

Regione Autonoma  
della Sardegna



Provincia di Sassari



Comune di Ittiri (SS)



Comune di  
Villanova Monteleone (SS)



Committente:

**RWE**

RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.  
via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma  
P.IVA/C.F. 06400370968

Titolo del Progetto:

**PARCO EOLICO "ALAS 2"**

- Comuni di Ittiri e Villanova Monteleone (SS) -

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

N° Documento:

**PEALAS2-RC02**

ID PROGETTO:

**ALAS 2**

SEZIONE:

**C**

TIPOLOGIA:

**T**

FORMATO:

**A4**

Elaborato:

**CALCOLI PRELIMINARI DI DIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE**

FOGLIO:

SCALA:

Nome file:

PEALAS2-RC02\_Calcoli preliminari di dimensionamento delle strutture

A cura di:

 **iat** CONSULENZA  
E PROGETTI  
www.iatprogetti.it



I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.  
Dott. Ing. Giuseppe Frongia

**Gruppo di progettazione:**

Ing. Giuseppe Frongia  
(coordinatore e responsabile)  
Ing. Marianna Barbarino  
Ing. Enrica Batzella  
Pian. Terr. Andrea Cappai  
Ing. Gianfranco Corda  
Ing. Paolo Desogus  
Pian. Terr. Veronica Fais  
Ing. Gianluca Melis  
Dott. Ing. Fabrizio Murru  
Ing. Andrea Onnis  
Pian. Terr. Eleonora Re  
Ing. Elisa Roych  
Ing. Marco Utzeri

**Contributi specialistici:**

Ing. Antonio Dedoni (Acustica)  
Dott.ssa Florinda Corrias (Archeologia)



Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	24/10/2023	PRIMA EMISSIONE	IAT	GF	RWE

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 2 di 29	

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ASPETTI GENERALI.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA .....</b>	<b>7</b>
<b>4.1</b>	<b>Modello geotecnico di riferimento .....</b>	<b>7</b>
<b>4.2</b>	<b>Stratigrafia di progetto .....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>CARICHI DI PROGETTO.....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>VERIFICA STABILITA' GLOBALE (EQU).....</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>VERIFICA DI RESISTENZA DELLA FONDAZIONE (STR) .....</b>	<b>ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>
<b>8</b>	<b>VERIFICA DI RESISTENZA DEL TERRENO (GEO).....</b>	<b>22</b>
<b>8.1</b>	<b>Verifica di resistenza su stratigrafia S3.....</b>	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
<b>8.2</b>	<b>Verifica di resistenza su stratigrafia S6.....</b>	<b>22</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>29</b>
	<b>ALLEGATI DI RIFERIMENTO PROGETTO DEFINITIVO OPERE CIVILIERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.</b>	

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 3 di 29	

## PREMESSA

Il presente elaborato contiene i calcoli preliminari delle strutture di fondazione degli aerogeneratori previsti dal progetto del Parco eolico denominato "Alas 2", da realizzarsi nei territori di Ittiri e Villanova Monteleone (SS); in particolare saranno condotte le verifiche strutturali ritenute significative ai fini del conseguimento dell'Autorizzazione Unica del progetto ai sensi del D.Lgs. 387/2003 Art. 12.

Il documento è redatto dalla I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. con il contributo specialistico dell'ing. Gianfranco Corda.

Per le finalità di calcolo, si è fatto riferimento ai dati di caratterizzazione delle terre contenuti nella relazione geologica allegata al progetto dell'impianto.

Le verifiche strutturali per il plinto di fondazione si sono basate sulle azioni di progetto indicate dal costruttore Siemens-Gamesa per l'aerogeneratore modello SG 6.0-170, di altezza al mozzo pari a 115 m e diametro del rotore pari a 170 m.

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 4 di 29	

## 1 ASPETTI GENERALI

Il proposto Parco eolico "Alas 2 " nei territori di Ittiri e Villanova Monteleone (SS), proposto dalla società RWE Renewables Italia S.r.l., prevede l'installazione di 7 aerogeneratori dell'ultima generazione con diametro del rotore di 170 metri e altezza al mozzo di 115 metri, riferibili in via preliminare al modello Siemens-Gamesa SG 6.0-170.

Gli aerogeneratori in progetto saranno dislocati tra quote altimetriche indicativamente comprese nell'intervallo 300÷500 m s.l.m.

Ai fini delle presenti verifiche strutturali sono state considerate le azioni massime fornite dal costruttore nel documento "Foundation Loads T135-1298 – D2406108/002".

Ferme restando le caratteristiche dimensionali dell'aerogeneratore, non può escludersi peraltro che la scelta definitiva possa ricadere su un modello simile con migliori prestazioni di esercizio, qualora disponibile sul mercato prima dell'ottenimento della Autorizzazione Unica di cui all'art. 12 del D.Lgs. 387/2003.

La natura dei terreni di sedime varia da rocce coerenti (ignimbriti litoidi) a rocce incoerenti (piroclastiti e cineriti) sino a rocce pseudo coerenti (depositi vulcanici di ignimbriti e piroclastiti argillificati).

Il substrato litoide tuttavia ha mostrato la presenza di strati intermedi di materiale meno addensato tra i 4 e 5 metri di profondità nel Sondaggio S6.

La tipologia dei terreni è dunque idonea per la realizzazione di fondazioni dirette solo laddove il piano di posa risulti inserito nel deposito fortemente addensato o nelle ignimbriti (Sondaggio S6).

Nelle piazzole di installazione in cui il piano di posa risulti inserito nei substrati alterati e meno addensati dovrà prevedersi una fondazione di tipo profonda.

Il progetto prevede pertanto la possibilità di realizzare due differenti tipologie di fondazione caratterizzate da un basamento a pianta circolare che, in un caso, sarà realizzato direttamente a contatto con il substrato litoide, nel secondo sarà realizzato in testa ad una palificata di profondità opportuna.

Il basamento di fondazione previsto in progetto è del tipo a plinto, da realizzare in opera in calcestruzzo armato, a pianta circolare di diametro pari a 30.00 metri.

La fondazione oggetto di verifica è sostanzialmente una piastra circolare a sezione variabile con spessore massimo al centro, pari a circa 400 cm, e spessore minimo al bordo, pari a 100 cm.

La porzione centrale, denominata "colletto", presenta altezza costante di 4.00 m per un diametro pari a circa 8.00 m.

Il colletto è il nucleo del basamento in cui verranno posizionati i tirafondi di ancoraggio del primo anello della torre metallica, il restante settore circolare sarà ricoperto con uno strato orizzontale di rilevato misto arido, con funzione stabilizzante e di mascheramento.

