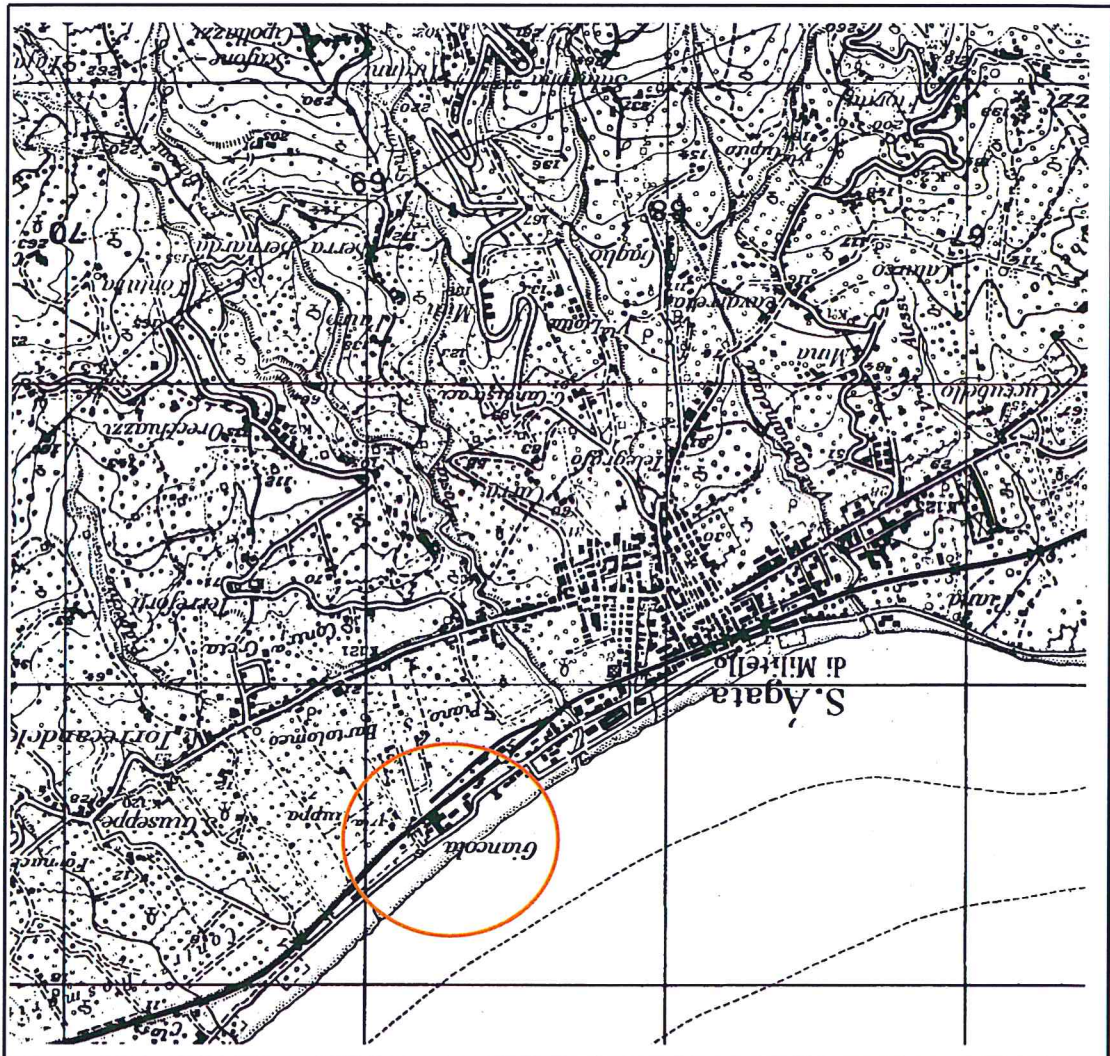




Zona di stretto interesse



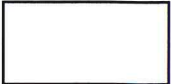
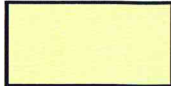
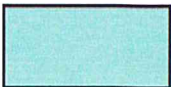
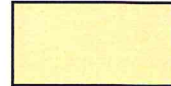
FOGLIO 252 QUADRANTE III
Orientamento S.E. S. Agata Militello



