



COMUNE DI SASSARI

(PROVINCIA DI SASSARI)

IMPIANTO DI PRODUZIONE ENERGIA RINNOVABILE DA
IMPIANTO EOLICO E AGRI - FOTOVOLTAICO
POTENZA NOMINALE 13103,37 kW
IN SASSARI - LOC. "CAMPANEDDA"

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTISTI:

Ing. Antonio Fraghi

Ing. Giuseppe Fraghi

Ing. Francesca Frongia

COMMITTENTE:

BENTUSOLIANA

ENERGIE RINNOVABILI S.R.L.

via Cavour n. 33, Sassari, 07100

TITOLO:

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E
PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI
TECNICI

TAVOLA:

PD-R13

CODICE ELABORATO:

PD-R13


DATA:

Maggio 2024

AGGIORNAMENTO:


SCALA:


na

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">PD-R13_ DISCIPLINARE TECNICO PRESTAZIONALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD-R13_Disciplinare tecnico prestazionale</p>
		<p align="center">Pag. 1</p>

INDICE

1. Premessa	3
2. Aerogeneratore	4
3. Pannelli fotovoltaici.....	145
4. Trackers	149
5. Inverter.....	163
6. Trasformatori	169
7. Cavi e cavidotti	186
8. Quadri	198
9. Cabine prefabbricate	338

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">PD-R13_DISCIPLINARE TECNICO PRESTAZIONALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD- R13_Disciplinare tecnico prestazionale</p>
		<p align="center">Pag. 2</p>

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">PD-R13_DISCIPLINARE TECNICO PRESTAZIONALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD-R13_Disciplinare tecnico prestazionale</p>
		<p align="center">Pag. 3</p>


1. Premessa

Il presente Disciplinare Tecnico e Prestazionale riguarda la realizzazione di un impianto di tipo misto agrifotovoltaico-eolico di potenza pari a 13.103,37 kWp. L'impianto si compone di due sezioni: agro-fotovoltaico di potenza nominale di 5,90 MW integrato con un singolo generatore eolico di grande potenza (7,2 MW); l'energia prodotta da entrambe le tipologie di generatori confluirà in un unico punto di consegna per l'allaccio sulla rete di trasmissione nazionale dell'energia in Alta Tensione.

L'impianto fotovoltaico si articola in 5 campi, ciascun campo è dotato di una cabina di trasformazione, mentre i campi 4 e 5 hanno un'unica cabina che funge sia da cabina di trasformazione a 36 kV che da cabina di raccolta degli altri campi e della sezione eolica. La cabina 4-5 di raccolta contiene quindi tutti gli interruttori MT a 36kV che servono per la protezione delle linee provenienti dai campi e dalla turbina eolica. Dalla cabina di raccolta il cavo a 36 kV si collega con la cabina di consegna utente, posta in prossimità dell'impianto. La cabina di consegna utente a 36 kV contiene gli interruttori MT a 36 kV necessari a collegare la cabina stessa allo stallo 36 kV messo a disposizione da Terna S.p.A. nella nuova Stazione Elettrica chiamata Fiume Santo 2.

Le linee di collegamento MT a 36 kV sono costituite da un cavo tripolare elicordato interrato ARE4H5EX.

Di seguito sono riportate le schede tecniche contenenti le specifiche degli elementi costituenti l'impianto. Si precisa che al momento della realizzazione dello stesso il mercato potrebbe offrire prodotti che garantiscono prestazioni migliori e più performanti, in tal caso il disciplinare tecnico verrà aggiornato con i nuovi prodotti.

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">PD-R13_DISCIPLINARE TECNICO PRESTAZIONALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD- R13_Disciplinare tecnico prestazionale</p>
		<p align="center">Pag. 4</p>

2. Aerogeneratore

Restricted
Document no.: 0112-2836 V01
2022-09-21

General Description

EnVentus™



Table of contents

1	Introduction.....	5
2	General Description.....	5
3	Mechanical Design.....	6
3.1	Rotor.....	6
3.2	Blades.....	6
3.3	Blade Bearing	6
3.4	Pitch System.....	7
3.5	Hub	7
3.6	Main Shaft	7
3.7	Main Bearing Housing.....	8
3.8	Main Bearing.....	8
3.9	Gearbox.....	8
3.10	Generator Bearings.....	8
3.11	Yaw System.....	9
3.12	Crane.....	9
3.13	Towers.....	9
3.14	Modularized Nacelle	10
3.15	Thermal Conditioning System	10
3.15.1	Liquid Cooling	10
3.15.2	Cooler Top®	11
3.15.3	Main Nacelle House Conditioning	11
3.15.4	Converter and Side-Compartment Air Cooling	11
4	Electrical Design.....	11
4.1	Generator	11
4.2	Converter.....	12
4.3	HV Transformer	12
4.3.1	General transformer data	12
4.3.2	Eco-design – IEC 50 Hz/60 Hz version	14
4.4	HV Cables	15
4.5	HV Switchgear	15
4.5.1	IEC 50/60Hz version	17
4.5.2	IEEE 60Hz version.....	18
4.6	AUX System	19
4.7	Wind Sensors	19
4.8	Vestas Multi Processor (VMP) Controller	19
4.9	Uninterruptible Power Supply (UPS)	20
5	Turbine Protection Systems.....	21
5.1	Braking Concept	21
5.2	Short Circuit Protections	21
5.3	Overspeed Protection	21
5.4	Arc Detection	21
5.5	Smoke Detection	21
5.6	Lightning Protection of Blades, Nacelle, Hub and Tower.....	22
5.7	EMC	22
5.8	RED (Radio Equipment Directive).....	23
5.9	EMF (ElectroMagnetic Fields).....	23
5.10	Earthing	23
5.11	Corrosion Protection	24
6	Safety.....	24
6.1	Access	24
6.2	Evacuation and Rescue	24

6.3	Rooms/Working Areas	25
6.4	Floors, Platforms, Standing, and Working Places	25
6.5	Service Lift	25
6.6	Work restraint and fall arrest	25
6.7	Moving Parts, Guards, and Blocking Devices	25
6.8	Lights	26
6.9	Emergency Stop	26
6.10	Power Disconnection	26
6.11	Fire Protection/First Aid	26
6.12	Warning Signs	26
6.13	Manuals and Warnings	26
7	Environment	26
7.1	Chemicals	26
8	Design Codes	27
8.1	Design Codes – Structural Design	27
9	Colours	28
9.1	Nacelle Colour	28
9.2	Tower Colour	28
9.3	Blade Colour	28
10	Operational Envelope and Performance Guidelines	29
10.1	Climate and Site Conditions	29
10.2	Operational Envelope – Temperature and Altitude	29
10.3	Operational Envelope – Grid Connection	30
10.4	Operational Envelope – Reactive Power Capability	30
10.5	Performance – Fault Ride Through	31
10.6	Performance – Reactive Current Contribution	31
10.6.1	Symmetrical Reactive Current Contribution	31
10.6.2	Asymmetrical Reactive Current Contribution	32
10.7	Performance – Multiple Voltage Dips	32
10.8	Performance – Active and Reactive Power Control	32
10.9	Performance – Voltage Control	33
10.10	Performance – Frequency Control	33
10.11	Distortion – Immunity	33
10.12	Main Contributors to Own Consumption	33
11	Drawings	34
11.1	Structural Design – Illustration of Outer Dimensions	34
12	General Reservations, Notes and Disclaimers	35

Recipient acknowledges that (i) this General Description is provided for recipient's information only, and, does not create or constitute a warranty, guarantee, promise, commitment, or other representation (Commitment) by Vestas Wind Systems or any of its affiliated or subsidiary companies (Vestas), all of which are disclaimed by Vestas and (ii) any and all Commitments by Vestas to recipient as to this general description (or any of the contents herein) are to be contained exclusively in signed written contracts between recipient and Vestas, and not within this document.

See general reservations, notes and disclaimers (including, section 12, p. 35) to this general description.

1 Introduction

This *General Description* document contains data and general descriptions of the EnVentus™ wind turbine range. The EnVentus™ turbine range consists of various turbine variants, with different rotors and ratings.

For turbine variant specific information related to wind class definitions and performance details, please refer to the accompanying Performance Specification document.

2 General Description

A wind turbine within the EnVentus™ turbine range is a pitch regulated upwind turbine with active yaw and a three-blade rotor.

The wind turbine utilises the OptiTip® concept and a power system based on a permanent magnet generator and full-scale converter. With these features, the wind turbines are able to operate the rotor at variable speed and thereby maintain the power output at or near rated power even in high wind speed. At low wind speed, the OptiTip® concept and the power system work together to maximise the power output by operating at the optimal rotor speed and pitch angle.

3 Mechanical Design

3.1 Rotor

The wind turbine is equipped with a rotor consisting of three blades and a hub. The blades are controlled by the microprocessor pitch control system OptiTip®. Based on the prevailing wind conditions, the blades are continuously positioned to optimise the pitch angle.

Rotor	V162	V172
Diameter	162 m	172 m
Swept Area	20612 m ²	23235 m ²
Speed, Dynamic Operation Range	4.3 -12.1 rpm	
Rotational Direction	Clockwise (front view)	
Orientation	Upwind	
Tilt	6°	
Hub Coning	6°	
No. of Blades	3	
Aerodynamic Brakes	Full feathering	

Table 3-1: Rotor data

3.2 Blades

The blades are made of carbon and fibreglass and consist of two airfoil shells with embedded structure.

Blades	V162	V172
Blade Length	79.35 m	84.35 m
Maximum Chord	4.3 m	4.3 m
Chord at 90% blade radius	1.68 m	1.25 m
Type Description	Structural airfoil shell	
Material	Fibreglass reinforced epoxy, carbon fibres and Solid Metal Tip (SMT)	Fibreglass reinforced polyester, carbon fibres and metallic diverter strips
Blade Connection	Steel roots inserted	
Airfoils	High-lift profile	

Table 3-2: Blade data

3.3 Blade Bearing

The blade bearings allow the blades to operate at varying pitch angles.

Blade Bearing	
Blade bearing type	High-capacity slewing bearing
Lubrication	Manual grease lubrication

Table 3-3: Blade bearing data

3.4 Pitch System

The turbine is equipped with a hydraulic, individual pitch system for each blade. Each pitch system is connected to the hydraulic rotating transfer unit in the nacelle by means of distributed hydraulic hoses and pipes. The hydraulic power unit is positioned in the nacelle.

Each pitch system consists of a hydraulic cylinder mounted to the hub and a piston rod mounted to the blade bearing. Valves facilitating operation of the pitch cylinder are installed on a pitch block bolted directly onto the cylinder.

Pitch System	
Type	Hydraulic
Number	1 cylinder per blade
Range	-5° to 95°

Table 3-4: Pitch system data

Hydraulic System	
Main Pump	Redundant internal-gear oil pumps
Pressure	Max. 260 bar
Filtration	3 µm (absolute) 40 µm in line

Table 3-5: Hydraulic system data.

3.5 Hub

The hub supports the three blades and transfers the reaction forces and the torque to the Main Shaft. The hub structure also supports blade bearings and pitch cylinders.

Hub	
Type	Ball shell hub
Material	Cast iron

Table 3-6: Hub data

3.6 Main Shaft

The main shaft transfers the reaction forces to the main bearing and the torque to the gearbox.

Main Shaft	
Type Description	Hollow shaft
Material	Cast iron

Table 3-7: Main shaft data

3.7 Main Bearing Housing

The main bearing housing carries the main bearings and is the connection point for the drive train system to the nacelle structure.

Main Bearing Housing	
Material	Cast iron

Table 3-8: Main bearing housing data

3.8 Main Bearing

The main bearings constitute the main load transfer path for the rotor and drivetrain to the nacelle structure.

Main Bearing	
Type	Rolling bearings
Lubrication	Oil circulation

Table 3-9: Main bearing data

3.9 Gearbox

The main gear converts the rotation of the rotor to generator rotation.

Gearbox	
Type	2 Planetary stages
Gear House Material	Cast
Lubrication System	Pressure oil lubrication
Total Gear Oil Volume	900-1100 L
Oil Cleanliness Codes	ISO 4406-/15/12

Table 3-10: Gearbox data

3.10 Generator Bearings

Generator bearings ensures a constant airgap between the generator rotor and stator. The bearings are arranged in an assembly that allows for up-tower service.

Generator Bearing	
Type	Rolling bearings
Lubrication	Oil circulation

Table 3-11: Generator bearing data

3.11 Yaw System

The yaw system is an active system based on a pre-tensioned plain bearing.

Yaw System	
Type	Plain bearing system
Material	Forged yaw ring heat-treated. Plain bearings PETP
Yaw gear type	Multiple stages planetary gear
Yawing Speed (50 Hz)	Approx. 0.4°/sec.
Yawing Speed (60 Hz)	Approx. 0.5°/sec.

Table 3-12: Yaw system data

3.12 Crane

The nacelle is equipped with an internal service crane (single system hoist).

Crane	
Lifting Capacity	Max 800 kg

Table 3-13: Crane data

3.13 Towers

Tubular Steel Towers and Concrete Hybrid Towers (CHT) are available as standard for several WTG configuration and hub height options.

Tubular steel towers consist of flange joined steel sections.

Concrete Hybrid Towers consists of a concrete bottom part with a transition piece towards a tubular steel top. The concrete part is made of precast high strength concrete rings, and the tubular steel top is made of flange joined steel sections.

Towers includes modular internals, which are certified to relevant type approvals.

Available hub heights are listed in the Performance Specification for each turbine variant. Designated hub heights include a distance from tower top flange to centre of the hub of approximately 2.5m. For steel towers the designated hub height also includes a distance from the foundation section to the ground level of approximately 0.2 m depending on the thickness of the bottom flange.

For steel towers, raised foundations of up to 3 m can be made available on a site-specific basis subject to soil and project conditions which raises the hub height also by up to 3m.

Further WTG configuration and hub height options are developed as non-standard products on site-specific basis.

Towers	
Type	Tubular steel towers Concrete Hybrid Towers

Table 3-14: Tower structure data

3.14 Modularized Nacelle

The modularized nacelle consists of three main elements. A cast iron front part, the base frame, and two modularized structures, the main nacelle house and the side-compartment. The base frame is the foundation for the power train and transmits loads from the rotor to the tower through the yaw system. The bottom surface is machined and connected to the yaw bearing and the yaw gears are bolted to the base frame. The base frame also includes a heavy-duty interface on each side. One interface is used to carry the HV transformer in the side-compartment. The additional interface can be used for several purposes, for example attaching a service crane for main component exchange operations.

The main nacelle house hosts the power train, hydraulic power unit, cooling systems and main control panels. The main nacelle house has an internal crane rail system that allows service and maintenance operations inside the main nacelle house.

The side-compartment structure hosts and integrates the main power production components as converter and HV transformer.

Both main nacelle house and side-compartment structures act as enclosures. The main nacelle house has a hatch positioned in the floor for lowering or hoisting equipment and evacuation of personnel.

The roof section is equipped with skylights, which can be opened both from inside out, and outside in. Access from the tower to the main nacelle house is through the base frame.

Type Description	Material
Main nacelle house and side compartment structure	Sheet metal structure. GRP components in roof dome and front cover.
Base frame	Cast iron

Table 3-15: Nacelle structure and cover data

3.15 Thermal Conditioning System

The thermal conditioning system consists of:

- A Liquid Cooling System
- The Vestas Cooler Top®
- Air cooling of the internal main nacelle house and side-compartment
- Air cooling of the converter including a filter function

3.15.1 Liquid Cooling

The liquid cooling system removes heat losses from gearbox, generator, hydraulic power unit, converter and the HV transformer.

The liquid cooling system pump unit includes a set of dynamic flow valves securing the right flow to the different systems. The pump unit also includes an electrical controlled valve for controlling the liquid temperature and a bypass filter for removal of particles in the cooling liquid.

3.15.2 Cooler Top®

The Vestas Cooler Top® located on top of the rear end of the nacelle main house. The Cooler Top® is a free flow cooler, thus ensuring that there are no electrical components in the thermal conditioning system located outside the nacelle. The Cooler Top® serves as base for the wind sensors, and the optional ice detection-, precipitation- and visibility sensors as well as aviation lights.

3.15.3 Main Nacelle House Conditioning

Hot air generated by mechanical and electrical equipment is dissipated from the main nacelle house by a fan system located in the nacelle main house structure. The conditioning system is taking ambient air into the main nacelle house and exhaust the hot air in the end of the main nacelle house.

3.15.4 Converter and Side-Compartment Air Cooling

The converter is both liquid and air cooled. The converter air cooling system comprises an air-to-air heat exchanger, which separates ambient air from converter internal air. The ambient air flow is provided by fan units delivering ambient air to the air-to-air heat exchanger through a filter. Fans on the internal side of the air-to-air exchanger provides the converter internal air circulation. The converter air cooling also provides air flow cooling to the side-compartment which is redirected by ducts to the critical spots.

4 Electrical Design

4.1 Generator

The generator is a three-phase permanent magnet generator connected to the grid through a full-scale converter. The generator housing allows the circulation of cooling air within the stator and rotor.

The heat generated by the losses is removed by an air-to-water heat exchanger.

Generator	
Type	Permanent Magnet Synchronous generator
Rated Power [P_N]	Up to 7600 kW (depending on turbine variant)
Frequency range [f_N]	0-126 Hz
Voltage, Stator [U_{NS}]	3 x 800 V (at rated speed)
Number of Poles	36
Winding Type	Form with Vacuum Pressurized Impregnation
Winding Connection	Star
Operational speed range	0-420 rpm
Overspeed Limit (2 minutes)	660 rpm
Temperature Sensors, Stator	PT100 sensors placed in the stator hot spots.
Insulation Class	H
Enclosure	IP54

Table 4-1: Generator data

4.2 Converter

The converter is a full-scale converter system controlling both the generator and the power delivered to the grid. The converter consists of 4 machine-side converter units and 4 line-side converter units operating in parallel with a common controller.

The converter controls conversion of variable frequency AC power from the generator into fixed frequency AC power with desired active and reactive power levels (and other grid connection parameters) suitable for the grid.

The converter is located in the nacelle and has a grid side voltage rating of 720 V. The generator side voltage rating is nominally 800 V but depends on generator speed.

Converter	
Nominal Apparent Power [S_N] @ 1.0 p.u. voltage	7750 kVA
Nominal Grid Voltage	3 x 720 V
Rated Generator Voltage	3 x 800 V
Rated Grid Current @ 1.0 p.u. voltage	6488 A
Enclosure	IP54

Table 4-2: Converter data

4.3 HV Transformer

The transformer is a three-phase, three limb, two-winding, liquid immersed transformer. The transformer is equipped with an external water-cooling circuit. The insulation liquid used is environmentally friendly and low flammable.

The HV transformer is in the side-compartment, located in a separate transformer room with access through an interlock system.

The transformer is designed according to IEC standards and is available in the following version:

- Eco-design complying to Tier 2 of European Eco-design regulation No 548/2014 and No 2019/1783 set by the European Commission. Refer to Table 4-3.

4.3.1 General transformer data

Transformer	
Type description	Eco-design liquid immersed transformer
Basic layout	3 phase, 2 winding transformer
Applied standards	IEC 60076-1, IEC 60076-16, IEC 61936-1 Commission Regulation No 548/2014 Commission Regulation No 2019/1783
Cooling method	KF/WF
Rated power	8400 kVA
Expansion system	Sealed
Insulation liquid, Type/Fire point	Natural ester, biodegradable/ K-class (>300°C)
No-load reactive power	~21 kVar ¹
Full load reactive power	~882 kVar ¹

Transformer	
No-load current	~ 0.25 % ¹
Positive sequence short-circuit impedance @ rated power, 95°C	9.9 % ²
Positive sequence short-circuit resistance @ rated power, 95°C	~0.9 % ¹
Zero sequence short-circuit impedance @ rated power, 95°C	~9.4 % ¹
Zero sequence short-circuit resistance @ rated power, 95°C	~0.9 % ¹
Rated voltage, turbine side	
U _m 1.1kV	0.720 kV
Rated voltage, grid side	
U _m 24.0kV	20.0-22.0 kV
U _m 36.0kV	22.1-33.0 kV
U _m 40.5kV	33.1-36.0 kV
Insulation level AC / LI / LIC	
U _m 1.1kV	3 / - / - kV
U _m 24.0kV	50 / 125 / 138 kV
U _m 36.0kV	70 / 170 / 187 kV
U _m 40.5kV	80 / 200 / 220 kV
Optional off-circuit tap changer	2±2 x 2.5 %
Frequency	50 Hz / 60 Hz
Vector group	Dyn11
Inrush peak current	<4 x I _n ¹ (for Um=24.0kV) <8 x I _n ¹ (for Um=36.0-40.5kV)
Half crest time	~ 0.5 s ¹
Sound power level	≤ 80 dB(A)
Average winding temperature rise	Class 120 (E) ≤65 K Class 130 (B) ≤75 K
Max altitude	3500 m
Insulation system	Hybrid insulation system Winding insulation: 120 (E), Thermally Upgrader Paper 130 (B), High temperature insulation Other materials can have different class.
Insulation liquid, Amount	≤ 3500 kg
Corrosion class	C3
Weight	≤15000 kg
Overvoltage protection	Plug-in surge arresters on HV bushings
High voltage bushings	Outer cone, interface C1

Table 4-3: General transformer data.

4.3.2 Eco-design – IEC 50 Hz/60 Hz version

The transformer loss limits are given at rated power as combination of load loss and no-load loss which shall fulfil the Peak Efficiency Index (PEI) of the Eco-design requirement.

The maximum losses are described by the PEI limit section of Figure 4-1 and stretch over a range between Loss variant 1 and Loss variant 2.

The loss variant values are selected based on energy loss optimization with the turbine user profile, hence the energy loss of transformers between Loss variant 1 and Loss variant 2 are comparable.

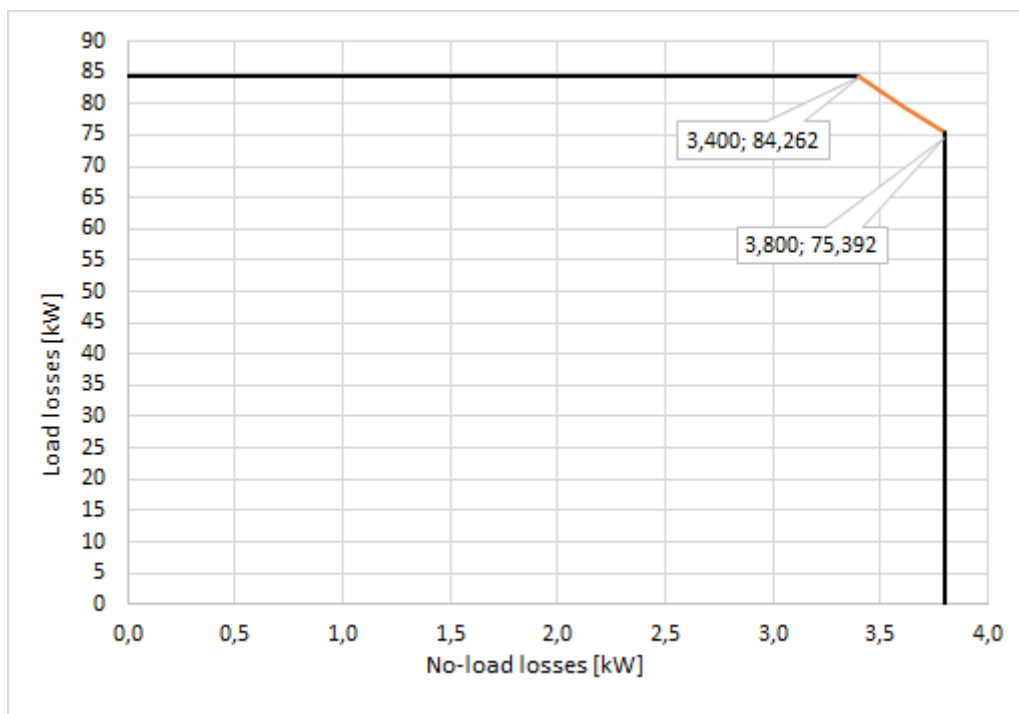


Figure 4-1: Transformer losses allowable area for 8400kVA

The actual load losses vary depending on the operational mode of the turbine, hence in Table 4-4, the load losses are provided at different operational modes for the two loss variants. For further recalculation of load losses at different operation modes, refer to Figure 4-2.

Transformer losses (rated power 8400kVA)				
Applied standards	Commission Regulation No 2019/1783			
Peak Efficiency Index (PEI)	≥ 99.597			
Loss variant 1				
No-load loss	3.40 kW			
Load loss @ power, 95°C	@8400kVA	@7200kVA	@6800kVA	@6000kVA
	≤84.262kW	≤61.91kW ³	≤55.22kW ³	≤42.99kW ³
Loss variant 2				
No-load loss	3.80 kW			
Load loss @ power, 95°C	@8400kVA	@7200kVA	@6800kVA	@6000kVA
	≤75.32kW	≤55.34kW ³	≤49.36kW ³	≤38.43kW ³

Table 4-4: Transformer losses for 8400kVA



Figure 4-2: Transformer load losses scaling

- NOTE**
- ¹ Based on an average of calculated values across voltages and manufacturers.
 - ² Subjected to standard IEC tolerances.
 - ³ Informative non-binding values based on operation mode.

4.4 HV Cables

The high-voltage cable runs from the transformer in the side-compartment down the tower to the HV switchgear located at the bottom of the tower. The high-voltage cable will be constructed as:

- A three-core, rubber-insulated, halogen-free, high-voltage cable with a three-core split earth conductor.

HV Cables	
High-Voltage Cable Insulation Compound	Improved ethylene-propylene (EP) based material-EPR or high modulus or hard grade ethylene-propylene rubber-HEPR
Pre-terminated	T-Connector Type-C in transformer end. T-Connector Type-C in switchgear end.
Maximum Voltage (Um)	24 kV for 20-24.3 kV rated voltage 42 kV for 24.4-36.0 kV rated voltage
Conductor Cross Sections	Um: 42kV with 3x70 + 3x70/3 mm ² Um: 24kV with 3x95 + 3x95/3 mm ²

Table 4-5: HV cables data

4.5 HV Switchgear

A gas insulated switchgear is installed in the bottom of the tower as an integrated part of the turbine. Its controls are integrated with the turbine safety system, which monitors the condition of the switchgear and high voltage safety related devices in the turbine. This system is named 'Ready to Protect' and ensures all protection devices are operational, whenever high voltage components in the turbine are

energised. To ensure that the switchgear is always ready to trip, it is equipped with redundant trip circuits consisting of an active trip coil and an undervoltage trip coil.

