



NEX 088a - Monreale
Comuni: Monreale
Città metropolitana : Palermo (PA)
Regione: Sicilia

Nome Progetto:

NEX088a - Monreale

Progetto di un impianto agrivoltaico sito ne l comun e di Monreale in località
"C. da Marcanza " di potenza nominale pari a 37,46 MWp in DC

Proponente:

Monreale S.r.l.
Via Dante, 7
20123 Milano (MI)
P.Iva: 131300220962
PEC: monreale srl@pec.it

Consulenza ambientale e progettazione:

ARCADIS Italia S.r.l.
Via Monte Rosa, 93
20149 | Milano (MI)
P.Iva: 01521770212
E-mail: info@arcadis.it

PROGETTO DEFINITIVO

Nome documento:

Relazione tecnica elettrica impianto di terra

Commessa	Codice elaborato	Nome file
30200208	PRO_REL13	PRO_REL13_Relazione tecnica elettrica impianto di terra

Rev.	Data	Oggetto revisione	Redatto	Verificato	Approvato
00	Mar . 24	Prima Emissione	MA	SDA	SDA

Indice

1 INTRODUZIONE	4
1.1 DATI TECNICI	4
1.2 CARATTERISTICHE GENERALI	5
1.3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO	5
1.4 IMPIANTO ELETTRICO IN BASE ALLE NORME CEI EN 50522 E CEI 64-14	6
1.5 IMPIANTO DI TERRA DEL CAMPO FOTOVOLTAICO	8
Condotto di protezione (PE)	8
Calcolo del conduttore di protezione PE ±collettore / quadro generale cabina	9
Conduttori equipotenziali	10
Consistenza impianto di terra	10
' L P H Q V L R Q D P H Q W R G H O O ¶ L P S L D Q W R G L W H U U D	10
9 (5 ,) , & + (' (// ¶ , 0 3 , \$ 1 7 2 ' , 7 (5 5 \$	12

Elenco Figure

Figura 1 ±, QTXDGUDPHQWR VX RUWRIRWR GHOO↑LPSLDQWR GL SURJHWWR
INQUADRAMENTO SU ORTOFOTO) 4

Figura 2 - Dettaglio suddivisione in sottocampi (PRO_TAV_08- Campo FV - Layout Aree di Campo su
Ortofoto) 5

1 INTRODUZIONE

Il progetto proposto riguarda la realizzazione di un impianto agrivoltaico di potenza nominale pari a 37,46 MWp da installarsi in territorio ricadente in Regione Sicilia, nel comune di Monreale e del relativo elettrodotto di connessione fino alla SSE di nuova realizzazione Gallitello.

/D YLDELOLWj SUHVHQWH JDUDQWLVFH O¶DFFHVVLLELOLWj DG RJQL WLS che di esercizio e di dismissione, ed in particolare dalla SP n.75.

Il nome del progetto è NEX 088a Monreale .



Figura 1 ±Opere di progetto su Ortofoto (estratto di PRO_TAV_01)

Il Soggetto Responsabile, così come definito, ex art. 2, comma 1, lettera g, del DM 28 luglio 2005 e s.m.i., è la società MONREALE S.R.L. con sede legale in Milano (MI), Via Dante n. 7, codice fiscale e numero di iscrizione al Registro delle Imprese di Milano Monza Brianza Lodi 131300220962.

1.1 DATI TECNICI

Luogo di installazione:	Località Monreale (PA)
Potenza di picco:	37,46 MWp
N° moduli fotovoltaici	54.292
Tipo strutture di sostegno:	Tracker ad inseguimento monoassiale
Inclinazione piano dei moduli:	Variabile
Angolo di azimuth ° (0°Sud ±90°Est):	0° Sud
Angolo di tilt °:	Variabile
Rete di Raccolta:	Alta tensione 36 kV
Rete di collegamento:	Alta tensione 36 kV
Gestore della rete:	Terna
Coordinate geografiche:	Latitudine: 37°52'07.02" N Longitudine: 13°00'58.17" E
Coordinate Piane Gauss Boaga -Roma 40:	37.8688 N 13.0168 E

1.2 CARATTERISTICHE GENERALI

L'impianto fotovoltaico è suddiviso in 4 campi recintati e 11 sottocampi (affidenti ognuno ad un inverter),