COROGRAFIA GENERALE
Scala 1:25000



LEGENDA

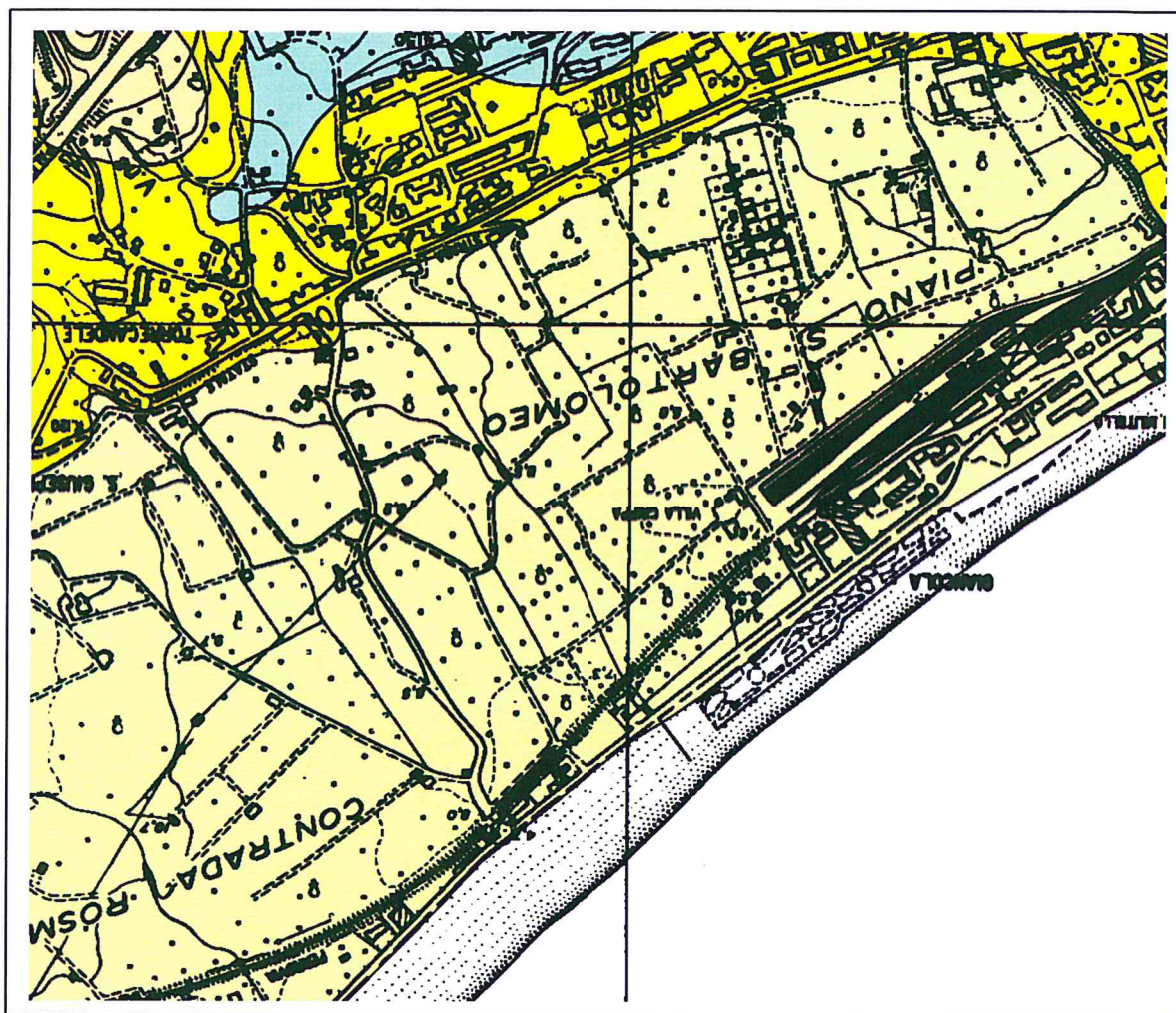
	Depositi di spiaggia Sabbie e ghiaie con clasti poligenici di varie dimensioni.
	Depositi Alluvionali di piana costiera (Recenti) Limi, sabbie e ghiaie a giacitura lenticolare.
	Depositi Detritico-Alluvionali Terrazzati Terrazzi fluvio-marini costituiti da sabbie giallastre, talora ghiaiose, da lenti limose e/o ghiaiose, e da ciottoli arrotondati ed appiattiti, eterometrici immersi in matrice sabbiosa. Età: Pleistocene
	Depositi Lacustri Depositi lagunari costituiti da lenti disordinatamente sovrapposte di argille sabbiose, argille limose limi argillosi, limi sabbiosi-argillosi. Età: Pleistocene
	Flysch di Capo d'Orlando Auct. Successione torbidaica arenaceo-conglomeratica evolvente a successioni arenacee e arenaceo-pelliche Età: Oligocene sup.-Miocene inf.