In case of grid outage, the circuit breaker will disconnect the turbine from the grid after an adjustable time.

When grid returns, all relevant protection devices will automatically be powered up via UPS.

When all the protection devices are operational, the circuit breaker will re-close after an adjustable time. The re-close functionality can furthermore be used to implement a sequential energization of a wind park, to avoid simultaneous inrush currents from all turbines once grid returns after an outage.

In case the circuit breaker has tripped due to a fault detection, the circuit breaker will be blocked for re-connection until a manual reset is performed.

To avoid unauthorized access to the transformer room during live condition, the earthing switch of the circuit breaker, contains a trapped-key interlock system with its counterpart installed on the access door to the transformer room.

The switchgear is available in three variants with increasing features, see Table 4-6. Beside the increase in features, the switchgear can be configured depending on the number of grid cables planned to enter the individual turbine. The design of the switchgear solution is optimized such grid cables can be connected to the switchgear even before the tower is installed and still maintain its protection toward weather conditions and internal condensation due to a gas tight packing.

The switchgear is available in an IEC version and in an IEEE version. The IEEE version is however only available in the highest voltage class. The electrical parameters of the switchgear are seen in Table 4-7 for the IEC version and in Table 4-8 for the IEEE version.

HV Switchgear			
Variant	Basic	Streamline	Standard
IEC standards	○	⊙	⊙
IEEE standards	⊙	○	⊙
Vacuum circuit breaker panel	⊙	⊙	⊙
Overcurrent, short-circuit and earth fault protection	⊙	⊙	⊙
Disconnecter / earthing switch in circuit breaker panel	⊙	⊙	⊙
Voltage Presence Indicator System for circuit breaker	⊙	⊙	⊙
Voltage Presence Indicator System for grid cables	⊙	⊙	⊙
Double grid cable connection	⊙	⊙	⊙
Triple grid cable connection	⊙	○	○
Preconfigured relay settings	⊙	⊙	⊙
Turbine safety system integration	⊙	⊙	⊙
Redundant trip coil circuits	⊙	⊙	⊙

HV Switchgear			
Variant	Basic	Streamline	Standard
Trip coil supervision	⊙	⊙	⊙
Pendant remote control from outside of tower	⊙	⊙	⊙
Sequential energization	⊙	⊙	⊙
Reclose blocking function	⊙	⊙	⊙
Heating elements	⊙	⊙	⊙
Trapped-key interlock system for circuit breaker panel	⊙	⊙	⊙
Motor operation of circuit breaker	⊙	⊙	⊙
Cable panel for grid cables (configurable)	○	⊙	⊙
Switch disconnecter panels for grid cables – max three panels (configurable)	○	⊙	⊙
Earthing switch for grid cables	○	⊙	⊙
Internal arc classification	○	⊙	⊙
Supervision on MCB's	○	⊙	⊙
Motor operation of switch disconnecter	○	○	⊙
SCADA operation and feedback of circuit breaker	○	○	⊙
SCADA operation and feedback of switch disconnecter	○	○	⊙

Table 4-6: HV switchgear variants and features

4.5.1 IEC 50/60Hz version

HV Switchgear	
Type description	Gas Insulated Switchgear
Applied standards	IEC 62271-103 IEC 62271-1, 62271-100, 62271-102, 62271-200
Insulation medium	SF ₆
Rated voltage	
U _r 24.0kV	20.0-22.0 kV
U _r 36.0kV	22.1-33.0 kV
U _r 40.5kV	33.1-36.0 kV
Rated insulation level AC // LI Common value / across isolation distance	
U _r 24.0kV	50 / 60 // 125 / 145 kV
U _r 36.0kV	70 / 80 // 170 / 195 kV
U _r 40.5kV	85 / 90 // 185 / 215 kV
Rated frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated normal current	630 A
Rated Short-time withstand current	
U _r 24.0kV	20 kA
U _r 36.0kV	25 kA

HV Switchgear	
U _r 40.5kV	25 kA
Rated peak withstand current 50 / 60 Hz	
U _r 24.0kV	50 / 52 kA
U _r 36.0kV	62.5 / 65 kA
U _r 40.5kV	62.5 / 65 kA
Rated duration of short-circuit	1 s
Internal arc classification (option)	
U _r 24.0kV	IAC A FLR 20 kA, 1 s
U _r 36.0kV	IAC A FLR 25 kA, 1 s
U _r 40.5kV	IAC A FLR 25 kA, 1 s
Connection interface	Outside cone plug-in bushings, IEC interface C1.
Loss of service continuity category	LSC2
Ingress protection	
Gas tank	IP 65
Enclosure	IP 2X
LV cabinet	IP 3X
Corrosion class	C3

Table 4-7: HV switchgear data for IEC version

4.5.2 IEEE 60Hz version

HV Switchgear	
Type description	Gas Insulated Switchgear
Applied standards	IEEE 37.20.3, IEEE C37.20.4, IEC 62271-200, ISO 12944.
Insulation medium	SF ₆
Rated voltage	
U _r 38.0kV	33.1-36.0 kV
Rated insulation level AC / LI	70 / 150 kV
Rated frequency	60 Hz
Rated normal current	600 A
Rated Short-time withstand current	25 kA
Rated peak withstand current	65 kA
Rated duration of short-circuit	1 s
Internal arc classification (option)	IAC A FLR 25 kA, 1 s
Connection interface grid cables	Outside cone plug-in bushings, IEEE 386 interface type dead break, 600A.
Ingress protection	
Gas tank	NEMA 4X / IP 65
Enclosure	NEMA 2 / IP 2X
LV cabinet	NEMA 2 / IP 3X
Corrosion class	C3

Table 4-8: HV switchgear data for IEEE version

4.6 AUX System

The AUX system is supplied from a separate 720/400 V transformer located in the main nacelle house. The supply to this transformer primary side is provided from the converter cabinet. All auxiliary loads in the turbine such as motors, pumps, fans and heaters are supplied from this system.

The control system (DCN's) is also supplied from the Auxiliary Power System in all areas of the turbine.

The 400 V supply from the main nacelle house is transferred to tower controller cabinet, which is placed at the entrance platform of the turbine. This supply is then distributed for various 400 & 230 V loads such as service lift, working light system, additional / optional features & general-purpose loads, cabinet internal heating & ventilation. There is a 400/230 V control transformer placed inside the tower cabinet which provides supply to the Light Box/UPS (LBUPS) cabinet which is placed very near to the tower cabinet.

There is a 400 V service inlet provided in the tower control cabinet to connect an external power source that allows some of the systems to operate during installation & maintenance / service activities.

The working & emergency light system in Tower & Nacelle is supplied from the LBUPS cabinet which is placed in the entrance platform just beside the turbine entrance door. It is possible to add an optional battery cabinet to the LBUPS cabinet if extended back-up time is needed. The internal light in the hub is fed from built-in batteries in the light armature.

Power Sockets	
Single Phase (Nacelle)	230 V (16 A) (standard) 110 V (16 A) (option)
Single Phase (Tower Platforms)	230 V (10 A) (standard) 110 V (16 A) (option)
Three Phase (Nacelle and Tower base)	3 x 400 V (20 A)

Table 4-9: AUX system data

4.7 Wind Sensors

The turbine is equipped with one ultrasonic wind sensor and one mechanical wind vane. The sensors have built-in heaters to minimise interference from ice and snow.

The turbine software will automatically detect and inform when a wind sensor is worn and needs to be replaced. The turbine will continue to operate using the other wind sensor without any production loss until the worn wind sensor is replaced.

4.8 Vestas Multi Processor (VMP) Controller

The turbine is controlled and monitored by the VMP8000 control system.

VMP8000 is a multiprocessor control system comprised of main controller, distributed control nodes, distributed IO nodes and ethernet switches and other network equipment. The main controller is placed in the tower bottom of the turbine. It runs the control algorithms of the turbine, as well as all IO communication.

The communications network is a time triggered Ethernet network (TTEthernet).

The VMP8000 control system serves the following main functions:

- Monitoring and supervision of overall operation.
- Synchronizing of the generator to the grid during connection sequence.
- Operating the wind turbine during various fault situations.
- Automatic yawing of the nacelle.
- OptiTip® - blade pitch control.
- Reactive power control and variable speed operation.
- Noise emission control.
- Monitoring of ambient conditions.
- Monitoring of the grid.
- Monitoring of the smoke detection system.

4.9 Uninterruptible Power Supply (UPS)

During grid outage, an UPS system will ensure power supply for specific components.

The UPS system consists of 3 subsystems:

1. 230V AC UPS for all power backup to nacelle and hub control systems
2. 24V DC UPS for power backup to tower base control systems and ready to protect
3. 230V AC UPS for power backup to internal lights in tower, main nacelle house, side-compartment and hub

Backup Time	Standard	Optional
Control System* (230V AC and 24V DC UPS)	Up to 30 min	Up to 19.5 hours**
Emergency Lights (230V AC UPS)	30 min	60 min ***
Ready to protect (24V DC UPS)	7 days	37 days****

Table 4-10: UPS data

- NOTE** *The control system includes: Turbine controller (VMP8000), HV switchgear functions, and remote-control system
- **Requires upgrade of the 230V UPS for control system with extra batteries
- ***Requires upgrade of the 230V UPS for internal light with extra batteries
- ****Requires upgrade of the 24V DC UPS with extra batteries

- NOTE** For alternative backup times, contact Vestas.

5 Turbine Protection Systems

5.1 Braking Concept

The main brake on the turbine is aerodynamic. Stopping the turbine is done by full feathering the three blades (individually pitching of each blade). Each blade has a hydraulic accumulator to supply power for pitching the blade.

In addition, there is a hydraulic activated mechanical disc brake integrated into the generator. The mechanical brake is only used as a parking brake and when activating the emergency stop buttons.

5.2 Short Circuit Protections

Breakers	Breaker for Aux. Power.	Breaker 1 for Converter Modules	Breaker 2 for Converter Modules
Breaking Capacity Icu, Ics	Icu 91 kA Ics 75% Icu	Icu 91 kA Ics 50% Icu	91 kA Ics 50% Icu
Making Capacity Icm	223 kA	223 kA	223 kA

Table 5-1: Short circuit protection data

5.3 Overspeed Protection

The safety system integrated in the VMP8000 control system monitors the rotor speed, using a combination of sensors in the hub. In case of an overspeed situation, the safety system activates the hydraulic safety pitch system, which will feather the blades and bring the turbine to standstill.

Overspeed Protection	
Sensor Type	MEMS
Trip Level	Variant dependent

Table 5-2: Overspeed protection data

5.4 Arc Detection

The turbine is equipped with an Arc Detection system including multiple optical arc detection sensors placed in the HV transformer compartment and the converter cabinet. The Arc Detection system is connected to the turbine safety system via a dedicated arc detection relay ensuring immediate opening of the HV switchgear if an arc is detected.

5.5 Smoke Detection

The turbine is equipped with a Smoke Detection system including multiple smoke detection sensors placed in the main nacelle house, in the side-compartment, in the transformer compartment, in main electrical cabinets both in nacelle and in the tower base. The Smoke Detection system is connected to the turbine control system ensuring immediate opening of the HV switchgear if smoke is detected.

5.6 Lightning Protection of Blades, Nacelle, Hub and Tower

The Lightning Protection System (LPS) helps protect the wind turbine against the physical damage caused by lightning strikes. The LPS consists of five main parts:

- Air termination system e.g. lightning receptors, diverter strips, and SMTs
- Down conducting system (a system to conduct the lightning current down through the wind turbine to help avoid or minimise damage to the LPS itself or other parts of the wind turbine)
- Protection against overvoltage and overcurrent
- Shielding against magnetic and electrical fields
- Earthing system

Lightning Protection Design Parameters			Protection Level I
Current Peak Value	I_{\max}	[kA]	200
Impulse Charge	Q_{impulse}	[C]	100
Total Charge	Q_{total}	[C]	300
Specific Energy	W/R	[MJ/Ω]	10
Average Steepness	di/dt	[kA/μs]	200

Table 5-3: Lightning protection design parameters (IEC)

5.7 EMC

The turbine and related equipment fulfil the EU Electromagnetic Compatibility (EMC) legislation:

- DIRECTIVE 2014/30/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to electromagnetic compatibility.

The EMC performance is based on fulfilment of following standards:

Emission

- IEC/CISPR 11 at wind turbine level
- IEC 61000-6-4 for telecommunications

Immunity

- IEC 61000-6-2 for electronics installed
- IEC 61400-24 for lightning protection of electronics installed

Beside DIRECTIVE 2014/30/EU, electronics related to the functional safety evaluation shall fulfil

- IEC 62061 Safety on machinery (Directive 2006/42/EU Machinery)

5.8 RED (Radio Equipment Directive)

Related radio equipment installed in the turbine fulfil the EU legislation:

DIRECTIVE 2014/53/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 16 April 2014.

5.9 EMF (ElectroMagnetic Fields)

Electromagnetic fields in the wind turbine are identified to ensure safe stay for personnel during design, production, operation and service.

The following directive is basis for ensuring minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents.

DIRECTIVE 2013/35/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 26 June 2013.

5.10 Earthing

The Vestas Earthing System consists of individual earthing electrodes interconnected as one joint earthing system.

The Vestas Earthing System includes the TN-system and the Lightning Protection System for each wind turbine. It works as an earthing system for the medium voltage distribution system within the wind farm.

The Vestas Earthing System is adapted for the different types of turbine foundations. A separate set of documents describe the earthing system in detail, depending on the type of foundation.

In terms of lightning protection of the wind turbine, Vestas has no separate requirements for a certain minimum resistance to remote earth (measured in ohms) for this system. The earthing for the lightning protection system is based on the design and construction of the Vestas Earthing System.

A primary part of the Vestas Earthing System is the main earth bonding bar placed where all cables enter the wind turbine. All earthing electrodes are connected to this main earth bonding bar. Additionally, equipotential connections are made to all cables entering or leaving the wind turbine.

Requirements in the Vestas Earthing System specifications and work descriptions are minimum requirements from Vestas and IEC. Local and national requirements, as well as project requirements, may require additional measures.

5.11 Corrosion Protection

The turbine is as standard designed to withstand below corrosion environments according to ISO 12944-2:

Corrosion Protection	External Areas	Internal Areas
Nacelle	C5	C3
Hub	C5	C3
Tower	C5	C3

Table 5-5: Corrosion protection data for nacelle, hub, and tower

As an option, the turbine can be protected to withstand alternative external corrosion environments – consult Vestas for further details.

6 Safety

The safety specifications in this section provide limited general information about the safety features of the turbine and are not a substitute for Buyer and its agents taking all appropriate safety precautions, including but not limited to (a) complying with all applicable safety, operation, maintenance, and service agreements, instructions, and requirements, (b) complying with all safety-related laws, regulations, and ordinances, and (c) conducting all appropriate safety training and education.

6.1 Access

Access to the turbine from the outside is through a door located at the entrance platform approximately 3 meters above ground level. The door is equipped with a lock. Access from the entrance platform to the tower top is by a ladder with fall arrest system or service lift. From the tower top there is two separate access routes to the nacelle main house, both via a ladder.

The nacelle consists of the main nacelle house which hosts the power train, and a side-compartment, which hosts converter and high voltage transformer. Access to the transformer room is controlled with an interlock.

Inside the nacelle main house, there are walkways along either side of the power train and in the rear end of the nacelle main house. The side-compartment has two access openings, one in the front and one in the back.

Access to the rotor is restricted with fixed or moveable guard with interlock.

6.2 Evacuation and Rescue

The basic principle for evacuation is inside and down via the normal access routes. From the centre of the nacelle main house there are two separate exit points to the tower, one on each side of the power train. The evacuation route to the tower is on fixed ladders with fall arrest system.

With two separate evacuation routes from the nacelle main house to the tower, it is the intention to avoid escape by means of descent device.

However, the turbine design still enables the possibility to descent directly from nacelle to ground via the service hatch in the bottom of the nacelle main house. Dedicated attachment points for a descent device are provided above the hatch.

It is a prerequisite that one or more descent devices are available in the turbine when there are people present in the turbine.

For rescue the normal access routes can be used, in addition to this it is possible to lower an injured person to the ground through the service hatch, one of the hatches in the spinner or from the roof.

The skylights in the roof can be opened from both the inside and outside.

Evacuation from the service lift is by ladder.

6.3 Rooms/Working Areas

The tower, nacelle main house and side-compartment are equipped with power sockets for electrical tools for service and maintenance of the turbine.

6.4 Floors, Platforms, Standing, and Working Places

All floors have anti-slip surfaces. There is one floor per tower section.

Rest platforms are provided at intervals of 12 metres along the tower ladder between platforms.

6.5 Service Lift

Towers for the EnVentus turbines are as standard delivered with a service lift. But for lower hub heights, towers without a service lift can be provide as an option. Please contact Vestas for additional details.

6.6 Work restraint and fall arrest

The tower ladder is equipped with a fall arrest system, either a rail or a wire.

The service areas in the turbines are equipped with yellow coloured anchor points. The anchor point may be used for work positioning, fall restraint, fall arrest and to attach a descent device to perform rescue or escape from the turbine.

The strength of the anchor point is verified by static and dynamic tests. The minimum required static test load is 22.5 kN.

6.7 Moving Parts, Guards, and Blocking Devices

All moving parts in the nacelle are shielded.

The turbine is equipped with a rotor lock to block the rotor and power train.

Blocking the pitch of the blade can be done both automatically and manually with a mechanical blade lock.

6.8 Lights

The turbine is equipped with lights in the tower, nacelle main house, side-compartment and hub.

There is emergency light in case of the loss of electrical power.

6.9 Emergency Stop

There are emergency stop buttons in the nacelle, hub and tower.

6.10 Power Disconnection

The turbine is equipped with breakers to allow for disconnection from all power sources during inspection or maintenance. The switches are marked with signs and are located in the nacelle and bottom of the tower.

6.11 Fire Protection/First Aid

When there are people present in the turbine, following fire and safety equipment must be available. In the nacelle: A first aid kit, a handheld fire extinguisher, and a fire blanket. In the tower a handheld fire extinguisher and a fire blanket at the entrance platform.

6.12 Warning Signs

Warning signs placed inside or on the turbine must be reviewed before operating or servicing the turbine.

6.13 Manuals and Warnings

The Vestas Corporate OH&S Manual and manuals for operation, maintenance and service of the turbine provide additional safety rules and information for operating, servicing or maintaining the turbine.

7 Environment

7.1 Chemicals

Chemicals used in the turbine are evaluated according to the Vestas Wind Systems A/S Environmental System certified according to ISO 14001:2015. The following chemicals are used in the turbine:

- Anti-freeze to help prevent the cooling system from freezing.
- Gear oil for lubricating the main bearing, gearbox and generator
- Hydraulic oil to pitch the blades, operate the brake and operate the rotor lock
- Grease for yaw system lubrication
- Transformer insulation liquid for HV transformer
- Various cleaning agents and chemicals for maintenance of the turbine.

8 Design Codes

8.1 Design Codes – Structural Design

The turbine design has been developed and verified in accordance with, but not limited to, the following main standards:

Design Codes	
Nacelle and Hub	IEC 61400-1 Edition 4 EN 50308
Tower (IEC)	IEC 61400-1 Edition 4 IEC 61400-6 Edition 1
Tower (DIBt)	Richtlinie für Windenergieanlagen, DIBt, Ausgabe: Oktober 2012
Blades	IEC 61400-5:2020 IEC 1024-1 IEC 60721-2-4 IEC 61400 (Part 1, 12 and 23) DEFU R25 DS/EN ISO 12944-2
Gearbox	IEC 61400-4
Generator	IEC 60034 (relevant parts)
Transformer	IEC 60076-11 IEC 60076-16 CENELEC HD637 S1
Lightning Protection	IEC 61400-24:2019
Safety of Machinery, Safety-related Parts of Control Systems	EN ISO 13849-1:2015
Safety of Machinery – Electrical Equipment of Machines	EN 60204-1:2018

Table 8-1: Design codes

9 Colours

9.1 Nacelle Colour

Colour of Vestas Nacelles	
Standard Nacelle Colour	RAL 7035 (light grey)
Standard Logo	Vestas

Table 9-1: Colour, nacelle

9.2 Tower Colour

Colour of Vestas Tower Section		
	External:	Internal:
Standard Steel Tower	RAL 7035 (light grey)	RAL 9001 (cream white)
Standard Concrete Hybrid Tower	Concrete part: Unpainted concrete, corresponds approx. to RAL 7023 (concrete grey) Steel part: RAL 7035 (light grey)	Concrete part: Unpainted concrete, corresponds approx. to RAL 7023 (concrete grey) Steel part: RAL 9001 (cream white)
Option for Concrete Hybrid Tower	Concrete part can be painted with RAL 7035 (light grey)	

Table 9-2: Colour, tower

9.3 Blade Colour

Blade Colour	
Standard Blade Colour	RAL 7035 (light grey). All lightning receptor surfaces on the blades are unpainted, excluding the Solid Metal Tips (SMT).
Tip-End Colour Variants	RAL 2009 (traffic orange), RAL 3020 (traffic red)
Gloss	< 30% ISO 2813

Table 9-3: Colour, blades

10 Operational Envelope and Performance Guidelines

Actual climate and site conditions have many variables and should be considered in evaluating actual turbine performance. The design and operating parameters set forth in this section do not constitute warranties, guarantees, or representations as to turbine performance at actual sites.

10.1 Climate and Site Conditions

Values refer to hub height:

Extreme Design Parameters	
Wind Climate	All
Ambient Temperature Interval (Standard Temperature Turbine)	-40° to +50°C

Table 10-1: Extreme design parameters

10.2 Operational Envelope – Temperature and Altitude

Values below refer to hub height and are determined by the sensors and control system of the turbine.

Operational Envelope – Temperature	
Ambient Temperature Interval	-20° to +45°C
Ambient Temperature Interval (Low Temperature Operation)	-30° to +45°C

Table 10-2: Operational envelope – temperature

NOTE

The wind turbine will stop producing power at ambient temperatures above 45°C.

For turbine variant specific information related to power performance within the operational envelope, please refer to turbine variant specific Performance Specifications.

For the low temperature operation of the wind turbine, consult Vestas for site specific evaluation.

The turbine is designed for use at altitudes up to 1000 m above sea level as standard and optional up to 2000 m above sea level.

10.3 Operational Envelope – Grid Connection

Operational Envelope – Grid Connection		
Nominal Phase Voltage	[U _{NP}]	720 V
Nominal Frequency	[f _N]	50/60 Hz
Maximum Frequency Gradient	±4 Hz/sec.	
Maximum Negative Sequence Voltage	3% (connection) 2.5% (operation)	
Minimum Required Short Circuit Ratio at Turbine HV Connection	5.0 (contact Vestas for lower SCR levels)	
Maximum Short Circuit Current Contribution	Contact Vestas for details	

Table 10-3: Operational envelope – grid connection

The generator and the converter will be disconnected if*:

Protection Settings	
Voltage Above 110%** of Nominal for 1800 Seconds	792 V
Voltage Above 116% of Nominal for 60 Seconds	835 V
Voltage Above 125% of Nominal for 2 Seconds	900 V
Voltage Above 136% of Nominal for 0.150 Seconds	979 V
Voltage Below 90%** of Nominal for 180 Seconds (FRT)	648 V
Voltage Below 85% of Nominal for 12 Seconds (FRT)	612 V
Voltage Below 80% of Nominal for 4.8 Seconds (FRT)	576 V
Frequency is Above 106% of Nominal for 120 Seconds	53/63.6 Hz
Frequency is Above 110% of Nominal for 0.2 Seconds	55/66 Hz
Frequency is Below 94% of Nominal for 0.2 Seconds	47/56.4 Hz

Table 10-4: Generator and converter disconnecting values

NOTE

* Over the turbine lifetime, grid drop-outs are to occur at an average of no more than 50 times a year.

** The turbine may be configured for continuous operation @ +/- 13 % voltage.

10.4 Operational Envelope – Reactive Power Capability

For turbine variant specific reactive power capability, please refer to the variant specific Performance Specification.

10.5 Performance – Fault Ride Through

The turbine is designed to stay connected during grid disturbances within the voltage tolerance curve as illustrated below:

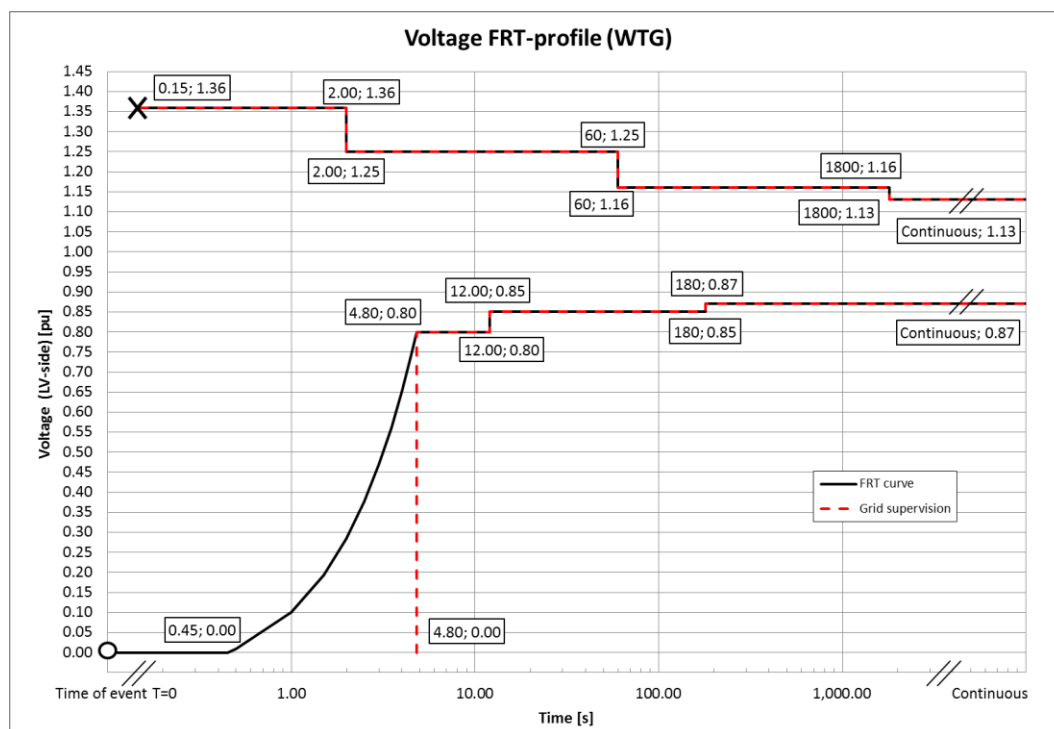


Figure 10-1: Voltage tolerance curve for symmetrical and asymmetrical faults, where U represents voltage as measured on the grid.