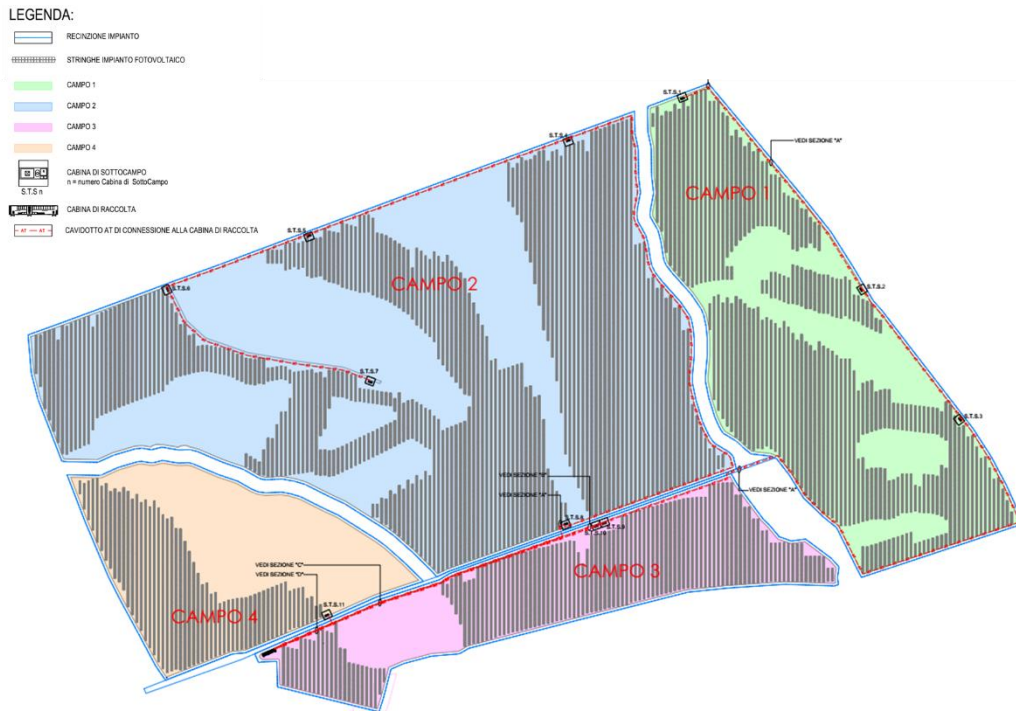


Figura 2 - &RQILJXUD]LRQH GHOO¶LPSLDQWR HWWUDWWR GL 352B7

Durante il giorno il campo fotovoltaico converte la radiazione solare in energia elettrica in corrente continua. L'energia prodotta viene inviata ai gruppi di conversione (inverter) che provvedono a trasformare la corrente continua in corrente alternata a 630 V.

La trasformazione/power stations realizzate in soluzioni containerizzate e contenenti n°3 sezioni ben definite: una sezione per il quadro in alta tensione, una sezione per il trasformatore di potenza AT/BT (che riceve l'energia da un inverter) e una sezione inverter, il tutto in un'unica struttura preassemblata e monomarca. L'energia proveniente dal generatore fotovoltaico e dagli Inverter viene quindi convogliata nelle power stations e poi trasferita alla cabina di smistamento (36 kV). L'energia, tramite cavidotto interrato, sarà ceduta in rete mediante collegamento alla SE di nuova realizzazione Gallitello.

In sintesi, l'impianto sarà composto da:

- x 54292 moduli FTV in silicio monocristallino bifacciali da 690 Wp;
- x 11 inverter centralizzati, trasformatore e protezioni AT 36 kV (Power Station);
- x 1 cabina di smistamento;
- x 1 cavidotto AT a 36 kV.

1.3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- x CEI 3-27 Segni grafici da utilizzare sulle apparecchiature Indice, sommario e compilazione dei singoli fogli.
- x CEI EN 60617-2 Segni grafici per schemi.
- x CEI 3-14 Parte 2: Elementi dei segni grafici, segni grafici distintivi ed altri segni di uso generale
- x CEI EN 6041-2 Segni grafici da utilizzare sulle apparecchiature.
- x CEI 3-50 Parte 2: Segni originali.
- x CEI EN 61936-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- x CEI 99-2
- x CEI EN 50522 Messa a terra degli impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a.

