

SCS ENLIN S.r.l.
 Sede Legale:
 Via F.do Ayroldi, 10
 72017 Ostuni (BR)
 P. IVA 02703630745



CODE
SCS.DES.R.CIV.ITA.W.5681.006.00

PAGE
 1 di/of 12

AVAILABLE LANGUAGE: IT

**IMPIANTO EOLICO MONTEMILONE
 COMUNI DI
 MONTEMILONE E VENOSA (PZ)**

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

File name: SCS.DES.R.CIV.ITA.W.5681.006.00_Relazione preliminare sulle strutture.docx

00	29/03/2024	EMISSIONE	SCS INGEGNERIA A. Calò	SCS INGEGNERIA F. de Castro	SCS INGEGNERIA A.Sergi
REV	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED

IMPIANTO / Plant IMPIANTO EOLICO MONTEMILONE	CODE																	
	<i>GROUP</i>	<i>FUNCTION</i>	<i>TYPE</i>	<i>DISCIPLINE</i>	<i>COUNTRY</i>	<i>TEC</i>	<i>PLANT</i>			<i>PROGRESSIVE</i>	<i>REVISION</i>							
	SCS	DES	R	C	I	V	I	T	A	W	5	6	8	1	0	0	6	0

CLASSIFICATION: **UTILIZATION SCOPE : PROGETTO DEFINITIVO**

INDICE

1	PREMESSA	5
2	DESCRIZIONE DELLE OPERE DI FONDAZIONE	6
3	NORME DI RIFERIMENTO	7
4	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	7
5	CRITERI DI VERIFICA	10
5.1	MODELLAZIONE	10
5.2	VERIFICHE ESEGUITE	10
5.3	APPROCCI DI PROGETTO E COMBINAZIONI DI CARICO	10
5.4	ANALISI DEI CARICHI	12
5.4.1	AZIONI DERIVANTI DALLA SOVRASTRUTTURA	12

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1.1: Vista e caratteristiche dell'aerogeneratore di riferimento.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2.1: Geometria della fondazione diretta dell'aerogeneratore</i>	<i>6</i>
<i>Figura 4.1: Localizzazione dell'area di impianto nel contesto nazionale.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 4.2: Localizzazione dell'impianto a livello regionale.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 4.3: Dettaglio Area di Impianto su ortofoto.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 4.4: Ambiti Paesaggistici Regione Basilicata – Ambito 3 "La collina e i terrazzi del Bradano"</i>	<i>9</i>
<i>Figura 5.1: Simbologia adottata nell'analisi dei carichi e nelle verifiche</i>	<i>12</i>

SCS ENLIN S.r.l.
Sede Legale:
Via F.do Ayroldi, 10
72017 Ostuni (BR)
P. IVA 02703630745



CODE

SCS.DES.R.CIV.ITA.W.5681.006.00

PAGE

4 di/of 12

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1-1: Coordinate aerogeneratori e relativa ubicazione catastale	6
Tabella 2-1: Geometria del plinto	7
Tabella 5-1.....	11
Tabella 5-2.....	11
Tabella 5-3: Possibili valori dei coefficienti parziali delle azioni adottati nel presente progetto	11
Tabella 5-4: Scarichi in fondazione forniti da Siemens Gamesa secondo [5]	12

1 PREMESSA

La presente relazione preliminare è redatta allo scopo di descrivere le tipologie strutturali adottate per le opere di fondazione degli aerogeneratori del proposto parco eolico denominato "Montemilone". Si riportano, inoltre, la normativa di riferimento, i parametri geotecnici, le verifiche eseguite, le combinazioni di carico impiegate e le azioni agenti considerate. L'effettivo dimensionamento e il relativo calcolo è riportato all'elaborato "SCS.DES.R.CIV.ITA.W.5681.011.00_Relazione geotecnica e indicazioni preliminari sulle strutture di fondazione" allegato al progetto.