For grid disturbances outside the tolerance curve in Figure 10-1, the turbine will be disconnected from the grid.

Power Recovery Time	
Power Recovery to 90% of Pre-Fault Level	Maximum 0.1 seconds

Table 10-5: Power recovery time

10.6 Performance – Reactive Current Contribution

The reactive current contribution depends on whether the fault applied to the turbine is symmetrical or asymmetrical.

10.6.1 Symmetrical Reactive Current Contribution

During symmetrical voltage dips, the wind farm will inject reactive current to support the grid voltage. The reactive current injected is a function of the measured grid voltage.

The default value gives a reactive current part of 1 p.u. of the rated active current at the high voltage side of the HV transformer. Figure 10-2, indicates the reactive current contribution as a function of the voltage. The reactive current contribution is independent from the actual wind conditions and pre-fault power level. As seen in Figure 10-2, the default current injection slope is 2% reactive current increase per 1% voltage decrease. The slope can be parameterized between 0 and 10 to adapt to site specific requirements.

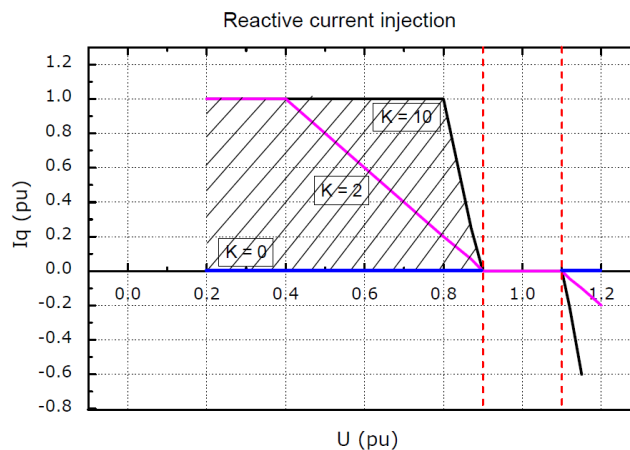


Figure 10-2: Reactive current injection

10.6.2 Asymmetrical Reactive Current Contribution

The injected current is based on the measured positive sequence voltage and the used K-factor. During asymmetrical voltage dips, the reactive current injection is limited to approximate 0.4 p.u. to limit the potential voltage increase on the healthy phases.

10.7 Performance – Multiple Voltage Dips

The turbine is designed to handle re-closure events and multiple voltage dips within a short period of time due to the fact that voltage dips are not evenly distributed during the year. For example, the turbine is designed to handle 10 voltage dips of duration of 200 ms, down to 20% voltage, within 30 minutes.

10.8 Performance – Active and Reactive Power Control

The turbine is designed for control of active and reactive power via the VestasOnline® SCADA system.

Maximum Ramp Rates for External Control	
Active Power	0.1 p.u./sec for max. power level change of 0.3 p.u. 0.3 p.u./sec for max. power level change of 0.1 p.u.
Reactive Power	20 p.u./sec

Table 10-6: Active/reactive power ramp rates

To support grid stability the turbine is capable to stay connected to the grid at active power references down to 10 % of nominal power for the turbine. For active power references below 10 % the turbine may disconnect from the grid.

10.9 Performance – Voltage Control

The turbine is designed for integration with VestasOnline® voltage control by utilising the turbine reactive power capability.

10.10 Performance – Frequency Control

The turbine can be configured to perform frequency control by decreasing the output power as a linear function of the grid frequency (over frequency). Dead band and slope for the frequency control function are configurable.

10.11 Distortion – Immunity

The turbine is able to connect with a pre-connection (background) voltage distortion level at the grid interface of 8% and operate with a post-connection voltage distortion level of 8%.

10.12 Main Contributors to Own Consumption

The consumption of electrical power by the wind turbine is defined as the power used by the wind turbine when it is not providing energy to the grid. This is defined in the control system as Production Generator 0 (zero).

The VMP8000 control system has a hibernate mode that reduces own consumption when possible. Similarly, cooling pumps may be turned off when the turbine idles.

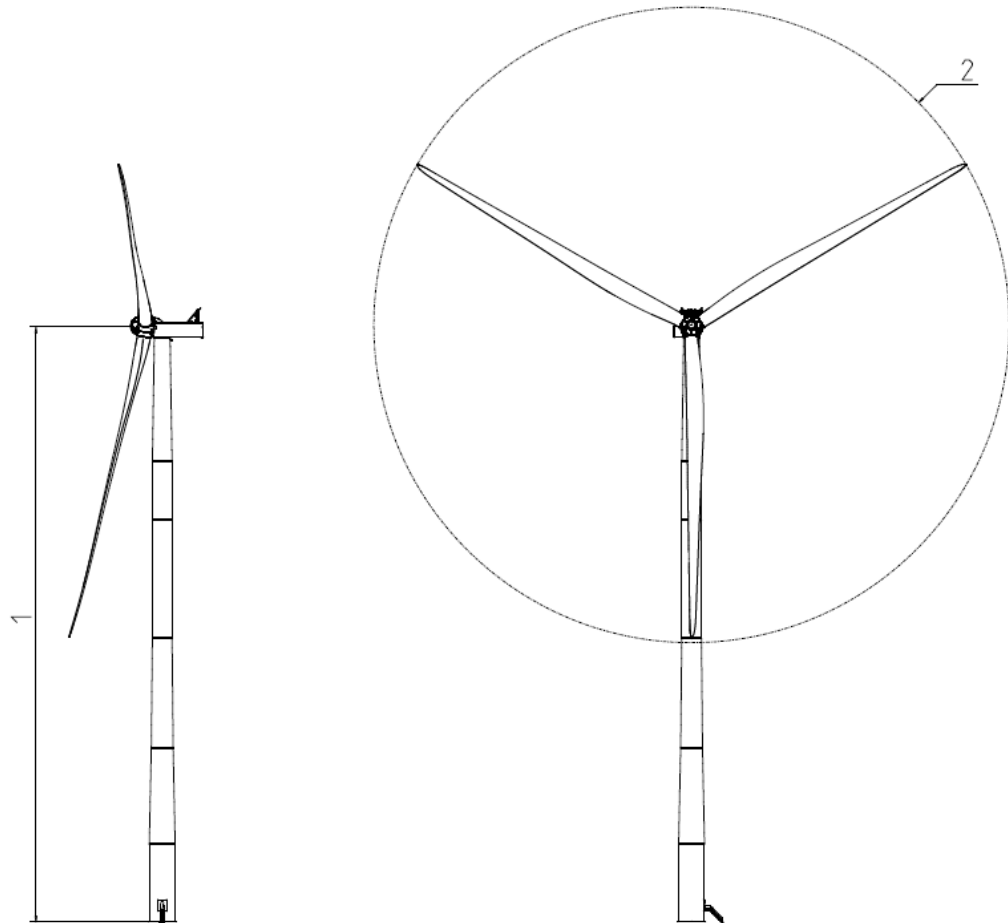
The components in Table 10-7 have the largest influence on the own consumption of the wind turbine. The values given are maximum component consumption, but the average consumption can be lower depending on the actual conditions, the climate, the wind turbine output, the cut-off hours, etc.

Main contributors to Own Consumption	V162	V172
Hydraulic Motor	3 x 18.5 kW	3 x 22 kW
Yaw Motors	35/42 kW for 50/60 Hz	
Generator Cooling Fans	4 x 4 kW	
Water Pumps	15 kW (max)	
Oil Pump for Gearbox Lubrication	7.5 kW	
Controller Including Heating Elements for the Hydraulics and all Controllers	Approximately 4 kW	
HV Transformer No-load Loss	See section 4.3 HV Transformer	

Table 10-7: Main contributors to own consumption data.

11 Drawings

11.1 Structural Design – Illustration of Outer Dimensions



1: Hub heights: See Performance Specification 2: Rotor diameter: 162/172 m

Figure 11-1: Illustration of outer dimensions – structure

12 General Reservations, Notes and Disclaimers

- © 2022 Vestas Wind Systems A/S. This document is created by Vestas Wind Systems A/S and/or its affiliates and contains copyrighted material, trademarks, and other proprietary information. All rights reserved. No part of the document may be reproduced or copied in any form or by any means – such as graphic, electronic, or mechanical, including photocopying, taping, or information storage and retrieval systems – without the prior written permission of Vestas Wind Systems A/S. The use of this document is prohibited unless specifically permitted by Vestas Wind Systems A/S. Trademarks, copyright or other notices may not be altered or removed from the document.
- The general descriptions in this document apply to the current version of the EnVentus™ turbines. Updated versions of the EnVentus™ turbines, which may be manufactured in the future, may differ from this general description. In the event that Vestas supplies an updated version of the EnVentus™ turbine, Vestas will provide an updated general description applicable to the updated version.
- Vestas recommends that the grid shall be as close to nominal as possible with limited variation in frequency and voltage.
- A certain time allowance for turbine warm-up must be expected following grid dropout and/or periods of very low ambient temperature.
- All listed start/stop parameters (e.g. wind speeds and temperatures) are equipped with hysteresis control. This can, in certain borderline situations, result in turbine stops even though the ambient conditions are within the listed operation parameters.
- The earthing system must comply with the minimum requirements from Vestas and be in accordance with local and national requirements and codes of standards.
- This document, General Description, is not an offer for sale, and does not contain any guarantee, warranty and/or verification of the power curve and noise (including, without limitation, the power curve and noise verification method). Any guarantee, warranty and/or verification of the power curve and noise (including, without limitation, the power curve and noise verification method) must be agreed to separately in writing.

Restricted
Document no.: 0114-3777 V04
2022-11-10

Performance Specification

EnVentus™

V162-7.2 MW 50/60 Hz



Classification: Restricted

Vestas Wind Systems A/S · Hedeager 42 · 8200 Århus N · Denmark · www.vestas.com

Vestas®

VESTAS PROPRIETARY NOTICE: This document contains valuable confidential information of Vestas Wind Systems A/S. It is protected by copyright law as an unpublished work. Vestas reserves all patent, copyright, trade secret, and other proprietary rights to it. The information in this document may not be used, reproduced, or disclosed except if and to the extent rights are expressly granted by Vestas in writing and subject to applicable conditions. Vestas disclaims all warranties except as expressly granted by written agreement and is not responsible for unauthorized uses, for which it may pursue legal remedies against responsible parties.

Table of contents

1	GENERAL DESCRIPTION	4
2	TYPE APPROVALS AND AVAILABLE HUB HEIGHTS.....	4
3	OPERATIONAL ENVELOPE AND PERFORMANCE GUIDELINES.....	5
3.1	CLIMATE AND SITE CONDITIONS	5
3.1.1	<i>Wind Power Plant Layout</i>	<i>6</i>
3.2	OPERATIONAL ENVELOPE – WIND	6
3.3	OPERATIONAL ENVELOPE – TEMPERATURE AND ALTITUDE	7
3.3.1	<i>Temperature dependent operation</i>	<i>8</i>
3.4	OPERATIONAL ENVELOPE – CONDITIONS FOR POWER CURVE AND Ct VALUES (AT HUB HEIGHT).....	10
3.5	OPERATIONAL ENVELOPE – REACTIVE POWER CAPABILITY	11
3.5.1	<i>Temperature dependent reactive power capability.....</i>	<i>12</i>
3.6	OPERATIONAL MODES	13
4	DRAWINGS	14
4.1	TURBINE VISUAL IMPRESSION – SIDE VIEW	14
5	GENERAL RESERVATIONS, NOTES AND DISCLAIMERS.....	15
6	POWER CURVES, CT VALUES AND SOUND CURVES, MODE PO7200.....	16
6.1	POWER CURVES, MODE PO7200.....	16
6.2	CT VALUES, MODE PO7200	17
6.3	SOUND CURVES, MODE PO7200	18
6.4	POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO7200	19
6.1	CT VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO7200	20
6.2	SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO7200.....	21
7	POWER CURVES, CT VALUES AND SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODES.....	22
7.1	POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO1	22
7.2	CT VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO1	23
7.3	SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO1.....	24
7.4	POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO2	25
7.5	CT VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO2	26
7.6	SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO2.....	27
7.7	POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO3	28
7.8	CT VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO3	29
7.9	SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO3.....	30
7.10	POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO4	31
7.11	CT VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO4	32
7.12	SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO4.....	33
7.13	POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO5	34
7.14	CT VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO5	35
7.15	SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO5.....	36
7.16	POWER CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO6	37
7.17	CT VALUES, SOUND OPTIMIZED MODE SO6	38
7.18	SOUND CURVES, SOUND OPTIMIZED MODE SO6.....	39

Recipient acknowledges that (i) this Performance Specification is provided for recipient's information only, and, does not create or constitute a warranty, guarantee, promise, commitment, or other representation (Commitment) by Vestas Wind Systems or any of its affiliated or subsidiary companies (Vestas), all of which are disclaimed by Vestas and (ii) any and all Commitments by Vestas to recipient as to this Performance Specification (or any of the contents herein) are to be contained exclusively in signed written contracts between recipient and Vestas, and not within this document.

See general reservations, notes and disclaimers (including, Section 5, p. 15) to this Performance Specification.

1 General Description

The Vestas V162-7.2 MW is a wind turbine variant within the EnVentus™ turbine range. It is a pitch regulated upwind turbine with active yaw and a three-blade rotor. The V162-7.2 MW turbine has a rotor diameter of 162 m and a rated power of 7.2 MW.

For more details, please refer to the General Description of the EnVentus™ turbine range (General Description EnVentus™ - 0112-2836).

2 Type Approvals and Available Hub Heights

The standard turbine is type certified according to the certification standards and available hub heights listed below:

Certification	Wind Class	Hub Height
IECRE OD-501	IEC S	119 / 138 / 166 m
DIBt 2012	DIBt S	119 / 169 m

3 Operational Envelope and Performance Guidelines

Actual climate and site conditions have many variables and should be considered in evaluating actual turbine performance. The design and operating parameters set forth in this section do not constitute warranties, guarantees, or representations as to turbine performance at actual sites.

3.1 Climate and Site Conditions

The standard turbine is designed for the wind climate conditions listed below. Values refer to hub height.

	DIBt towers***		IEC towers			
Wind Class	DIBt S	DIBt S	IEC S	IEC S	IEC S	IEC S
Hub Height	119m	CHT* 169m	119m**	119m	166m	138m
Power Rating	7.2 MW	7.2 MW	7.2 MW	7.2 MW	7.2 MW	7.2 MW
Average design parameters						
Wind Speed (10 min average), V_{ave}	7.6 m/s	7.5 m/s	7.9 m/s	8.4 m/s	7.4 m/s	8.1 m/s
Weibull Scale Factor, C	8.6 m/s	8.5 m/s	8.9 m/s	9.5 m/s	8.3 m/s	9.1 m/s
Weibull Shape Factor, k	2	2	2.5	2.5	2.48	2.5
I_{ref} acc. to IEC 61400-1	S	S	14%	14%	15%	13%
Turbulence Intensity, I_{90} (90% quant.)	S	S	15.70%	15.70%	16.90%	14.60%
Wind Shear, α	0.25	0.27	0.22	0.15	0.3	0.21
Inflow Angle	8°	8°	8°	8°	8°	8°
Extreme design parameters						
Extr Wind Speed (10 min average), V_{50}	39.5 m/s	37.6 m/s	39.5 m/s	41.5 m/s	35.0 m/s	41.5 m/s
Survival Wind Speed (3 s gust), V_{e50}	55.3 m/s	52.6 m/s	55.3 m/s	58.1 m/s	49.0 m/s	58.1 m/s
Turbulence intensity, $I_{V(z)}$	11.3%	11.1%	11.0%	11.0%	11.0%	11.0%

* CHT refers to Concrete Hybrid Tower

** Low tower diameter to meet transport constraints

*** Reduction of 0.5 m/s in V_{ave} for 25 years certification

NOTE

The turbine is intended for medium wind speed sites and is classified as DIBt S and IEC S. Please contact Vestas Wind Systems A/S for further information if needed.

Climatic conditions for turbines with the optional Vestas Anti-icing System (VAS) may vary from above. Please contact Vestas Wind Systems A/S for further information.

3.1.1 Wind Power Plant Layout

Turbine spacing is to be evaluated site-specifically. Spacing below two rotor diameters (2D) may require sector-wise curtailment.

NOTE

As evaluation of climate and site conditions is complex, consult Vestas for every project. If conditions exceed the above parameters, Vestas must be consulted.

3.2 Operational Envelope – Wind

Values refer to hub height and are determined by the sensors and control system of the turbine.

Wind Climate	DIBt S, IEC S
	PO7200
Cut-In, V_{in}	3 m/s
Cut-Out (10 min exponential avg.), V_{out}	25 m/s
Re-Cut In (10 min exponential avg.)	23 m/s

3.3 Operational Envelope – Temperature and Altitude

Values below refer to hub height and are determined by the sensors and control system of the turbine.

Operational Envelope – Temperature	
Ambient Temperature Interval	-20° to +45°C
Ambient Temperature Interval (Low Temperature operation)	-30° to +45°C

NOTE

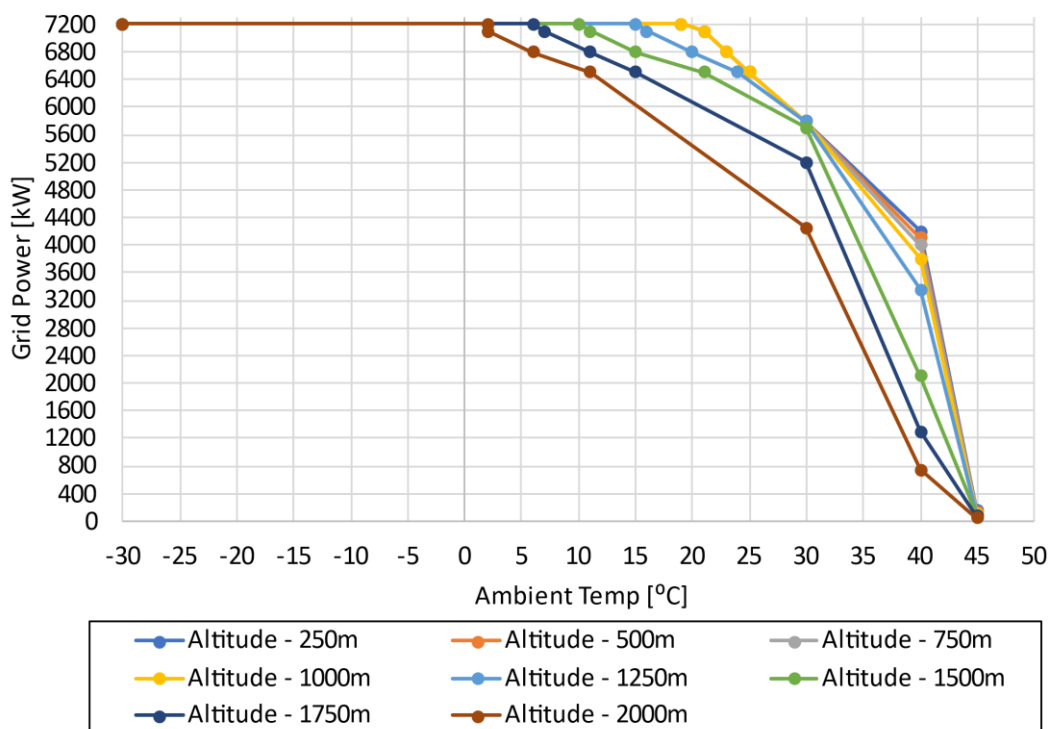
The wind turbine will stop producing power at ambient temperatures above 45°C. For the low temperature operation of the wind turbine please consult Vestas.

The turbine is designed for use at altitudes up to 1000 m above sea level as standard and optional up to 2000 m above sea level.

3.3.1 Temperature dependent operation

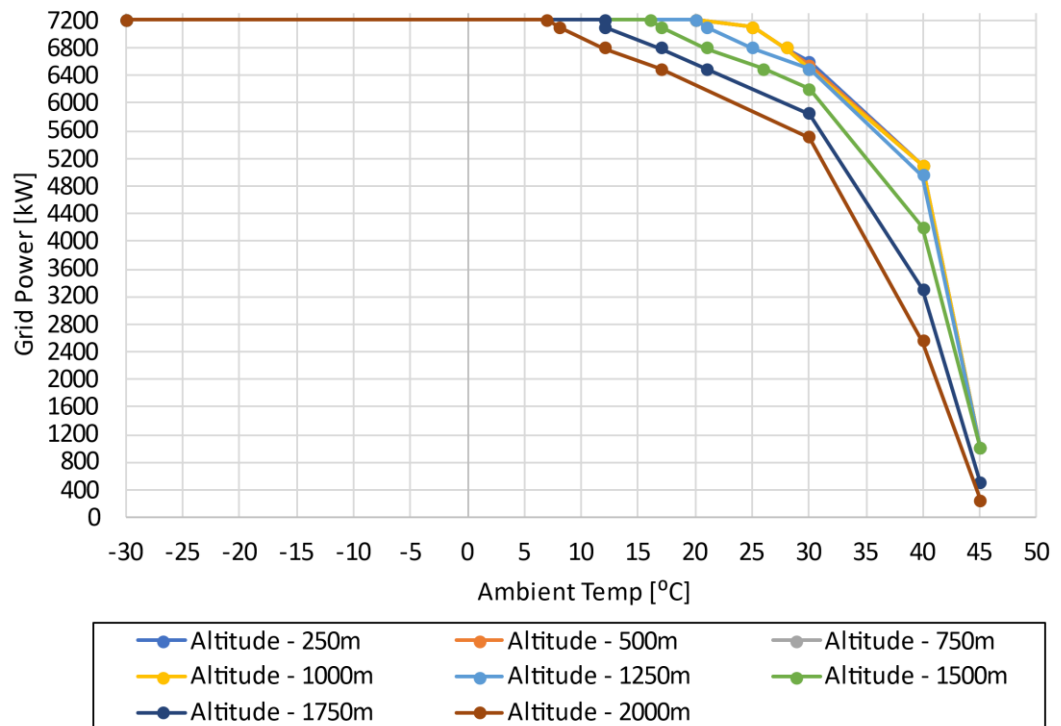
Values below refer to hub height and are determined by the sensors and control system of the turbine. At ambient temperatures above the thresholds shown for each operating mode, the turbine will maintain derated production.

The turbine will be available with two temperature performance steps a standard configuration (Performance Step 0, PS0) and an optional configuration (Performance Step 1, PS1).



Temperature derate points for Standard Cooler top, V162-7.2MW														
Altitude [m]	[°C]	[kW]	[°C]	[kW]	[°C]	[kW]	[°C]	[kW]	[°C]	[kW]	[°C]	[kW]	[°C]	[kW]
<250	19	7200	21	7100	23	6800	25	6500	30	5800	40	4200	45	150
250-500	19	7200	21	7100	23	6800	25	6500	30	5800	40	4100	45	125
500-750	19	7200	21	7100	23	6800	25	6500	30	5800	40	4000	45	115
750-1000	19	7200	21	7100	23	6800	25	6500	30	5800	40	3800	45	100
1000-1250	15	7200	16	7100	20	6800	24	6500	30	5800	40	3350	45	90
1250-1500	10	7200	11	7100	15	6800	21	6500	30	5700	40	2100	45	80
1500-1750	6	7200	7	7100	11	6800	15	6500	30	5200	40	1300	45	70
1750-2000	2	7200	2	7100	6	6800	11	6500	30	4250	40	750	45	50

Figure 3-1: Temperature dependant derated operation – Standard cooler top (PS0)



Temperature derate points for Optional Cooler top, V162-7.2MW														
Altitude [m]	°C	[kW]	°C	[kW]	°C	[kW]	°C	[kW]	°C	[kW]	°C	[kW]	°C	[kW]
0-250	20	7200	25	7100	28	6800	30	6600	-	-	40	5100	45	1000
250-500	20	7200	25	7100	28	6800	30	6550	-	-	40	5100	45	1000
500-750	20	7200	25	7100	28	6800	30	6500	-	-	40	5100	45	1000
750-1000	20	7200	25	7100	28	6800	30	6500	-	-	40	5100	45	1000
1000-1250	20	7200	21	7100	25	6800	30	6500	-	-	40	4950	45	1000
1250-1500	16	7200	17	7100	21	6800	26	6500	30	6200	40	4200	45	1000
1500-1750	12	7200	12	7100	17	6800	21	6500	30	5850	40	3300	45	500
1750-2000	7	7200	8	7100	12	6800	17	6500	30	5500	40	2550	45	250

Figure 3-2: Temperature dependant derated operation – Optional cooler top (PS1)

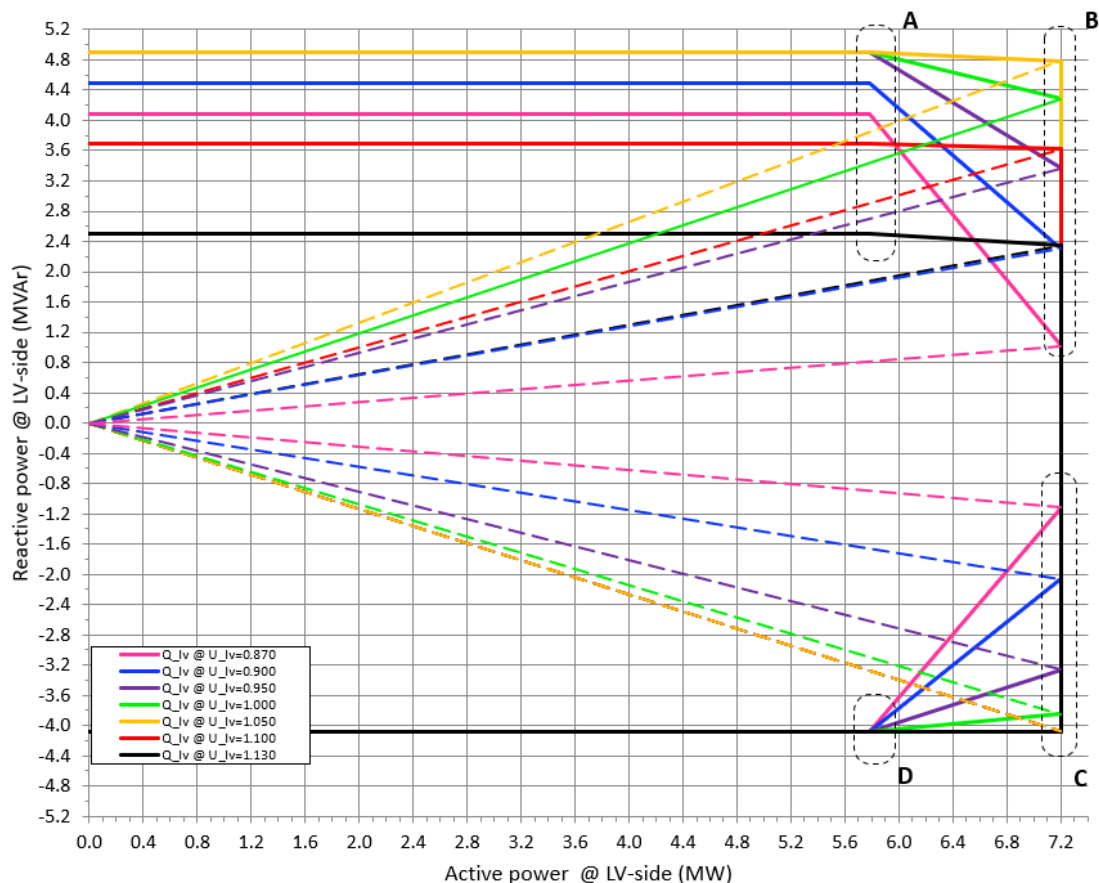
3.4 Operational Envelope – Conditions for Power Curve and C_t Values (at Hub Height)

Please consult section 6 and subsequent, for power curves and C_t values.

