



COMUNI DI ASCOLI SATRIANO,
CASTELLUCCIO DEI SAURI E ORDONA
PROVINCIA DI FOGGIA



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO

RICHIESTA DI AUTORIZZAZIONE UNICA

D.Lgs. 387/2003

**PROCEDIMENTO UNICO AMBIENTALE
(PUA)**

**Valutazione di Impatto
Ambientale (V.I.A.)**

D.Lgs. 152/2006 ss.mm.ii. (Art.27)
"Norme in materia ambientale"

PROGETTO

PEGASO

DITTA

SPIRIT s.r.l.

ALL. A06

PAGG. 19

Titolo dell'allegato:

RELAZIONE GEOTECNICA

2	EMISSIONE	27/04/2020
REV	DESCRIZIONE	DATA

CARATTERISTICHE GENERALI D'IMPIANTO

GENERATORE - Altezza mozzo: fino a 140 m.
Diametro rotore: fino a 170 m.
Potenza unitaria: fino a 7,5 MW

IMPIANTO - Numero generatori: 20
Potenza complessiva: fino a 150 MW.

Il proponente:

SPIRIT s.r.l.
P.zza Giovanni Paolo II, 8
71017 Torremaggiore (FG)
0882/393197
spirit@pec.it

Il progettista:

ATS Engineering srl
P.zza Giovanni Paolo II, 8
71017 Torremaggiore (FG)
0882/393197
atseng@pec.it

Il tecnico:

Ing. Eugenio Di Gianvito
atsing@atsing.eu

INDICE

PREMESSA	2
1. DESCRIZIONE DELL'AREA	3
2. GEOLOGIA REGIONALE.....	5
3. GEOLOGIA LOCALE.....	10
4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.....	14
4.1 SONDAGGI PENETROMETRICI DINAMICI (SPT).....	15
4.2 CORRELAZIONI LITOSTRATIGRAFICHE ATTRAVERSO LE SPT.....	16
4.3 DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO	16
4.4 PARAMETRI GEOTECNICI SCATURITI DALLE INDAGINI IN SITO.....	17
5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	18
6. CONCLUSIONI.....	19



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
<i>Pegaso</i>	<i>PEGASO - A06 – Relazione Geotecnica – Rev2.doc</i>	<i>2</i>	<i>1</i>

PREMESSA

A corredo del progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico denominato “Pegaso”, per la produzione di energia elettrica e delle relative opere di connessione e distribuzione, è stato eseguito uno studio geologico con successiva modellazione geotecnica, proposto dalla società Spirit srl, con sede in P.zza Giovanni Paolo II, 8 in Torremaggiore (Fg).

Al fine di pianificare le indagini in sito e quindi procedere con delle scelte progettuali, sono stati effettuati dei sopralluoghi, con lo scopo di evidenziare eventuali problemi connessi alle condizioni geomorfologiche e le caratteristiche del sottosuolo, ricavando così informazioni utili ad avere un quadro più completo dell'area in cui verrà realizzato l'impianto eolico.

Il presente studio ha perseguito i seguenti scopi:

- Individuazione dei litotipi costituenti la successione stratigrafica presente nell'area in esame, con particolare riferimento al loro assetto giaciturale;
- Caratterizzazione dei parametri meccanici del sottosuolo.

La presente relazione è stata redatta in conformità a quanto previsto dal D.M. LL.PP. dell'11 Marzo 1988 e successiva circolare LL.PP. n°30483/88.

Il Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 11.03.88 detta le "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

Le norme si applicano a tutte le opere da realizzare sul territorio della Repubblica, così come disposto dall'art. 1 della L. 2/2/74 n° 64 e s.m.i, ivi comprese le zone dichiarate sismiche ai sensi dell'art. 3, titolo II della citata Legge, nonché alle opere speciali di cui al punto D dell'art. 1 della stessa Legge (ponti, dighe, serbatoi, tubazioni, **torri**, costruzioni prefabbricate in genere, acquedotti, fognature).

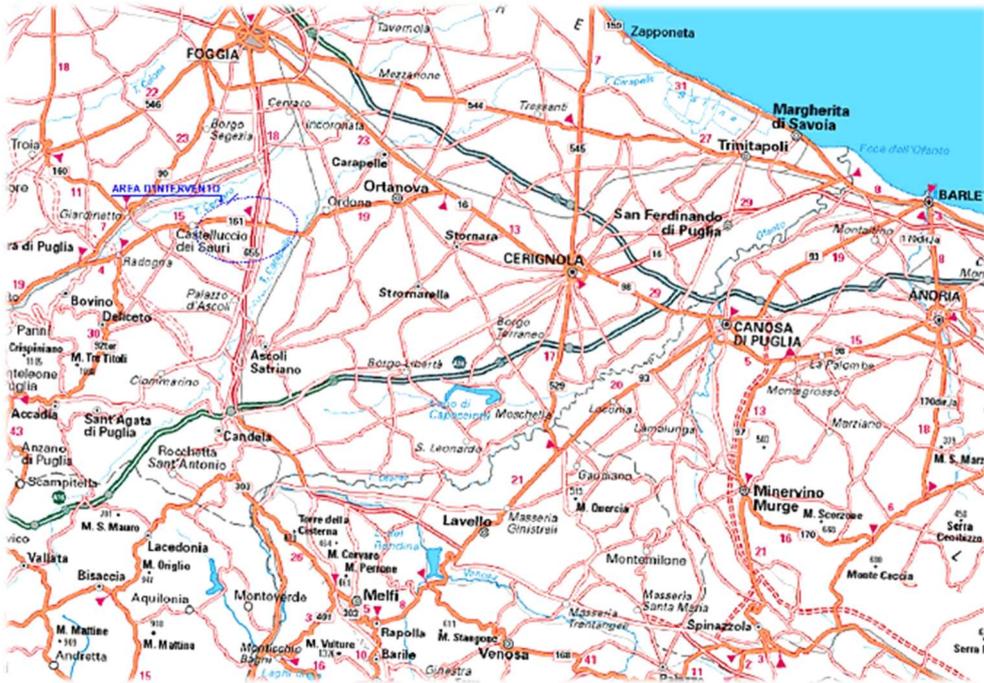
Con successiva Circolare LL.PP. 24/9/1988 n. 30483 sono state emanate le istruzioni riguardanti le indagini di cui al D.M. 11/03/88 e s.m.i.



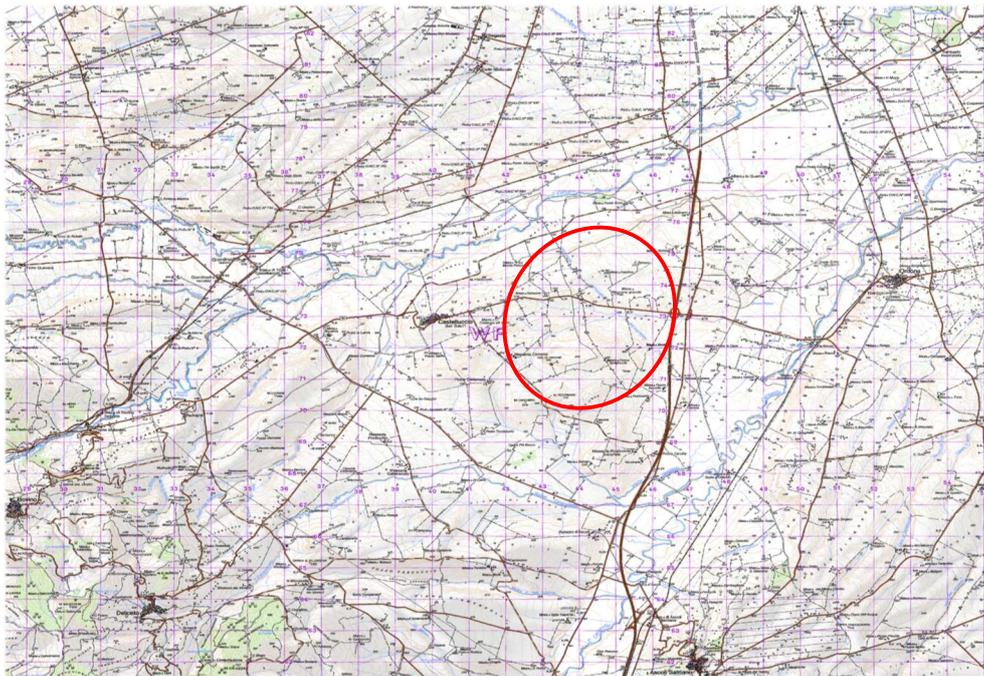
Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Pegaso	PEGASO - A06 – Relazione Geotecnica – Rev2.doc	2	2