SIMBOLOGIA

Limite Stratigrafico



Scala 1:10000



CARTA GEOLOGICA



VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

DATI INSERITI

H_{alida} = 3

a_{max/g} = 0,25

R = 8

M_w = 6,5



EPC LIBRI

TEORIE DI CALCOLO

ANDRUS E STOKOE (1997)

STRATIGRAFIA TERRENO

Stot. 16,00

PRIMO STRATO		H ₁	=	2
Parametri calcolati				
H ₁	=	2	γ ₁₁₂₀	= 1,00
γ	=	1,8	σ _{vo}	= 0,36
V _s	=	684	σ _{vo'}	= 0,36
V _{sic}	=	220	P.neutra	= 0,00
S ₁	=	2	r _d	= 0,98
FC	=	20		
V _{s1}	=	883,04		

SECONDO STRATO		H ₂	=	6
Parametri calcolati				
H ₂	=	6	γ ₁₁₂₀	= 1,00
γ	=	1,8	σ _{vo}	= 1,08
V _s	=	531	σ _{vo'}	= 0,78
V _{sic}	=	220	P.neutra	= 0,30
S ₂	=	6	r _d	= 0,95
FC	=	20		
V _{s1}	=	565,03		

TERZO STRATO		H ₃	=	8
Parametri calcolati				
H ₃	=	8	γ ₁₁₂₀	= 1,00
γ	=	1,8	σ _{vo}	= 1,44
V _s	=	387	σ _{vo'}	= 0,94
V _{sic}	=	220	P.neutra	= 0,50
S ₃	=	8	r _d	= 0,94
FC	=	20		
V _{s1}	=	393,03		

Committente:

☐

Riferimento:

SETTEMBRE DUEMILAUNDICI

Località:

S. AGATA MILITELLO

Prov.: ME

Oggetto:

VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE SONDAGGI S

MENU PRINCIPALE

ANALISI
METODO



Commitente: ☐ **SETTEMBRE DUEMILAUNDICI**
Riferimento: **S. AGATA MILITELLO**
Località: **ME**
Prov.: **ME**
Oggetto: **VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE SONDAGGI SISMICI**

EPC LIBRI

ANALISI

Metodi che utilizzano	Fattore di sicurezza		Magnitudo di riferimento	Indice del Potenziale	Rischio
Prove Sismiche (Vs)	Fs (Autore)	NTC08	(Mw)	di Liquefazione (PL)	Iliquefazione Iwasaki et al. (1978)
Andrus e Stokoe (1997)	> 1,0	>1,20	6,5	0,000	Molto Basso

STRATIGRAFIA 3



VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(DA PROVE SISMICHE)

METODO DI ANDRUS E STOKOE (1997)

EPCLIBRI

FORMULE:

$$V_{s1} = V_s \cdot \left(\frac{1}{\sigma_{v0}^1} \right)^{0,25}$$

$$CRR = 0,03 \cdot \left(\frac{V_{s1}}{100} \right)^2 + \frac{0,9}{(V_{s1C} - V_{s1})} - \frac{0,9}{V_{s1C}}$$

$$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma_{v0}^1} = 0,65 \cdot \frac{q_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{v0}^1}{\sigma_{v0}^1} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$$

r_d

RISULTATI:

Spessore	1° STRATO	2° STRATO	3° STRATO
2	883,040	565,029	393,033

CRR	2,334	0,951	0,454
-----	-------	-------	-------

CSR	0,100	0,134	0,146
-----	-------	-------	-------

r_d	0,98	0,95	0,94
-------	------	------	------

1	$F_s = CRR/CSR$	Mw = 6,5	F_s	23,388	7,104	3,116
				Assenza di Falda	Verificato	Verificato