Conditions for Power Curve and C_t Values (at Hub Height)	
Wind Shear, α	0.00-0.30 (10-minute average)
Turbulence Intensity, I	6-12% (10-minute average)
Blades	Clean
Rain	No
Ice/Snow on Blades	No
Leading Edge	No damage
Terrain	IEC 61400-12-1
Inflow Angle (Vertical)	$0 \pm 2^\circ$
Grid Voltage	Nominal Voltage $\pm 2.5\%$
Grid Frequency	Nominal Frequency ± 0.5 Hz
Grid Active Power (LV-side)	Per tabulated values in Section 6 and following sections
Grid Reactive Power (LV-side)	Power Factor 1.0

3.5 Operational Envelope – Reactive Power Capability

The turbine has a reactive power capability on the low voltage side of the HV transformer as illustrated in Figure 3-3:



Point:	Coordinates								Power factor	
	x (P)	y (Q)	x (P)	y (Q)	x (P)	y (Q)	x (P)	y (Q)	B (Capacitive)	C (Inductive)
Reactive power [kVar] @ LV side @ $U_{lv} = 0.870$ p.u. voltage	5.780	4.080	7.200	1.020	7.200	-1.116	5.780	-4.080	0.990	0.988
Reactive power [kVar] @ LV side @ $U_{lv} = 0.900$ p.u. voltage	5.780	4.488	7.200	2.299	7.200	-2.064	5.780	-4.080	0.953	0.961
Reactive power [kVar] @ LV side @ $U_{lv} = 0.950$ p.u. voltage	5.780	4.896	7.200	3.362	7.200	-3.262	5.780	-4.080	0.906	0.911
Reactive power [kVar] @ LV side @ $U_{lv} = 1.000$ p.u. voltage	5.780	4.896	7.200	4.283	7.200	-3.846	5.780	-4.080	0.859	0.882
Reactive power [kVar] @ LV side @ $U_{lv} = 1.050$ p.u. voltage	5.780	4.896	7.200	4.783	7.200	-4.080	5.780	-4.080	0.833	0.870
Reactive power [kVar] @ LV side @ $U_{lv} = 1.100$ p.u. voltage	5.780	3.697	7.200	3.621	7.200	-4.080	5.780	-4.080	0.893	0.870
Reactive power [kVar] @ LV side @ $U_{lv} = 1.130$ p.u. voltage	5.780	2.499	7.200	2.346	7.200	-4.080	5.780	-4.080	0.951	0.870

Figure 3-3: Reactive power capability.

The turbine is able to maintain the reactive power capability at low wind with no active power production.

3.5.1 Temperature dependent reactive power capability

The reactive power capability shown in Figure 3-3 is valid for ambient temperatures at which no active power derate is needed according to Figure 3-1 and Figure 3-2.

For ambient temperatures up to 40°C, where active power is derated below 7.2 MW because of ambient temperature, the shape of the PQ chart corresponding to 7.2 MW (Figure 3-4: A, B, C and D points) is maintained. The active power for the A, B, C and D points is however adjusted according to the overall WTG active power derate according to Figure 3-1 and Figure 3-2.

For ambient temperatures between 40°C and 45°C, reactive power is derated proportional to the active power derate.

Figure 3-4 shows an illustrative example of the reactive power derate.

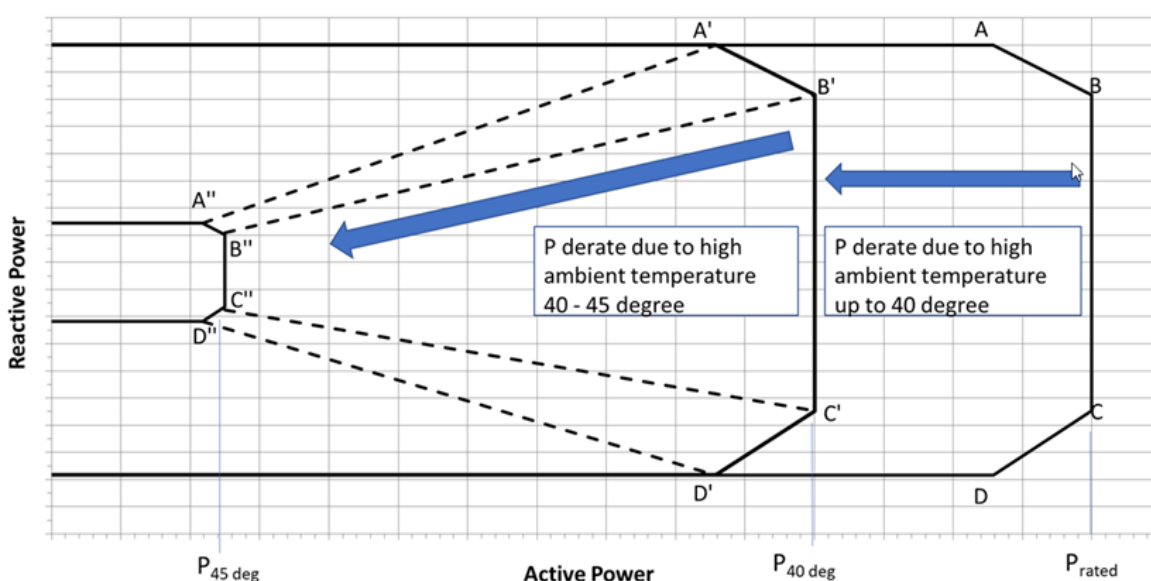


Figure 3-4 Reactive power capability temperature dependency. Illustrative example.

3.6 Operational Modes

The operational modes listed below are available for the turbine.

Sound modes			
Mode No.	Maximum Sound Level	Serrated trailing edges	Available hub heights
PO7200	105.5 dBA	Yes (standard)	IEC towers 119 / 138 / 166 m
PO7200-0S	107.1 dBA	No (option)	IEC towers: 119 / 138 / 166 m
SO7200	105.5 dBA	Yes (standard)	DIBt towers: 119 / 169 m

In addition, Sound Optimized (SO) modes as listed below are available as options for the turbine.

Sound Optimized (SO) modes			
Mode No.	Maximum Sound Level	Serrated trailing edges	Available hub heights
SO1	103.5 dBA	Yes (standard)	119 / 138 / 166 / 169 m
SO2	102 dBA	Yes (standard)	119 / 138 / 166 / 169 m
SO3	101 dBA	Yes (standard)	119 / 138 / 166 / 169 m
SO4	100 dBA	Yes (standard)	119 / 138 / 166 / 169 m
SO5	99 dBA	Yes (standard)	119 / 138 / 166 / 169 m
SO6	98 dBA	Yes (standard)	Site specific

* All sound optimized modes in this table are available on both IEC and DIBt towers if not marked differently.

NOTE Sound Optimized (SO) modes are only available with serrated trailing edges on the blades. For further details on sound performance and in case of specific requests, please contact Vestas Wind Systems A/S.

4 Drawings

Overview drawings describing the wind turbines, tower and foundation are shown in these documents.

V162 HH169 (DiBt) – 0110-5620
V162 HH119 (DiBt) – 0110-9356
V162 HH119 (IEC - Small Diameter) – 0110-4989
V162 HH166 (IEC) – 0110-4990
V162 HH119 (IEC) – 0110-5619
V162 HH138 (IEC) – 0120-5116

NOTE For detailed drawings, please contact Vestas Wind Systems A/S.

4.1 Turbine visual impression – side view



5 General Reservations, Notes and Disclaimers

- © 2022 Vestas Wind Systems A/S. This document is created by Vestas Wind Systems A/S and/or its affiliates and contains copyrighted material, trademarks, and other proprietary information. All rights reserved. No part of the document may be reproduced or copied in any form or by any means – such as graphic, electronic, or mechanical, including photocopying, taping, or information storage and retrieval systems – without the prior written permission of Vestas Wind Systems A/S. The use of this document is prohibited unless specifically permitted by Vestas Wind Systems A/S. Trademarks, copyright or other notices may not be altered or removed from the document.
- The performance specifications described in this document apply to the current version of the V162-7.2 MW wind turbine. Updated versions of the V162-7.2 MW wind turbine, which may be manufactured in the future, may differ from these performance specifications. In the event that Vestas supplies an updated version of the V162-7.2 MW wind turbine, Vestas will provide an updated performance specification applicable to the updated version.
- All listed start/stop parameters (e.g. wind speeds) are equipped with hysteresis control. This can, in certain borderline situations, result in turbine stops even though the ambient conditions are within the listed operation parameters.
- This document, Performance Specification, is not an offer for sale, and does not contain any guarantee, warranty and/or verification of the power curve and sound (including, without limitation, the power curve and sound verification method). Any guarantee, warranty and/or verification of the power curve and sound (including, without limitation, the power curve and sound verification method) must be agreed to separately in writing.

6 Power Curves, Ct Values and Sound Curves, Mode PO7200

6.1 Power Curves, Mode PO7200

Wind speed [m/s]	Air density [kg/m ³]													
	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	42	32	33	34	35	36	37	38	39	39	40	41	43	44
3.5	113	70	74	77	80	84	88	92	96	100	104	108	117	122
4.0	254	168	176	184	192	200	207	215	223	231	239	246	262	269
4.5	426	306	316	327	338	349	360	371	382	393	404	415	437	448
5.0	633	466	481	497	512	527	542	558	573	588	603	618	648	663
5.5	883	660	680	700	720	741	761	781	802	822	842	863	904	924
6.0	1189	895	921	948	975	1001	1028	1055	1082	1109	1135	1162	1216	1242
6.5	1549	1174	1208	1242	1277	1311	1345	1379	1413	1447	1481	1515	1583	1617
7.0	1969	1502	1545	1587	1630	1672	1715	1757	1800	1842	1885	1927	2012	2054
7.5	2449	1876	1928	1981	2033	2085	2137	2189	2241	2293	2345	2397	2501	2552
8.0	2994	2302	2365	2428	2491	2554	2617	2680	2743	2806	2868	2931	3056	3118
8.5	3607	2782	2858	2933	3008	3084	3159	3233	3308	3383	3458	3532	3680	3753
9.0	4277	3317	3405	3494	3583	3672	3760	3848	3936	4024	4108	4193	4343	4408
9.5	4914	3884	3987	4089	4191	4293	4392	4492	4591	4690	4765	4839	4945	4977
10.0	5519	4494	4610	4727	4843	4960	5061	5163	5264	5366	5417	5468	5525	5531
10.5	6098	5123	5253	5383	5512	5642	5734	5826	5918	6010	6039	6069	6091	6085
11.0	6647	5732	5872	6011	6151	6290	6369	6448	6527	6606	6620	6633	6634	6621
11.5	7015	6299	6431	6564	6696	6828	6871	6913	6956	6998	7004	7010	7006	6997
12.0	7158	6778	6854	6931	7008	7084	7102	7119	7137	7154	7156	7157	7155	7152
12.5	7189	7043	7074	7106	7138	7170	7174	7178	7183	7187	7188	7189	7189	7188
13.0	7198	7153	7162	7171	7180	7189	7191	7193	7195	7197	7197	7198	7198	7198
13.5	7200	7181	7185	7189	7193	7197	7197	7198	7199	7200	7200	7200	7200	7200
14.0	7200	7193	7194	7196	7198	7199	7199	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200
14.5	7200	7197	7198	7199	7199	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200
15.0	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200
15.5	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200
16.0	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200
16.5	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200
17.0	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200
17.5	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200
18.0	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200
18.5	7191	7191	7191	7191	7191	7191	7191	7191	7191	7191	7191	7191	7191	7191
19.0	7113	7113	7113	7113	7113	7113	7113	7113	7113	7113	7113	7113	7113	7113
19.5	6956	6956	6956	6956	6956	6956	6956	6956	6956	6956	6956	6956	6956	6956
20.0	6682	6682	6682	6682	6682	6682	6682	6682	6682	6682	6682	6682	6682	6682
20.5	6305	6305	6305	6305	6305	6305	6305	6305	6305	6305	6305	6305	6305	6305
21.0	5865	5865	5865	5865	5865	5865	5865	5865	5865	5865	5865	5865	5865	5865
21.5	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397
22.0	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928
22.5	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459
23.0	3984	3983	3983	3983	3983	3984	3984	3984	3984	3984	3984	3984	3984	3984
23.5	3514	3515	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3515	3514	3514	3514	3514
24.0	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049
24.5	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598
25.0	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202

6.2 Ct Values, Mode PO7200

Air density kg/m ³														
Wind speed [m/s]	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	0.930	0.938	0.937	0.937	0.936	0.935	0.935	0.934	0.933	0.932	0.932	0.931	0.929	0.929
3.5	0.871	0.876	0.876	0.875	0.875	0.874	0.874	0.873	0.873	0.872	0.872	0.871	0.870	0.870
4.0	0.846	0.854	0.854	0.853	0.852	0.852	0.851	0.850	0.849	0.848	0.847	0.847	0.845	0.844
4.5	0.830	0.838	0.837	0.836	0.836	0.835	0.834	0.834	0.833	0.832	0.832	0.831	0.830	0.829
5.0	0.812	0.811	0.811	0.811	0.811	0.811	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.813
5.5	0.805	0.801	0.802	0.802	0.802	0.803	0.803	0.803	0.804	0.804	0.804	0.804	0.805	0.805
6.0	0.806	0.804	0.804	0.804	0.804	0.805	0.805	0.805	0.805	0.806	0.806	0.806	0.806	0.806
6.5	0.808	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808
7.0	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.807
7.5	0.807	0.809	0.809	0.809	0.809	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.807	0.807	0.806	0.806
8.0	0.804	0.809	0.808	0.808	0.808	0.807	0.807	0.807	0.806	0.806	0.805	0.805	0.804	0.803
8.5	0.801	0.807	0.807	0.806	0.806	0.805	0.805	0.804	0.803	0.803	0.802	0.802	0.799	0.798
9.0	0.787	0.802	0.802	0.801	0.800	0.800	0.799	0.798	0.797	0.796	0.793	0.790	0.774	0.761
9.5	0.734	0.786	0.785	0.784	0.783	0.782	0.780	0.777	0.775	0.772	0.759	0.747	0.711	0.688
10.0	0.671	0.769	0.767	0.766	0.765	0.763	0.755	0.747	0.739	0.731	0.711	0.691	0.648	0.625
10.5	0.615	0.744	0.741	0.739	0.736	0.734	0.720	0.706	0.692	0.678	0.657	0.636	0.595	0.574
11.0	0.566	0.706	0.703	0.699	0.695	0.692	0.675	0.658	0.641	0.624	0.605	0.585	0.548	0.530
11.5	0.508	0.656	0.650	0.643	0.637	0.630	0.612	0.594	0.576	0.557	0.541	0.525	0.494	0.479
12.0	0.444	0.600	0.587	0.574	0.560	0.547	0.531	0.515	0.499	0.483	0.470	0.457	0.432	0.421
12.5	0.384	0.529	0.513	0.498	0.483	0.468	0.455	0.442	0.429	0.415	0.405	0.395	0.375	0.367
13.0	0.336	0.458	0.444	0.430	0.417	0.403	0.392	0.382	0.371	0.361	0.353	0.344	0.328	0.321
13.5	0.296	0.398	0.386	0.375	0.364	0.352	0.343	0.335	0.326	0.317	0.310	0.303	0.289	0.283
14.0	0.262	0.349	0.339	0.329	0.320	0.310	0.303	0.295	0.288	0.280	0.274	0.268	0.257	0.251
14.5	0.234	0.309	0.300	0.292	0.284	0.276	0.269	0.263	0.256	0.250	0.245	0.239	0.229	0.225
15.0	0.210	0.275	0.268	0.261	0.253	0.246	0.241	0.235	0.230	0.224	0.219	0.215	0.206	0.202
15.5	0.190	0.247	0.240	0.234	0.228	0.222	0.217	0.212	0.207	0.202	0.198	0.194	0.186	0.182
16.0	0.172	0.223	0.217	0.212	0.206	0.201	0.196	0.192	0.187	0.183	0.179	0.176	0.169	0.166
16.5	0.157	0.202	0.197	0.192	0.187	0.182	0.178	0.174	0.171	0.167	0.163	0.160	0.154	0.151
17.0	0.143	0.184	0.179	0.175	0.171	0.166	0.163	0.159	0.156	0.152	0.149	0.146	0.141	0.138
17.5	0.132	0.169	0.165	0.161	0.157	0.153	0.150	0.147	0.143	0.140	0.138	0.135	0.130	0.127
18.0	0.122	0.155	0.152	0.148	0.144	0.141	0.138	0.135	0.132	0.129	0.126	0.124	0.119	0.117
18.5	0.112	0.143	0.139	0.136	0.133	0.129	0.127	0.124	0.121	0.119	0.117	0.114	0.110	0.108
19.0	0.102	0.130	0.127	0.124	0.121	0.118	0.115	0.113	0.111	0.108	0.106	0.104	0.100	0.099
19.5	0.093	0.117	0.115	0.112	0.110	0.107	0.105	0.103	0.100	0.098	0.096	0.095	0.091	0.090
20.0	0.083	0.105	0.103	0.100	0.098	0.096	0.094	0.092	0.090	0.088	0.086	0.085	0.082	0.080
20.5	0.073	0.092	0.090	0.088	0.086	0.084	0.083	0.081	0.079	0.078	0.076	0.075	0.072	0.071
21.0	0.064	0.080	0.079	0.077	0.075	0.073	0.072	0.071	0.069	0.068	0.066	0.065	0.063	0.062
21.5	0.056	0.069	0.068	0.066	0.065	0.063	0.062	0.061	0.060	0.059	0.058	0.057	0.055	0.054
22.0	0.048	0.060	0.058	0.057	0.056	0.055	0.054	0.053	0.052	0.051	0.050	0.049	0.047	0.047
22.5	0.041	0.051	0.050	0.049	0.048	0.047	0.046	0.045	0.044	0.044	0.043	0.042	0.041	0.040
23.0	0.036	0.044	0.043	0.042	0.041	0.040	0.040	0.039	0.038	0.037	0.037	0.036	0.035	0.035
23.5	0.030	0.037	0.036	0.036	0.035	0.034	0.034	0.033	0.032	0.032	0.031	0.031	0.030	0.029
24.0	0.026	0.031	0.030	0.030	0.029	0.029	0.028	0.028	0.027	0.027	0.026	0.026	0.025	0.025
24.5	0.022	0.026	0.025	0.025	0.024	0.024	0.024	0.023	0.023	0.023	0.022	0.022	0.021	0.021
25.0	0.018	0.022	0.021	0.021	0.021	0.020	0.020	0.020	0.019	0.019	0.019	0.019	0.018	0.018

6.3 Sound Curves, Mode PO7200

Sound Power Level at Hub Height		
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3 Maximum turbulence at hub height: 30% Inflow angle (vertical): 0 ±2° Air density: 1.225 kg/m ³	
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Mode PO7200 (Blades with serrated trailing edge)	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Mode PO7200-0S (Blades without serrated trailing edge)
3	94.0	94.5
4	94.0	94.5
5	94.0	94.5
6	95.0	97.0
7	98.3	100.6
8	101.5	104.0
9	104.1	106.6
10	104.6	107.1
11	104.7	107.1
12	104.8	107.1
13	105.0	107.1
14	105.3	107.1
15	105.5	107.1

6.4 Power Curves, Sound Optimized Mode SO7200

Wind speed [m/s]	Air density [kg/m³]													
	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	42	32	33	34	35	36	37	38	39	39	40	41	43	44
3.5	113	70	74	77	81	84	88	92	96	100	104	108	117	122
4.0	254	168	176	184	192	200	208	215	223	231	239	246	262	270
4.5	426	306	317	327	338	349	360	371	382	393	404	415	437	448
5.0	633	466	482	497	512	527	543	558	573	588	603	618	649	664
5.5	883	660	680	701	721	741	761	782	802	822	842	863	904	924
6.0	1189	895	922	948	975	1001	1028	1055	1082	1109	1136	1162	1216	1243
6.5	1550	1175	1209	1243	1277	1311	1345	1379	1414	1448	1482	1516	1584	1618
7.0	1970	1502	1545	1588	1630	1673	1715	1758	1800	1843	1885	1928	2012	2055
7.5	2450	1877	1929	1981	2034	2086	2138	2190	2242	2294	2346	2398	2502	2553
8.0	2995	2303	2366	2429	2492	2556	2618	2681	2744	2807	2869	2932	3057	3119
8.5	3608	2783	2859	2934	3009	3085	3160	3234	3309	3384	3459	3533	3681	3754
9.0	4279	3318	3406	3495	3584	3673	3761	3849	3937	4025	4109	4194	4344	4409
9.5	4915	3886	3988	4090	4192	4294	4394	4493	4592	4692	4766	4840	4946	4978
10.0	5520	4495	4612	4728	4845	4961	5063	5164	5266	5367	5418	5469	5526	5532
10.5	6100	5125	5254	5384	5514	5643	5735	5827	5919	6012	6041	6070	6093	6086
11.0	6648	5734	5874	6013	6153	6292	6371	6450	6529	6607	6621	6635	6635	6622
11.5	7016	6301	6433	6565	6697	6830	6872	6914	6957	6999	7005	7010	7007	6998
12.0	7158	6779	6856	6932	7009	7085	7102	7120	7137	7155	7156	7157	7156	7153
12.5	7189	7043	7075	7106	7138	7170	7174	7178	7183	7187	7188	7189	7189	7188
13.0	7198	7153	7162	7171	7180	7189	7191	7193	7195	7197	7197	7198	7198	7198
13.5	7200	7181	7185	7189	7193	7197	7197	7198	7199	7200	7200	7200	7200	7200
14.0	7200	7193	7194	7196	7198	7199	7199	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200
14.5	7200	7197	7198	7199	7199	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200	7200
15.0	7198	7197	7197	7198	7198	7198	7198	7198	7198	7198	7198	7198	7198	7199
15.5	7185	7180	7180	7181	7181	7181	7182	7182	7183	7183	7184	7184	7186	7186
16.0	7158	7152	7152	7152	7153	7153	7154	7155	7155	7156	7157	7158	7159	7160
16.5	7128	7121	7121	7122	7122	7123	7123	7124	7125	7126	7127	7127	7129	7130
17.0	7101	7095	7095	7095	7096	7096	7097	7098	7098	7099	7100	7100	7102	7103
17.5	7079	7073	7074	7074	7074	7075	7075	7076	7076	7077	7078	7078	7080	7080
18.0	7061	7056	7057	7057	7057	7058	7058	7059	7059	7060	7060	7061	7062	7063
18.5	7046	7041	7041	7042	7042	7042	7043	7043	7044	7045	7045	7046	7047	7048
19.0	7012	7007	7008	7008	7009	7009	7009	7010	7010	7011	7011	7012	7013	7013
19.5	6905	6903	6903	6903	6903	6904	6904	6904	6904	6905	6905	6905	6906	6906
20.0	6667	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6666	6667	6667	6667	6667	6667
20.5	6304	6304	6304	6304	6304	6304	6304	6304	6304	6304	6304	6304	6304	6304
21.0	5865	5865	5865	5865	5865	5865	5865	5865	5865	5865	5865	5865	5865	5865
21.5	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397	5397
22.0	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928
22.5	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459
23.0	3983	3984	3984	3984	3984	3984	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983
23.5	3515	3515	3515	3515	3515	3515	3515	3515	3515	3515	3515	3515	3515	3515
24.0	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049
24.5	2599	2599	2599	2599	2599	2599	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2599	2599
25.0	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202