1. DESCRIZIONE DELL'AREA

La presente Relazione Geotecnica viene redatta per conto della Società "Spirit s.r.l." in merito alla progettazione del parco eolico "Pegaso", da realizzarsi nel territorio compreso tra i comuni di Ascoli Satriano a sud dell'area di intervento, Ortona ad est dell'area di intervento e Castelluccio dei Sauri ad ovest dell'area di intervento nel territorio comunale di Foggia. Il progetto prevede l'installazione di 20 aerogeneratori con potenza unitaria fino a 7,5 MW e produrrà una potenza complessiva fino a 150 MW.



Ubicazione del progetto



Individuazione area di progetto su I.G.M



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Pegaso	PEGASO - A06 - Relazione Geotecnica - Rev2.doc	2	3

L'area di studio si colloca all'interno del foglio I.G.M. 1:50.000 n° 421 "ASCOLI SATRIANO" e si estende su entrambi i lati della S.P. 110 che collega Castelluccio dei Sauri e Ortona e su entrambi i lati della S.S. 655 che collega Foggia a Candela. È possibile raggiungere l'area di progetto anche tramite la S.S.16.

L'area di intervento occuperà una superficie di 10,5 ha circa considerando che per ogni singolo aerogeneratore sarà impegnata un'area pari a circa 5.000 mq tra fondazioni, cabina e strada d'accesso.

Nella tabella sottostante sono riportate le coordinate relative all'ubicazione georeferenziata delle singole turbine nel sistema di riferimento *Gauss Boaga-Roma Monte Mario 1940-Fuso Est*.

WTG	Gauss Boaga - Roma Monte Mario 1940 - Fuso EST	
	Est	Nord
1	2.562.648	4.573.773
2	2.563.627	4.573.930
4	2.565.098	4.574.388
5	2.565.495	4.573.738
7	2.565.938	4.575.273
8	2.566.333	4.574.579
12	2.568.414	4.573.459
13	2.569.224	4.573.345
14	2.568.785	4.572.741
15	2.568.910	4.574.027
27	2.568.047	4.571.704
33	2.567.001	4.568.835
34	2.563.815	4.572.740
46	2.562.419	4.569.553
48	2.562.365	4.570.363
50	2.563.022	4.572.682
51	2.561.917	4.572.049
52	2.561.325	4.571.567
53	2.560.643	4.571.274
54	2.560.201	4.570.581
56	2.564.194	4.573.905

Coordinate aerogeneratori nel sistema di Gauss Boaga - Roma Monte Mario 1940 - Fuso EST

Gli aerogeneratori presi in considerazione, vista la presenza sul mercato di turbine di grossa taglia, hanno le seguenti caratteristiche tecniche: altezza mozzo: fino a 140 m; diametro rotore: fino a 170 m; potenza unitaria: fino a 7,5 MW. Fanno parte integrante del progetto anche:

la viabilità interna;

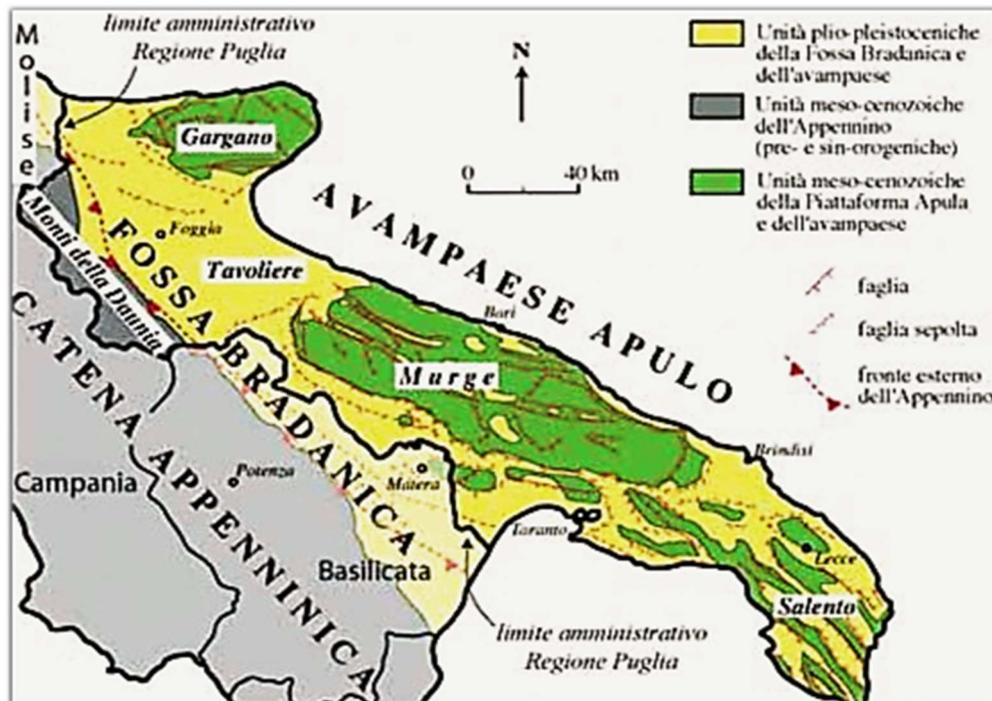
i cavidotti interrati per il convogliamento dell'energia in MT;

le cabine primarie e secondarie di trasformazione.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Pegaso	PEGASO - A06 - Relazione Geotecnica - Rev2.doc	2	4

Il progetto è stato collocato all'interno di un'area fortemente antropizzata, sfruttata prevalentemente agricola (cereali e seminativi).



Carta Geologica schematica della Regione Puglia

Ai fini della caratterizzazione del sottosuolo, sono state prese in considerazione indagini fatte nelle vicinanze della zona in esame, ricavando così informazioni utili ad avere un quadro più completo della zona in cui verrà realizzato l'impianto eolico Pegaso.

Sono state consultate inoltre la cartografia dell'area e le informazioni di carattere bibliografico disponibile per la zona oggetto di studio.