I pali di fondazione previsti nel dimensionamento preliminare sono 32 pali del tipo di grande

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 5 di 29	

diametro, pari a 800 mm, in conglomerato cementizio armato, di lunghezza massima pari ad 15 metri, ad asse verticale, del tipo trivellato con asportazione del terreno.

In questa fase si riporta il dimensionamento preliminare dei pali per la verifica di stabilità globale, si rimanda alle successive fasi di progettazione in cui sarà possibile la verifica dei pali con riferimento alle specifiche stratigrafie delle singole piazzole di installazione.

I calcoli e le verifiche di seguito illustrati saranno preceduti da un breve cenno ai riferimenti della normativa vigente nonché alle azioni ed ai carichi di progetto.

Nello specifico sono stati condotti i seguenti accertamenti: verifica di stabilità globale del manufatto, considerato come corpo rigido, verifiche di resistenza del manufatto in calcestruzzo, verifiche di resistenza del terreno nonché il calcolo dei cedimenti attesi, applicando i coefficienti di sicurezza previsti dalla normativa tecnica in corso di validità (DM 17/01/2018).

Le significative azioni orizzontali e flettenti, dovute alla particolare altezza delle torri in progetto, indirizzano il dimensionamento della fondazione ad un manufatto massivo tale da garantire anzitutto la stabilità globale oltre che a distribuire i carichi sul piano di posa.

Le pressioni di contatto calcolate risultano sempre inferiori al valore di resistenza del terreno, i cedimenti previsti sono generalmente trascurabili.

Il dimensionamento eseguito ha carattere di verifica preliminare, la geometria e le dimensioni del plinto indicate in precedenza sono da ritenersi orientative e potrebbero variare a seguito delle risultanze del dimensionamento esecutivo delle opere nonché sulla base di eventuali indicazioni specifiche fornite dal costruttore dell'aerogeneratore, in funzione della scelta definitiva del modello di turbina che sarà operata nell'ambito della fase di Autorizzazione Unica del progetto.

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 6 di 29	

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

— Legge 05/11/1971 n. 1086

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

— D.M. 17/01/2018 – NTC 2018

Norme Tecniche per le Costruzioni.

— Circolare Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 23/02/2019

Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni".

### Vita nominale, classe d'uso e periodo di riferimento:

Tipo di costruzione: 2 (opere ordinarie)

Vita nominale:  $V_N \geq 50$  anni

Classe d'uso: IV

Periodo di riferimento:  $V_R = 100$  anni

### Metodo di calcolo e verifica:

E' stato utilizzato il metodo degli Stati Limite applicandolo così come previsto dalle NTC 2018 (D.M. 17/01/2018).

I calcoli e le verifiche sono stati eseguiti utilizzando il programma di calcolo strutturale CDSWIN della STS, programma di calcolo automatico agli elementi finiti, e il programma di calcolo geotecnico LoadCap della GEOSTRU.

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 7 di 29

### 3 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

#### 3.1 Modello geotecnico di riferimento

I calcoli strutturali delle fondazioni fanno riferimento ai dati contenuti nella relazione geologica e geotecnica preliminare redatta dal Dott. Geol. Gualtiero Bellomo.

A fronte della significativa estensione del sito si evince che gli areali che ospiteranno le opere in progetto presentano tre litotipi principali:

- Rocce aventi consistenza litoide (*Ignimbriti Litoidi*),
- Rocce incoerenti (*Piroclastiti e Cineriti*),
- Rocce di consistenza coesiva (*depositi vulcanici di Ignimbriti e Piroclastiti argillificati*).

Salvo gli opportuni ed obbligatori accertamenti da condursi nella fase più avanzata della progettazione, per l'intervento in progetto si fa riferimento ai terreni individuati nel Sondaggio S6, per i quali sono disponibili le caratteristiche meccaniche scaturite dalle analisi in situ ed in laboratorio.

#### SONDAGGIO S6

##### ***Depositi piroclastici argillificati fortemente addensati***

*(da quota 0.00m a quota -7.40m)*

Peso specifico 19.00 kN/m<sup>3</sup>

Angolo attrito interno  $\varphi = 28^\circ$

Modulo elastico  $E = 150 \text{ daN/cm}^2$

Coesione drenata  $c = 0.56 \text{ daN/cm}^2$

##### ***Ignimbriti molto fratturate***

*(da quota -7.40m a quota -11.00m)*

Peso specifico 2100 kN/m<sup>3</sup>

Angolo attrito interno  $\varphi = 40^\circ$

Modulo elastico  $E = 500 \text{ daN/cm}^2$

Coesione drenata  $c = 0.56 \text{ daN/cm}^2$

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 8 di 29	

### **Depositi piroclastici argillificati consistenti**

(da quota -11.00m a quota -14.10m)

Peso specifico 21.00 kN/m<sup>3</sup>

Angolo attrito interno  $\varphi = 28^\circ$

Modulo elastico E = 500 daN/cm<sup>2</sup>

Coesione drenata c = 0.56 daN/cm<sup>2</sup>

### **Depositi piroclastici fortemente addensati**

(da quota -14.10m a quota -22.60m)

Peso specifico 18.90 kN/m<sup>3</sup>

Angolo attrito interno  $\varphi = 35^\circ$

Modulo elastico E = 200 daN/cm<sup>2</sup>

Coesione drenata c = 0.20 daN/cm<sup>2</sup>

## **3.2 Stratigrafia di progetto**

Nei siti di installazione nei quali ricorrono le condizioni della **Stratigrafia S6** è stata ipotizzata una fondazione diretta a pianta circolare, diametro di 30 m e spessore massimo pari a circa 4 metri.

In questo caso la presenza di depositi piroclastici argillificati (rocce di consistenza coesiva) fortemente addensati per uno spessore di circa 7 m, con sottostante strato di ignimbriti litoidi sino alla profondità di 11 dal piano di campagna, offre una resistenza di progetto adeguata (valore minimo calcolato = 22 kg/cm<sup>2</sup>), i cedimenti massimi sono inferiori al cm.

Dall'esame della documentazione fotografica delle cassette del carotaggio in S6 si rileva la presenza di strati intermedi di materiale meno addensato tra i 4 e 5 metri di profondità.

Nei siti di installazione in cui si verificasse la presenza di materiale poco addensato si prevede in questa sede una fondazione su pali.

La stratigrafia considerata nel calcolo preliminare della fondazione su pali è la seguente, per una profondità pari a 15 metri:

Peso specifico 19.00 kN/m<sup>3</sup>

Angolo attrito interno  $\varphi = 28^\circ$

Modulo elastico E = 150 daN/cm<sup>2</sup>

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 9 di 29	

Coesione drenata  $c = 0 \text{ daN/cm}^2$

Per i terreni individuati nel Sondaggio S6, la Categoria di suolo è la C (*depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*).