L'area di progetto, oggetto di indagine, comprende n. 13 aerogeneratori (nel seguito WTG) e ricade nell'ambito dei territori comunali di Venosa e Montemilone (PZ). Le opere di connessione, invece, oltre a dover essere realizzate nei territori comunali di Venosa e Montemilone, si svilupperanno anche all'interno dei comuni di Spinazzola per raggiungere la Stazione Elettrica di Spinazzola (BT). Il Comune di Minervino Murge (BT) ne viene marginalmente coinvolto per una piccola parte di superficie di sorvolo. Gli aerogeneratori verranno opportunamente disposti nell'area di interesse e installati su torri tubolari di altezza al mozzo pari a 115 m. In aggiunta, la potenza nominale delle turbine previste nel nuovo impianto di Montemilone sarà pari a massimo 7 MW per una potenza complessiva di 91 MW.

Le caratteristiche relative all'aerogeneratore scelto come macchina di riferimento del progetto vengono di seguito riportate:

- potenza di 7 MW;
- altezza torre 115 m;
- diametro rotore 170 m.

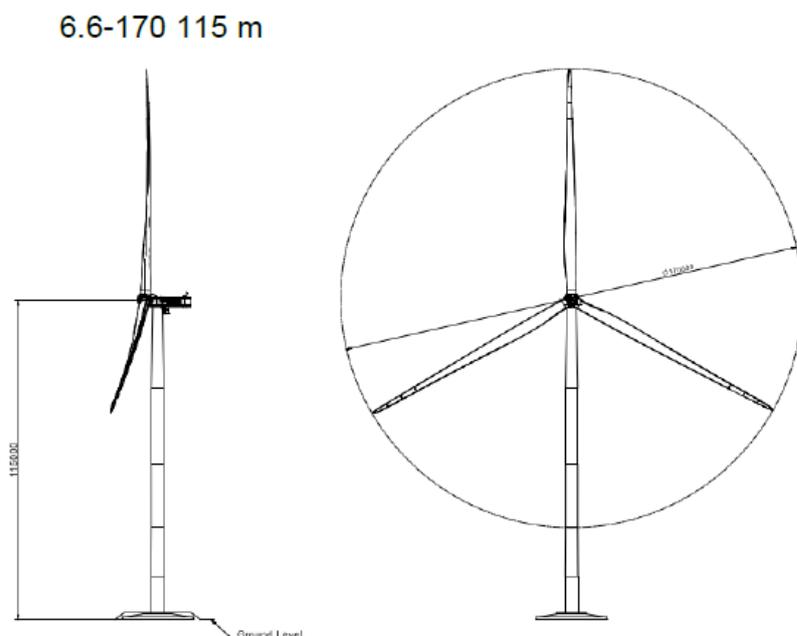


Figura 1.1: Vista e caratteristiche dell'aerogeneratore di riferimento

Ai soli fini della determinazione della geometria delle opere di fondazione, è stato considerato un aerogeneratore tipo Siemens Gamesa SG 6.0-170 T115-50A. Il tipo e la taglia esatta dell'aerogeneratore saranno comunque individuati in fase di acquisto della macchina e verranno descritti

in dettaglio in fase di progettazione esecutiva.

Gli aerogeneratori sono localizzati nel Catasto Terreni dei Comuni di Montemilone e Venosa. Nella tabella che segue sono individuate, nel sistema UTM WGS 84 – Fuso 33N e in Gauss Boaga – Roma 40 Fuso Est, le coordinate delle turbine eoliche insieme ai riferimenti catastali delle particelle nelle quali ricadono le fondazioni:

SISTEMA DI RIFERIMENTO UTM WGS 84 - FUSO 33N			SISTEMA DI RIFERIMENTO GAUSS BOAGA - Roma 40 fuso Est			RIFERIMENTI CATASTALI		
Coordinate Aerogeneratori			Coordinate Aerogeneratori			COMUNE	FG	P.LLA
WTG	EST [m]	NORD [m]	WTG	EST [m]	NORD [m]			
WTG_01	575967,36	4542516,79	WTG_01	2595970,65	4542493,41	VENOSA	4	36
WTG_02	576643,42	4542735,31	WTG_02	2596652,07	4542740,70	VENOSA	4	151
WTG_03	578021,19	4541809,60	WTG_03	2598029,81	4541814,96	MONTEMILONE	17	42
WTG_04	579127,00	4542620,00	WTG_04	2599135,62	4542625,32	MONTEMILONE	17	151 170 86
WTG_05	579786,75	4542420,29	WTG_05	2599795,36	4542425,59	MONTEMILONE	17	59 161
WTG_06	579353,00	4543851,00	WTG_06	2599361,64	4543856,31	MONTEMILONE	12	184
WTG_07	579812,00	4544422,00	WTG_07	2599820,65	4544427,30	MONTEMILONE	12	37
WTG_08	580930,00	4544363,00	WTG_08	2600938,65	4544368,28	MONTEMILONE	9 5	114 242
WTG_09	580936,00	4545233,00	WTG_09	2600944,66	4545238,28	MONTEMILONE	5	269 50
WTG_10	581930,26	4544145,97	WTG_10	2601938,90	4544151,23	MONTEMILONE	13	15
WTG_11	582674,96	4546362,97	WTG_11	2602683,64	4546368,22	MONTEMILONE	8	112 59
WTG_12	582093,00	4546942,00	WTG_12	2602101,69	4546947,26	MONTEMILONE	7	42
WTG_13	582727,43	4547276,05	WTG_13	2602736,13	4547281,30	MONTEMILONE	7	35

Tabella 1-1: Coordinate aerogeneratori e relativa ubicazione catastale

2 DESCRIZIONE DELLE OPERE DI FONDAZIONE

La fondazione tipica dell'aerogeneratore sarà in calcestruzzo armato, con pianta di forma circolare di diametro $D_e = 24,50$ m, spessore variabile da un minimo (sul bordo esterno) a un massimo in corrispondenza della zona centrale di attacco della parte di elevazione della torre.

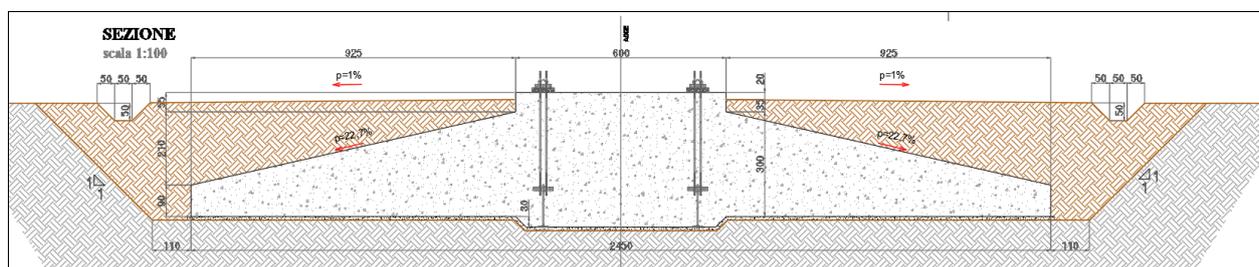


Figura 2.1: Geometria della fondazione diretta dell'aerogeneratore

GEOMETRIA FONDAZIONE DIRETTA	
Diametro esterno fondazione	24,50 m
Diametro esterno piedistallo	6,00 m
Spessore fondazione al bordo esterno	0,90 m
Spessore massimo della suola di fondazione	3,00 m
Scalino esterno del piedistallo	0,55 m
Altezza massima piedistallo	3,55 m
Ringrosso inferiore plinto (zona centrale)	0,30 m

Spessore minimo di ricoprimento fondazione	0,35 m
Pendenza profilo terra di ricoprimento	1,00 %
Pendenza estradosso fondazione	22,70 %

Tabella 2-1: Geometria del plinto

La parte più alta del plinto, cioè la zona centrale indicata come piedistallo, emerge dal terreno post-sistemazione di 20 cm (tenuto conto della pendenza del riempimento). Lo spessore minimo del plinto, sul perimetro, è di 90 cm.