6.1 Ct Values, Sound Optimized Mode SO7200

Wind speed [m/s]	Air density kg/m ³													
	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	0.930	0.938	0.938	0.937	0.936	0.935	0.935	0.934	0.933	0.932	0.932	0.931	0.929	0.929
3.5	0.871	0.876	0.876	0.875	0.875	0.874	0.874	0.873	0.873	0.872	0.872	0.872	0.871	0.870
4.0	0.846	0.854	0.854	0.853	0.852	0.852	0.851	0.850	0.849	0.848	0.848	0.847	0.845	0.844
4.5	0.831	0.838	0.837	0.836	0.836	0.835	0.834	0.834	0.833	0.832	0.832	0.831	0.830	0.829
5.0	0.813	0.811	0.811	0.811	0.811	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.813	0.813
5.5	0.805	0.801	0.802	0.802	0.802	0.803	0.803	0.803	0.804	0.804	0.804	0.804	0.805	0.805
6.0	0.806	0.804	0.804	0.804	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.806	0.806	0.806	0.806	0.806
6.5	0.808	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808
7.0	0.808	0.809	0.809	0.809	0.809	0.809	0.809	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808
7.5	0.807	0.809	0.809	0.809	0.809	0.809	0.808	0.808	0.808	0.808	0.807	0.807	0.807	0.806
8.0	0.805	0.809	0.808	0.808	0.808	0.807	0.807	0.807	0.806	0.806	0.806	0.805	0.804	0.804
8.5	0.801	0.807	0.807	0.806	0.806	0.805	0.805	0.804	0.804	0.803	0.802	0.802	0.799	0.798
9.0	0.788	0.803	0.802	0.801	0.801	0.800	0.799	0.798	0.797	0.797	0.794	0.791	0.775	0.761
9.5	0.734	0.786	0.785	0.784	0.783	0.783	0.780	0.777	0.775	0.772	0.760	0.747	0.711	0.688
10.0	0.671	0.769	0.768	0.766	0.765	0.763	0.755	0.747	0.739	0.731	0.711	0.691	0.648	0.625
10.5	0.615	0.744	0.741	0.739	0.736	0.734	0.720	0.706	0.692	0.678	0.657	0.636	0.595	0.574
11.0	0.566	0.707	0.703	0.699	0.696	0.692	0.675	0.658	0.641	0.624	0.605	0.585	0.548	0.530
11.5	0.508	0.656	0.650	0.643	0.637	0.630	0.612	0.594	0.576	0.557	0.541	0.525	0.494	0.479
12.0	0.444	0.600	0.587	0.574	0.560	0.547	0.531	0.515	0.499	0.483	0.470	0.457	0.432	0.421
12.5	0.384	0.529	0.513	0.498	0.483	0.468	0.455	0.442	0.428	0.415	0.405	0.395	0.375	0.367
13.0	0.336	0.458	0.444	0.430	0.417	0.403	0.392	0.382	0.371	0.361	0.352	0.344	0.328	0.321
13.5	0.296	0.398	0.386	0.375	0.364	0.352	0.343	0.335	0.326	0.317	0.310	0.303	0.289	0.283
14.0	0.262	0.349	0.339	0.329	0.320	0.310	0.303	0.295	0.288	0.280	0.274	0.268	0.257	0.251
14.5	0.234	0.309	0.300	0.292	0.284	0.276	0.269	0.263	0.256	0.250	0.245	0.239	0.229	0.225
15.0	0.210	0.275	0.268	0.260	0.253	0.246	0.241	0.235	0.230	0.224	0.219	0.215	0.206	0.202
15.5	0.189	0.246	0.240	0.234	0.227	0.221	0.216	0.211	0.206	0.202	0.197	0.193	0.186	0.182
16.0	0.171	0.221	0.216	0.210	0.205	0.199	0.195	0.191	0.186	0.182	0.178	0.175	0.168	0.165
16.5	0.155	0.200	0.195	0.190	0.185	0.180	0.176	0.173	0.169	0.165	0.162	0.158	0.152	0.149
17.0	0.141	0.181	0.177	0.173	0.168	0.164	0.160	0.157	0.153	0.150	0.147	0.144	0.139	0.136
17.5	0.130	0.166	0.162	0.158	0.154	0.150	0.147	0.144	0.141	0.138	0.135	0.132	0.127	0.125
18.0	0.119	0.152	0.149	0.145	0.141	0.138	0.135	0.132	0.129	0.126	0.124	0.122	0.117	0.115
18.5	0.110	0.140	0.136	0.133	0.130	0.127	0.124	0.122	0.119	0.116	0.114	0.112	0.108	0.106
19.0	0.101	0.128	0.125	0.122	0.119	0.116	0.114	0.111	0.109	0.107	0.105	0.103	0.099	0.097
19.5	0.092	0.117	0.114	0.111	0.109	0.106	0.104	0.102	0.100	0.097	0.096	0.094	0.090	0.089
20.0	0.083	0.105	0.102	0.100	0.098	0.095	0.093	0.091	0.089	0.088	0.086	0.084	0.081	0.080
20.5	0.073	0.092	0.090	0.088	0.086	0.084	0.082	0.081	0.079	0.077	0.076	0.075	0.072	0.071
21.0	0.064	0.080	0.078	0.077	0.075	0.073	0.072	0.070	0.069	0.067	0.066	0.065	0.063	0.062
21.5	0.055	0.069	0.068	0.066	0.065	0.063	0.062	0.061	0.060	0.058	0.057	0.056	0.054	0.054
22.0	0.048	0.060	0.058	0.057	0.056	0.055	0.054	0.053	0.051	0.050	0.050	0.049	0.047	0.046
22.5	0.041	0.051	0.050	0.049	0.048	0.047	0.046	0.045	0.044	0.043	0.043	0.042	0.041	0.040
23.0	0.035	0.044	0.043	0.042	0.041	0.040	0.039	0.039	0.038	0.037	0.037	0.036	0.035	0.034
23.5	0.030	0.037	0.036	0.035	0.035	0.034	0.033	0.033	0.032	0.032	0.031	0.031	0.030	0.029
24.0	0.025	0.031	0.030	0.030	0.029	0.029	0.028	0.028	0.027	0.027	0.026	0.026	0.025	0.025
24.5	0.022	0.026	0.025	0.025	0.024	0.024	0.024	0.023	0.023	0.022	0.022	0.022	0.021	0.021
25.0	0.018	0.022	0.021	0.021	0.021	0.020	0.020	0.020	0.019	0.019	0.019	0.019	0.018	0.018

6.2 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO7200

Sound Power Level at Hub Height	
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3 Maximum turbulence at hub height: 30% Inflow angle (vertical): 0 ±2° Air density: 1.225 kg/m³
Max Sound Power Level	105.5 dB

Original Instruction: T05 0114-3777 VER 04

T05 0114-3777 Ver 04 - Approved- Exported from DMS: 2023-01-27 by SIMGT

7 Power Curves, Ct Values and Sound Curves, Sound Optimized Modes

7.1 Power Curves, Sound Optimized Mode SO1

Air density [kg/m³]														
Wind speed [m/s]	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	42	32	33	34	35	36	37	38	39	39	40	41	43	44
3.5	113	70	74	77	81	84	88	92	96	100	104	108	117	122
4.0	254	168	176	184	192	200	208	215	223	231	239	247	262	270
4.5	426	306	317	327	338	349	360	371	382	393	404	415	437	448
5.0	633	466	482	497	512	527	543	558	573	588	603	618	649	664
5.5	883	660	680	700	721	741	761	781	802	822	842	863	904	924
6.0	1189	895	921	948	975	1001	1028	1055	1082	1109	1135	1162	1216	1243
6.5	1550	1175	1209	1243	1277	1311	1345	1379	1413	1448	1482	1516	1584	1618
7.0	1970	1502	1545	1588	1630	1673	1715	1758	1800	1843	1885	1928	2012	2055
7.5	2450	1876	1929	1981	2033	2086	2138	2190	2242	2294	2346	2398	2501	2553
8.0	2994	2303	2366	2429	2492	2555	2618	2681	2744	2807	2869	2932	3057	3119
8.5	3606	2782	2857	2933	3008	3083	3158	3233	3308	3383	3457	3531	3680	3754
9.0	4273	3309	3397	3485	3574	3662	3750	3838	3925	4013	4100	4186	4356	4439
9.5	4946	3859	3960	4061	4163	4264	4365	4465	4565	4666	4759	4852	5017	5088
10.0	5614	4441	4557	4672	4788	4903	5016	5129	5241	5354	5441	5528	5662	5709
10.5	6193	5016	5145	5274	5403	5532	5649	5766	5882	5999	6064	6128	6220	6248
11.0	6612	5547	5684	5822	5960	6097	6200	6302	6404	6507	6542	6577	6621	6629
11.5	6727	5994	6113	6231	6349	6468	6523	6578	6634	6689	6702	6714	6730	6732
12.0	6702	6274	6354	6434	6514	6594	6617	6639	6662	6685	6691	6697	6704	6706
12.5	6670	6448	6490	6533	6575	6618	6628	6639	6649	6660	6663	6666	6671	6672
13.0	6643	6529	6551	6573	6594	6616	6621	6627	6632	6638	6640	6641	6643	6644
13.5	6618	6555	6568	6580	6593	6606	6608	6611	6613	6616	6616	6617	6618	6618
14.0	6590	6561	6567	6573	6579	6585	6586	6587	6588	6589	6589	6589	6590	6591
14.5	6560	6546	6549	6551	6554	6557	6557	6558	6558	6559	6559	6559	6560	6561
15.0	6531	6527	6527	6528	6528	6529	6529	6529	6529	6530	6530	6530	6531	6532
15.5	6504	6500	6500	6500	6501	6501	6501	6502	6502	6502	6503	6503	6504	6505
16.0	6478	6474	6474	6474	6474	6475	6475	6475	6476	6476	6476	6477	6478	6479
16.5	6452	6447	6447	6448	6448	6448	6449	6449	6450	6450	6451	6451	6452	6453
17.0	6427	6422	6422	6423	6423	6423	6424	6424	6425	6426	6426	6427	6428	6429
17.5	6405	6400	6400	6400	6401	6401	6402	6402	6403	6403	6404	6404	6406	6406
18.0	6384	6379	6380	6380	6380	6381	6381	6382	6382	6383	6383	6384	6385	6385
18.5	6366	6361	6362	6362	6362	6363	6363	6363	6364	6364	6365	6365	6366	6367
19.0	6352	6348	6348	6348	6349	6349	6349	6350	6350	6351	6351	6351	6352	6353
19.5	6339	6334	6334	6335	6335	6335	6336	6336	6337	6337	6338	6338	6339	6340
20.0	6288	6284	6284	6285	6285	6285	6286	6286	6286	6287	6287	6287	6288	6289
20.5	6120	6117	6118	6118	6118	6118	6119	6119	6119	6120	6120	6120	6121	6121
21.0	5809	5807	5807	5807	5808	5808	5808	5808	5808	5808	5808	5809	5809	5809
21.5	5395	5395	5395	5395	5395	5395	5395	5395	5395	5395	5395	5395	5395	5395
22.0	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928	4928
22.5	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459
23.0	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983
23.5	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514
24.0	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049
24.5	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598
25.0	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202

7.2 Ct Values, Sound Optimized Mode SO1

Wind speed [m/s]	Air density kg/m ³													
	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	0.930	0.938	0.938	0.937	0.936	0.935	0.935	0.934	0.933	0.932	0.932	0.931	0.929	0.929
3.5	0.871	0.876	0.876	0.875	0.875	0.874	0.874	0.873	0.873	0.872	0.872	0.872	0.871	0.870
4.0	0.845	0.854	0.853	0.852	0.852	0.851	0.850	0.849	0.848	0.848	0.847	0.846	0.844	0.844
4.5	0.829	0.836	0.836	0.835	0.835	0.834	0.833	0.833	0.832	0.831	0.830	0.830	0.829	0.828
5.0	0.812	0.810	0.811	0.811	0.811	0.811	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.813	0.813
5.5	0.805	0.801	0.802	0.802	0.802	0.803	0.803	0.803	0.804	0.804	0.804	0.804	0.805	0.805
6.0	0.806	0.804	0.804	0.804	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.806	0.806	0.806	0.806	0.806
6.5	0.808	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808
7.0	0.808	0.809	0.809	0.809	0.809	0.809	0.809	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808
7.5	0.807	0.809	0.809	0.809	0.809	0.809	0.808	0.808	0.808	0.808	0.807	0.807	0.806	0.806
8.0	0.805	0.809	0.808	0.808	0.808	0.807	0.807	0.807	0.806	0.806	0.805	0.805	0.804	0.804
8.5	0.800	0.806	0.806	0.805	0.805	0.804	0.804	0.803	0.802	0.802	0.801	0.801	0.799	0.798
9.0	0.787	0.796	0.795	0.794	0.794	0.793	0.792	0.791	0.790	0.790	0.789	0.788	0.783	0.780
9.5	0.752	0.776	0.775	0.774	0.773	0.772	0.771	0.770	0.769	0.768	0.762	0.757	0.739	0.726
10.0	0.704	0.753	0.752	0.751	0.750	0.749	0.746	0.744	0.742	0.740	0.728	0.716	0.685	0.666
10.5	0.641	0.715	0.714	0.713	0.712	0.711	0.707	0.702	0.697	0.692	0.675	0.658	0.623	0.604
11.0	0.571	0.668	0.666	0.664	0.662	0.661	0.652	0.643	0.634	0.626	0.608	0.589	0.554	0.537
11.5	0.486	0.609	0.602	0.596	0.590	0.584	0.571	0.558	0.545	0.532	0.516	0.501	0.473	0.460
12.0	0.411	0.539	0.529	0.518	0.508	0.498	0.485	0.471	0.458	0.445	0.433	0.422	0.401	0.391
12.5	0.352	0.473	0.460	0.448	0.435	0.423	0.412	0.401	0.390	0.379	0.370	0.361	0.344	0.336
13.0	0.306	0.410	0.399	0.388	0.376	0.365	0.356	0.347	0.338	0.329	0.321	0.314	0.299	0.293
13.5	0.269	0.359	0.349	0.339	0.329	0.319	0.312	0.304	0.296	0.288	0.282	0.275	0.263	0.258
14.0	0.238	0.315	0.307	0.298	0.290	0.281	0.274	0.268	0.261	0.254	0.249	0.243	0.233	0.228
14.5	0.211	0.279	0.271	0.264	0.256	0.249	0.243	0.237	0.232	0.226	0.221	0.216	0.207	0.203
15.0	0.189	0.248	0.241	0.235	0.228	0.222	0.217	0.212	0.207	0.202	0.197	0.193	0.185	0.182
15.5	0.170	0.222	0.216	0.210	0.205	0.199	0.195	0.190	0.186	0.181	0.178	0.174	0.167	0.164
16.0	0.154	0.199	0.194	0.189	0.185	0.180	0.176	0.172	0.168	0.164	0.160	0.157	0.151	0.148
16.5	0.140	0.180	0.176	0.172	0.167	0.163	0.159	0.156	0.152	0.149	0.146	0.143	0.137	0.134
17.0	0.127	0.164	0.160	0.156	0.152	0.148	0.145	0.142	0.138	0.135	0.133	0.130	0.125	0.123
17.5	0.117	0.150	0.147	0.143	0.139	0.136	0.133	0.130	0.127	0.124	0.122	0.119	0.115	0.113
18.0	0.107	0.138	0.134	0.131	0.128	0.124	0.122	0.119	0.117	0.114	0.112	0.110	0.105	0.103
18.5	0.099	0.126	0.123	0.120	0.117	0.114	0.112	0.110	0.107	0.105	0.103	0.101	0.097	0.095
19.0	0.091	0.116	0.113	0.110	0.108	0.105	0.103	0.101	0.099	0.096	0.095	0.093	0.089	0.088
19.5	0.084	0.107	0.105	0.102	0.100	0.097	0.095	0.093	0.091	0.089	0.088	0.086	0.083	0.081
20.0	0.078	0.099	0.096	0.094	0.092	0.090	0.088	0.086	0.084	0.082	0.081	0.079	0.076	0.075
20.5	0.071	0.090	0.087	0.085	0.083	0.081	0.080	0.078	0.077	0.075	0.074	0.072	0.070	0.068
21.0	0.063	0.079	0.078	0.076	0.074	0.072	0.071	0.070	0.068	0.067	0.066	0.064	0.062	0.061
21.5	0.055	0.069	0.068	0.066	0.065	0.063	0.062	0.061	0.060	0.058	0.057	0.056	0.054	0.053
22.0	0.048	0.060	0.058	0.057	0.056	0.055	0.054	0.053	0.052	0.050	0.050	0.049	0.047	0.046
22.5	0.041	0.051	0.050	0.049	0.048	0.047	0.046	0.045	0.044	0.043	0.043	0.042	0.041	0.040
23.0	0.035	0.044	0.043	0.042	0.041	0.040	0.039	0.039	0.038	0.037	0.037	0.036	0.035	0.034
23.5	0.030	0.037	0.036	0.035	0.035	0.034	0.033	0.033	0.032	0.032	0.031	0.031	0.030	0.029
24.0	0.025	0.031	0.030	0.030	0.029	0.029	0.028	0.028	0.027	0.027	0.026	0.026	0.025	0.025
24.5	0.022	0.026	0.025	0.025	0.024	0.024	0.024	0.023	0.023	0.022	0.022	0.022	0.021	0.021
25.0	0.018	0.022	0.021	0.021	0.021	0.020	0.020	0.020	0.019	0.019	0.019	0.019	0.018	0.018

7.3 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO1

Sound Power Level at Hub Height	
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3 Maximum turbulence at hub height: 30% Inflow angle (vertical): $0 \pm 2^\circ$ Air density: 1.225 kg/m^3
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Sound Optimized Mode SO2 (Blades with serrated trailing edge)
3	94.0
4	94.0
5	94.0
6	95.0
7	98.3
8	101.5
9	103.3
10	103.3
11	103.4
12	103.5
13	103.5
14	103.5
15	103.5

7.4 Power Curves, Sound Optimized Mode SO2

Wind speed [m/s]	Air density [kg/m³]													
	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	42	32	33	34	35	36	37	38	39	39	40	41	43	44
3.5	113	71	74	77	81	84	88	92	96	100	104	108	117	122
4.0	254	168	176	184	192	200	208	215	223	231	239	247	262	270
4.5	426	306	317	327	338	349	360	371	382	393	404	415	437	448
5.0	633	466	482	497	512	527	543	558	573	588	603	618	648	664
5.5	883	660	680	700	720	741	761	781	802	822	842	863	904	924
6.0	1189	895	921	948	974	1001	1028	1055	1081	1108	1135	1162	1216	1243
6.5	1549	1174	1208	1243	1277	1311	1345	1379	1413	1447	1481	1515	1583	1617
7.0	1970	1502	1545	1587	1630	1673	1715	1758	1800	1843	1885	1927	2012	2054
7.5	2450	1876	1928	1981	2033	2085	2137	2190	2242	2294	2346	2398	2501	2553
8.0	2993	2302	2365	2428	2491	2554	2617	2680	2743	2806	2868	2930	3055	3117
8.5	3593	2773	2848	2923	2997	3072	3147	3221	3296	3371	3445	3519	3667	3741
9.0	4239	3281	3369	3457	3544	3632	3719	3806	3893	3980	4066	4153	4324	4408
9.5	4894	3807	3907	4007	4108	4208	4307	4407	4506	4605	4701	4798	4976	5058
10.0	5524	4331	4444	4557	4670	4783	4894	5006	5117	5228	5327	5425	5590	5657
10.5	5980	4802	4926	5051	5175	5300	5411	5522	5633	5744	5822	5901	6023	6066
11.0	6247	5211	5337	5463	5589	5715	5807	5900	5993	6085	6139	6193	6272	6297
11.5	6313	5546	5655	5763	5871	5980	6043	6107	6171	6235	6261	6287	6322	6332
12.0	6301	5780	5868	5957	6045	6134	6167	6201	6235	6269	6280	6290	6306	6312
12.5	6273	5951	6009	6067	6125	6183	6201	6220	6238	6256	6262	6267	6275	6277
13.0	6239	6053	6089	6126	6162	6198	6207	6215	6223	6232	6234	6236	6240	6242
13.5	6208	6092	6115	6138	6162	6185	6190	6194	6199	6204	6205	6206	6208	6209
14.0	6178	6118	6130	6142	6155	6167	6169	6172	6174	6176	6177	6177	6178	6178
14.5	6150	6120	6126	6132	6139	6145	6146	6147	6148	6149	6150	6150	6151	6151
15.0	6124	6110	6113	6116	6119	6122	6122	6122	6122	6123	6123	6123	6124	6125
15.5	6098	6092	6093	6094	6095	6096	6096	6096	6096	6097	6097	6097	6098	6099
16.0	6073	6069	6069	6070	6070	6070	6070	6071	6071	6071	6072	6072	6073	6074
16.5	6050	6046	6046	6046	6046	6047	6047	6047	6048	6048	6049	6049	6050	6051
17.0	6027	6023	6023	6023	6024	6024	6024	6025	6025	6025	6026	6027	6028	6028
17.5	6003	5998	5999	5999	5999	6000	6000	6001	6001	6002	6002	6003	6004	6005
18.0	5980	5975	5975	5976	5976	5976	5977	5977	5978	5978	5979	5979	5980	5981
18.5	5960	5956	5956	5956	5957	5957	5957	5958	5958	5958	5959	5959	5960	5961
19.0	5940	5936	5936	5936	5937	5937	5938	5938	5938	5939	5939	5940	5941	5941
19.5	5921	5916	5916	5916	5917	5917	5918	5918	5919	5919	5920	5921	5922	5922
20.0	5900	5894	5894	5895	5895	5896	5896	5897	5897	5898	5899	5899	5901	5901
20.5	5836	5830	5830	5831	5831	5832	5832	5833	5833	5834	5835	5835	5836	5837
21.0	5656	5652	5653	5653	5653	5653	5654	5654	5655	5655	5656	5656	5657	5657
21.5	5358	5357	5357	5357	5357	5357	5357	5358	5358	5358	5358	5358	5359	5359
22.0	4926	4926	4926	4926	4926	4926	4926	4926	4926	4926	4926	4926	4926	4926
22.5	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459
23.0	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983
23.5	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514
24.0	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049
24.5	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598
25.0	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202

7.5 Ct Values, Sound Optimized Mode SO2

Wind speed [m/s]	Air density kg/m ³													
	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	0.930	0.938	0.938	0.937	0.936	0.935	0.935	0.934	0.933	0.932	0.932	0.931	0.929	0.929
3.5	0.871	0.876	0.876	0.875	0.875	0.874	0.874	0.873	0.873	0.872	0.872	0.872	0.871	0.870
4.0	0.845	0.854	0.853	0.853	0.852	0.851	0.850	0.849	0.848	0.848	0.847	0.846	0.844	0.844
4.5	0.829	0.837	0.836	0.835	0.835	0.834	0.833	0.832	0.832	0.831	0.830	0.830	0.829	0.828
5.0	0.812	0.811	0.811	0.811	0.811	0.811	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.813	0.813
5.5	0.805	0.801	0.802	0.802	0.802	0.803	0.803	0.803	0.804	0.804	0.804	0.804	0.805	0.805
6.0	0.806	0.804	0.804	0.804	0.804	0.805	0.805	0.805	0.805	0.806	0.806	0.806	0.806	0.806
6.5	0.808	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808
7.0	0.808	0.809	0.809	0.809	0.809	0.809	0.809	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.807
7.5	0.807	0.809	0.809	0.809	0.809	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.807	0.807	0.806	0.806
8.0	0.803	0.807	0.807	0.807	0.807	0.806	0.806	0.805	0.805	0.805	0.804	0.804	0.803	0.802
8.5	0.792	0.798	0.798	0.797	0.797	0.796	0.796	0.795	0.794	0.794	0.793	0.792	0.791	0.790
9.0	0.775	0.783	0.783	0.782	0.781	0.781	0.780	0.779	0.778	0.778	0.777	0.776	0.773	0.771
9.5	0.743	0.759	0.758	0.757	0.756	0.755	0.754	0.753	0.752	0.751	0.748	0.746	0.734	0.725
10.0	0.693	0.719	0.718	0.717	0.716	0.716	0.715	0.714	0.713	0.712	0.706	0.700	0.679	0.664
10.5	0.618	0.663	0.662	0.662	0.661	0.661	0.657	0.654	0.650	0.647	0.637	0.627	0.602	0.587
11.0	0.533	0.605	0.603	0.600	0.598	0.596	0.589	0.582	0.575	0.568	0.556	0.545	0.520	0.506
11.5	0.450	0.547	0.541	0.535	0.530	0.524	0.514	0.504	0.494	0.484	0.473	0.461	0.439	0.428
12.0	0.382	0.488	0.480	0.472	0.464	0.456	0.445	0.434	0.423	0.412	0.402	0.392	0.373	0.365
12.5	0.329	0.434	0.423	0.413	0.403	0.393	0.383	0.373	0.363	0.353	0.345	0.337	0.321	0.314
13.0	0.286	0.381	0.371	0.361	0.351	0.341	0.332	0.324	0.315	0.307	0.300	0.293	0.280	0.273
13.5	0.251	0.335	0.326	0.317	0.308	0.299	0.291	0.284	0.277	0.269	0.263	0.257	0.246	0.240
14.0	0.222	0.296	0.287	0.279	0.271	0.263	0.257	0.250	0.244	0.238	0.232	0.227	0.217	0.213
14.5	0.198	0.262	0.255	0.248	0.241	0.233	0.228	0.222	0.217	0.211	0.207	0.202	0.194	0.190
15.0	0.177	0.233	0.227	0.221	0.214	0.208	0.203	0.199	0.194	0.189	0.185	0.181	0.173	0.170
15.5	0.159	0.209	0.203	0.198	0.192	0.187	0.183	0.178	0.174	0.170	0.166	0.163	0.156	0.153
16.0	0.144	0.188	0.183	0.178	0.173	0.169	0.165	0.161	0.157	0.153	0.150	0.147	0.141	0.139
16.5	0.131	0.170	0.166	0.161	0.157	0.153	0.149	0.146	0.143	0.139	0.136	0.134	0.128	0.126
17.0	0.119	0.154	0.150	0.147	0.143	0.139	0.136	0.133	0.130	0.127	0.124	0.122	0.117	0.115
17.5	0.110	0.141	0.138	0.135	0.131	0.128	0.125	0.122	0.119	0.117	0.114	0.112	0.108	0.106
18.0	0.101	0.129	0.126	0.123	0.120	0.117	0.114	0.112	0.109	0.107	0.105	0.103	0.099	0.097
18.5	0.093	0.119	0.116	0.113	0.110	0.107	0.105	0.103	0.101	0.098	0.096	0.095	0.091	0.089
19.0	0.085	0.109	0.106	0.104	0.101	0.099	0.096	0.094	0.092	0.090	0.089	0.087	0.084	0.082
19.5	0.079	0.101	0.098	0.096	0.093	0.091	0.089	0.087	0.085	0.084	0.082	0.080	0.077	0.076
20.0	0.073	0.093	0.091	0.089	0.087	0.084	0.083	0.081	0.079	0.077	0.076	0.075	0.072	0.070
20.5	0.068	0.086	0.084	0.082	0.080	0.078	0.076	0.075	0.073	0.072	0.070	0.069	0.066	0.065
21.0	0.061	0.078	0.076	0.074	0.072	0.071	0.069	0.068	0.066	0.065	0.064	0.063	0.060	0.059
21.5	0.055	0.069	0.067	0.066	0.064	0.063	0.062	0.060	0.059	0.058	0.057	0.056	0.054	0.053
22.0	0.048	0.060	0.058	0.057	0.056	0.055	0.053	0.052	0.051	0.050	0.049	0.049	0.047	0.046
22.5	0.041	0.051	0.050	0.049	0.048	0.047	0.046	0.045	0.044	0.043	0.043	0.042	0.041	0.040
23.0	0.035	0.044	0.043	0.042	0.041	0.040	0.039	0.039	0.038	0.037	0.037	0.036	0.035	0.034
23.5	0.030	0.037	0.036	0.035	0.035	0.034	0.033	0.033	0.032	0.032	0.031	0.031	0.030	0.029
24.0	0.025	0.031	0.030	0.030	0.029	0.029	0.028	0.028	0.027	0.027	0.026	0.026	0.025	0.025
24.5	0.022	0.026	0.025	0.025	0.024	0.024	0.024	0.023	0.023	0.022	0.022	0.022	0.021	0.021
25.0	0.018	0.022	0.021	0.021	0.021	0.020	0.020	0.020	0.019	0.019	0.019	0.019	0.018	0.018