2. GEOLOGIA REGIONALE

La storia geologica della Puglia va inquadrata nell'insieme dei complessi e differenziati processi geologici che, in base alla teoria della tettonica delle zolle, ha caratterizzato l'evoluzione dell'area mediterranea in merito alla nascita della Penisola. Il settore crostale, nel cui tratto meridionale è locato il territorio pugliese, era un'estensione del margine settentrionale del Paleocontinente africano e durante il Triassico subiva una graduale sommersione a causa della frammentazione del Pangea e dell'apertura dell'Oceano ligure-piemontese. Sempre durante il Trias (O Triassico) la sedimentazione terrigena viene soppiantata da depositi evaporitici, anidritico gessosi e carbonatici di ambiente epicontinentale.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Pegaso	PEGASO - A06 - Relazione Geotecnica - Rev2.doc	2	5

La sedimentazione evaporitica è stata individuata nel sottosuolo della regione pugliese mediante perforazioni (area garganica e murgiana). Un esiguo affioramento probabilmente è ravvisabile nella località di Punta delle Pietre Nere (Marina di Lesina), all'interno dell'area garganica settentrionale.

Nel periodo Giurassico e Cretacico il margine superiore della Zolla africana si scompone in frammenti a causa di una tettonica disgiuntiva attivata da differenti tipi di faglie. Uno di questi frammenti corrisponde al Promontorio africano sul quale troviamo sedimentazione carbonatiche con bacini pelagici interposti.

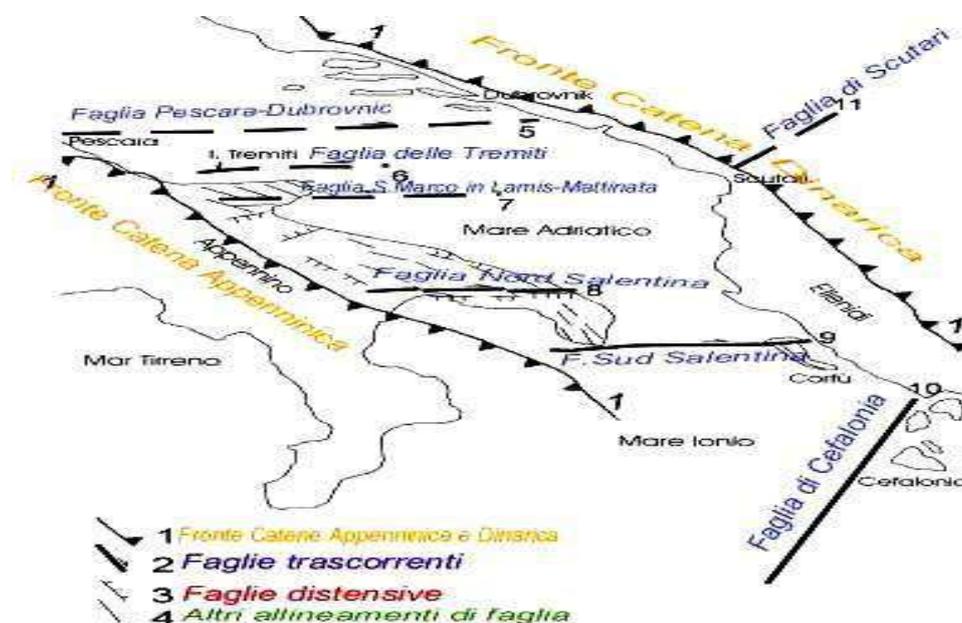
Durante il Paleogene la Zolla africana entra in collisione con il Paleocontinente europeo cambiando il panorama paleogeografico dell'aera afro-eurasiatica. In questo contesto con il sollevamento del Promontorio africano emerge anche la Piattaforma apula carbonatica, contrassegnata da un notevole aumento delle manifestazioni vulcaniche.

Le fasi geodinamiche eoceniche, inoltre, sono caratterizzate da fenomeni di piegamento con ampio raggio di curvatura e da alcuni allineamenti di faglia nella direzione E-O e dai depositi paleocenico-eocenici e oligocenici presenti lungo le fasce costiere del Gargano e della Penisola salentina. Durante il Neogene, invece, nella parte più occidentale della piattaforma apula, si registra una sovrapposizione di porzioni di crosta, singolarmente dette unità tettoniche, causata da spinte orizzontali di compressione che causano la formazione di una serie di pieghe coricate od faglie inverse di bassa inclinazione.

Tale sovrapposizione origina la Catena Appenninica. In base alla teoria tettonica delle zolle i tre sistemi orogenici – catena, avanfossa, avampaese – sono il risultato dei processi di subduzione. La catena è rappresentata dall'Appennino campano-lucano; l'avanfossa, dalla Fossa bradanica; l'avampaese, dalla regione apulogarganica.

I tre sistemi suddetti interessano le tre regioni dell'Italia meridionale: Campania, Basilicata, Puglia.

Il sistema Appenninico attuale ha una struttura a falde realizzatasi per successive fasi deformative. Esso presenta, in sovrapposizione tettonica, più unità stratigrafico-strutturali che in precedenza componevano un quadro paleogeografico molto articolato. Nell'attuale struttura appenninica meridionale, in successione geometrica dal basso, possiamo distinguere: unità dell'avampaese apulo, unità della Fossa bradanica e unità



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Pegaso	PEGASO - A06 - Relazione Geotecnica - Rev2.doc	2	6

della catena appenninica meridionale. L'avampaese apulo in affioramento è rappresentato da un'estesa area autoctona mesozoica carbonatica e dalla sua prosecuzione in mare chiamata dorsale pugliese o dorsale apula sommersa. La parte emersa corrisponde al Gargano, alle Murge e al Salento.

In base ai numerosi dati di superficie e di profondità nell'avampaese apulo sono stati individuati i seguenti elementi stratigrafici: un basamento cristallino precambrico; una copertura triassica fluvio-deltizia di spessore pari ad almeno 1 Km; una successione evaporitico-carbonatica-mesozoico-paleogenica spessa fino a 5 km; una copertura a prevalenza carbonatica, neogenico - pleistoceniche.

Dal punto di vista strutturale la successione mesozoica è stata interessata da lievi piegamenti e da faglie dirette con un'immersione a SSW e i depositi su di essa poggiano in assetto orizzontale. L'insieme stratigrafico-strutturale Apulo-Garganica di avampaese, ribassata verso SW dal sistema di faglie dirette, costituisce anche il substrato della Fossa bradanica e, quindi, costituisce l'unità tettonica più bassa della struttura dell'Appennino meridionale. La successione carbonatica dell'unità Apulo- Garganica è deformata. La Fossa bradanica, definita per la prima volta da Migliorini (1937), è un bacino di sedimentazione terrigena di età plio-pleistocenica ed è compresa fra la catena appenninica meridionale e l'avampaese apulo; si estende da NW a SE, dal F. Fortore al Golfo di Taranto. Nel 1975 viene introdotto il termine avanfossa appenninica (o adriatica) per indicare il bacino formatosi lungo il margine esterno della catena appenninica, esteso dalle Marche allo Ionio, e che quindi comprende anche la Fossa bradanica.