3 NORME DI RIFERIMENTO

- [1] DM 17/01/2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»
- [2] Circ. 21 gennaio 2019, n. 7/C.S.LL.PP.
- [3] Eurocodice 2 - "Progettazione delle strutture in calcestruzzo. 1-1: Regole generali e regole per gli edifici"
- [4] Eurocodice 7 - "Progettazione geotecnica. Parte 1 - Regole generali"
- [5] CEI EN 61400-1

4 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'intervento, nella sua totalità, si localizza all'interno dei Comuni di Venosa e Montemilone, nei quali ricadono anche le opere civili a corredo. Le opere di connessione, invece, oltre a dover essere realizzate nei territori comunali di Venosa e Montemilone, si svilupperanno anche all'interno dei comuni di Spinazzola per raggiungere la Stazione Elettrica di Spinazzola.

L'area di impianto si sviluppa a circa 40 km dalla costa Adriatica e a 45 km a Nord-Est di Potenza, al confine tra le Regioni di Puglia e Basilicata.

Relativamente ai Comuni più vicini, invece, il parco sorge a circa 1,5 km da Montemilone e 10 km da Venosa, entrambi appartenenti alla Provincia di Potenza. Il primo Comune pugliese in prossimità dell'area di impianto è, invece, quello di Minervino Murge, distante circa 8 km dalla turbina più esterna, e appartenente alla Provincia di Barletta-Andria-Trani.

Di seguito è riportato l'inquadramento territoriale su ortofoto dell'area di progetto a livello nazionale, regionale e di dettaglio.