7.6 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO2

Sound Power Level at Hub Height	
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3 Maximum turbulence at hub height: 30% Inflow angle (vertical): $0 \pm 2^\circ$ Air density: 1.225 kg/m^3
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Sound Optimized Mode SO2 (Blades with serrated trailing edge)
3	94.0
4	94.0
5	94.0
6	95.0
7	98.3
8	101.3
9	102.0
10	102.0
11	102.0
12	102.0
13	102.0
14	102.0
15	102.0

7.7 Power Curves, Sound Optimized Mode SO3

Wind speed [m/s]	Air density [kg/m³]													
	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	42	32	33	34	35	36	37	38	39	39	40	41	43	45
3.5	113	71	74	77	81	84	88	92	96	100	104	108	117	122
4.0	254	168	176	184	192	200	208	215	223	231	239	246	262	269
4.5	426	306	316	327	338	349	360	371	382	393	404	415	437	448
5.0	633	466	481	497	512	527	542	558	573	588	603	618	648	663
5.5	883	660	680	700	720	740	761	781	801	821	842	862	903	924
6.0	1188	894	921	948	974	1001	1028	1054	1081	1108	1135	1161	1215	1242
6.5	1549	1174	1208	1242	1276	1311	1345	1379	1413	1447	1481	1515	1583	1617
7.0	1969	1502	1544	1587	1630	1672	1715	1757	1800	1842	1884	1927	2011	2054
7.5	2448	1876	1928	1980	2032	2085	2137	2189	2241	2293	2345	2396	2500	2552
8.0	2985	2296	2359	2422	2485	2548	2611	2673	2736	2798	2861	2923	3047	3110
8.5	3570	2756	2830	2904	2979	3053	3127	3201	3275	3349	3423	3496	3643	3716
9.0	4194	3244	3331	3418	3505	3592	3678	3764	3851	3937	4023	4108	4279	4364
9.5	4813	3736	3835	3934	4033	4132	4230	4328	4425	4523	4620	4716	4905	4997
10.0	5376	4198	4308	4418	4528	4638	4747	4855	4964	5073	5174	5275	5457	5539
10.5	5766	4595	4715	4834	4954	5074	5183	5292	5401	5510	5595	5681	5825	5884
11.0	5991	4939	5062	5186	5309	5433	5525	5618	5710	5803	5865	5928	6024	6058
11.5	6048	5227	5337	5447	5557	5666	5737	5808	5878	5949	5982	6015	6063	6079
12.0	6047	5457	5548	5640	5731	5822	5866	5910	5954	5997	6014	6030	6053	6060
12.5	6024	5622	5690	5758	5826	5895	5921	5948	5975	6002	6010	6017	6027	6031
13.0	5992	5739	5786	5833	5880	5928	5941	5955	5968	5982	5985	5989	5994	5995
13.5	5958	5787	5820	5853	5886	5919	5927	5935	5944	5952	5954	5956	5959	5960
14.0	5926	5829	5848	5868	5887	5907	5911	5915	5919	5923	5924	5925	5926	5927
14.5	5898	5846	5857	5867	5878	5888	5890	5892	5894	5896	5897	5897	5898	5898
15.0	5871	5846	5851	5857	5862	5868	5868	5869	5869	5869	5870	5870	5871	5871
15.5	5845	5832	5834	5837	5840	5842	5842	5843	5843	5843	5844	5844	5845	5845
16.0	5820	5813	5814	5815	5816	5817	5817	5818	5818	5819	5819	5820	5820	5821
16.5	5796	5792	5793	5793	5793	5794	5794	5795	5795	5795	5796	5796	5797	5797
17.0	5775	5771	5771	5772	5772	5772	5772	5773	5773	5773	5774	5774	5775	5775
17.5	5754	5750	5750	5750	5750	5751	5751	5752	5752	5753	5753	5753	5754	5755
18.0	5732	5728	5728	5728	5729	5729	5729	5730	5730	5731	5731	5731	5732	5733
18.5	5711	5706	5707	5707	5707	5708	5708	5708	5709	5709	5710	5710	5711	5712
19.0	5692	5688	5688	5688	5688	5689	5689	5689	5690	5690	5691	5691	5692	5693
19.5	5674	5671	5671	5671	5672	5672	5672	5673	5673	5673	5674	5674	5675	5675
20.0	5659	5655	5655	5656	5656	5657	5657	5658	5658	5658	5659	5659	5660	5660
20.5	5636	5632	5632	5633	5633	5633	5634	5634	5634	5635	5635	5635	5636	5637
21.0	5522	5518	5518	5519	5519	5519	5520	5520	5520	5521	5521	5521	5522	5522
21.5	5296	5294	5294	5294	5295	5295	5295	5295	5295	5296	5296	5296	5296	5297
22.0	4918	4917	4917	4917	4917	4917	4917	4917	4917	4917	4917	4917	4918	4918
22.5	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459	4459
23.0	3984	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3984	3984	3984	3984	3984	3984
23.5	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514
24.0	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049
24.5	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598
25.0	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202

7.8 Ct Values, Sound Optimized Mode SO3

Wind speed [m/s]	Air density kg/m ³													
	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	0.930	0.938	0.938	0.937	0.936	0.935	0.935	0.934	0.933	0.932	0.932	0.931	0.929	0.928
3.5	0.871	0.876	0.876	0.875	0.875	0.874	0.874	0.873	0.873	0.872	0.872	0.871	0.870	0.870
4.0	0.845	0.854	0.853	0.852	0.852	0.851	0.850	0.849	0.848	0.848	0.847	0.846	0.844	0.843
4.5	0.829	0.837	0.836	0.835	0.835	0.834	0.833	0.833	0.832	0.831	0.830	0.830	0.829	0.828
5.0	0.812	0.810	0.811	0.811	0.811	0.811	0.811	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.813
5.5	0.804	0.801	0.802	0.802	0.802	0.803	0.803	0.803	0.803	0.804	0.804	0.804	0.805	0.805
6.0	0.806	0.803	0.804	0.804	0.804	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.806	0.806	0.806	0.806
6.5	0.808	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.808	0.808	0.808	0.807	0.807
7.0	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.807	0.807
7.5	0.806	0.809	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.807	0.807	0.807	0.807	0.806	0.806
8.0	0.798	0.803	0.802	0.802	0.802	0.801	0.801	0.801	0.800	0.800	0.799	0.799	0.798	0.797
8.5	0.782	0.789	0.788	0.788	0.787	0.787	0.786	0.786	0.785	0.784	0.784	0.783	0.782	0.781
9.0	0.764	0.771	0.770	0.770	0.769	0.769	0.768	0.767	0.767	0.766	0.765	0.764	0.762	0.761
9.5	0.725	0.733	0.733	0.732	0.731	0.731	0.730	0.729	0.728	0.728	0.727	0.726	0.721	0.717
10.0	0.668	0.680	0.679	0.679	0.678	0.678	0.677	0.677	0.676	0.675	0.673	0.670	0.660	0.651
10.5	0.589	0.620	0.619	0.619	0.618	0.618	0.616	0.613	0.611	0.608	0.602	0.596	0.579	0.569
11.0	0.507	0.562	0.560	0.559	0.558	0.557	0.551	0.545	0.539	0.534	0.525	0.516	0.496	0.485
11.5	0.428	0.508	0.504	0.500	0.496	0.492	0.484	0.476	0.467	0.459	0.449	0.439	0.418	0.408
12.0	0.365	0.458	0.451	0.445	0.439	0.433	0.423	0.413	0.403	0.393	0.384	0.374	0.357	0.348
12.5	0.315	0.409	0.401	0.392	0.384	0.375	0.366	0.357	0.348	0.339	0.331	0.323	0.308	0.301
13.0	0.274	0.364	0.355	0.346	0.337	0.327	0.319	0.311	0.302	0.294	0.287	0.281	0.268	0.262
13.5	0.241	0.321	0.312	0.304	0.295	0.287	0.280	0.273	0.265	0.258	0.252	0.246	0.235	0.230
14.0	0.213	0.284	0.276	0.268	0.261	0.253	0.246	0.240	0.234	0.228	0.223	0.218	0.208	0.204
14.5	0.189	0.252	0.245	0.238	0.231	0.224	0.219	0.213	0.208	0.203	0.198	0.194	0.186	0.182
15.0	0.170	0.224	0.218	0.212	0.206	0.200	0.195	0.191	0.186	0.181	0.177	0.173	0.166	0.163
15.5	0.153	0.201	0.196	0.190	0.185	0.180	0.175	0.171	0.167	0.163	0.160	0.156	0.150	0.147
16.0	0.138	0.181	0.176	0.171	0.167	0.162	0.158	0.155	0.151	0.147	0.144	0.141	0.135	0.133
16.5	0.126	0.164	0.159	0.155	0.151	0.147	0.143	0.140	0.137	0.134	0.131	0.128	0.123	0.121
17.0	0.114	0.148	0.145	0.141	0.137	0.134	0.131	0.128	0.125	0.122	0.119	0.117	0.112	0.110
17.5	0.105	0.136	0.133	0.129	0.126	0.123	0.120	0.117	0.115	0.112	0.110	0.108	0.103	0.101
18.0	0.097	0.125	0.122	0.118	0.115	0.112	0.110	0.108	0.105	0.103	0.101	0.099	0.095	0.093
18.5	0.089	0.114	0.112	0.109	0.106	0.103	0.101	0.099	0.097	0.094	0.093	0.091	0.087	0.086
19.0	0.082	0.105	0.102	0.100	0.097	0.095	0.093	0.091	0.089	0.087	0.085	0.083	0.080	0.079
19.5	0.076	0.097	0.094	0.092	0.090	0.088	0.086	0.084	0.082	0.080	0.079	0.077	0.074	0.073
20.0	0.070	0.090	0.087	0.085	0.083	0.081	0.080	0.078	0.076	0.075	0.073	0.072	0.069	0.068
20.5	0.065	0.083	0.081	0.079	0.077	0.075	0.074	0.072	0.071	0.069	0.068	0.067	0.064	0.063
21.0	0.060	0.076	0.074	0.073	0.071	0.069	0.068	0.066	0.065	0.063	0.062	0.061	0.059	0.058
21.5	0.054	0.068	0.067	0.065	0.064	0.062	0.061	0.060	0.058	0.057	0.056	0.055	0.053	0.052
22.0	0.048	0.060	0.058	0.057	0.056	0.054	0.053	0.052	0.051	0.050	0.049	0.048	0.047	0.046
22.5	0.041	0.051	0.050	0.049	0.048	0.047	0.046	0.045	0.044	0.043	0.043	0.042	0.040	0.040
23.0	0.035	0.044	0.043	0.042	0.041	0.040	0.039	0.039	0.038	0.037	0.037	0.036	0.035	0.034
23.5	0.030	0.037	0.036	0.035	0.035	0.034	0.033	0.033	0.032	0.032	0.031	0.031	0.030	0.029
24.0	0.025	0.031	0.030	0.030	0.029	0.029	0.028	0.028	0.027	0.027	0.026	0.026	0.025	0.025
24.5	0.022	0.026	0.025	0.025	0.024	0.024	0.024	0.023	0.023	0.022	0.022	0.022	0.021	0.021
25.0	0.018	0.022	0.021	0.021	0.021	0.020	0.020	0.020	0.019	0.019	0.019	0.019	0.018	0.018

7.9 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO3

Sound Power Level at Hub Height	
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3 Maximum turbulence at hub height: 30% Inflow angle (vertical): $0 \pm 2^\circ$ Air density: 1.225 kg/m^3
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Sound Optimized Mode SO3 (Blades with serrated trailing edge)
3	94.0
4	94.0
5	94.0
6	95.0
7	98.2
8	100.8
9	100.9
10	101.0
11	101.0
12	101.0
13	101.0
14	101.0
15	101.0

7.10 Power Curves, Sound Optimized Mode SO4

Wind speed [m/s]	Air density [kg/m³]													
	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	42	32	33	34	35	36	37	38	39	40	40	41	43	45
3.5	113	71	74	77	81	84	88	92	96	100	104	108	117	122
4.0	254	168	176	184	192	200	208	215	223	231	239	247	262	270
4.5	426	306	317	328	338	349	360	371	382	393	404	415	437	448
5.0	633	466	482	497	512	527	543	558	573	588	603	618	648	664
5.5	883	660	680	700	720	741	761	781	801	822	842	863	904	924
6.0	1189	895	921	948	974	1001	1028	1055	1081	1108	1135	1162	1216	1242
6.5	1549	1174	1208	1243	1277	1311	1345	1379	1413	1447	1481	1515	1583	1617
7.0	1970	1502	1545	1587	1630	1673	1715	1758	1800	1843	1885	1927	2012	2054
7.5	2447	1875	1927	1979	2031	2084	2136	2188	2240	2292	2343	2395	2499	2550
8.0	2974	2288	2350	2413	2476	2539	2601	2663	2725	2788	2850	2912	3036	3097
8.5	3542	2733	2806	2880	2954	3028	3101	3175	3249	3322	3396	3469	3615	3688
9.0	4129	3193	3278	3364	3449	3535	3620	3705	3790	3875	3960	4044	4213	4297
9.5	4686	3635	3731	3827	3924	4020	4116	4211	4307	4402	4497	4591	4779	4872
10.0	5171	4031	4137	4243	4349	4455	4560	4664	4769	4874	4973	5072	5258	5345
10.5	5514	4370	4484	4598	4712	4826	4933	5040	5147	5254	5341	5427	5579	5644
11.0	5715	4665	4785	4905	5025	5145	5236	5328	5419	5511	5579	5647	5756	5797
11.5	5779	4916	5026	5135	5245	5355	5432	5509	5586	5664	5702	5741	5803	5828
12.0	5797	5140	5231	5322	5414	5505	5559	5612	5666	5720	5746	5771	5806	5816
12.5	5781	5300	5376	5453	5529	5606	5641	5676	5711	5746	5758	5769	5786	5791
13.0	5752	5420	5476	5533	5589	5645	5668	5691	5713	5736	5741	5747	5754	5756
13.5	5718	5479	5524	5568	5612	5657	5669	5682	5695	5707	5711	5714	5719	5720
14.0	5683	5535	5564	5592	5621	5649	5656	5663	5670	5677	5679	5681	5683	5684
14.5	5649	5563	5580	5597	5615	5632	5636	5640	5643	5647	5648	5648	5650	5650
15.0	5620	5575	5585	5594	5603	5613	5614	5616	5617	5619	5619	5619	5620	5620
15.5	5595	5571	5576	5581	5587	5592	5592	5593	5593	5594	5594	5594	5595	5596
16.0	5573	5560	5562	5565	5568	5571	5571	5571	5571	5572	5572	5572	5573	5573
16.5	5551	5544	5545	5546	5548	5549	5549	5549	5550	5550	5550	5551	5551	5552
17.0	5529	5526	5526	5526	5527	5527	5527	5528	5528	5528	5529	5529	5530	5530
17.5	5508	5505	5505	5505	5506	5506	5506	5507	5507	5507	5507	5508	5508	5509
18.0	5488	5485	5485	5485	5485	5486	5486	5486	5486	5487	5487	5487	5488	5489
18.5	5469	5466	5466	5466	5466	5467	5467	5467	5467	5468	5468	5468	5469	5470
19.0	5451	5447	5448	5448	5448	5448	5449	5449	5449	5450	5450	5450	5451	5452
19.5	5434	5430	5430	5431	5431	5431	5431	5432	5432	5432	5433	5433	5434	5435
20.0	5417	5412	5413	5413	5413	5414	5414	5414	5415	5415	5416	5416	5417	5418
20.5	5398	5394	5394	5395	5395	5395	5396	5396	5396	5397	5397	5398	5399	5399
21.0	5339	5335	5335	5335	5336	5336	5336	5337	5337	5338	5338	5338	5339	5339
21.5	5190	5187	5187	5188	5188	5188	5189	5189	5189	5189	5190	5190	5191	5191
22.0	4881	4880	4880	4880	4880	4880	4880	4880	4880	4881	4881	4881	4881	4881
22.5	4456	4456	4456	4456	4456	4456	4456	4456	4456	4456	4456	4456	4456	4456
23.0	3984	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3984	3984	3984	3983	3983
23.5	3515	3515	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3515	3515
24.0	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049
24.5	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598
25.0	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202

7.11 Ct Values, Sound Optimized Mode SO4

Wind speed [m/s]	Air density kg/m ³													
	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	0.930	0.938	0.938	0.937	0.936	0.935	0.935	0.934	0.933	0.932	0.932	0.931	0.929	0.929
3.5	0.871	0.876	0.876	0.875	0.875	0.874	0.874	0.873	0.873	0.872	0.872	0.872	0.871	0.870
4.0	0.845	0.854	0.854	0.853	0.852	0.851	0.850	0.849	0.849	0.848	0.847	0.846	0.844	0.844
4.5	0.829	0.837	0.836	0.835	0.835	0.834	0.833	0.833	0.832	0.831	0.830	0.830	0.829	0.828
5.0	0.812	0.810	0.811	0.811	0.811	0.811	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.813	0.813
5.5	0.805	0.801	0.802	0.802	0.802	0.803	0.803	0.803	0.804	0.804	0.804	0.804	0.805	0.805
6.0	0.806	0.804	0.804	0.804	0.804	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.806	0.806	0.806	0.806
6.5	0.808	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808
7.0	0.808	0.808	0.808	0.808	0.809	0.809	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.807
7.5	0.804	0.807	0.807	0.807	0.806	0.806	0.806	0.806	0.806	0.805	0.805	0.805	0.804	0.804
8.0	0.791	0.795	0.795	0.795	0.795	0.794	0.794	0.793	0.793	0.792	0.792	0.791	0.790	0.790
8.5	0.773	0.778	0.778	0.777	0.777	0.777	0.776	0.775	0.775	0.774	0.774	0.773	0.772	0.771
9.0	0.744	0.750	0.749	0.749	0.748	0.748	0.747	0.747	0.746	0.746	0.745	0.745	0.743	0.743
9.5	0.691	0.696	0.696	0.695	0.695	0.694	0.694	0.693	0.693	0.692	0.692	0.691	0.690	0.689
10.0	0.629	0.636	0.636	0.636	0.635	0.635	0.635	0.634	0.634	0.633	0.632	0.630	0.624	0.620
10.5	0.554	0.576	0.576	0.576	0.576	0.575	0.574	0.572	0.571	0.569	0.564	0.559	0.547	0.539
11.0	0.480	0.522	0.521	0.521	0.521	0.520	0.515	0.511	0.506	0.501	0.494	0.487	0.470	0.460
11.5	0.408	0.473	0.470	0.467	0.465	0.462	0.455	0.449	0.443	0.436	0.427	0.417	0.399	0.390
12.0	0.349	0.430	0.425	0.419	0.414	0.409	0.400	0.392	0.383	0.375	0.367	0.358	0.341	0.333
12.5	0.302	0.386	0.379	0.372	0.365	0.358	0.350	0.342	0.333	0.325	0.317	0.309	0.295	0.288
13.0	0.263	0.345	0.337	0.329	0.322	0.314	0.306	0.298	0.290	0.283	0.276	0.269	0.257	0.251
13.5	0.231	0.306	0.298	0.291	0.283	0.276	0.269	0.262	0.255	0.248	0.242	0.237	0.226	0.221
14.0	0.204	0.272	0.265	0.258	0.250	0.243	0.237	0.231	0.225	0.219	0.214	0.209	0.200	0.196
14.5	0.182	0.242	0.235	0.229	0.222	0.216	0.210	0.205	0.200	0.195	0.190	0.186	0.178	0.174
15.0	0.163	0.216	0.210	0.204	0.198	0.192	0.188	0.183	0.179	0.174	0.170	0.166	0.159	0.156
15.5	0.146	0.194	0.188	0.183	0.178	0.173	0.169	0.165	0.160	0.156	0.153	0.150	0.144	0.141
16.0	0.133	0.174	0.170	0.165	0.160	0.156	0.152	0.149	0.145	0.141	0.138	0.136	0.130	0.127
16.5	0.120	0.158	0.153	0.149	0.145	0.141	0.138	0.135	0.132	0.128	0.126	0.123	0.118	0.116
17.0	0.110	0.143	0.139	0.136	0.132	0.128	0.126	0.123	0.120	0.117	0.115	0.112	0.108	0.106
17.5	0.101	0.131	0.128	0.125	0.121	0.118	0.115	0.113	0.110	0.108	0.105	0.103	0.099	0.097
18.0	0.093	0.120	0.117	0.114	0.111	0.108	0.106	0.103	0.101	0.099	0.097	0.095	0.091	0.089
18.5	0.085	0.110	0.107	0.105	0.102	0.099	0.097	0.095	0.093	0.091	0.089	0.087	0.084	0.082
19.0	0.078	0.101	0.099	0.096	0.094	0.091	0.089	0.087	0.085	0.083	0.082	0.080	0.077	0.076
19.5	0.073	0.093	0.091	0.089	0.087	0.084	0.083	0.081	0.079	0.077	0.076	0.074	0.071	0.070
20.0	0.067	0.086	0.084	0.082	0.080	0.078	0.076	0.075	0.073	0.072	0.070	0.069	0.066	0.065
20.5	0.063	0.080	0.078	0.076	0.074	0.073	0.071	0.070	0.068	0.067	0.065	0.064	0.062	0.061
21.0	0.058	0.074	0.072	0.070	0.069	0.067	0.066	0.064	0.063	0.062	0.060	0.059	0.057	0.056
21.5	0.053	0.067	0.066	0.064	0.063	0.061	0.060	0.059	0.057	0.056	0.055	0.054	0.052	0.051
22.0	0.047	0.059	0.058	0.057	0.055	0.054	0.053	0.052	0.051	0.050	0.049	0.048	0.046	0.046
22.5	0.041	0.051	0.050	0.049	0.048	0.047	0.046	0.045	0.044	0.043	0.042	0.042	0.040	0.040
23.0	0.035	0.044	0.043	0.042	0.041	0.040	0.039	0.039	0.038	0.037	0.037	0.036	0.035	0.034
23.5	0.030	0.037	0.036	0.035	0.035	0.034	0.033	0.033	0.032	0.032	0.031	0.031	0.030	0.029
24.0	0.025	0.031	0.030	0.030	0.029	0.029	0.028	0.028	0.027	0.027	0.026	0.026	0.025	0.025
24.5	0.022	0.026	0.025	0.025	0.024	0.024	0.024	0.023	0.023	0.022	0.022	0.022	0.021	0.021
25.0	0.018	0.022	0.021	0.021	0.021	0.020	0.020	0.020	0.019	0.019	0.019	0.019	0.018	0.018

7.12 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO4

Sound Power Level at Hub Height	
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3 Maximum turbulence at hub height: 30% Inflow angle (vertical): $0 \pm 2^\circ$ Air density: 1.225 kg/m^3
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Sound Optimized Mode SO4 (Blades with serrated trailing edge)
3	94.0
4	94.0
5	94.0
6	95.0
7	98.2
8	100.0
9	100.0
10	100.0
11	100.0
12	100.0
13	100.0
14	100.0
15	100.0