- x CEI 99-3
- x CEI 11- * XLGD SHU O¶HVHFX]LRQH GL LPSLDQWL GL WHUUD GL VWDE categoria
- x CEI EN 60364 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 Volt in corrente alternata e a 1500 Volt in corrente continua
- x CEI 64-8
- x CEI EN 60364/1 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 Volt in corrente alternata e 1500 Volt in corrente continua. Parte 1: Oggetto, scopo e definizioni principali.
- x CEI 64-8/1
- x CEI EN 60364/2 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 Volt in corrente alternata e 1500 Volt in corrente continua. Parte 2: Definizioni.
- x CEI 64-8/2
- x CEI EN 60364/3 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 Volt in corrente alternata e 1500 Volt in corrente continua. Parte 3: caratteristiche generali
- x CEI 64-8/3
- x CEI EN 60364/4 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 Volt in corrente alternata e 1500 Volt in corrente continua.
- x Parte 4: prescrizioni per la sicurezza.
- x CEI 64-8 /4
- x CEI EN 60364/5 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 volt in corrente alternata e 1500 Volt in corrente continua. Parte 5: scelta ed installazione dei componenti elettrici.
- x CEI 64-8 /5
- x CEI EN 60364/6 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 Volt in corrente alternata e 1500 Volt in corrente continua Parte 6: verifiche.
- x CEI 64-8 /6

1.4 IMPIANTO ELETTRICO IN BASE ALLE NORME CEI EN 50522 E CEI 64-14

L'impianto elettrico in oggetto è classificabile in relazione al paragrafo 22.1 delle norme CEI 64-8/2.

- x come sistema di terza categoria (tensione nominale superiore a 30000 V) in sottostazione AT nel punto di connessione con la rete di distribuzione TERNA esercita a 36kV,
- x come sistema di terza categoria (tensione nominale superiore a 30.000 V) sulla rete in alta tensione D N9 GLVWULEXLWD DOO¶LQWHUQR GHO SDFR DJULYROWDLFR
- x come sistema di prima categoria (tensione da oltre 50 Volt fino a 1.000 Volt compresi a corrente alternata o da 120 Volt a 1500 Volt in corrente continua) sulla rete in bassa tensione, ed è così costituito:

DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI TERRA SUL LATO 36 KV

CAMPO 1	
Sottocampo 1 Sottocampo 3	
N° moduli fotovoltaici (Trina Solar 690W)	14196
N° moduli in serie (stringa)	28
N° stringhe	507
Potenza totale di picco	9.80 MWp
Tipo Sottostruttura	Struttura Tracker ad inseguimento monoassiale
N° Punti di Raccolta, Conversione e trasformazione (Power Skid)	N. 3 Power Skid

Componenti Power Skid 1 ±3		
<ul style="list-style-type: none"> - Inverter x Esterno (Tipo Centralizzato Sunny Central della SMA) - Trasformatore AT/BT in olio 36/0,8 kV - Quadro Servizi Ausiliari - Quadro AT a 36 kV di raccolta e smistamento 		N. 3 Inverter da 4000 kVA N. 3 Trasformatore N. 3 Quadro BT N. 3 Quadro AT
CAMPO 2		
Sottocampo 4 ±Sottocampo 8		
N° moduli fotovoltaici (Trina Solar 690W)		27384
N° moduli in serie (stringa)		28
N° stringhe		978
Potenza totale di picco		18.89 MWp
Tipo Sottostruttura		Struttura Tracker ad inseguimento monoassiale
N° Punti di Raccolta, Conversione e trasformazione (Power Skid)		N. 5 Power Skid
Componenti Power Skid 4 - 8		
<ul style="list-style-type: none"> - Inverter x Esterno (Tipo Centralizzato Sunny Central della SMA) - Trasformatore AT/BT in olio 36/0,8 kV - Quadro Servizi Ausiliari - Quadro AT a 36 kV di raccolta e smistamento 		N. 5 Inverter da 4000 kVA N. 5 Trasformatore N. 5 Quadro BT N. 5 Quadro AT
CAMPO 3		
Sottocampo 9 ±Sottocampo 10		
N° moduli fotovoltaici (Trina Solar 690W)		9184
N° moduli in serie (stringa)		28
N° stringhe		328
Potenza totale di picco		6.34 MWp
Tipo Sottostruttura		Struttura Tracker ad inseguimento monoassiale
N° Punti di Raccolta, Conversione e trasformazione (Power Skid)		N. 2 Power Skid
Componenti Power Skid 9 ±10		
<ul style="list-style-type: none"> - Inverter x Esterno (Tipo Centralizzato Sunny Central della SMA) - Trasformatore AT/BT in olio 36/0,8 kV - Quadro Servizi Ausiliari - Quadro AT a 36 kV di raccolta e smistamento 		N. 1 Inverter da 2660 kVA N. 1 Inverter da 4000 kVA N. 2 Trasformatore N. 2 Quadro BT N. 2 Quadro AT
CAMPO 4		
Sottocampo 11		
N° moduli fotovoltaici (Trina Solar 690W)		3528
N° moduli in serie (stringa)		28
N° stringhe		126
Potenza totale di picco		2.43 MWp
Tipo Sottostruttura		Struttura Tracker ad inseguimento monoassiale
N° Punti di Raccolta, Conversione e trasformazione (Power Skid)		N. 1 Power Skid