Figura 4.1: Localizzazione dell'area di impianto nel contesto nazionale

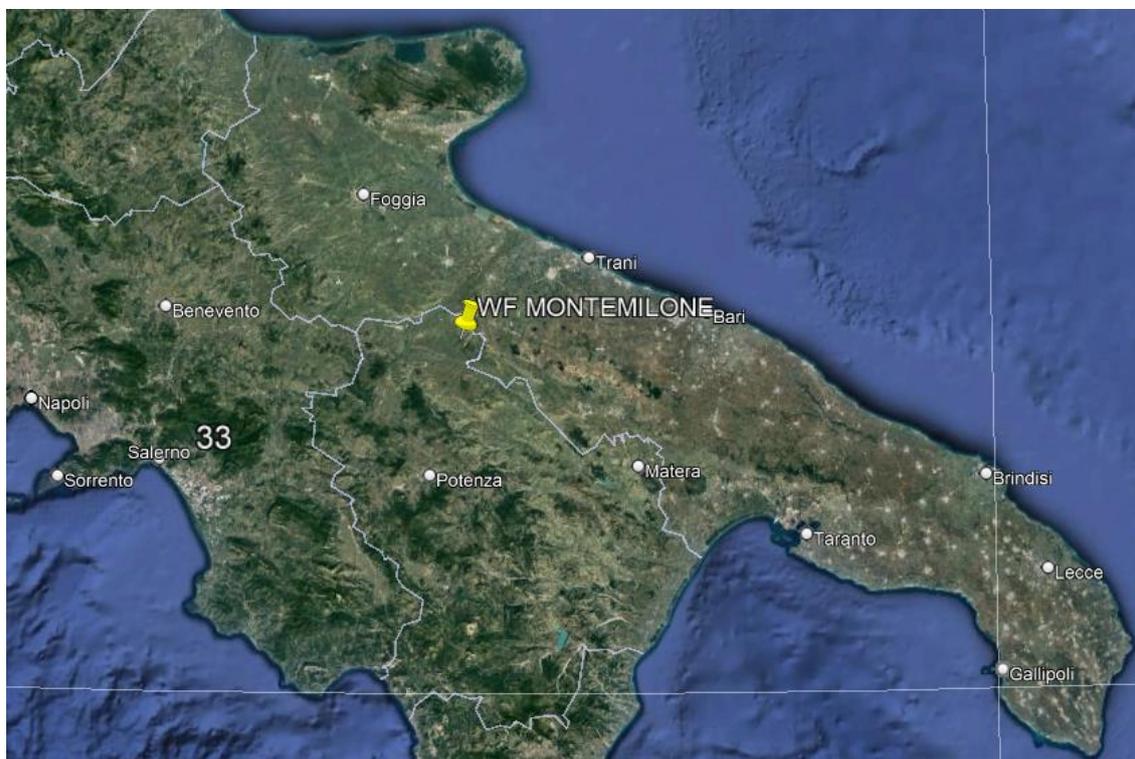


Figura 4.2: Localizzazione dell'impianto a livello regionale

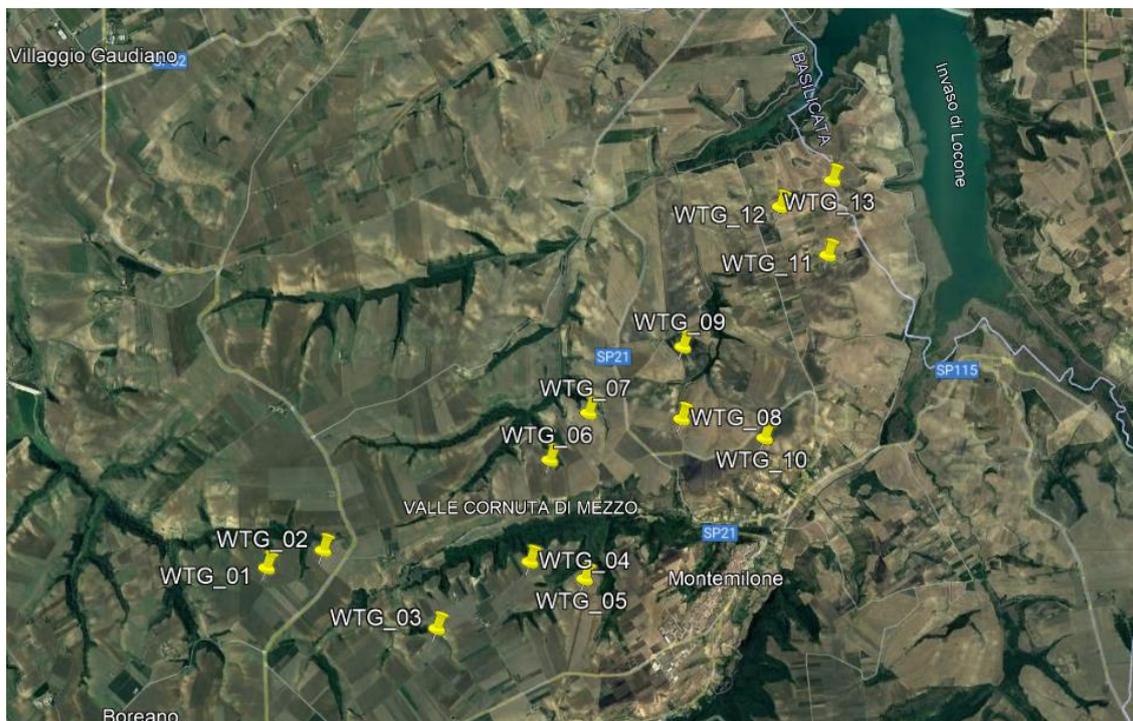


Figura 4.3: Dettaglio Area di Impianto su ortofoto

Il parco sorge a Nord del Comune di Montemilone e a ridosso del confine con la Regione Puglia, a circa 1,5 dall'Invaso di Locone.

Le aree di intervento ricadono all'interno dell'ambito paesaggistico individuato come "La collina e il terrazzi del Bradano" il cui territorio è un semi anfiteatro delimitato dai margini della catena appenninica, dominata dal monte Vulture, e dalla parte dell'ampia depressione della fossa Bradanica percorsa dal fiume Bradano.

A Nord dell'area di impianto si estende, invece, il Tavoliere delle Puglie.