7.13 Power Curves, Sound Optimized Mode SO5

Wind speed [m/s]	Air density [kg/m³]													
	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	42	32	33	34	35	36	37	38	39	39	40	41	43	44
3.5	113	70	74	77	81	84	88	92	96	100	104	108	117	122
4.0	254	168	176	184	192	200	208	215	223	231	239	247	262	269
4.5	426	306	317	327	338	349	360	371	382	393	404	415	437	448
5.0	633	466	482	497	512	527	543	558	573	588	603	618	649	664
5.5	883	660	680	700	721	741	761	782	802	822	842	863	904	924
6.0	1189	895	922	948	975	1001	1028	1055	1082	1109	1135	1162	1216	1243
6.5	1550	1175	1209	1243	1277	1311	1345	1379	1413	1448	1482	1516	1584	1618
7.0	1969	1502	1544	1587	1630	1672	1715	1757	1800	1842	1885	1927	2011	2054
7.5	2440	1869	1921	1973	2025	2077	2129	2181	2233	2285	2337	2388	2491	2543
8.0	2951	2270	2332	2394	2456	2518	2580	2642	2704	2766	2828	2889	3012	3074
8.5	3491	2693	2765	2838	2911	2984	3057	3129	3202	3275	3347	3419	3563	3635
9.0	4020	3108	3191	3275	3358	3441	3524	3607	3690	3773	3855	3938	4102	4184
9.5	4483	3474	3566	3659	3751	3844	3936	4027	4119	4211	4301	4392	4573	4662
10.0	4893	3805	3905	4006	4106	4206	4306	4405	4505	4604	4700	4797	4978	5064
10.5	5206	4103	4211	4319	4426	4534	4638	4742	4846	4950	5035	5121	5277	5347
11.0	5405	4372	4486	4600	4714	4828	4920	5013	5105	5197	5267	5336	5457	5510
11.5	5495	4599	4709	4820	4931	5042	5117	5192	5267	5343	5393	5444	5527	5558
12.0	5531	4808	4902	4996	5090	5185	5245	5306	5366	5427	5461	5496	5549	5567
12.5	5533	4981	5059	5137	5215	5294	5338	5381	5425	5469	5490	5511	5540	5548
13.0	5510	5103	5166	5228	5291	5353	5386	5418	5450	5483	5492	5501	5514	5517
13.5	5478	5176	5226	5277	5328	5378	5399	5419	5440	5460	5466	5472	5480	5483
14.0	5445	5232	5271	5311	5351	5390	5402	5413	5424	5436	5439	5442	5446	5448
14.5	5415	5282	5307	5333	5359	5385	5391	5398	5404	5410	5412	5413	5416	5417
15.0	5389	5301	5320	5338	5356	5375	5378	5382	5385	5389	5389	5389	5390	5390
15.5	5364	5321	5330	5339	5349	5358	5359	5360	5362	5363	5363	5363	5364	5365
16.0	5337	5315	5319	5324	5329	5333	5334	5334	5335	5336	5336	5336	5337	5337
16.5	5308	5296	5298	5301	5303	5306	5306	5307	5307	5307	5308	5308	5309	5309
17.0	5282	5275	5276	5278	5279	5280	5280	5280	5281	5281	5281	5282	5282	5283
17.5	5260	5255	5255	5256	5257	5258	5258	5259	5259	5259	5259	5260	5260	5261
18.0	5241	5238	5239	5239	5239	5240	5240	5240	5240	5241	5241	5241	5242	5242
18.5	5224	5221	5221	5221	5221	5222	5222	5222	5223	5223	5223	5224	5224	5224
19.0	5205	5201	5201	5201	5202	5202	5202	5203	5203	5203	5204	5204	5205	5205
19.5	5185	5182	5182	5182	5182	5183	5183	5183	5184	5184	5185	5185	5186	5186
20.0	5166	5162	5162	5162	5163	5163	5163	5164	5164	5164	5165	5165	5166	5166
20.5	5146	5142	5142	5142	5142	5143	5143	5143	5144	5144	5145	5145	5146	5147
21.0	5121	5117	5117	5117	5118	5118	5118	5119	5119	5119	5120	5120	5121	5121
21.5	5034	5030	5031	5031	5031	5031	5031	5032	5032	5032	5033	5033	5034	5034
22.0	4804	4803	4803	4803	4803	4804	4804	4804	4804	4804	4804	4804	4805	4805
22.5	4442	4442	4442	4442	4442	4442	4442	4442	4442	4442	4442	4442	4442	4442
23.0	3983	3983	3983	3983	3983	3984	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983	3983
23.5	3514	3515	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3514
24.0	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049
24.5	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598
25.0	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202

7.14 Ct Values, Sound Optimized Mode SO5

Wind speed [m/s]	Air density kg/m ³													
	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	0.930	0.938	0.938	0.937	0.936	0.935	0.935	0.934	0.933	0.932	0.932	0.931	0.929	0.929
3.5	0.871	0.876	0.876	0.875	0.875	0.874	0.874	0.874	0.873	0.873	0.872	0.872	0.871	0.870
4.0	0.845	0.854	0.853	0.852	0.851	0.850	0.850	0.849	0.848	0.847	0.847	0.846	0.844	0.844
4.5	0.829	0.836	0.836	0.835	0.835	0.834	0.833	0.833	0.832	0.831	0.830	0.830	0.829	0.829
5.0	0.813	0.811	0.811	0.811	0.811	0.811	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.813	0.813
5.5	0.805	0.801	0.802	0.802	0.803	0.803	0.803	0.803	0.804	0.804	0.804	0.804	0.805	0.805
6.0	0.806	0.804	0.804	0.804	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.806	0.806	0.806	0.806	0.806
6.5	0.808	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808
7.0	0.807	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.808	0.807	0.807
7.5	0.798	0.801	0.801	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.799	0.799	0.799	0.799	0.798	0.797
8.0	0.781	0.785	0.784	0.784	0.784	0.783	0.783	0.783	0.782	0.782	0.781	0.781	0.780	0.780
8.5	0.756	0.761	0.760	0.760	0.760	0.759	0.759	0.759	0.758	0.758	0.757	0.757	0.756	0.755
9.0	0.708	0.712	0.712	0.712	0.711	0.711	0.711	0.710	0.710	0.710	0.709	0.709	0.708	0.708
9.5	0.643	0.646	0.646	0.646	0.646	0.645	0.645	0.645	0.644	0.644	0.643	0.643	0.642	0.642
10.0	0.581	0.585	0.585	0.585	0.584	0.584	0.584	0.584	0.583	0.583	0.582	0.582	0.578	0.574
10.5	0.516	0.531	0.531	0.530	0.530	0.530	0.529	0.529	0.528	0.527	0.524	0.520	0.510	0.504
11.0	0.452	0.483	0.483	0.483	0.483	0.482	0.479	0.476	0.472	0.469	0.463	0.457	0.444	0.436
11.5	0.388	0.439	0.438	0.436	0.435	0.433	0.428	0.422	0.417	0.412	0.404	0.396	0.380	0.372
12.0	0.334	0.401	0.397	0.393	0.389	0.385	0.378	0.372	0.365	0.358	0.350	0.342	0.327	0.319
12.5	0.289	0.364	0.358	0.353	0.347	0.342	0.334	0.326	0.319	0.311	0.304	0.297	0.283	0.276
13.0	0.252	0.326	0.320	0.313	0.306	0.300	0.293	0.286	0.279	0.272	0.265	0.259	0.247	0.241
13.5	0.222	0.291	0.284	0.278	0.271	0.265	0.258	0.252	0.245	0.239	0.233	0.228	0.217	0.212
14.0	0.196	0.260	0.253	0.247	0.241	0.234	0.228	0.223	0.217	0.211	0.206	0.201	0.192	0.188
14.5	0.175	0.233	0.226	0.220	0.214	0.208	0.203	0.198	0.193	0.187	0.183	0.179	0.171	0.168
15.0	0.157	0.208	0.202	0.197	0.191	0.186	0.181	0.177	0.172	0.168	0.164	0.160	0.153	0.150
15.5	0.141	0.187	0.182	0.177	0.172	0.167	0.163	0.159	0.155	0.151	0.148	0.144	0.138	0.135
16.0	0.127	0.168	0.164	0.159	0.155	0.150	0.147	0.143	0.140	0.136	0.133	0.130	0.125	0.122
16.5	0.116	0.152	0.148	0.144	0.140	0.136	0.133	0.130	0.127	0.123	0.121	0.118	0.113	0.111
17.0	0.105	0.138	0.134	0.131	0.127	0.124	0.121	0.118	0.115	0.112	0.110	0.108	0.103	0.101
17.5	0.097	0.126	0.123	0.120	0.117	0.113	0.111	0.108	0.106	0.103	0.101	0.099	0.095	0.093
18.0	0.089	0.116	0.113	0.110	0.107	0.104	0.102	0.099	0.097	0.095	0.093	0.091	0.087	0.086
18.5	0.082	0.106	0.103	0.101	0.098	0.096	0.093	0.091	0.089	0.087	0.085	0.084	0.080	0.079
19.0	0.075	0.097	0.095	0.092	0.090	0.088	0.086	0.084	0.082	0.080	0.078	0.077	0.074	0.072
19.5	0.070	0.090	0.087	0.085	0.083	0.081	0.079	0.077	0.076	0.074	0.073	0.071	0.068	0.067
20.0	0.065	0.083	0.081	0.079	0.077	0.075	0.073	0.072	0.070	0.069	0.067	0.066	0.063	0.062
20.5	0.060	0.077	0.075	0.073	0.071	0.070	0.068	0.067	0.065	0.064	0.062	0.061	0.059	0.058
21.0	0.056	0.071	0.070	0.068	0.066	0.065	0.063	0.062	0.061	0.059	0.058	0.057	0.055	0.054
21.5	0.052	0.066	0.064	0.063	0.061	0.060	0.058	0.057	0.056	0.055	0.054	0.053	0.051	0.050
22.0	0.046	0.059	0.057	0.056	0.055	0.053	0.052	0.051	0.050	0.049	0.048	0.047	0.046	0.045
22.5	0.041	0.051	0.050	0.049	0.048	0.047	0.046	0.045	0.044	0.043	0.042	0.041	0.040	0.039
23.0	0.035	0.044	0.043	0.042	0.041	0.040	0.039	0.039	0.038	0.037	0.036	0.036	0.035	0.034
23.5	0.030	0.037	0.036	0.035	0.035	0.034	0.033	0.033	0.032	0.031	0.031	0.030	0.030	0.029
24.0	0.025	0.031	0.030	0.030	0.029	0.029	0.028	0.028	0.027	0.027	0.026	0.026	0.025	0.025
24.5	0.022	0.026	0.025	0.025	0.024	0.024	0.024	0.023	0.023	0.022	0.022	0.022	0.021	0.021
25.0	0.018	0.022	0.021	0.021	0.021	0.020	0.020	0.020	0.019	0.019	0.019	0.019	0.018	0.018

7.15 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO5

Sound Power Level at Hub Height	
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3 Maximum turbulence at hub height: 30% Inflow angle (vertical): 0 ±2° Air density: 1.225 kg/m³
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Sound Optimized Mode SO5 (Blades with serrated trailing edge)
3	94.0
4	94.0
5	94.0
6	95.0
7	98.2
8	99.0
9	99.0
10	99.0
11	99.0
12	99.0
13	99.0
14	99.0
15	99.0

7.16 Power Curves, Sound Optimized Mode SO6

Air density [kg/m³]														
Wind speed [m/s]	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	42	32	33	34	35	36	37	38	39	39	40	41	43	45
3.5	113	71	74	77	81	84	88	92	96	100	104	108	117	122
4.0	254	168	176	184	192	200	208	215	223	231	239	246	262	269
4.5	426	306	316	327	338	349	360	371	382	393	404	415	437	448
5.0	633	466	481	497	512	527	542	558	573	588	603	618	648	663
5.5	883	660	680	700	720	740	761	781	801	821	842	862	903	924
6.0	1188	894	921	948	974	1001	1028	1054	1081	1108	1135	1161	1215	1242
6.5	1549	1174	1208	1242	1276	1310	1344	1378	1412	1447	1481	1515	1583	1617
7.0	1965	1499	1542	1584	1627	1669	1711	1754	1796	1839	1881	1923	2007	2050
7.5	2422	1856	1908	1959	2011	2063	2114	2166	2217	2269	2320	2371	2473	2524
8.0	2910	2237	2299	2360	2421	2483	2544	2605	2666	2727	2788	2849	2970	3031
8.5	3399	2621	2692	2763	2834	2905	2976	3047	3117	3188	3258	3329	3469	3540
9.0	3851	2976	3056	3136	3215	3295	3375	3455	3534	3614	3693	3772	3930	4008
9.5	4248	3290	3377	3465	3553	3640	3728	3815	3902	3989	4076	4162	4334	4420
10.0	4603	3574	3668	3763	3858	3953	4047	4140	4234	4328	4420	4512	4692	4780
10.5	4894	3829	3930	4032	4133	4234	4333	4432	4531	4630	4718	4806	4967	5040
11.0	5088	4053	4159	4266	4372	4479	4578	4676	4775	4873	4945	5016	5145	5203
11.5	5198	4204	4315	4425	4536	4647	4737	4827	4917	5007	5070	5134	5232	5266
12.0	5220	4281	4393	4505	4617	4729	4815	4901	4987	5073	5122	5171	5250	5280
12.5	5208	4298	4408	4519	4630	4741	4824	4907	4990	5072	5117	5162	5232	5256
13.0	5183	4316	4424	4532	4641	4749	4827	4905	4982	5060	5101	5142	5204	5225
13.5	5170	4474	4564	4655	4745	4835	4895	4954	5014	5073	5106	5138	5187	5205
14.0	5176	4713	4781	4849	4916	4984	5019	5055	5091	5127	5143	5159	5184	5193
14.5	5180	4914	4958	5003	5048	5093	5109	5126	5142	5158	5166	5173	5183	5187
15.0	5162	5002	5032	5062	5092	5122	5130	5138	5146	5154	5157	5159	5163	5163
15.5	5129	5044	5062	5080	5097	5115	5118	5121	5124	5128	5128	5129	5130	5130
16.0	5099	5055	5064	5073	5082	5091	5093	5095	5096	5098	5098	5098	5099	5099
16.5	5072	5049	5054	5059	5063	5068	5069	5070	5071	5071	5072	5072	5072	5073
17.0	5050	5035	5038	5042	5045	5048	5048	5048	5049	5049	5049	5049	5050	5050
17.5	5031	5021	5023	5025	5027	5029	5030	5030	5030	5030	5030	5030	5031	5031
18.0	5013	5006	5007	5009	5010	5012	5012	5012	5012	5012	5013	5013	5013	5014
18.5	4996	4991	4992	4993	4993	4994	4994	4994	4995	4995	4995	4996	4996	4997
19.0	4978	4973	4973	4974	4975	4976	4976	4976	4977	4977	4977	4978	4978	4978
19.5	4960	4956	4957	4957	4958	4958	4959	4959	4959	4960	4960	4960	4961	4961
20.0	4943	4940	4940	4940	4940	4941	4941	4941	4941	4941	4942	4942	4943	4943
20.5	4924	4921	4921	4921	4921	4921	4922	4922	4922	4923	4923	4924	4924	4925
21.0	4903	4899	4899	4899	4900	4900	4900	4901	4901	4901	4902	4902	4903	4904
21.5	4859	4855	4855	4855	4856	4856	4856	4857	4857	4858	4858	4859	4859	4860
22.0	4701	4698	4698	4699	4699	4699	4700	4700	4700	4701	4701	4701	4702	4702
22.5	4401	4399	4399	4399	4399	4399	4399	4400	4400	4400	4400	4401	4401	4401
23.0	3982	3982	3982	3982	3982	3982	3982	3982	3982	3982	3982	3982	3982	3982
23.5	3515	3514	3514	3514	3514	3515	3514	3514	3514	3514	3514	3514	3515	3515
24.0	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049	3049
24.5	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598	2598
25.0	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202	2202

7.17 Ct Values, Sound Optimized Mode SO6

Air density kg/m ³														
Wind speed [m/s]	1.225	0.950	0.975	1.000	1.025	1.050	1.075	1.100	1.125	1.150	1.175	1.200	1.250	1.275
3.0	0.930	0.938	0.938	0.937	0.936	0.935	0.935	0.934	0.933	0.932	0.932	0.931	0.929	0.928
3.5	0.871	0.876	0.876	0.875	0.875	0.874	0.874	0.873	0.873	0.872	0.872	0.871	0.870	0.870
4.0	0.845	0.854	0.853	0.853	0.852	0.851	0.850	0.849	0.848	0.848	0.847	0.846	0.844	0.843
4.5	0.829	0.837	0.836	0.835	0.835	0.834	0.833	0.833	0.832	0.831	0.830	0.830	0.829	0.828
5.0	0.812	0.810	0.811	0.811	0.811	0.811	0.811	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.812	0.813
5.5	0.804	0.801	0.802	0.802	0.802	0.803	0.803	0.803	0.803	0.804	0.804	0.804	0.805	0.805
6.0	0.806	0.803	0.804	0.804	0.804	0.805	0.805	0.805	0.805	0.805	0.806	0.806	0.806	0.806
6.5	0.807	0.806	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807	0.807
7.0	0.803	0.804	0.804	0.804	0.804	0.804	0.804	0.804	0.804	0.804	0.804	0.804	0.803	0.803
7.5	0.788	0.790	0.790	0.790	0.790	0.790	0.789	0.789	0.789	0.789	0.788	0.788	0.787	0.787
8.0	0.765	0.768	0.768	0.768	0.767	0.767	0.767	0.767	0.766	0.766	0.766	0.765	0.765	0.764
8.5	0.720	0.723	0.723	0.723	0.723	0.722	0.722	0.722	0.722	0.721	0.721	0.721	0.720	0.720
9.0	0.655	0.658	0.658	0.657	0.657	0.657	0.657	0.656	0.656	0.656	0.656	0.655	0.655	0.654
9.5	0.593	0.596	0.595	0.595	0.595	0.595	0.594	0.594	0.594	0.594	0.593	0.593	0.593	0.592
10.0	0.536	0.539	0.539	0.539	0.538	0.538	0.538	0.538	0.538	0.537	0.537	0.537	0.535	0.534
10.5	0.480	0.488	0.488	0.488	0.488	0.488	0.488	0.487	0.487	0.487	0.484	0.482	0.476	0.472
11.0	0.422	0.441	0.440	0.440	0.440	0.440	0.439	0.438	0.437	0.436	0.431	0.427	0.417	0.411
11.5	0.365	0.389	0.389	0.389	0.389	0.389	0.386	0.384	0.382	0.379	0.375	0.370	0.358	0.351
12.0	0.313	0.338	0.338	0.338	0.338	0.338	0.336	0.333	0.331	0.329	0.324	0.319	0.308	0.302
12.5	0.271	0.293	0.293	0.292	0.292	0.292	0.290	0.288	0.286	0.283	0.279	0.275	0.266	0.261
13.0	0.236	0.257	0.257	0.256	0.256	0.256	0.254	0.252	0.249	0.247	0.244	0.240	0.232	0.228
13.5	0.209	0.238	0.237	0.235	0.233	0.232	0.229	0.226	0.223	0.220	0.216	0.213	0.205	0.202
14.0	0.187	0.228	0.225	0.222	0.218	0.215	0.211	0.207	0.203	0.199	0.195	0.191	0.183	0.179
14.5	0.168	0.216	0.211	0.207	0.202	0.197	0.193	0.188	0.184	0.179	0.176	0.172	0.164	0.161
15.0	0.151	0.197	0.193	0.188	0.183	0.178	0.174	0.170	0.166	0.161	0.158	0.154	0.148	0.144
15.5	0.135	0.180	0.175	0.170	0.165	0.161	0.157	0.153	0.149	0.145	0.142	0.139	0.133	0.130
16.0	0.122	0.162	0.158	0.153	0.149	0.145	0.141	0.138	0.134	0.131	0.128	0.125	0.120	0.117
16.5	0.111	0.147	0.143	0.139	0.135	0.131	0.128	0.125	0.122	0.119	0.116	0.114	0.109	0.107
17.0	0.101	0.133	0.130	0.126	0.123	0.119	0.116	0.114	0.111	0.108	0.106	0.104	0.099	0.097
17.5	0.093	0.122	0.119	0.116	0.113	0.109	0.107	0.104	0.102	0.099	0.097	0.095	0.091	0.090
18.0	0.086	0.112	0.109	0.106	0.103	0.100	0.098	0.096	0.093	0.091	0.089	0.087	0.084	0.082
18.5	0.079	0.102	0.100	0.097	0.095	0.092	0.090	0.088	0.086	0.084	0.082	0.080	0.077	0.076
19.0	0.072	0.094	0.091	0.089	0.087	0.084	0.082	0.081	0.079	0.077	0.075	0.074	0.071	0.070
19.5	0.067	0.086	0.084	0.082	0.080	0.078	0.076	0.075	0.073	0.071	0.070	0.068	0.066	0.064
20.0	0.062	0.080	0.078	0.076	0.074	0.072	0.071	0.069	0.068	0.066	0.065	0.063	0.061	0.060
20.5	0.058	0.074	0.072	0.071	0.069	0.067	0.066	0.064	0.063	0.061	0.060	0.059	0.057	0.056
21.0	0.054	0.069	0.067	0.065	0.064	0.062	0.061	0.060	0.058	0.057	0.056	0.055	0.053	0.052
21.5	0.050	0.064	0.062	0.061	0.059	0.058	0.057	0.055	0.054	0.053	0.052	0.051	0.049	0.048
22.0	0.046	0.058	0.056	0.055	0.054	0.052	0.051	0.050	0.049	0.048	0.047	0.046	0.045	0.044
22.5	0.040	0.051	0.050	0.049	0.047	0.046	0.045	0.044	0.044	0.043	0.042	0.041	0.040	0.039
23.0	0.035	0.044	0.043	0.042	0.041	0.040	0.039	0.038	0.038	0.037	0.036	0.036	0.034	0.034
23.5	0.030	0.037	0.036	0.035	0.035	0.034	0.033	0.033	0.032	0.031	0.031	0.030	0.029	0.029
24.0	0.025	0.031	0.030	0.030	0.029	0.028	0.028	0.027	0.027	0.026	0.026	0.026	0.025	0.024
24.5	0.021	0.026	0.025	0.025	0.024	0.024	0.023	0.023	0.023	0.022	0.022	0.022	0.021	0.021
25.0	0.018	0.021	0.021	0.021	0.020	0.020	0.020	0.019	0.019	0.019	0.019	0.018	0.018	0.018

7.18 Sound Curves, Sound Optimized Mode SO6

Sound Power Level at Hub Height	
Conditions for Sound Power Level:	Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3 Maximum turbulence at hub height: 30% Inflow angle (vertical): $0 \pm 2^\circ$ Air density: 1.225 kg/m^3
Wind speed at hub height [m/s]	Sound Power Level at Hub Height [dBA] Sound Optimized Mode SO6 (Blades with serrated trailing edge)
3	94.0
4	94.0
5	94.0
6	95.0
7	97.8
8	98.0
9	98.0
10	98.0
11	98.0
12	98.0
13	98.0
14	98.0
15	98.0

Wind farm Roads Requirements

DMS no: 0054-6051

Version No.	Date	Prepared by	Revised by	Approved by	Description of changes
7	06/09/18	RGOBA / LUSPR	LGB / ADMAD	TKJ / PIPRE	E2E requirements conformity
8	26/04/19	RGOBA / LUSPR / DDLCO	LGB / ADMAD	TKJ / PIPRE	V162 Requirements.
9	03/09/19	LUSPR / DDLCO	LGB / ADMAD	TKJ	Update wording.
10	11/05/21	IVHVI	LGB/ADMAD	TKJ	Update wording and Kv
11	19/11/21	LGB	LGB/ADMAD	TKJ	Snow poles installation. Kv reviewed.

Classification: Restricted

1. INTRODUCTION	3
2. WIND FARM ROADS SPECIFICATIONS AND DESIGN	4
2.1 USEFUL ROAD WIDTH	4
2.2 MAXIMUM LONGITUDINAL SLOPE	5
2.3 VERTICAL ALIGNMENT OF ROADS	6
2.4 LATERAL CROSS-FALL	9
2.5 ROAD CLEARANCE	9
2.5.1 ROAD LATERAL CLEARANCE	9
2.5.2 ROAD OVERHEAD CLEARANCE	9
2.5.3 OVERHEAD POWER LINES	10
2.6 BEARING CAPACITY AND SUBGRADE	10
2.7 PAVEMENT	11
2.8 BRIDGES AND CROSSINGS	14
2.9 EXISTING ROADS	15
2.10 DRAINAGE SYSTEM	15
2.11 TURNING AREAS	15
2.12 TRUCK LAY-BAY AREAS AND TRANSSHIPMENT HARDSTAND	16
2.13 TRAFFIC SIGNALS DURING EXECUTION PHASE	17
3. ROADS MAINTENANCE	17
4. INSPECTION AND CONTROL	18
4.1 GRADDED AGGREGATE	18
4.2 COMPACTION AND SOIL BEARING CAPACITY	18
4.3 TRANSPORT TRIAL	19
5. ANNEX 1: ACCESS AND SITE ROAD REQUIREMENTS CHECKLIST FOR DESIGNER	20
6. ANNEX 2: BEND WIDENING	22

1. INTRODUCTION

The purpose of this specification is to establish the minimum road design and construction technical requirements for the roads to transport and install all Vestas wind turbine components. Each wind farm road design shall be defined by a dedicated road calculus report.

For the avoidance of doubt, the requirements set forth herein are necessary for a safe transport of the wind turbine components and feasibility of crane movements at the site. However, such requirements alone are not sufficient to fully design and perform the wind farm roads and do not replace the need of a comprehensive design and material selection as well as a proper construction. The design and construction of the roads and other wind farm related civil works shall require a specific calculus and design carried out by qualified experts considering all the calculus hypothesis to define all the applicable situations during the wind farm lifetime and construction period.

Vestas shall not be liable neither for the design, procurement, construction and supervision of the roads works nor for the proper execution of such activities, unless this is included inside the scope of works of the contract with Vestas.

Very Important: Addendum to the present document

In the event that any of the standards set forth herein cannot be fulfilled because of technical or economic reasons, an alternative solution shall be found in order to allow a safe wind turbine components transportation and installation.

Such alternative solutions shall be reviewed and agreed with Vestas prior to the execution of works. The agreed special solutions can be attached as an addendum to the present document in order to be applied in a specific project as valid alternative.

Furthermore, in some specific geographical areas it may be possible to customize and/or to optimize some of the requirements of the present specification. These complementary modifications can also be attached as an addendum to the present document for exclusive application on such areas.

2. WIND FARM ROADS SPECIFICATIONS AND DESIGN

2.1 USEFUL ROAD WIDTH

The minimum useful width to assure a safe transportation of the wind turbine components must be 4,5 m on straight sections of the wind farm roads. In the countries or regions where the trucks are wider than the usual common worldwide standards, the minimum useful width will increase up to 5 or 6 m according to the needs.

On bends sections of the wind farm roads, it is recommended to perform a truck simulation with adequate software to determine the necessary widening. Otherwise, the recommendations from the Annex can be used as a first approach. Upon request, Vestas can perform a specific simulation to determine the optimum bend widening.

When crawler cranes are used during installation of wind turbines, the useful road width will be increased up to the width of the crawler crane plus a margin of, at least, 40 cm (20 cm on each side) to allow its safe circulation (to be confirmed with crane company).

As a reference, in case of using a narrow track crawler crane, the most common useful road width on this case is 6.2 m. In case of using conventional crawler cranes, the above criterion is also valid, and the most common useful road width is around 11 m. Final road width has to be confirmed with crane company based on final layout design.