Componenti Power Skid 11 - Inverter x Esterno (Tipo Centralizzato Sunny Central della SMA) - Trasformatore AT/BT in olio 36/0,8 kV - Quadro Servizi Ausiliari - Quadro AT a 36 kV di raccolta e smistamento	N. 1 Inverter da 2660 kVA N. 1 Trasformatore N. 1 Quadro BT N. 1 Quadro AT
---	---

, O FRUUHWR GLPHQVLRQDPHQWR GHOO¶LPSLDQWR GL WHUUD q VWU...
 monofase e al tempo necessario per eliminare lo stesso.

1.5 IMPIANTO DI TERRA DEL CAMPO FOTOVOLTAICO

Conduttore di protezione (PE)

Col conduttore di protezione (è identificato dal colore giallo/verde e viene chiamato PE oppure, se svolge FRQWHPSRUDQHDPHQWH DQFKH OD IXQ]LRQH GL QHXWUR 3(1 VL UHDO GL WHUUD 8QLWDPHQW...
 Col conduttore di protezione (è identificato dal colore giallo/verde e viene chiamato PE oppure, se svolge funzioni di protezione, è un conduttore di terra ed equipotenziale) e deve essere dimensionato, come pure il conduttore di terra ed equipotenziale, sia per sopportare le sollecitazioni termiche dovute alla corrente di guasto verso terra (che in condizioni di regime è nulla) sia per sopportare eventuali sollecitazioni meccaniche. Il dimensionamento può essere effettuato, con un metodo semplificato, in funzione della sezione del conduttore di fase (vedi tabella sotto) o in modo adiabatico con la formula sottoindicata, metodo che conduce a sezioni notevolmente inferiori rispetto a quelle ottenute col metodo semplificato

Sezione di fase (mm ²)	Sezione minima del conduttore di protezione (mm ²)			
	Cu		Al	
	PE	PEN	PE	PEN
≤ 16	S _F	S _F	S _F	S _F
16 + 35	16	16	16	25
> 35	S _F /2	S _F /2	S _F /2	S _F /2

$$S_{PB} = \sqrt{\frac{I^2 t}{K_c^2}}$$

dove:

- I²W q O¶HQHUJLD VSHFLILFD ODVFLDWD SDVVDUH GHOO¶LQWHUUXWWRU...
- K_c è un coefficiente (tab. 13.5) che dipende dal materiale isolante e dal tipo di conduttore impiegato.

Materiale	β (°C)	K (A√s/mm ²)
Rame	234.5	226
Alluminio	228	148
Acciaio	202	78

Correnti di corto circuito lato BT

Nella seguente tabella vengono riassunte le formule per il calcolo delle correnti che interessano i trasformatori.

Formule di calcolo correnti trasformatore	
corrente nominale primaria	$I_{1n} = \frac{S_{nTR}}{\sqrt{3} \cdot V_{1n}}$
corrente nominale secondaria	$I_{2n} = \frac{S_{nTR}}{\sqrt{3} \cdot V_{2n}}$
corrente di cortocircuito trifase al lato secondario	$I_{2k3F} = \frac{S_{nTR}}{V_{k\%}} \times 100 \times \frac{1}{\sqrt{3} \times V_{2n}}$
corrente di cortocircuito trifase passante al lato MT per guasto sul lato BT	$I_{1k3F} = \frac{I_{2k3F}}{V_{1n}} \cdot V_{2n}$

In base alla rete AT esercita a 36kV per le varie Power station e ausiliari otteniamo:

S(MVA)	4	2,66
V _{2n} (V)	600	600
V _k (%)	8,5	8,5
I _{1n} (A)	64,15	42,77
I _{2n} (kA)	5,77	3,84
I _{2k3F} (kA)	67,88	45,17
I _{1k3F} (kA)	1,13	0,75

Calcolo del conduttore di protezione PE ±collettore / quadro generale cabina

Il conduttore di protezione (PE) è calcolato in base alle sollecitazioni termiche (in condizioni adiabatiche) mediante la formula:

$$S_{PE} = \sqrt{\frac{I^2 t}{K_c^2}}$$

Dove:

- S = sezione del conduttore di protezione (mm²);
- I = valore efficace (I_{2k3F}) della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione in caso di guasto (A);
- t = tempo di intervento delle protezioni (s);
- K = fattore che dipende dal materiale del conduttore di protezione K = 143 riferito a conduttore unipolare isolato in PVC (valore di norma CEI 64-8/5 543.1 tabella 54B).

Nel nostro caso otteniamo le seguenti sezioni commerciali più vicine:

S (MVA)	4	2,66
t (s)	0,05	0,05
S calcolo (mm ²)	106	70
S commerciale (mm ²)	120	70

Conduttori equipotenziali

Sono conduttori che collegano fra di loro parti che normalmente si trovano al potenziale di terra garantendo TXLQGL OHTXLSRWHQJLDOLWj IU D OLP SLDQWR GL WHUUD H OH PDV V FRPSOHVVLYD GHOO L P S S E N D O C O N D U T T O R I A T T I W I R E U N D E R N O supportare gravose correnti di guasto il loro dimensionamento non segue regole legate alla portata ma alla resistenza meccanica del collegamento. Le Norme prescrivono le sezioni minime che devono essere rispettata per questi conduttori distinguendo tra conduttori equipotenziali principali (EQP) e supplementari (EQS). Sono detti principali se collegano le masse estranee al nodo o collettore principale di terra, sono detti supplementari negli altri casi.

Consistenza impianto di terra

/LP SLDQWR GL WHUUD LQWHUQR GHOOH FDELQH VDUj FRVWLWXLWR G 50x10 mm; realizzato mediante la messa a terra di tutte le incastellature metalliche con cavo FS17 e morsetti capicorda a compressione di materiale adeguato.

/LP SLDQWR GL WHUUD HVWHUQR DOOH FDELQH q FRVWLWXLWR GD

- un dispersore intenzionale che realizza un anello di corda di rame nudo da 35 mm² (ETP UNI 5649-71) o in acciaio con sezione non inferiore a 50 mm², posato ad una profondità di 0,5-0,8 m completo di morsetti per il collegamento tra rame e rame;

- morsetti a compressione in rame per realizzare le giunzioni tra i conduttori trasversali alla maglia principale;

- dispersori verticali in acciaio zincato (o ramato) H=1,5 m;

- morsetti in rame stagnato o ottone per il collegamento ai dispersori in acciaio;

- pozzetti in calcestruzzo armato vibrato di tipo carrabile completi di chiusino.