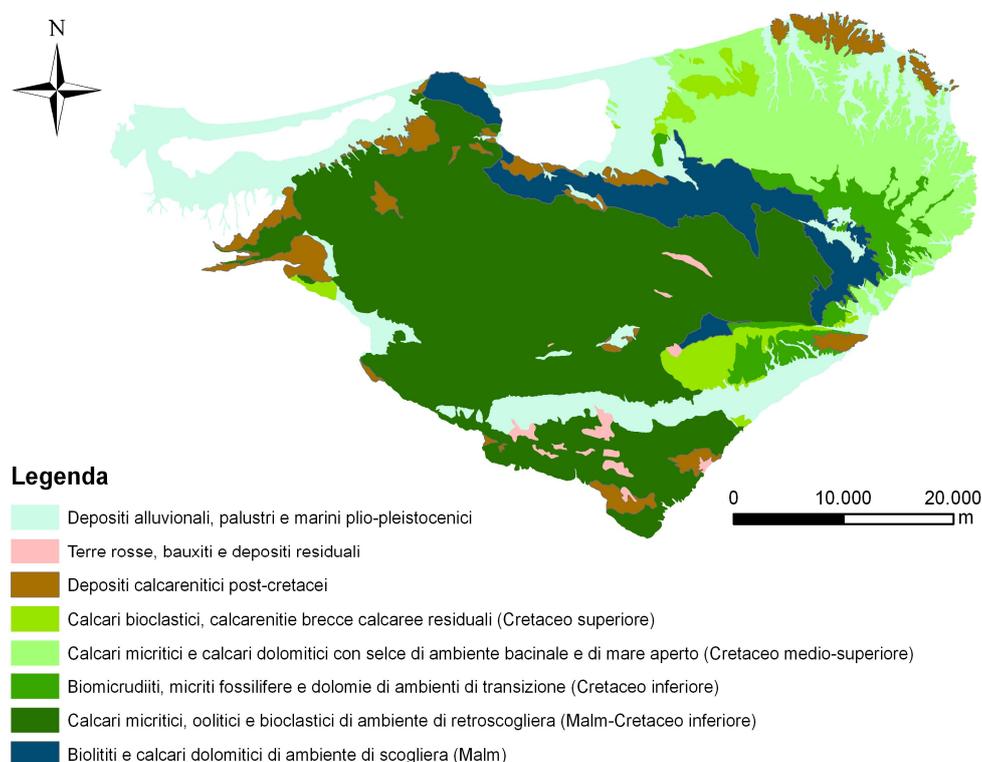
I lavori di aggiornamento della Carta Geologica d'Italia e le ricerche per idrocarburi consentono, a partire dagli anni '60, di definire i caratteri stratigrafici e strutturali della Fossa bradanica. La conoscenza dei depositi della Fossa bradanica è strettamente legata alla ricerca petrolifera che ha consentito una copiosa scoperta di idrocarburi.

La storia della Fossa bradanica termina con un generale sollevamento a partire dal Siciliano (500.000 anni fa) provocato da effetti smorzati dell'orogenesi appenninica. Ciò porta alla sedimentazione di depositi marini terrazzati che si trovano a quote decrescenti nell'attuale costa ionica lucana.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Pegaso	PEGASO - A06 – Relazione Geotecnica – Rev2.doc	2	7

La catena appenninica presenta una struttura a falde costituita da unità tettoniche adriatico vergenti e nel suo settore meridionale è sovrapposta alla Fossa bradanica che, a sua volta, poggia su unità meso-cenozoiche dell'avampaese apulo. Negli ultimi trenta anni le soluzioni proposte per spiegare la formazione della catena sono numerose, in particolare si cita la sintesi di Raimondo Selli (1962) e la monografia di Leo Ogniben (1969).



Lineamenti geolitologici del Gargano

In merito alla originaria posizione paleografica vengono distinte unità interne ed unità esterne. Non tutti gli autori però convergono sia sul loro numero che sulla reciproca posizione delle unità stratigrafico-strutturali rispetto al numero e alla posizione delle piattaforme carbonatiche mesozoiche.

Alla fine del Pleistocene inferiore, a seguito della progressiva diminuzione delle spinte indotte dall'apertura del Mar Tirreno, l'intero territorio registra una serie di effetti dinamici di un sollevamento dovuto ad un "rilascio elastico" crostale dei segmenti crostali. Tale fenomeno porta ad una progressiva emersione, con sollevamenti differenziati e più accentuati nell'aerea tirrenica, 1500 m in Calabria (Aspromonte), rispetto a quelli dell'aerea adriatica dove si raggiungono i 500 m (altopiano murgiano).

Nel territorio comunale di Foggia gli effetti di tale fenomeno sono molto evidenti sia nelle locali forme di rilievo (terrazzamenti marini e/o continentali) sia dai relativi depositi. Dal punto di vista geologico la parte settentrionale della regione pugliese rientra in un contesto geodinamico che comprende i Monti della Daunia, che rappresentano la Catena appenninica, il Gargano che rappresenta l'Avampaese apulo e il Tavoliere delle

Puglie che costituisce l'Avanfossa bradanica. Lo schema strutturale relativo, procedendo da ovest verso est, vede una sequenza costituita da Catena, Avanfossa e Avampaese.

– *Catena appenninica*

I terreni della Catena appenninica, che – secondo Ogniben- si intercala, nella parte occidentale, alla successione plio-pleistocenica (falda di Metaponto), costituiscono il margine sudorientale dell'avanfossa. I terreni sono molto eterogenei come litologia e vengono raggruppati sotto il generico termine “alloctono”, con falde di ricoprimento a vergenza adriatica e il cui spessore cresce rapidamente verso SW. Nei Monti della Daunia è possibile distinguere unità litostratigrafiche riferibili a due distinte successioni (Dazzaro & Rapisardi, 1984; Dazzaro & al., 1988). La prima è principalmente costituita da quarzareniti (Flysch Numidico), argille-marnose e calcari marnosi (Argille Varicolori). La seconda, da facies arenacee (Flysch di S. Bartolomeo) e calcareo-marnose (Flysch di Faeto e Marne argillose di Toppo Capuana).

– *Avanfossa*

L'avanfossa appenninica è un bacino sedimentario allungato in direzione NW-SE, esteso dal Molise al Mar Ionio, attraversa tutta la regione pugliese e la part nord-occidentale della Basilicata. Dal punto di vista strutturale essa costituisce una depressione tettonica colmata da una successione frammentata di un completo ciclo sedimentario di età plio-pleistocenica. (Ciaranfi & al., 1979).

I depositi della fase di riempimento della Fossa bradanica, costituiti da alternanze sequenziali di sabbie e argille, indicate con il generico termine di “Argille grigio azzurre”, affiorano principalmente lungo una larga fascia che borda i fianchi orientali dell'Appennino, lungo la bassa valle del F. Ofanto, tra Barletta e Canosa e lungo il F. Fortore. Nella parte medio-bassa della piana, le “Argille grigio-azzurre” sottostanno alla copertura alluvionale e lo spessore dell'unità si riduce in corrispondenza della fascia costiera. La serie, che assume carattere regressivo, si chiude con i terreni sabbiosi e sabbioso-conglomeratici del Pleistocene inferiore che affiorano in un'estesa zona compresa tra **Ascoli Satriano** e Lavello ed in una sottile fascia lungo il F. Fortore e nei pressi di Serracapriola.

Lungo la fascia settentrionale del Tavoliere (nei pressi di Poggio Imperiale, Chieuti e S. Severo) e a SE del F. Ofanto si rinvencono depositi marini terrazzati del Pleistocene medio-superiore costituiti in prevalenza da limi, sabbie limose e sabbie. Lungo il bordo occidentale del Tavoliere, s'individuano, inoltre, i depositi terrazzati alluvionali e 10 deltizi del Pleistocene superiore che formano strutture prevalentemente allungate in direzione W-E ed interrotte dalle numerose incisioni prodotte dagli attuali corsi d'acqua.

In tutta l'area, specialmente quella orientale, prendono particolare sviluppo i sedimenti della pianura alluvionale, anch'essi del Pleistocene sup.- Olocene che, a partire dalle quote di circa 170-175 m, si spingono fin nei pressi della costa conferendo un aspetto pianeggiante all'intera regione. Gli spessori, variabili, tendono ad aumentare procedendo da W verso E raggiungendo valori massimi nella zona rivierasca. Tali depositi, rappresentati da un'alternanza lenticolare di sedimenti alluvionali ghiaiosi, sabbiosi e argillosi, di facies



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Pegaso	PEGASO - A06 – Relazione Geotecnica – Rev2.doc	2	9

continentale (Cotecchia, 1956), rappresentano il risultato dei numerosi episodi deposizionali che hanno interessato il Tavoliere.