In linea generale, la ricognizione geologica e geotecnica eseguita evidenzia come le condizioni di stabilità dell'area siano ottime in relazione alla favorevole giacitura dei terreni presenti, nonché alla mancanza assoluta di agenti geodinamici che possano in futuro turbare il presente equilibrio.

Sono inoltre escluse condizioni di pericolosità geologica, geomorfologica ed idrogeologica e sismica che possano ostare alla realizzazione del progetto.

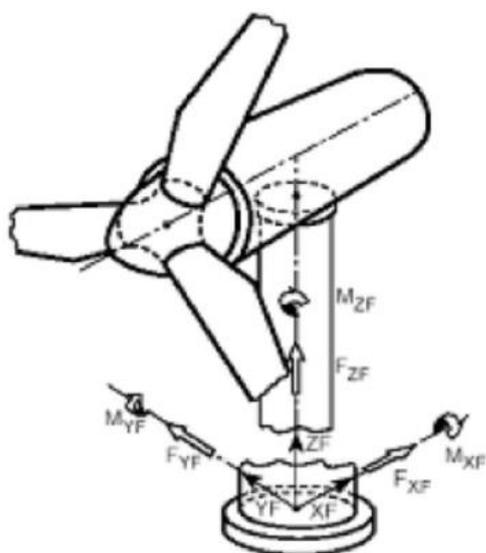
Infine, dai calcoli preliminari eseguiti, i terreni non danno luogo a fenomeni di liquefazione in caso di sisma ma, vista la significativa eterogeneità del complesso alluvionale, si renderà necessario eseguire, in fase di progettazione esecutiva, calcoli del coefficiente di liquefazione per ogni sito di installazione.

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 10 di 29

## 4 CARICHI DI PROGETTO

Per la definizione delle azioni di progetto al piede della torre sono state assunte come riferimento le azioni agenti sulla fondazione di una torre eolica di caratteristiche assimilabili all'aerogeneratore previsto in progetto.

Per le verifiche preliminari sulle strutture di fondazione sono state considerate le azioni massime fornite dal costruttore nel documento "Foundation Loads T135-1298 – D2406108/002".



XF horizontal  
ZF vertically upwards in direction of the tower axis  
YF horizontally sideways, so that XF, YF, ZF rotate clockwise

Load case	Load factor	F <sub>x</sub> (kN)	F <sub>y</sub> (kN)	F <sub>z</sub> (kN)	F <sub>xy</sub> (kN)	M <sub>x</sub> (kNm)	M <sub>y</sub> (kNm)	M <sub>z</sub> (kNm)	M <sub>xy</sub> (kNm)
Dlc22_3bn_v11.0_p_s8	1,1	1899,37	-30,2	-8518,03	1899,61	10542,98	248324,9	848,69	248548,63

Table 3 SG 6.0-170 HH135m Factored/Unfactored Extreme loads at tower bottom

Load case	F <sub>x</sub> (kN)	F <sub>y</sub> (kN)	F <sub>z</sub> (kN)	F <sub>xy</sub> (kN)	M <sub>x</sub> (kNm)	M <sub>y</sub> (kNm)	M <sub>z</sub> (kNm)	M <sub>xy</sub> (kNm)
Dlc14_v90.0_p_000	1316,18	54,14	-7707,99	1317,29	2463,44	186812,5	294,48	186828,7

Table 4 SG 6.0-170 HH135m Characteristics Loads at the base of the tower

Nelle tabelle precedenti sono riportate le Azioni Massime e le Azioni Caratteristiche al piede della torre; nel seguito verranno utilizzate le Azioni Caratteristiche per le verifiche allo stato limite ultimo con il coefficiente di sicurezza pari a 1.5 previsto dalla normativa italiana, il DM 17/01/2018.

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 11 di 29

I carichi massimi in condizioni estreme (*extreme loads*), sono i valori calcolati per le condizioni climatiche riportate nella tabella seguente.

Description	Unit	Value
Design code	-	IEC-61400-1 Ed3
IEC Class	-	3A
Design life time according to IEC	years	20
Annual average wind speed at hub height, $V_{ave}$	m/s	7.5
Extreme wind speed at hub height (10-min with 50 years return period), $V_{ref}$	m/s	37.5
Mean turbulence intensity at 15 m/s, $I_{ref}$	-	0.16
Average air density, $\rho$	kg/m <sup>3</sup>	1.225

Table 1 Design code information and climatic conditions

Le predette condizioni climatiche utilizzate dal Costruttore per il calcolo dei carichi estremi al piede della torre sono da considerare quale condizione limite per poter installare questo modello di torre nel sito in progetto.

È dunque necessario verificare la compatibilità tra le condizioni climatiche previste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni per il sito di installazione e quelle limite specificate dal Costruttore.

In particolare, è necessario verificare che la velocità massima del vento prevista dalla normativa vigente per il sito in progetto sia almeno inferiore a quella prevista nella tabella precedente:

### Art. 3.3 D.M. 17/01/2018 (NTC 2018) - Azioni del Vento

Sito installazione: Regione Sardegna - Provincia di Cagliari - Comune di Ittiri

$$a_s = 600 \text{ m s.l.m.m.} \quad a_{s, \max} = a_s + 200 \text{ (altezza mozzo + raggio)} = 800 \text{ m}$$

Zona Climatica di riferimento = 6

$$a_0 = 500 \text{ m} \quad v_{b,0} = 28 \text{ m/s} \quad k_s = 0.36$$

$$\text{per } a_s > a_0 \quad v_b = v_{b,0} \times C_a \quad C_a = 1 + k_s (a_{s, \max} / a_0 - 1) \quad C_a = 1.22$$

Velocità massima di riferimento indicata dalle NTC 2018 (10 min, 50 anni  $T_r$ ):

$$v_b = 34.16 \text{ m/s}$$

Velocità massima indicata dal produttore (10 min, 50 anni  $T_r$ ):

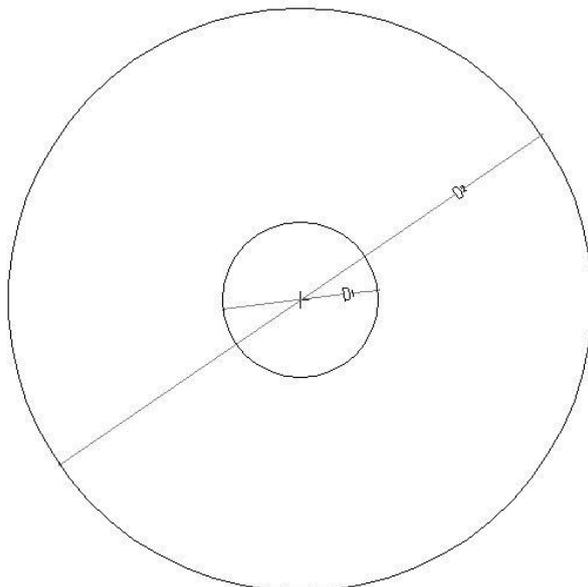
$$V_{ref} = 37.50 \text{ m/s}$$

La velocità massima indicata dal Costruttore è superiore a quella prevista dalla normativa vigente per il sito in progetto, la verifica di compatibilità è dunque soddisfatta.