1,2	$F_s = CRR/CSR$	Mw = 6,5	F_s (NTCM)	23,388	7,104	3,116
				Assenza di Falda	Verificato	Verificato

RISCHIO di Liquefazione (Wasaki et.al., 1978)				Molto Basso		
PROBABILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001) [P _L (%)]				0,00	0,00	0,01
SUSCETTIBILITA' di Liquefazione (Juang et. al., 2001)				Liquef. incerta	Liquef. incerta	Liquef. incerta

Committente:

☐

Riferimento:

SETTEMBRE DUEMILAUNDICI

Località:

S. AGATA MILITELLO

Prov.:

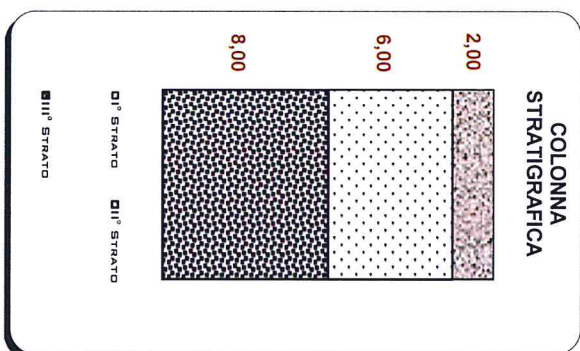
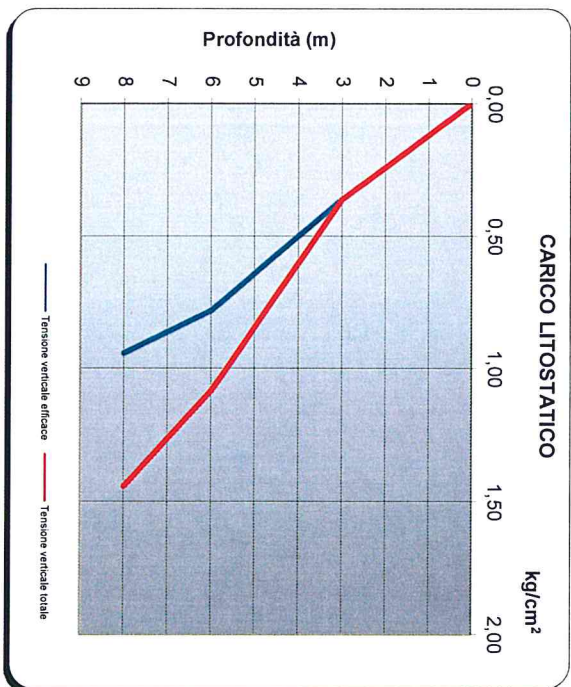
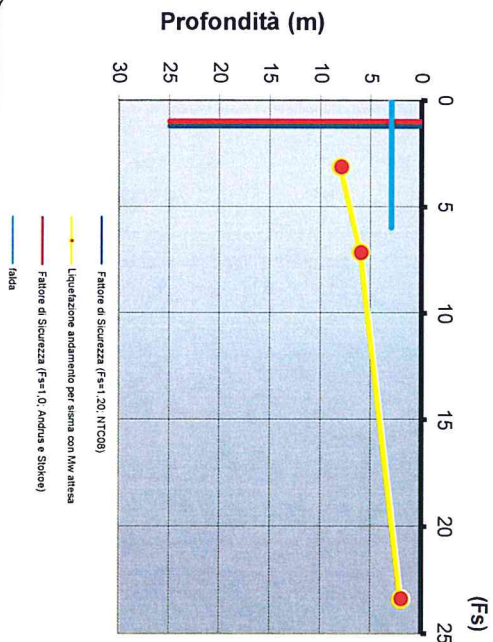
ME

Oggetto:

VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE SONDAGGI SISM

STRATIGRAFIA 3

TEORIA DI ANDRUS E STOKOE (1997)



ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DELLA REGIONE ABRUZZO
 Dott. Geol. NUCIFORA
 [Signature]

Lungo la sezione A-A di progetto - Scala 1:100