In particolare nell'area del Tavoliere il plio-pleistocene è costituito da una successione di argille, argille marnose e sabbie (Balduzzi & al., 1982), chiusa da depositi alluvionali prevalentemente sabbioghiaiosi, delimitati da superfici piatte (terrazzi). Al di sotto di tale successione, per spessori poco meno di 4000 m, è possibile rinvenire le rocce calcaree appartenenti alla Piattaforma apula. Nell'area del Tavoliere, e nel settore lucano della Fossa bradanica, sono presenti diversi giacimenti di idrocarburi gassosi liquidi.

– *Avampaese*

Il promontorio del Gargano è costituito da una successione calcareo-dolomitica di spessore superiore a 4000 m, di età giurassico-cretacea, poggiante su rocce evaporitiche triassiche rinvenute in sondaggi profondi per la ricerca di idrocarburi (pozzi Foresta Umbra e Gargano 1).

Le rocce più antiche presenti in affioramento nel Gargano sono rappresentate da calcari e gessi (Triassico superiore) e sono localizzate in modestissimi lembi a Punta delle Pietre Nere. I calcari affiorano estesamente nelle limitrofe aree del Gargano e delle Murge mentre nell'area del Tavoliere sottostanno alla spessa ed estesa copertura dei sedimenti di Avanfossa (Ricchetti et al., 1988).

Le calcareniti mioceniche e i depositi calcarenitici più recenti (“tufi calcarei”) affiorano, invece, in lembi di limitata estensione e spessore nell'area garganica e lungo il bordo murgiano dell'area. Il promontorio del Gargano è interessato da una intensa tettonica disgiuntiva che conferisce all'area una sensibile sismicità.

I principali aspetti tettonici sono rappresentati da faglie dirette, orientate nella direzione NW-SE (appenninica), ENE-WSW (antiappenninica) e in direzione E-W (garganica). Il sistema di faglie appenninico è predominante ed è diffuso principalmente nelle zone interne del massiccio. A questo sistema appartiene la faglia che mette a contatto, mediante ripida scarpata, le rocce carbonatiche del Gargano con i depositi plio-pleistocenici del Tavoliere (faglia del Candelaro). Le faglie appartenenti al sistema antiappenninico invece sono più modeste, per entità di rigetti e per estensioni, e sono presenti soprattutto lungo il bordo settentrionale del Gargano. Appartiene a questo sistema la faglia situata a N di Sannicandro Garganico. L'azione combinata di questi sistemi ha originato un assetto strutturale caratterizzato da horst allungato in direzione E-W e costituito trasversalmente da diversi blocchi.

3. GEOLOGIA LOCALE

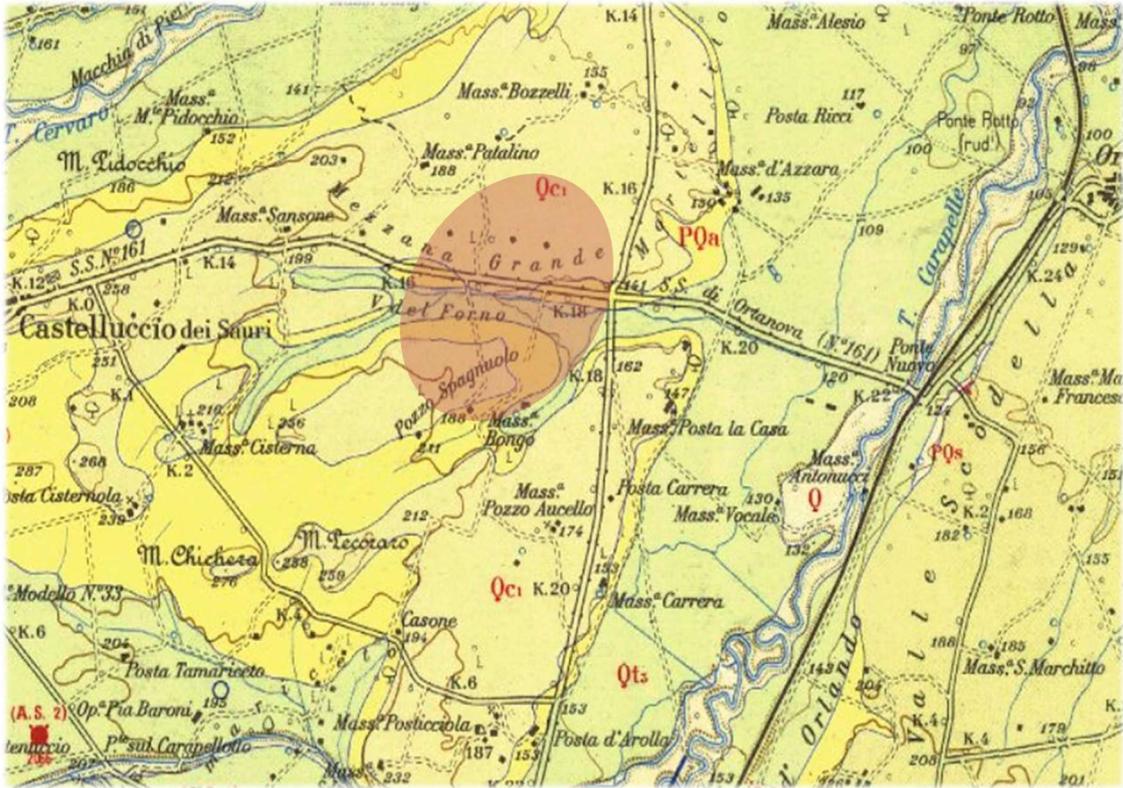
Il territorio d'indagine è posto nella sezione Nord-Est del foglio 175 "Cerignola" in scala 1:100.000 della Carta Geologica d'Italia. Le formazioni che si ritrovano appartengono al ciclo deposizionale plio-pleistocenico della pianura Dauna, con presenza di depositi alluvionali terrazzati più recenti in corrispondenza delle sponde del Torrente Carapelle, limite sudoccidentale dell'area di progetto.



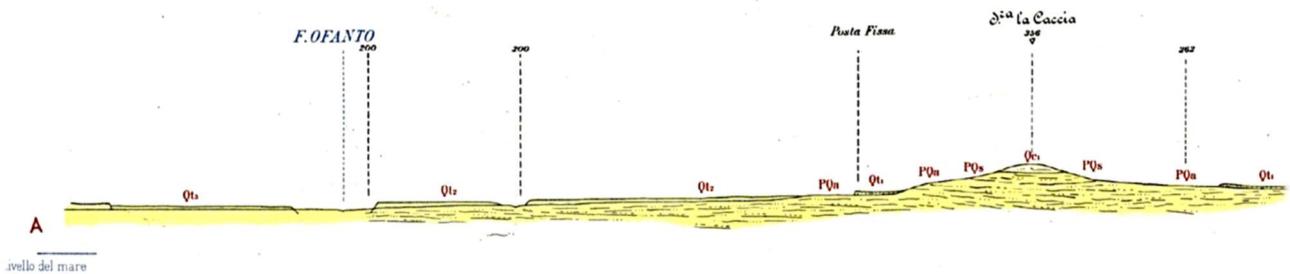
Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Pegaso	PEGASO - A06 – Relazione Geotecnica – Rev2.doc	2	10

La serie deposizionale plio-pleistocenica rappresenta nel complesso una serie sabbioso-argillosa con episodi conglomeratici alla base ed alla sommità. Nel complesso si può dire che tale serie rappresenta un unico ciclo sedimentario, anche se i termini più alti possono comprendere episodi secondari di oscillazioni marine e di alluvionamento.