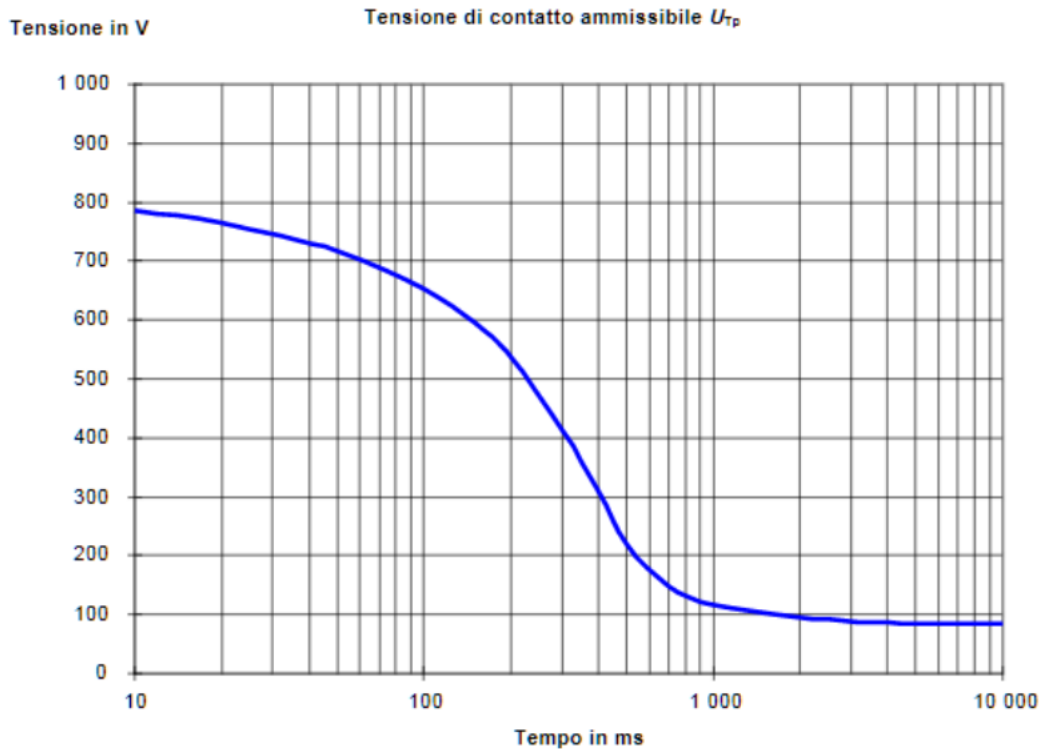
L'impianto di terra sarà unico e rispondente alle norme vigenti (in particolare alla Norma CEI 99- 3 , P S L D Q W L H O H W W U L F L F R Q W H Q V L R Q H V X S H U L R U H D N 9 - L Q 3 F R I U G D H S W U O P W H H F Q degli impianti di terra di stabilim HQ W L L Q G X V W U L D O L S H U V L V W H P L G L , , H , , , F D W H

/LP SLDQWR GL WHUUD q VWDWR GLPHQVLRQDWR VXOOD EDVH GHOO alimentazione e del tempo di eliminazione del guasto a terra.

' L P H Q V L R Q D P H Q W R G H O O L P S L D Q W R G L W H U U D

I Q U H O D J L R Q H D O O L D U W - 3 in vigore, Ceat Da Agr Impianti & Utilizzatori a tensione nominale PDJJLRUH GL 9 LO YDORUH GHOO UHVLVWHQJ D GHOO L P S L D Q W R tensioni di contatto e di passo pericolose per le persone.

La tabella C- GHOO DOOHJDWR & LQGLFD L OLPLWL SHU OH WHQVLRQL GL FR secondo la norma CEI 99-3, fasc. 5025.



Secondo quanto ottenuto dal dimensionamento della rete AT, si ritiene ragionevole una corrente di guasto a terra pari a 100A e un tempo di eliminazione del guasto pari a 1s. A favore di sicurezza, considerando un tempo di eliminazione maggiore di 10s si ottiene dal grafico di cui sopra una tensione U_{Tp} pari a 80V. Pertanto, la resistenza di terra (R_E) dovrà soddisfare la seguente condizione:

$$R_E \leq \frac{U_{Tp}}{I_g} = \frac{80}{100} = 0,8 \Omega$$

Pertanto, l'impianto di terra sarà dimensionato in modo da ottenere una resistenza di terra non maggiore del valore calcolato.

La resistenza di terra prima della messa in esercizio verrà misurata con metodo voltamperometrico.

Nel caso in cui tale valore di resistenza non si possa ottenere si procederà alla verifica tramite misura di passo e contatto di cui alla CEI 99-3.

2 9(5,), & + (' (// ¶ , 03, \$ 172 ' , 7 (55\$

/¶LP SLDQWR GL WHUUD VDUj YHULILFDWR PHGLDQWH HVDPL D YLVWD H
3HUWDQWR VDUj HIIHWWXDWD OD YHULILFD GHOO¶LP SLDQWR GL WHUUD
ULODVFLDWD GD¶LP SLDQWR WRUMLGR GHOO¶LP SLDQWR SHU FRQVHJ

/H PRGDOLWj GL SURYD GHOO¶HIILFLHQJD GHOO¶LP SLDQWR GL WHUUD

x FRQWLQXLWj HOHWWULFD GHOO¶disporre di tutte le masse e di
collegate;

x isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

Le misure saranno effettuate, per quanto possibile, prima della messa in servizio del O¶LP SLDQWR

Arcadis Italia S.r.l.

via Monte Rosa, 93
20149 Milano (MI)
Italia
+39 02 00624665

<https://www.arcadis.com/it/italy/>