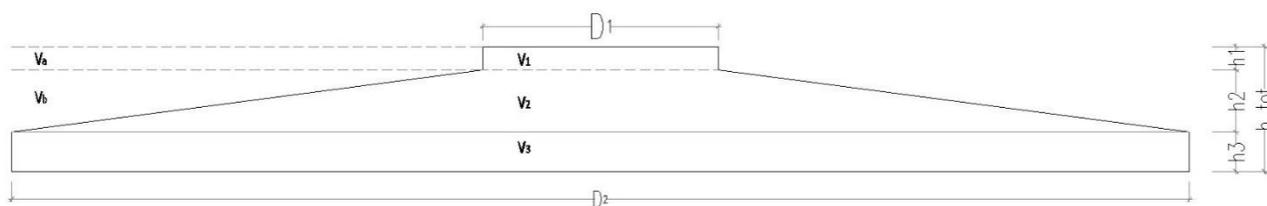
<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 12 di 29	

## 5 VERIFICA STABILITA' GLOBALE (EQU)

Si conducono nel seguito le verifiche di stabilità globale del basamento di fondazione, con riferimento alle azioni di progetto precedentemente indicate.



*Schema in pianta basamento di fondazione*



*Schema in sezione basamento di fondazione*

### DATI GEOMETRICI FONDAZIONE:

diametro colletto =	$d_1 = 8.00 \text{ m}$
diametro esterno =	$d_2 = 30.00 \text{ m}$
altezza colletto =	$h_1 = 1.00 \text{ m}$
altezza intermedia =	$h_2 = 2.00 \text{ m}$
altezza minima =	$h_3 = 1.00 \text{ m}$
altezza totale =	$h_{\text{tot}} = 4.00 \text{ m}$

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 13 di 29	

## A - VERIFICA AL RIBALTAMENTO

$\gamma_{G1} = 0.90$	$\gamma_{G2} = 0.80$	$\gamma_q = 1.50$
----------------------	----------------------	-------------------

### CARICHI VERTICALI

Peso del basamento

$$G_1 = 24 \times \pi \times [d_1^2 \times h_1 + 1/3 \times (d_1^2 + d_1 \times d_2 + d_2^2) \times h_2 + d_2^2 \times h_3] / 4$$

$$G_1 = 33'284 \text{ kN}$$

Peso del terreno di ricoprimento

$$G_2 = 16 \times \pi \times [(d_2^2 - d_1^2) \times (h_1 - 0.10) + (d_2^2 \times h_2) - 1/3 \times (d_1^2 + d_2 \times d_1 + d_2^2) \times h_2] / 4$$

$$G_2 = 18'827 \text{ kN}$$

Peso della torre

$$V = 7'710 \text{ kN}$$

### AZIONI PER LA CONDIZIONE DI CARICO EQU

(peso proprio basamento + peso terreno ricoprimento - senza coefficienti parziali)

$G_1 = 33'284 \text{ kN}$	$G_2 = 18'827 \text{ kN}$
---------------------------	---------------------------

(momento flettente + azione orizzontale al piede della torre + peso permanente torre – senza coefficienti parziali)

$M = 186'830 \text{ kNm}$	$H = 1'320 \text{ kN}$	$V = 7'710 \text{ kN}$
---------------------------	------------------------	------------------------

### MOMENTO STABILIZZANTE

$$M_{STA} = (0.9 \times G_1 + 0.8 \times G_2 + 0.9 \times V) \times d_2 / 2$$

$$M_{STA} = (0.9 \times 33'284 + 0.8 \times 0 + 0.9 \times 7'710) \times 14 = 516'524 \text{ kNm}$$

### MOMENTO RIBALTANTE

$$M_{RIB} = \gamma_q \times (M + H \times h_{tot})$$

$$M_{RIB} = 1.5 \times (186'830 + 1'320 \times 4) = 288'165 \text{ kNm}$$

Coefficiente di sicurezza:

$$M_{STA} / M_{RIB} = 1.79$$

Verifica soddisfatta senza considerare il peso stabilizzante del rilevato.

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 14 di 29	

## B – VERIFICA SCORRIMENTO

$\gamma_{G1} = 0.90$	$\gamma_{G2} = 0.80$	$\gamma_q = 1.50$
----------------------	----------------------	-------------------

Risultante forze che attivano lo scorrimento:

$$H = 1'320 \text{ kN}$$

$$F_{scr} = \gamma_q \times H = 1'980 \text{ kN}$$

Risultante forze che si oppongono allo scorrimento:

Peso della torre

$$V = 7'710 \text{ kN}$$

Peso del basamento

$$G_1 = 33'284 \text{ kN}$$

Peso del terreno di ricoprimento

$$G_2 = 18'827 \text{ kN}$$

Angolo di attrito terreno/fondazione

$$\varphi = 28^\circ$$

$$\varphi' = 0.5 \varphi$$

$$F_{sta} = \tan\varphi' \times (\gamma_{G1} \times G_1 + \gamma_{G2} \times V) = 9'198 \text{ kN}$$

Coefficiente di sicurezza:

$$F_{sta} / F_{scr} = 4.64$$

Verifica soddisfatta senza considerare il peso stabilizzante del rilevato.

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 15 di 29	

## C – DIMENSIONAMENTO PALI DI FONDAZIONE

In progetto sono previsti 32 pali di fondazione di diametro pari a 800 mm, in conglomerato cementizio armato, di lunghezza pari a 15 metri, ad asse verticale, del tipo trivellato con asportazione del terreno.

Le ipotesi progettuali seguite sono quelle relative a pali con portanza per attrito laterale e portanza di punta, con una profondità di infissione nei depositi argillificati poco addensati pari ad almeno 12 metri.

Si riporta di seguito la valutazione effettuata in base alle prescrizioni dell'A.G.I. (Associazione Geotecnica Italiana), tralasciando il contributo offerto dall'attrito laterale in considerazione dell'incertezza in questa fase sugli spessori degli strati attraversati.