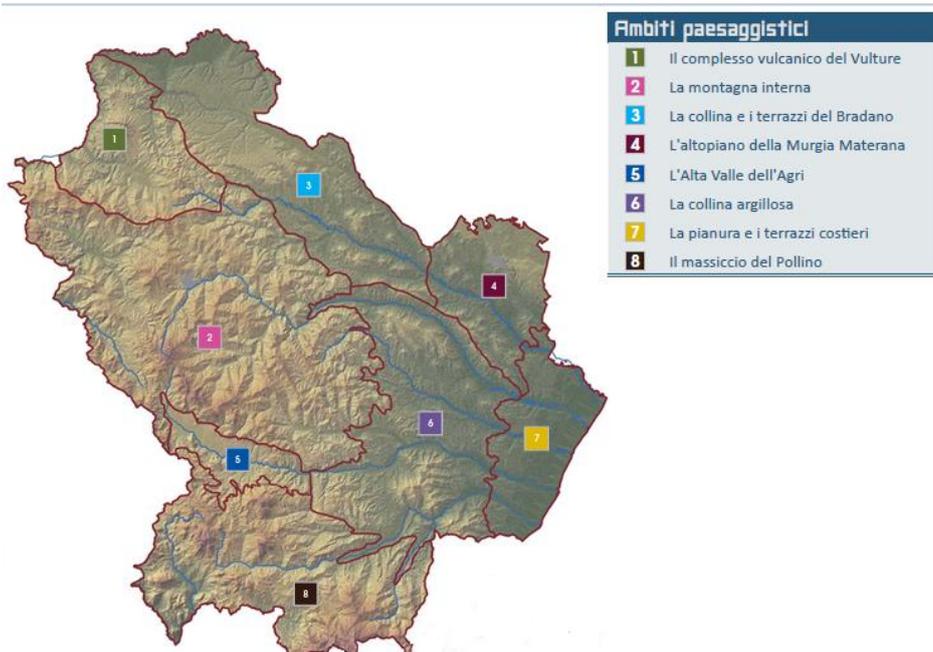


Figura 4.4: Ambiti Paesaggistici Regione Basilicata – Ambito 3 "La collina e i terrazzi del Bradano"

5 CRITERI DI VERIFICA

5.1 MODELLAZIONE

La fondazione è stata analizzata considerando i carichi dovuti alle seguenti azioni:

- 1) il peso proprio;
- 2) il peso del terreno di rinterro (sovraccarico permanente non compiutamente definito);
- 3) carichi provenienti dalla struttura in elevazione (F_z , F_x , F_y , M_z , M_x , M_y) e applicati in estradosso fondazione;

Il modello geotecnico ipotizzato è il seguente:

SPESORE STRATO	UNITÀ GEOTECNICA	PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI
40 m	U.G. 3	γ_s (kN/m ³) Peso specifico: 19,25 γ_{sat} (kN/m ³) Peso specifico: 19,75 Φ' (°) Angolo di attrito di picco: 30,50 c' (kPa) Coesione efficace: 2,5 C_u (kPa) Coesione non drenata: 67,5 E (Mpa) Modulo Elastico Statico: 20 η Coefficiente di Poisson: 0,42

5.2 VERIFICHE ESEGUITE

Le verifiche riguardanti la sicurezza globale e geotecnica sono state eseguite in accordo con il metodo degli stati limite di cui al cap. 2, 4 e 6 di [1], tenendo conto delle ulteriori richieste prestazionali previste nella normativa di settore [5]. In particolare sono state eseguite le:

- 1) verifiche globali di ribaltamento;
- 2) verifiche globali di gapping (parzializzazione delle pressioni sul piano di appoggio);
- 3) verifiche geotecniche di resistenza a slittamento e carico limite;
- 4) valutazione della costante di Winkler;
- 5) valutazione dei cedimenti massimi assoluti e differenziali;
- 6) valutazione della rigidezza rotazionale dinamica.

Le verifiche si fondano sui dati di calcolo forniti dal progettista della parte in elevazione, e che sono riassunti nelle successive tabelle (§5.4).