Il progetto Pegaso verrà realizzato ad un'altezza che varierà tra i 170 e i 250 m s.l.m. Ad ampie vallate si alternano colline dai fianchi ripidi dove sono frequenti orli di scarpata delimitati da superfici spianate.

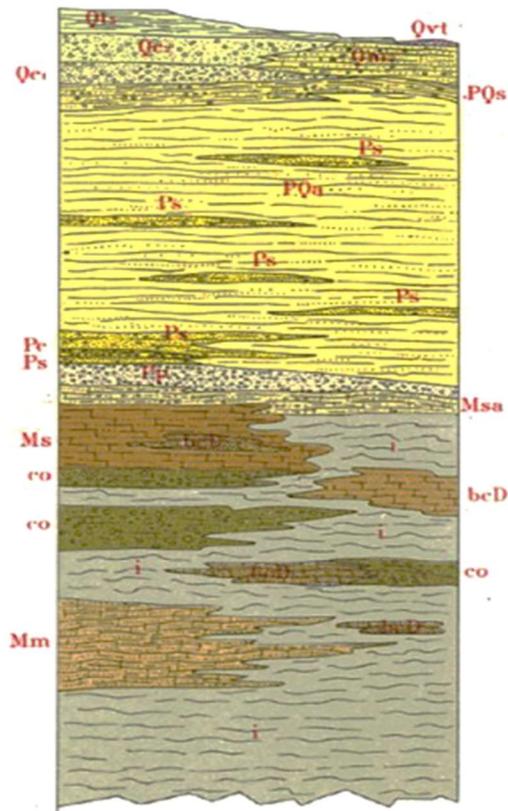


Carta Geologica d'Italia, Foglio n. 175 - Cerignola -

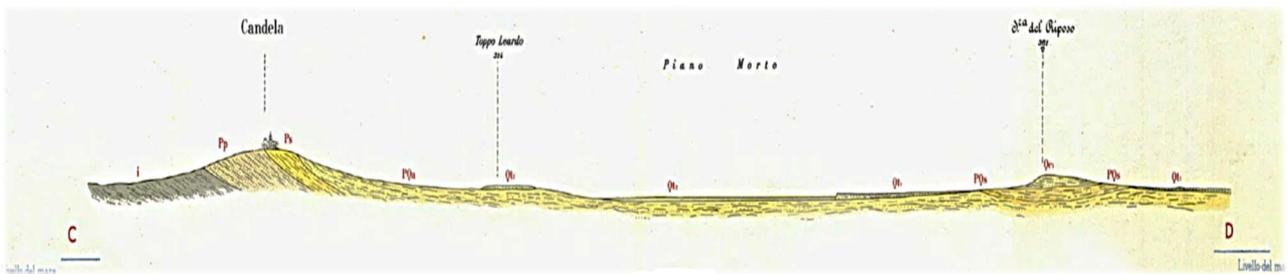
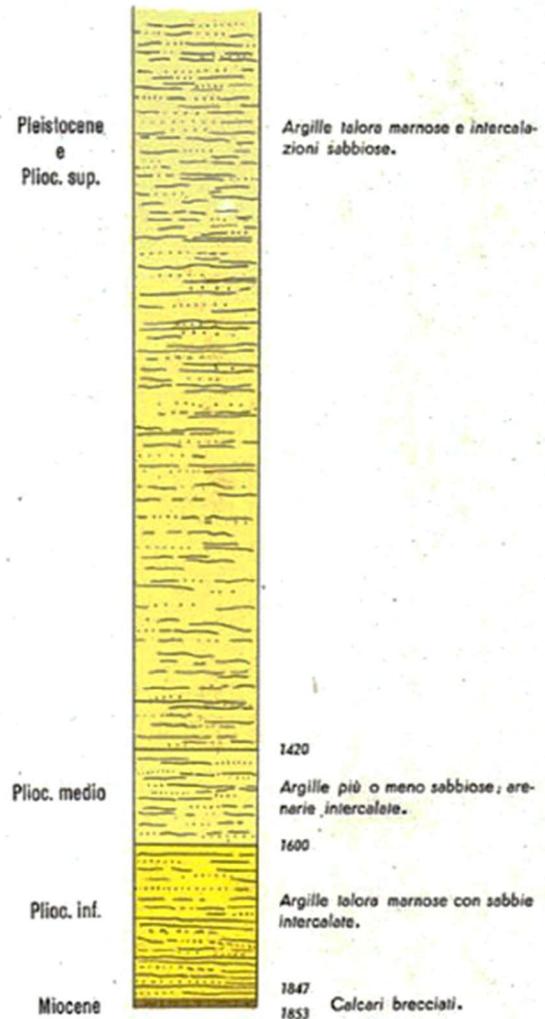


Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Pegaso	PEGASO - A06 - Relazione Geotecnica - Rev2.doc	2	11

Schema dei rapporti stratigrafici



Pozzo Ascoli Satriano (A. S. 1)



La successione stratigrafica dei luoghi si compone, dall'alto verso il basso, di termini riferibili alle seguenti unità, come si evince dalla stratigrafia AGIP estrapolata dal Pozzo per la ricerca di idrocarburi "Ordon 2", eseguito in zona:

- Alluvioni composte da ciottoli, argilla e sabbia (0 -100 m) - Quaternario;



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Pegaso	PEGASO - A06 - Relazione Geotecnica - Rev2.doc	2	12

- *Argilla talora leggermente sabbiosa* (100 - 600 m) - Quaternario;
- *Sabbia e sabbia argillosa talora con livelli di argilla* (600 - 1100) - Pliocene sup.;
- *Argilla* (1100 - 1200 m) - Pliocene medio;
- *Marna argillosa fossilifera* (1200 - 1330 m) - Pliocene inf.;
- *Calccare detritico organogeno* (1330 - 1406 m) - Miocene;
- *Argille rosse* (1406 - 1471 m) - Miocene;
- *Tufo basaltico* (1417 - 1539 m) - Imprecisabile;
- *Calccare grigio e nocciola talora detritico e brecciato alla sommità* (1539 - 1600 m) - Cretaceo.

Le formazioni affioranti nell'area di progetto su cui è previsto il posizionamento degli aerogeneratori sono:

1. **PQa** - «*Argille e argille marnose grigio-azzurrognole localmente sabbiose*». - Con questa sigla sono state indicate le argille e marnose di colore grigio-azzurrognolo che costituiscono la parte bassa della serie pleistocenica.

Questo complesso argilloso è sviluppato principalmente lungo una larga fascia che, con direzione NO-SE, borda ad occidente il grande pianoro che si estende con lieve pendenza da Ascoli Satriano e Lavello, verso il paese di Cerignola e fino al mare Adriatico.

Le argille affiorano pure a nord di Ascoli Satriano e lungo il corso del fiume Ofanto sotto la estesa copertura dei suoi depositi alluvionali terrazzati. (*Pliocene Sup. - Pleistocene*).

2. **Qc₁** - «*Conglomerati poligenici con ciottoli di medie e grandi dimensioni, a volte fortemente cementati e con intercalazioni di sabbie ed arenarie*» - Questo termine della serie di cui si sono riscontrati i primi indizi nella parte alta del complesso PQs, è costituito da depositi di ciottolame poligenico con ganga sabbiosa ad elementi arenacei e calcarei di dimensioni variabili dai 5 ai 30 cm. Tale formazione ciottolosa generalmente poco compatta, si presenta solo localmente fortemente cementata in puddinga.