### PALO TIPO 1

$l = 15$  metri

$\Phi = 800$  mm

$Q_{lim} = q_p \times A_p / \gamma$                       dove:

$Q_{lim}$  = portanza limite del palo in esercizio

$q_p$  = resistenza unitaria alla punta

$A_p$  = area della punta del palo ( $\Phi = 800$  mm  $A = \text{cost.} = 5024 \text{ cm}^2$ ),

$\gamma$  = coefficiente di sicurezza = 2.5 (valutazione teorica)

$q_p = N_q \times q_L$                       dove:

$q_L$  = tensione geostatica sul piano orizzontale passante per la punta del palo

$N_q$  = fattore adimensionale

$q_L = \sum_i h_i \times \gamma_i^l$                       dove:

$h_i$  = profondità dei vari strati attraversati

$\gamma_i^l$  = peso specifico del terreno immerso dei vari strati

$h = 15.00$  m (*marne alterate D.1*)                       $\gamma^l = 1940 \text{ kg/m}^3$                        $q_L = 29.100 \text{ kg/m}^2$

$q_L = 29.100 \text{ kg/m}^2$

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 16 di 29	

Il valore di  $N_q$  è stato valutato sulla base degli elementi forniti dall'A.G.I. secondo vari Autori per pali trivellati di medio diametro in terreni incoerenti, con  $\varphi = 30^\circ$ :

Vesic	$N_q = 30$
Berezantzev	$N_q = 36$
Meyerhof	$N_q = 85$
Skempton	$N_q = 70$
Brinch - Hansen	$N_q = 50$

Si è ritenuto opportuno estrapolare un valore medio, ovvero quello fornito dalla teoria del Brinch - Hansen, e utilizzare un coefficiente  $N_q = 50$ , onde per cui:

$$Q_{lim} = 29.100 \times 0.5024 \times 50 / 2.5 = 292.396 \text{ kg}$$

si assume:

$$Q_{lim} = 292 \text{ tonnellate}$$

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 17 di 29

## D - VERIFICA AL RIBALTAMENTO FONDAZIONE SU PALI

### AZIONI PER LA CONDIZIONE DI CARICO EQU

(momento flettente + azione orizzontale al piede della torre + peso permanente torre – senza coefficienti parziali)

M = 186'830 kNm	H = 1'320 kN
-----------------	--------------

### MOMENTO RIBALTANTE

$$M_{RIB} = \gamma_q \times (M + H \times h_{tot})$$

$$M_{RIB} = 1.5 \times (186.830 + 1.320 \times 4) = 288.165 \text{ kNm}$$

### MOMENTO STABILIZZANTE

Con riferimento allo schema di posizionamento in pianta dei pali di fondazione, si verifica nel seguito la stabilità globale calcolando il solo contributo di resistenza a compressione dei pali disposti su un settore circolare pari alla metà della circonferenza (si considera cautelativamente il solo contributo di 15 pali compressi).

$$M_{STA} = \sum_i N_p \times n_i \times d_i \quad \text{dove:}$$

$N_p$  = carico limite del singolo palo

$d_i$  = braccio delle forze palo – asse fondazione

$n_i$  = numero pali nella fila i-esima

$$N_p = 2920 \text{ kN}$$

$$d_1 = 2 \text{ m} \quad n_1 = 2$$

$$d_2 = 3.50 \text{ m} \quad n_2 = 2$$

$$d_3 = 5.50 \text{ m} \quad n_3 = 2$$

$$d_4 = 7.60 \text{ m} \quad n_4 = 4$$

$$d_5 = 9.70 \text{ m} \quad n_5 = 2$$

$$d_6 = 10.80 \text{ m} \quad n_6 = 1$$

$$d_7 = 13.30 \text{ m} \quad n_7 = 2$$

$$\sum_i n_i \times d_i = 109.2 \text{ m}$$

$$M_{STA} = 2920 \times 109.2 = 318.864 \text{ kNm}$$

Coefficiente di sicurezza:

$$M_{STA} / M_{RIB} = 1.10$$

Verifica soddisfatta senza considerare il contributo del basamento.

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 18 di 29	

## 6 VERIFICA DI RESISTENZA DELLA FONDAZIONE DIRETTA (STR)

Si riportano nel seguito i risultati di calcolo del modello strutturale, realizzato discretizzando il basamento in elementi finiti di sezione variabile, e verificando le sezioni in c.a.

La fondazione è stata verificata con riferimento alla stratigrafia di progetto, considerando la Categoria di sottosuolo C ed una costante di winkler pari a 10 kg/cm<sup>3</sup>.

### COMBINAZIONE DI CARICO 1 – (SLE)

(peso proprio basamento + peso terreno ricoprimento - senza coefficienti parziali)

$G_1 = 33'284 \text{ kN}$	$G_2 = 18'827 \text{ kN}$
---------------------------	---------------------------

### COMBINAZIONE DI CARICO 2 – (SLE)

(peso proprio basamento + peso terreno ricoprimento + azioni dalla Torre - senza coefficienti parziali)

$G_1 = 33'284 \text{ kN}$	$G_2 = 18'827 \text{ kN}$	$V = 7'710 \text{ kN}$
$M_F = 186'830 \text{ kNm}$	$H = 1'320 \text{ kN}$	$M_T = 295 \text{ kNm}$

### COMBINAZIONE DI CARICO 3 – (SLU)

(peso proprio basamento + peso terreno ricoprimento + azioni dalla Torre - con i coefficienti parziali)

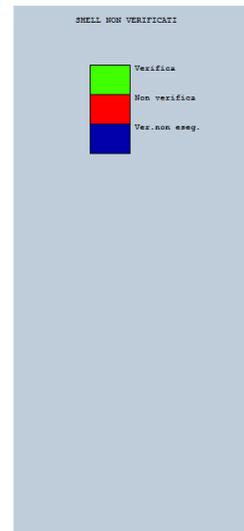
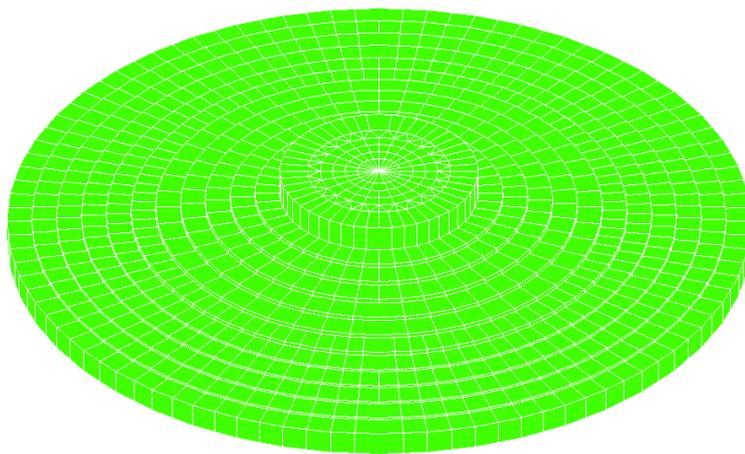
$G_1 = \gamma_{G1} \times 33'284 \text{ kN}$	$G_2 = \gamma_{G2} \times 18'827 \text{ kN}$	$V = \gamma_{G2} \times 7'710 \text{ kN}$
$M = \gamma_q \times 186'830 \text{ kNm}$	$H = \gamma_q \times 1'320 \text{ kN}$	$M_T = \gamma_q \times 295 \text{ kNm}$