5.3 APPROCCI DI PROGETTO E COMBINAZIONI DI CARICO

Per le verifiche geotecniche si fa riferimento all'approccio 2, in accordo con la combinazione A1+M1+R3 e le tabelle seguenti:

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_Q	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Tabella 5-1

Verifica	Coefficiente parziale (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2,3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1,1$

Tabella 5-2

Nella logica del metodo degli Stati Limite ogni azione è stata classificata in base alla "sorgente" (cioè alla norma di riferimento, [1] e [5]) e al tipo di carico. Ciò anche nell'ottica di operare una corretta applicazione della norma [5], specifica per gli aerogeneratori, assieme con i criteri di progettazione previsti dalla norma [1] valida per tutte le costruzioni civili ed industriali. La tabella seguente riassume, pertanto, i coefficienti parziali da applicare, che differiscono in caso di azione "Abnormal" o "Normal" in accordo con le precedenti tabelle (Tabella 5-1 e Tabella 5-2) estratte da [1] e la tabella 3 di [5].

AZIONE	TIPO DI CARICO	NORMA DI RIFERIMENTO	COEFFICIENTI PARZIALI γ_F	
			GEO	EQU
Peso proprio fondazione	Permanente fondazione	[1]	1,00 / 1,30	0,90
Peso terreno riempimento	Permanente fondazione	[1]	0,80 / 1,50	0,80
Peso aerogeneratore	Permanente aerogener.	[1] [5]	0,90 / 1,10 1,35	0,90 / 1,00
Vento aerogen.	Variabile aerogeneratore	[1] [5]	/ 1,10 1,50	1,00 / 1,10 1,50

Tabella 5-3: Possibili valori dei coefficienti parziali delle azioni adottati nel presente progetto

5.4 ANALISI DEI CARICHI

5.4.1 AZIONI DERIVANTI DALLA SOVRASTRUTTURA

Ai soli fini della valutazione dei carichi, è stato considerato un aerogeneratore tipo Siemens Gamesa SG 6.0 - 170. Il documento «D2370721-001 SGRE ON SG 6.0-170 Foundation Loads T115-50A» - preparato dal costruttore delle WTG - riporta gli scarichi in fondazione derivanti dall'aerogeneratore, in accordo con le indicazioni delle norma [5]. I valori dei carichi, non fattorizzati, riportati nelle successive tabelle sono dal moltiplicare per i "Partial Load Factor" in accordo con quanto riportato nella tabella 3 al § 7.6.2.1 della norma [5].

Scarichi estremi caratteristici IEC (non fattorizzati)	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
Normal / Abnormal	1.535,05	50,50	-6.826,10	4.163,87	178.349,50	374,90

Scarichi estremi fattorizzati IEC	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
Normal [SLU1]	2.072,32	68,18	-9.215,24	5.621,22	240.771,83	506,12
Normal [SLU2]	2.072,32	68,18	-6.143,49	5.621,22	240.771,83	506,12
Abnormal [SLU1]	1.688,56	55,55	-7.508,71	4.580,26	196.184,45	412,39
Abnormal [SLU2]	1.688,56	55,55	-6.143,49	4.580,26	196.184,45	412,39

Scarichi operazionali IEC	Fxy	Fz	Mxy	Mz
	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
Operational	1.002,48	-6.629,52	119.805,99	4.928,71

Tabella 5-4: Scarichi in fondazione forniti da Siemens Gamesa secondo [5]

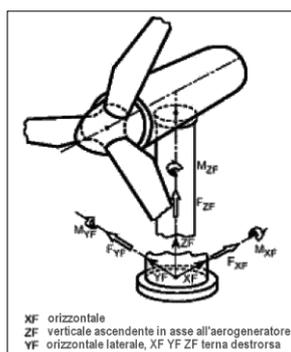


Figura 5.1: Simbologia adottata nell'analisi dei carichi e nelle verifiche

Oltre a queste azioni si sono considerate quelle derivanti dal peso proprio della struttura di fondazione e dal peso del terreno di riempimento.

Si rimanda alla relazione di calcolo preliminare - elaborato "SCS.DES.R.CIV.ITA.W.5681.011.00_Relazione geotecnica e indicazioni preliminari sulle strutture di fondazione" - per maggiori dettagli in merito al calcolo e dimensionamento delle opere di fondazione sopra descritte.