Essa costituisce buona parte della sommità del grande pianoro morfologico Ascoli Satriano - Lavello, inciso nel mezzo dal fiume Ofanto e di quello meno esteso, di Castelluccio del Sauri.

Lo spessore varia da punto a punto, ma in generale si aggira sui 50 metri.

Concrezioni e costoni calcarei sono presenti talvolta nella parte alta della serie. (*Pleistocene inf.*)

3. **Qt₃** - «*Alluvioni terrazze poco superiori all'alveo attuale, terre nere e crostoni evaporitici*» Con tale sigla sono state indicate le alluvioni terrazzate recenti sopraelevate di pochi metri sull'alveo attuale.

Formate in prevalenza da sedimenti sabbioso-argillosi, subordinatamente ciottolosi, presentano nella loro compagine terre nere a stratificazione varvata ben evidente, nonché incrostazioni calcaree generate probabilmente dalla risalita per capillarità di acque di ristagno.

Tali alluvioni terrazzate assumono eccezionale vastità lungo i corsi del torrente Carapelle e dei suoi affluenti Calaggio e Carapelletto, nonché lungo il corso del fiume Ofanto (*Olocene*).



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Pegaso	PEGASO - A06 - Relazione Geotecnica - Rev2.doc	2	13

4. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

In questa fase non sono disponibili dati puntuali sui caratteri geotecnici dei terreni affioranti nel territorio di interesse. Per tale ragione, nel seguito si riporta una parametrizzazione geotecnica ricavata dall'esame dei risultati di indagini eseguite su campioni di terreni, della stessa tipologia, prelevati nel corso di campagne di indagini eseguite in siti adiacenti a quello in esame, unitamente ad informazioni bibliografiche disponibili.

I parametri geotecnici vengono determinati a partire da 3 differenti prove penetrometriche dinamiche SPT dalle quali scaturiscono le seguenti stratigrafie:

Sondaggio penetrometrico Dinamico SPT1

- da mt. 0,00 a mt. 2,00: terreno di origine vegetale,
- da mt. 2,00 a mt. 7,90: terreni la cui consistenza è ascrivibile a sabbie compatte e con livelli di sabbia sciolta tra i 2,80 mt. e 3,00 mt.,
- da mt. 7,90 a mt. 8,90: terreni la cui consistenza è ascrivibile a sabbie dense,
- da mt. 8,90 a mt. 9,10: terreni la cui consistenza è ascrivibile a depositi ghiaiosi.

Sondaggio penetrometrico Dinamico SPT2

- da mt. 0,00 a mt. 1,20: terreno di origine vegetale,
- da mt. 1,20 a mt. 3,80: terreni la cui consistenza è ascrivibile a sabbie compatte in alternanza a sabbia sciolta,
- da mt. 3,90 a mt. 4,10: terreni la cui consistenza è ascrivibile a depositi ghiaiosi.

Sondaggio penetrometrico Dinamico SPT3

- da mt. 0,00 a mt. 1,60: terreno di origine vegetale,
- da mt. 1,70 a mt. 3,20: terreni la cui consistenza è ascrivibile a sabbie compatte in alternanza a sabbia sciolta,
- da mt. 3,30 a mt. 3,50: terreni la cui consistenza è ascrivibile a depositi ghiaiosi.

Con riferimento anche ad una stratigrafia ricavata da un sondaggio effettuato anch'esso in una zona limitrofa all'area di intervento, per correlazione, si ha che i depositi alluvionali succitati, dello spessore di circa 10-13 mt., sono costituiti da un'alternanza di terre nere, ghiaia, sabbia e argille. Questi depositi sono situati al di sotto di depositi costituiti da argille giallognole e argille blu plioceniche rilevate ad una profondità di circa 20 mt. circa dal piano campagna.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Pegaso	PEGASO - A06 - Relazione Geotecnica - Rev2.doc	2	14

4.1 SONDAGGI PENETROMETRICI DINAMICI (SPT)

La prova penetrometrica standard o prova penetrometrica dinamica (SPT dall'inglese Standard Penetration Test) è un tipo di indagine geotecnica per ricavare e studiare le caratteristiche di un terreno. Questa prova consiste nel far penetrare nel terreno un campionatore standardizzato (campionatore Raymond) sotto i colpi di un maglio con peso di 63,5 kg e da un'altezza di 76 cm. Il maglio, battendo a caduta libera sulle aste standard che prolungano il campionatore, infigge l'attrezzo nel terreno. Le misure vengono effettuate per tre avanzamenti consecutivi di 15 cm ciascuno, contando il numero di colpi necessari (Nspt) per ogni avanzamento. La resistenza alla penetrazione del terreno è caratterizzata dalla somma del numero di colpi per il secondo e terzo avanzamento, cioè $N=N_2+N_3$. La prova viene eseguita al fondo di un foro di sondaggio - (possibilmente alterando il meno possibile il terreno-, scavato in precedenza alla profondità desiderata.

Vantaggi della prova

- è eseguibile nel corso di un normale sondaggio senza spese eccessive;
- si può eseguire su qualsiasi tipo di terreno, tutt'al più cambiando il campionatore cilindrico cavo con una punta conica per materiale grossolano;
- consente una sicura interpretazione del risultato;
- è molto diffusa quindi si dispone di molta bibliografia.

Svantaggi della prova

- la prova è discontinua e puntuale;
- i risultati possono essere correlati solo empiricamente con i parametri geotecnici, perché non simula il comportamento del terreno nel campo delle sollecitazioni statiche;
- i risultati possono essere molto influenzati dal tipo di attrezzature e dalle modalità esecutive.

Il *D.M. del 14.01.2008* e s.m.i. ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto prende in considerazione anche la prova SPT (per terreni a grana grossa) per la individuazione delle seguenti categorie di sottosuolo:

- B - rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti - $N_{spt,30} > 50$;
- C - depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti - $N_{spt,30} > 15$ ma < 50 ;
- D - depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti - $N_{spt,30} < 15$.



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Pegaso	PEGASO - A06 - Relazione Geotecnica - Rev2.doc	2	15

Dove N_{spt30} è definita come resistenza penetrometrica dinamica equivalente e il pedice 30 sta ad indicare che la prova deve interessare tutti gli strati compresi nei primi 30 m di profondità.

I risultati delle prove penetrometriche e la loro interpretazione hanno permesso di caratterizzare il modello geotecnico dei terreni sottostanti.

4.2 CORRELAZIONI LITOSTRATIGRAFICHE ATTRAVERSO LE SPT

La litologia e la consistenza desumibili dall'impiego delle prove SPT sono basate sul numero di colpi prodotti dal maglio. Inoltre, è stato dimostrato che N_{SPT} cresce con la densità relativa. A tal proposito si è fatto riferimento alla correlazione fra stato di addensamento di un terreno non coesivo e il valore di N_{SPT} .

Consistenza dei terreni	Numero di colpi	Densità relativa	Angolo di attrito
Molto sciolto	<4	<20%	<30°
Sciolto	4-10	20%-40%	30°-35°
Medio	10-30	40%-60%	35°-40°
Denso	30-50	60%-80%	40°-45°
Molto denso	>50	>80%	>45°

Valutazione dei parametri di resistenza attraverso le prove SPT

Sono state effettuate correlazioni litologiche sulla consistenza dei terreni in base a N_{SPT} , alla densità relativa (D_r %) e all'angolo di attrito ϕ .