$\gamma_{G1} = 1.3$	$\gamma_{G2} = 1.5$	$\gamma_q = 1.50$
---------------------	---------------------	-------------------

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 19 di 29

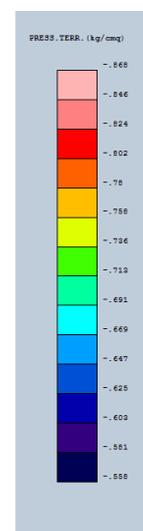
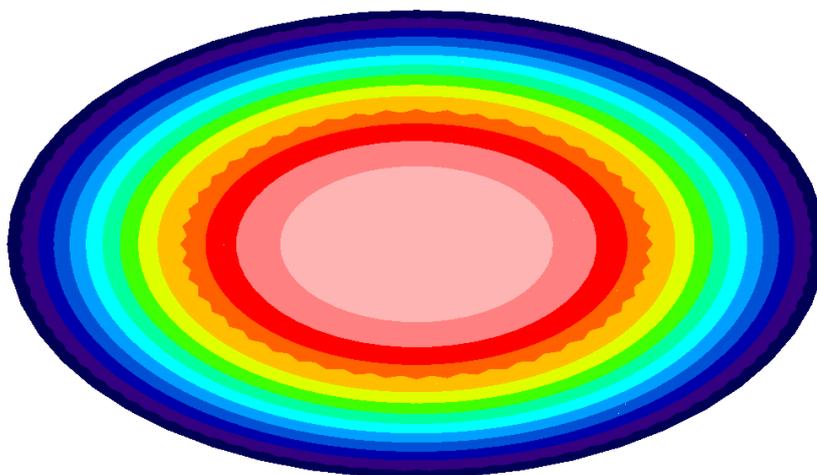
**FONDAZIONE TIPO** (Sondaggio S6, costante Winkler = 10 kg/cm<sup>3</sup>)

**COLORMAP VERIFICHE ELEMENTI SHELL**



**PRESSIONI DI CONTATTO**

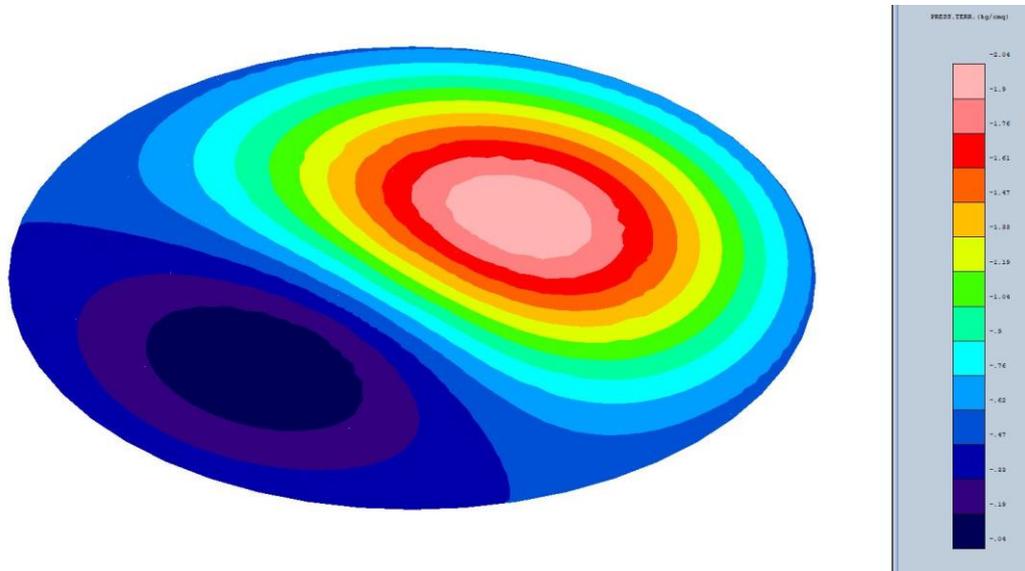
COLORMAP PRESSIONI DI CONTATTO COMBINAZIONE 1 (SOLO p.p.)



Pressione di contatto SLE:  $\sigma_{pp} = 0.87 \text{ kg/cm}^2$

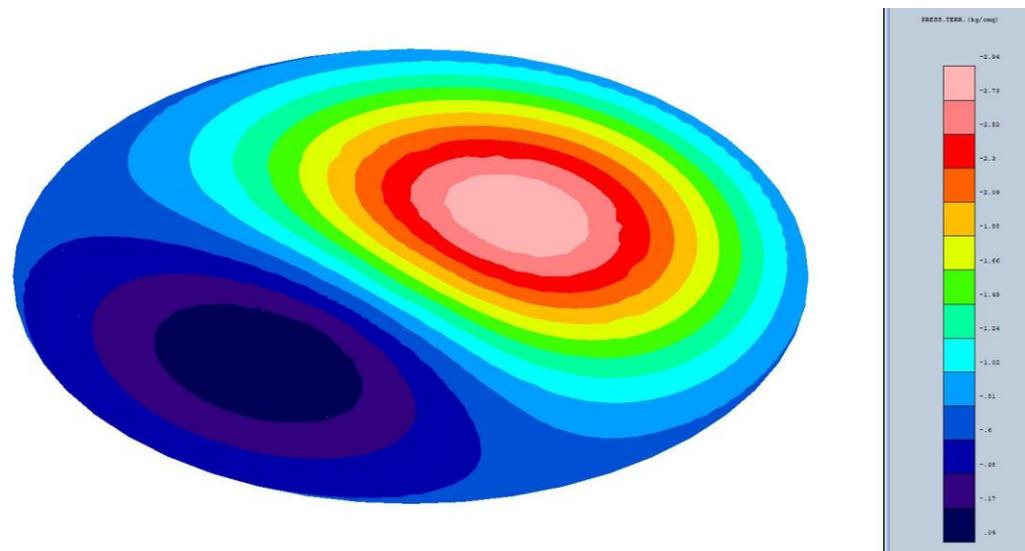
<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 20 di 29

COLORMAP PRESSIONI DI CONTATTO COMBINAZIONE 2 (SLE)



Pressione di contatto SLE:  $\sigma_{es} = 2.04 \text{ kg/cm}^2$

COLORMAP PRESSIONI DI CONTATTO COMBINAZIONE 3 (SLU)

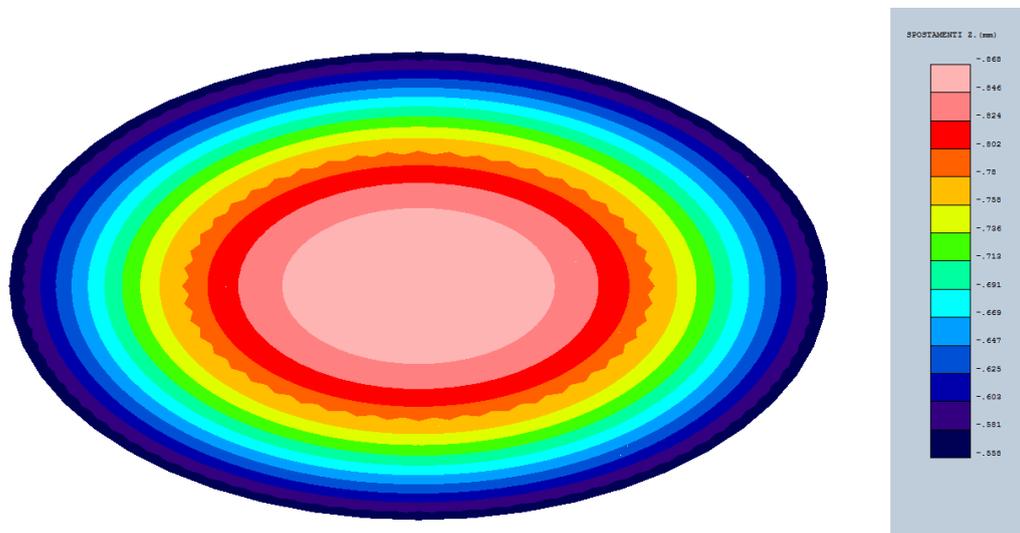


Pressione di contatto SLU:  $\sigma_{max} = 2.94 \text{ kg/cm}^2$

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 21 di 29

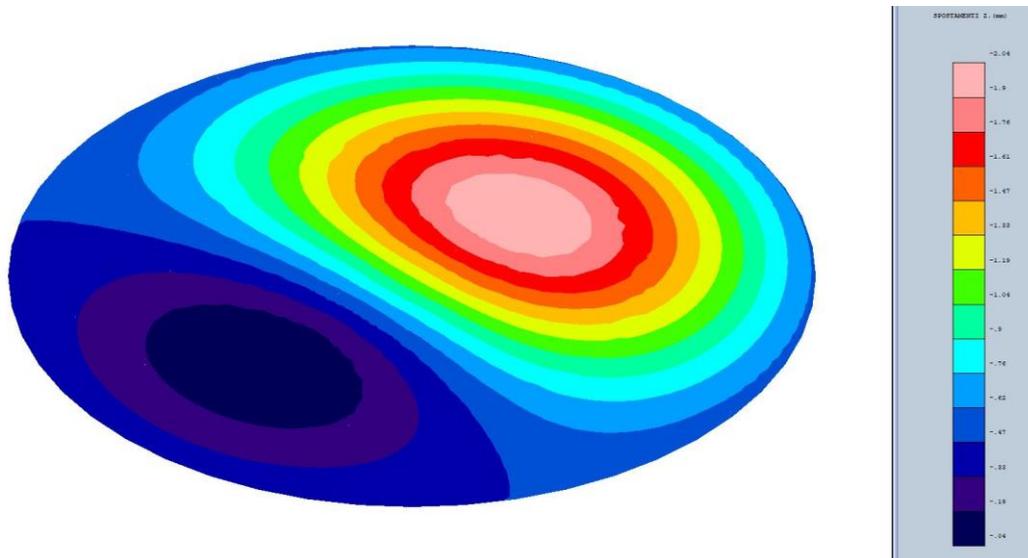
## CEDIMENTI ATTESI

### COLORMAP SPOSTAMENTI VERTICALI COMBINAZIONE 1 (SOLO p.p.)



Spostamento massimo:  $w_1 = 0.87 \text{ mm}$

### COLORMAP SPOSTAMENTI VERTICALI COMBINAZIONE 2 (SLE)



Spostamento massimo:  $w_{es} = 2.04 \text{ mm}$

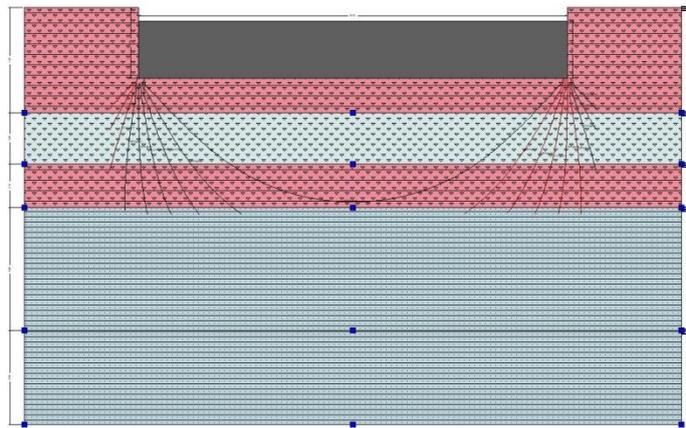
<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 22 di 29

## 7 VERIFICA DI RESISTENZA DEL TERRENO (GEO)

Le verifiche geotecniche sono state condotte con l'ausilio del software LoadCap 2020, programma di verifiche geotecniche per fondazioni superficiali.

Si distinguono nel seguito le verifiche per i siti di installazione nei quali ricorrono le condizioni della **Stratigrafia S6**.

### 7.1 Verifica di resistenza su stratigrafia S6



#### DATI GENERALI MODELLAZIONE SONDAGGIO S6 - SLU

=====	
Normativa	NTC 2018
Diametro della fondazione	30.0 m
Profondità piano di posa	4.0 m
=====	

#### SISMA

=====	
Accelerazione massima (amax/g)	0.05
Effetto sismico secondo NTC:	Cascone Maugeri
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0.01
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]	0.005
=====	

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>CONSULENZA E PROGETTI</b> www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 23 di 29

## STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [Kg/m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturo [Kg/m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coesione [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Coesione non drenata [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Modulo Elastico [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Modulo Edometrico [Kg/cm <sup>2</sup> ]
7.4	1941.0	2696.0	28.0	0.56	0.92	150.0	180.0
3.6	2100.0	2560.0	40.0	0.56	0.0	500.0	500.0
3.1	2100.0	2560.0	28.0	0.56	0.92	500.0	500.0
8.6	1890.0	1910.0	35.0	0.2	0.0	200.0	250.0
6.6	1910.0	1970.0	36.0	0.2	0.0	400.0	400.0

## Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [Kg/cm <sup>2</sup> ]	N [Kg]	Mx [Kg·m]	My [Kg·m]	Hx [Kg]	Hy [Kg]	Tipo
1	A1+M1+R3	1.66	8937314.00	25130510.00	0.00	199148.00	0.00	Progetto
2	SISMA	1.11	8937314.00	25130510.00	0.00	199148.00	0.00	Progetto

## Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	1.8	1.1

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 24 di 29

### COMBINAZIONE A1+M1+R3

**Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)**

=====

#### PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

=====

Peso unità di volume	1941.0 Kg/m <sup>3</sup>
Peso unità di volume saturo	2696.0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito	28.0 °
Coesione	0.56 Kg/cm <sup>2</sup>

=====

Eccentricità su B [eB]	2.811864 m
Fattore [Nq]	14.72
Fattore [Nc]	25.8
Fattore [Ng]	10.94
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.07
Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.96
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.05
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.97
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.94
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 25 di 29

=====

Carico limite	50.91 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Resistenza di progetto</b>	<b>22.13 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Condizione di verifica [Ed&lt;=Rd]</b>	<b>Verificata</b>

=====

### VERIFICA A SCORRIMENTO (A1+M1+R3)

=====

Adesione terreno fondazione	0.56 Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo di attrito terreno fondazione	0 °
Frazione spinta passiva	50 %
Resistenza di progetto	4185050 Kg
Sollecitazione di progetto	199148 Kg

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====

### COMBINAZIONESISMA

**Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)**

=====

#### PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

=====

Peso unità di volume	1941.0 Kg/m <sup>3</sup>
Peso unità di volume saturo	2696.0 Kg/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito	28.0 °
Coesione	0.56 Kg/cm <sup>2</sup>

=====

Eccentricità su B [eB]	2.811864 m
Fattore [Nq]	14.72
Fattore [Nc]	25.8
Fattore [Ng]	10.94
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.07

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 26 di 29	

Fattore inclinazione carichi [Ic]	0.96
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.0
Fattore profondità [Dq]	1.05
Fattore inclinazione carichi [Iq]	0.97
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	0.94
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.97
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====

Carico limite	50.35 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>Resistenza di progetto</b>	<b>27.97 Kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Condizione di verifica [Ed&lt;=Rd]</b>	<b>Verificata</b>

=====

### VERIFICA A SCORRIMENTO (SISMA)

=====

Adesione terreno fondazione	0.56 Kg/cm <sup>2</sup>
Angolo di attrito terreno fondazione	0 °
Frazione spinta passiva	50 %
Resistenza di progetto	4185050 Kg
Sollecitazione di progetto	199148 Kg
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

=====

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 27 di 29

## MODULO DI BOWLES-WINKLER

**Modulo di deformazione** **20.27 Kg/cm<sup>3</sup>**

=====

## CEDIMENTI EDOMETRICI PER OGNI STRATO

**Cedimento edometrico calcolato con: Metodo logaritmico di Terzaghi**

Pressione normale di progetto 1.11 Kg/cm<sup>2</sup>  
Cedimento dopo T anni 15.0  
Distanza 0.59 m  
Angolo 292.08 °  
Cedimento totale 0.867 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento consolidazione;  
Ws: Cedimento secondario; Wt: Cedimento totale.

Strato	Z (m)	Tensione (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dp (Kg/cm <sup>2</sup> )	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
1	6.2	1.203	0.139	Edometrico	0.196	--	0.196
2	9.2	1.814	0.137	Edometrico	0.1024	--	0.1024
3	12.55	2.518	0.13	Edometrico	0.0822	--	0.0822
4	18.4	3.656	0.105	Edometrico	0.366	--	0.366
5	26	5.099	0.073	Edometrico	0.1207	--	0.1207

=====

## CEDIMENTI ELASTICI

Pressione normale di progetto 1.1 Kg/cm<sup>2</sup>  
Spessore strato 7.5 m  
Profondità substrato roccioso 7.5 m  
Modulo Elastico 150.0 Kg/cm<sup>2</sup>  
Coefficiente di Poisson 0.35

=====

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 28 di 29	

Coefficiente di influenza I1                      0.05

Coefficiente di influenza I2                      0.07

Coefficiente di influenza Is                      0.08

=====

Cedimento al centro della fondazione      2.92 mm

=====

Coefficiente di influenza I1                      0.01

Coefficiente di influenza I2                      0.05

Coefficiente di influenza Is                      0.04

Cedimento al bordo                              0.64 mm

=====

<b>COMMITTENTE</b> RWE Renewables Italia S.r.l. Via Andrea Doria, 41/G - Roma (RM)		<b>OGGETTO</b> PARCO EOLICO "ALAS 2" PROGETTO DEFINITIVO	<b>COD. ELABORATO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.RC02
 <b>iat</b> CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	<b>TITOLO</b> Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.	<b>PAGINA</b> 29 di 29	

## 8 CONCLUSIONI

Il presente elaborato riporta le risultanze dei calcoli preliminari delle strutture di fondazione degli aerogeneratori previsti dal progetto del Parco eolico denominato "Alas 2", da realizzarsi nei territori di Ittiri e Villanova Monteleone (SS), proposto dalla società RWE Renewables Italia S.r.l.

Con riferimento ai carichi di progetto, alla caratterizzazione geotecnica preliminare nonché ai risultati delle verifiche di stabilità, resistenza delle strutture e del terreno di fondazione, si può riassumere quanto segue:

- nei siti di installazione nei quali ricorrono le condizioni della **Stratigrafia S6** è stata verificata una fondazione diretta a pianta circolare, avente diametro di 30 m e spessore massimo pari a circa 4 metri;
- in questo caso la presenza di depositi piroclastici argillificati fortemente addensati per uno spessore di circa 7 m, con sottostante strato di ignimbriti sino alla profondità di 11 dal piano di campagna, offre una resistenza di progetto adeguata (il valore minimo di resistenza è pari a 22 kg/cm<sup>2</sup>, la pressione massima di contatto è pari a 2.94 kg/cm<sup>2</sup>);
- nei siti di installazione in cui, nell'ambito delle indagini geologiche e geotecniche da condursi nella fase più avanzata della progettazione fosse rinvenuta alla quota di posa del basamento, la presenza di materiale meno addensato, la profondità di scavo dovrà essere opportunamente incrementata e la quota ottimale di posa potrà essere recuperata con calcestruzzo magro dello spessore necessario (50÷100 cm);
- nei casi in cui si dovessero riscontrare materiali poco addensati per spessori più significativi, dovranno essere realizzate fondazioni indirette;
- in caso di fondazioni profonde in progetto è stato verificato un basamento a pianta circolare, fondato su 32 pali di diametro pari a 800 m, di profondità pari a 15 m, da realizzare in opera mediante carotaggio continuo.

Nelle fasi più avanzate della progettazione, pertanto, sarà indispensabile disporre di dati geotecnici specifici per ogni singola postazione eolica al fine di confermare o, se necessario, variare le previsioni ed i calcoli qui riportati in via preliminare.