A posteriori delle indagini SPT effettuate in zona limitrofa all'area interessata dal progetto, vien fuori che l'area è caratterizzata da uno spessore di terreno di *copertura vegetale* variabile tra i 2,50 mt. (SPT1), 1,20 mt. (SPT2) e 1,60 mt. (SPT3). Immediatamente al di sotto del terreno vegetale, si rinvennero dei terreni aventi la consistenza di *depositi sabbiosi* dallo spessore compreso tra 2,50 mt. e 7,90 mt. Per SPT1 uno spessore compreso tra 1,20 mt. e 3,80 mt. per SPT2 ed infine uno spessore compreso tra 1,70 mt. e 3,20 mt. per SPT3. Questi depositi, infine, poggiano su terreni la cui consistenza è tipica delle ghiaie in quanto in tutti e tre i sondaggi effettuati, in corrispondenza di essi, lo strumento dava un rifiuto alla penetrazione dopo aver misurato un numero di colpi $N_{SPT} > 50$.

4.3 DEFINIZIONE DELLA CATEGORIA DI SUOLO

Il profilo stratigrafico del suolo di fondazione delle opere in progetto può cautelativamente essere compreso nella categoria B: "[...] *Depositi di sabbie e ghiaia molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{SPT} > 50$, o coesione non drenata $c_u > 250 kPa$).*



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Pegaso	PEGASO - A06 - Relazione Geotecnica - Rev2.doc	2	16

4.4 PARAMETRI GEOTECNICI SCATURITI DALLE INDAGINI IN SITO

Vengono riportati di seguito i parametri geotecnici scaturiti dalle indagini effettuate in sito:

Penetrometro SP1

LITOLOGIA PRESENTE IN SITO	VELOCITA' ONDE S (m/s)	RAPPORTO τ/σ	ANGOLO D'ATTRITO ϕ (°)	PESO DI VOLUME NATURALE (t/m^3)	DENSITA' RELATIVA (%)	MODULO DI YOUNG E (Kg/cm^3)	MODULO DINAMICO DI TAGLIO G (Kg/cm^3)	MODULO EDOMETRICO INCOERENTE (Kg/cm^3)
Terreno vegetale e/o di riporto-Sabbia compatta-Sabbia sciolta-Sabbia densa-Ghiaia e sabbia	62÷220	0.09÷0.52	23÷42	2.05÷2.27	42÷85	80÷2690	185÷856	28÷348

Penetrometro SP2

LITOLOGIA PRESENTE IN SITO	VELOCITA' ONDE S (m/s)	RAPPORTO τ/σ	ANGOLO D'ATTRITO ϕ (°)	PESO DI VOLUME NATURALE (t/m^3)	DENSITA' RELATIVA (%)	MODULO DI YOUNG E (Kg/cm^3)	MODULO DINAMICO DI TAGLIO G (Kg/cm^3)	MODULO EDOMETRICO INCOERENTE (Kg/cm^3)
Terreno vegetale e/o di riporto-Sabbia compatta-Sabbia sciolta-Sabbia densa-Ghiaia e sabbia	67÷185	0.07÷1.01	23÷41	2.01÷2.27	34÷85	80÷2408	185÷813	28÷320

Penetrometro SP3

LITOLOGIA PRESENTE IN SITO	VELOCITA' ONDE S (m/s)	RAPPORTO τ/σ	ANGOLO D'ATTRITO ϕ (°)	PESO DI VOLUME NATURALE (t/m^3)	DENSITA' RELATIVA (%)	MODULO DI YOUNG E (Kg/cm^3)	MODULO DINAMICO DI TAGLIO G (Kg/cm^3)	MODULO EDOMETRICO INCOERENTE (Kg/cm^3)
Terreno vegetale e/o di riporto-Sabbia compatta-Sabbia sciolta-Sabbia densa-Ghiaia e sabbia	57÷179	0.11÷0.75	24÷41	2.05÷2.27	42÷85	134÷2408	237÷813	43÷320



Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Pegaso	PEGASO - A06 – Relazione Geotecnica – Rev2.doc	2	17

5. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

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

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

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

- D.M. LL.PP del 11/03/1988.

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.

Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. 9 Gennaio 1996

Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"

- D.M. 16 Gennaio 1996

Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche

- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG/S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996.

- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per la costruzione in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996

- O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003 Costruzioni in zona sismica

- D.M. 14 Settembre 2005 Norme Tecniche per le Costruzioni e s.m.i.



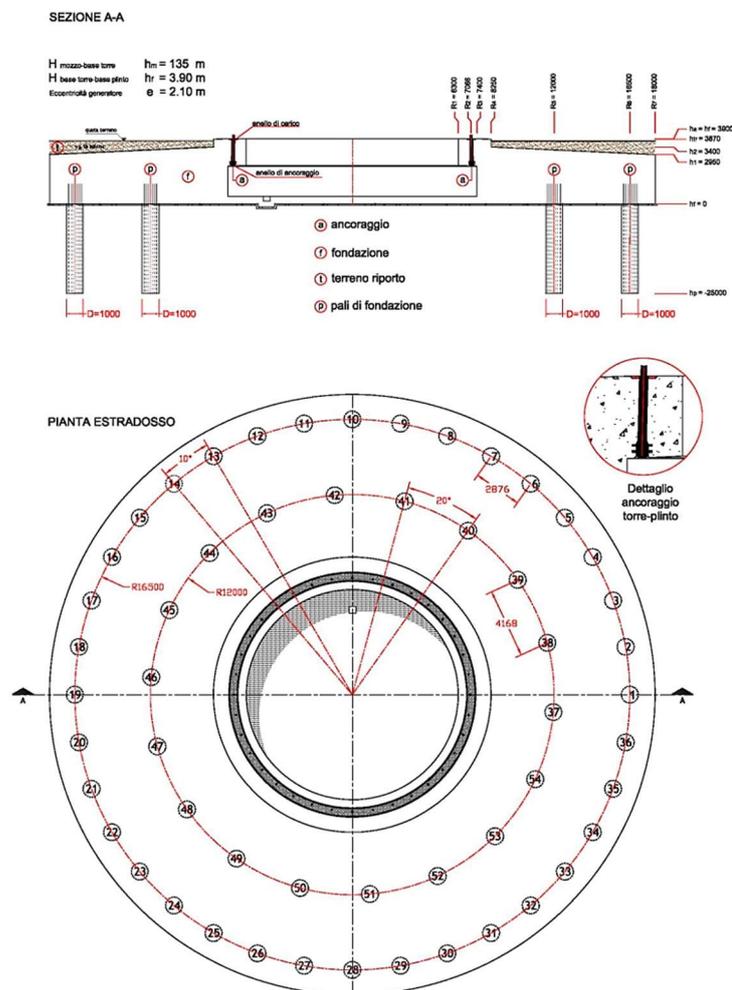
Progetto	Titolo	Rev.	Pag.
Pegaso	PEGASO - A06 - Relazione Geotecnica - Rev2.doc	2	18

6. CONCLUSIONI

In funzione delle analisi geologiche e geotecniche, si prevede una fondazione caratterizzata da plinti posti su pali. In questa prima fase vengono considerati n° 54 pali di diametro Ø100 posti su due file, rispettivamente i primi 36 pali posti su un raggio di 16,5 metri, i restanti 18 pali posti su un raggio pari a 12 metri.

La congiungente degli assi di due generici pali contigui con il centro del plinto forma un angolo di 10° per la fila più esterna e 20° per quella più interna.

Il plinto su cui atterreranno i pali avrà un diametro esterno di 36 metri ed un diametro interno medio di 14,8 metri.



Schema tipo di fondazione