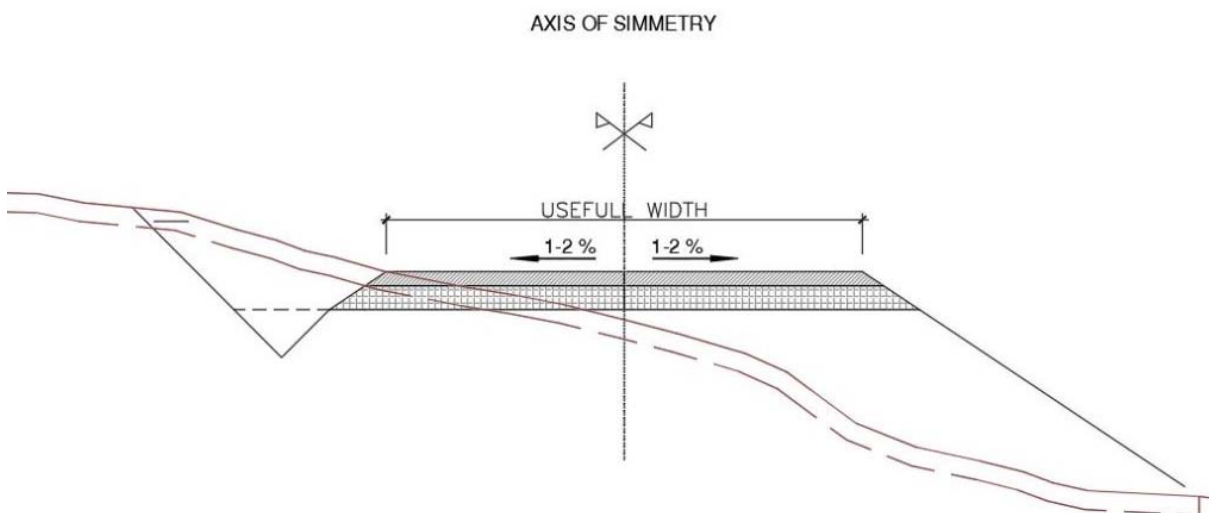


Figure 1 Usefull Width

Important note:

It is highly recommended to agree the wind farm road width between crane pads with Vestas according to the site characteristics and cranes availability in order to optimize the total costs of the project and to have the safest and fastest way to make transportation and installation of the wind turbine components

2.2 MAXIMUM LONGITUDINAL SLOPE

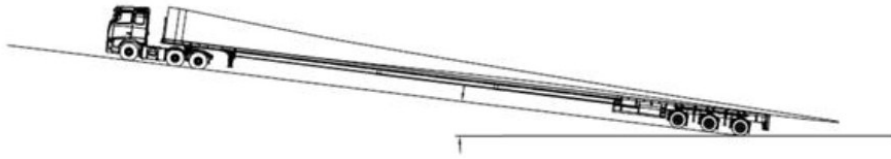


Figure 2 Longitudinal Slope

The maximum longitudinal slope that the wind turbine component trucks can overcome is directly related to the quality of the pavement.

As a general design criterion, on dirt roads made of gravel or a graded aggregate where good pavement conditions cannot be assured due to often rain and/or possible poor construction and quality control or other circumstances, the wind farms maximum road longitudinal slope shall not exceed a value of 8-10% on straight stretches depending on regional conditions. In case these percentages are achieved, it shall be communicated to Vestas to confirm the exact value.

In mountain areas where it could not be possible to design roads with the above maximum slope due to environmental restrictions, the pavement shall be improved by using a suitable solution like concrete slabs or other one. On extreme cases where the slope may be higher than 14%, it shall be communicated to Vestas in all cases.

In any case, based on design of the wind farm roads, its layout and longitudinal slopes, one or more pulling trucks may be needed in order to ensure the correct transportation flow of materials to the crane pads. This cost and possible time schedule impact shall not be assumed by Vestas, as a reference, the following table is provided:

		Loaded Uphill		Loaded Downhill	
		1 puller truck	2 puller truck	1 puller truck	2 puller truck
Forward direction loaded	8% straight and turnings	X			
	10% - 14% turnings		X	X	
	12% straight	X		X	
	14% straight		X	X	
	>14% straight and turnings		X		X
On reverse loaded *maximum acceptable distance 100m	8% straight and turnings	X			
	10% - 12% turnings		X	X	
	12% straight	X		X	
	>12% straight and turnings		X	X	X

*in cases in which is extremely necessary to use slopes over the defined table please contact Vestas

Table 1 Pulling Trucks and Maximum Slope Reference

Once roads have been carried on site up to final pavement surface compacted and prior to wind turbine component transport, Vestas shall always validate and evaluate road condition to define the most suitable transport solution. This validation will be done periodically during execution phase to ensure the conditions haven't changed.

In case of relevant bends (low radius and high angle), the maximum longitudinal slope will be reduced on a proportional way to its complexity, and it is recommended not to exceed 7%.

If crawler cranes are going to circulate over the wind farm roads, it will be considered the maximum slope that these cranes can overcome with the final crane configuration selected for the lift of the main wind turbine components. In any case, total maximum slope percentage (longitudinal + transversal), shall be confirmed with Vestas and the lifting company based on the final crane configuration that will be used. Allowable slopes for the crane total or partially assembled, and completely disassembled shall be evaluated in order to adapt the roads to those situations.

It should be noticed that there could be a compromise between the requirements for the wind farm roads design for transportation and the requirements of same wind farm roads for crane movements. It is highly recommended to consult with Vestas to mutually agree on best way forward.

2.3 VERTICAL ALIGNMENT OF ROADS

Vertical radius parameter (Kv) calculation:

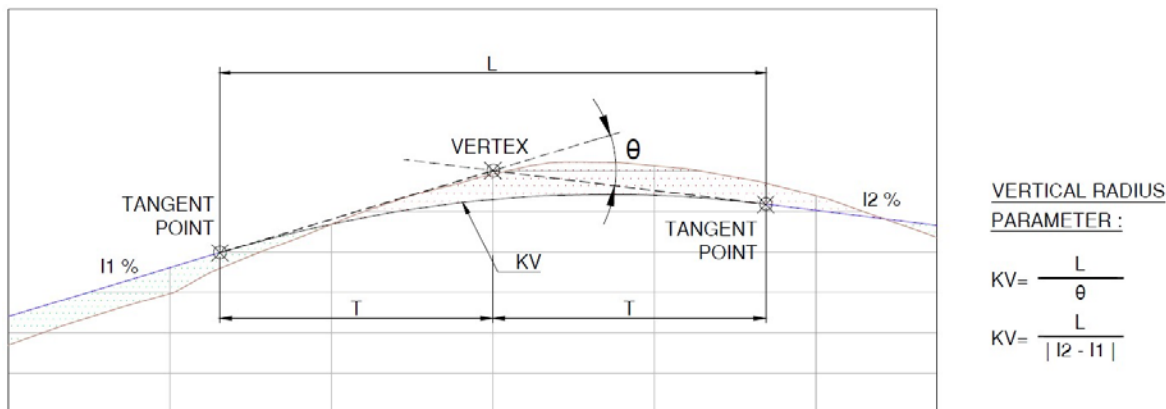


Figure 3 Representation of parameters for Vertical alignment

Criteria:

The vertical alignment of roads, in relation to (parabolic) vertical curves, must be in accordance with the following criteria:

The minimum required values of the vertical alignment parameters (as described in Figure 3) are established in Table 2, for each wind turbine model and section length. The Designer shall choose the highest value of Kv according to the WTG type and Tower Section Length.

WTG (Blades)	Kv min. due to blade transport
V80, V90	300
V100, V105	350
V110, V112, V116, V117	400
V120, V126	450
V136, V150	500
V162	600

Tower Section Length (m)	Kv min. due to tower sections transport*
≤ 22	500
$> 22 \leq 30$	750
> 30	**

Table 2 Minimum Kv related to Blade and Tower Section Lengths

*The Kv related to blade and tower section transport is Project and Region specific. These Kv values for the tower transportation refer to the cases where the clearance of the tower over the floor is low, like in the below example. It would be possible to use a lower Kv if the available tower transportation trucks allow it. Please contact Vestas to confirm this possibility.

** The Kv related to tower section transport with tower length higher than 30m shall be evaluated depending on the final transport configuration and confirmed with Vestas.

Example

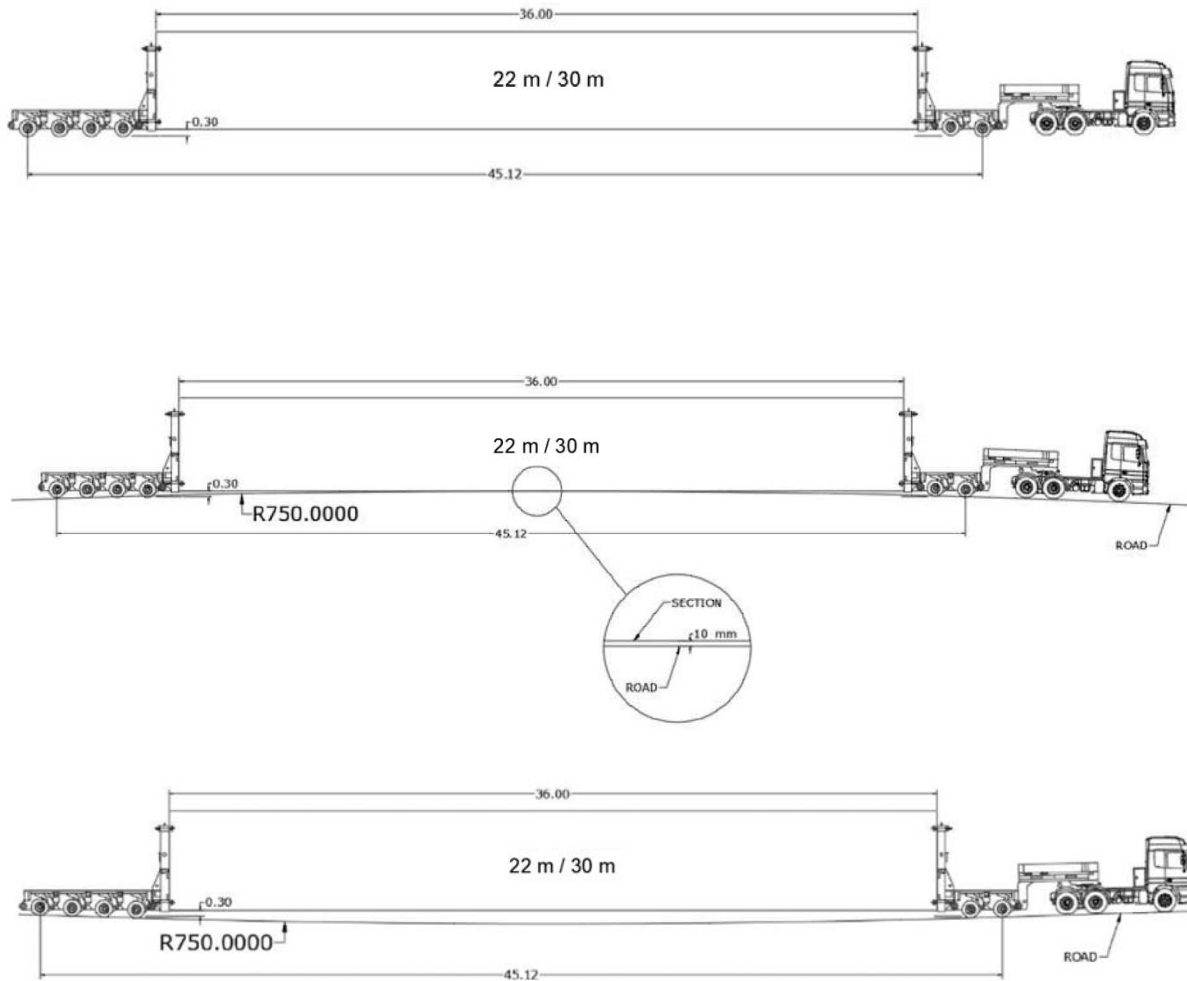


Figure 4 Inputs for Kv Calculation Example

Convex radius example:

The following image shows an example of Kv calculation for a convex alignment:

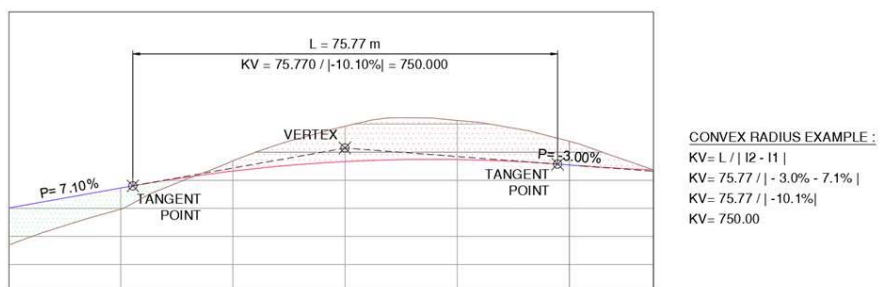


Figure 5 Representation of Convex Radius Example

Concave radius example:

The following image shows an example of Kv calculation for a concave alignment:

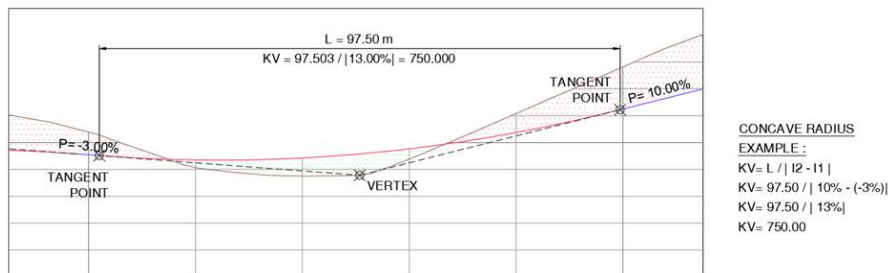


Figure 6 Representation of Concave Radius Example

2.4 LATERAL CROSS-FALL

In case that the designer decides to have a lateral cross-fall for rainwater evacuation shall not exceed 2% from the center of the road. Maximum lateral cross fall should also be compatible with crane movements along wind farm roads. One-way lateral cross-slope is not allowed due to transport reasons Please check with Vestas in order to confirm the most restrictive criteria for this parameter.



Figure 7 Road Cross-Slope

2.5 ROAD CLEARANCE

2.5.1 ROAD LATERAL CLEARANCE

Road lateral clearance shall be at according to the blade and transport swept area considering the internal and external swept area by the blades and tower sections transport.

2.5.2 ROAD OVERHEAD CLEARANCE

Road overhead clearance shall be the following minimum heights from the pavement highest point according to the following cases

Wind turbine constraining factor	Minimum clearance
Maximum tower diameter section: 4,2 m	4,7 m
V150 blade	6 m
Maximum tower diameter section: 6 m	6,5 m
V162 blade	7,5 m

These values must be reviewed and approved by Vestas according to the specific project. The unavailability of low bed hydraulic trailers and the blade tip overhang may require higher clearances.

In case a blade lifter is used, the above values shall also be reviewed.

Any permanent obstacle or hazard situated overhead (e.g. power and telephone lines) shall be signaled with appropriate visual markers that will be kept in place throughout the duration of the construction and installation of the wind farm.

2.5.3 OVERHEAD POWER LINES

Following parameters must be followed:

- A gauge of not less than 5 meters must be maintained.
- The gauge shall be adjusted according to the voltage level of overhead power lines and the regulations of the Authorities and HSE Requirements.

2.6 BEARING CAPACITY AND SUBGRADE

Roads Bearing Capacity

The wind farm roads load bearing capacity shall be at minimum 200 kN/m². As an additional criterion the wind farm roads will be designed to bear a truck axle-load of 12 Tm.

In case is planned to circulate with the crane partial or fully rigged in order to reduce the number of lifts, for safety reasons, the axle load will be increased to 22 Tm per axle when on site. Where the Site ground conditions allow then this can be increased to 25-30 Tm per axle in order to optimize crane movement between hardstands. Axle loads below 22 Tm may require additional installation time and cost. Note that the figures do not consider gradients or slopes. Gradients and slopes will increase axle-loads, for the same reason this must be evaluated on a project specific basis.

Please note that the relevant safety factors will have to be added to the above figures.

Designer shall consider all hypothesis that would be applicable to the wind farm roads during its construction and lifetime. Dedicated road bearing capacity calculus has to be elaborated to ensure the transport of all machinery involved in the project including the crawling of a crawler

crane and/or move of a wheeled crane and all of its multi-directional stresses (vertical, horizontal and torsional) in all axis among others and gradients or slopes.

The verification of the bearing capacity will be performed by static plate bearing test on site. The accredited laboratory that makes the static plate bearing test shall set up the acceptance criteria on it to confirm the required bearing capacity. To have an approximate reference, the results of the plate bearing test should have the bulk modulus E_{v2} greater than 50 MPa and the modulus ratio E_{v2}/E_{v1} lower than 3. These figures shall be confirmed or modified by the accredited laboratory that makes the plate bearing test according to the final plate to be used.

In case of transport or crane mobilization will be done using sub-base layer, plate bearing tests will be done at sub-base layer following the same acceptable criteria mentioned above, therefore, road base design shall consider transport at road sub-base layer.

Subgrade

The soil survey shall characterize the soil on which the wind farm roads are to be constructed. To such purpose, soil samples (from beneath the topsoil) shall be taken in several representative points of the road network at intervals of 700 to 1000 meters. The collection of samples and performance of appropriate lab tests for soil characterization (California Bearing Ratio CBR, grading, plasticity, Proctor, etc.) shall be planned and carried out by a geotechnical expert.

The subgrade layer (below topsoil) upon which the roads are built shall have a minimum CBR value between 11 and 20 depending of the numbers of WTG that this axis give access to.

In the event that such minimum CBR values are not achieved, the subgrade shall be accordingly improved by applying the most suitable method (lime or cement soil stabilization, addition of stone material, geotextile, etc.), depending on the kind of soil and following the instructions from an expert roads designer.

2.7 PAVEMENT

Roadbed Layer

The pavement of access and site roads (whether newly built or refurbished) shall be formed, as an initial recommendation, at minimum by a 15 cm thickness roadbed layer of graded aggregate, compacted to 98% Modified Proctor. Minimum thickness shall be defined by road calculus design report based on the AASHTO or applicable code.

Graded aggregate maximum grain size shall be lower than 20 mm and fines content shall be lower than 10% (<10% pass #200mm sieve).

The graded aggregate used as pavement shall have low plasticity in order to prevent mud formation when it rains. Under no circumstances shall a graded aggregate with plasticity index (PI) value greater than 9 be accepted.

Graded aggregate grain size shall be between the following limits depending on its source: natural or crushed gravel:

Natural Graded Aggregate

NATURAL GRADED AGGREGATE SIEVE SIZE: EN-933-2, ASTM C136										
% CUMULATIVE PASSING										
Graded Aggregate	EN	40	25	20	8	4	2	0,5	0,25	0,063
	ASTM	1,5	1	3/4	3/8	Nº4	Nº10	Nº40	Nº60	Nº230
0/20	max	-	100	100	75	61	50	32	24	11
	min	-	100	80	45	32	25	10	5	0

Table 3 Natural Roadbed Layer Grain Size Limits

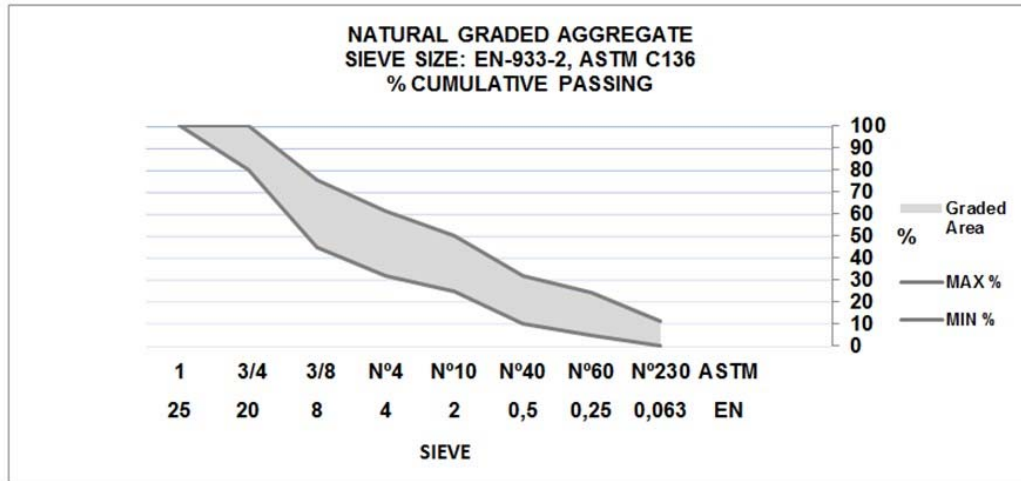


Figure 8 Natural Roadbed Layer Grain Size Limits

Artificial Graded Aggregate

ARTIFICIAL GRADED AGGREGATE SIEVE SIZE: EN-933-2, ASTM C136											
% CUMULATIVE PASSING											
Graded Aggregate	EN	40	32	25	20	8	4	2	0,5	0,25	0,063
	ASTM	1,5	1,25	1	3/4	3/8	Nº4	Nº10	Nº40	Nº60	Nº230
0/20	% max	-	-	100	100	73	54	40	24	18	9
	% min	-	-	100	75	45	31	20	9	8	0

Table 4 Artificial Roadbed Layer Grain Size Limits

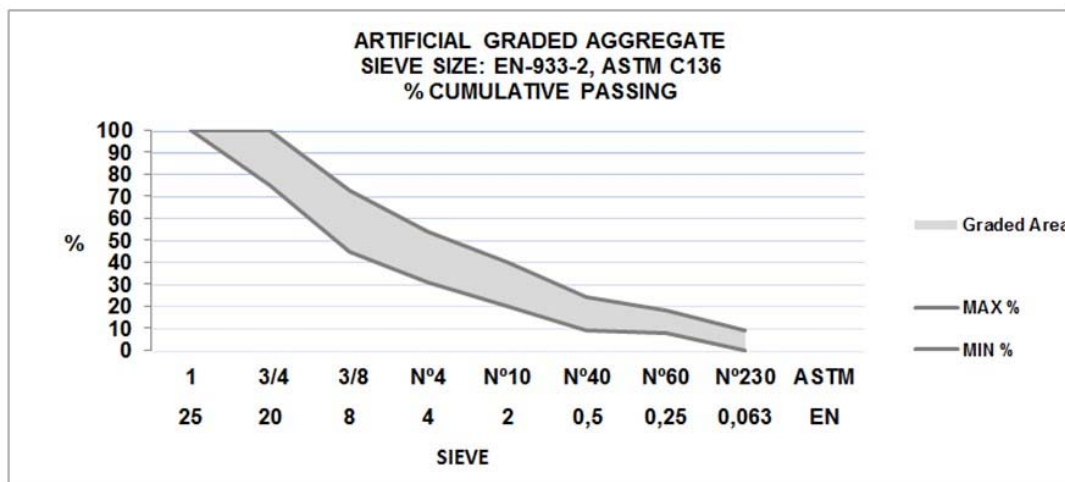


Figure 9 Artificial Roadbed Layer Grain Size Limits

Sub-base Layer

In case more than 20 cm thickness layer is required, a sub-base layer will be placed underneath the roadbed. The maximum grain size in the sub-base layer may be incremented up to 40 mm.

Graded aggregate grain size shall be between the following limits depending on its source: natural or crushed gravel:

Natural Graded Aggregate

NATURAL GRADED AGGREGATE SIEVE SIZE: EN-933-2, ASTM C136										
% CUMULATIVE PASSING										
Graded Aggregate	EN	40	25	20	8	4	2	0,5	0,25	0,063
	ASTM	1,5	1	3/4	3/8	Nº4	Nº10	Nº40	Nº60	Nº230
0/40	max	95	90	84	63	46	35	23	18	9
	min	80	65	54	35	22	15	7	4	0

Figure 10 Natural Subgrade Layer Grain Size Limits

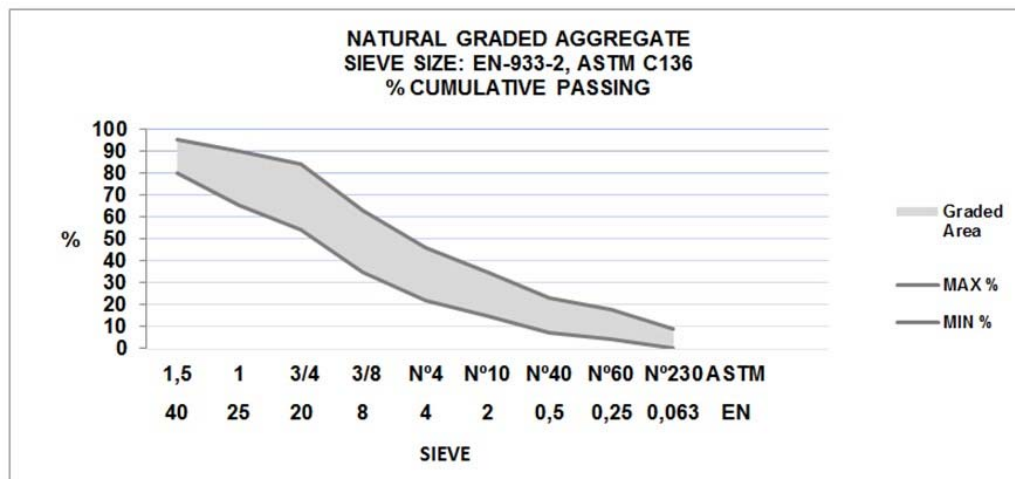


Figure 11 Natural Subgrade Layer Grain Size Limits

Artificial Graded Aggregate

ARTIFICIAL GRADED AGGREGATE SIEVE SIZE: EN-933-2, ASTM C136											
% CUMULATIVE PASSING											
Graded Aggregate	EN	40	32	25	20	8	4	2	0,5	0,25	0,063
	ASTM	1,5	1,25	1	3/4	3/8	Nº4	Nº10	Nº40	Nº60	Nº230
0/32	max	100	100	90	76	63	45	32	21	16	9
	min	100	88	65	52	40	26	15	7	4	0

Table 5 Artificial Subgrade layer grain size limits

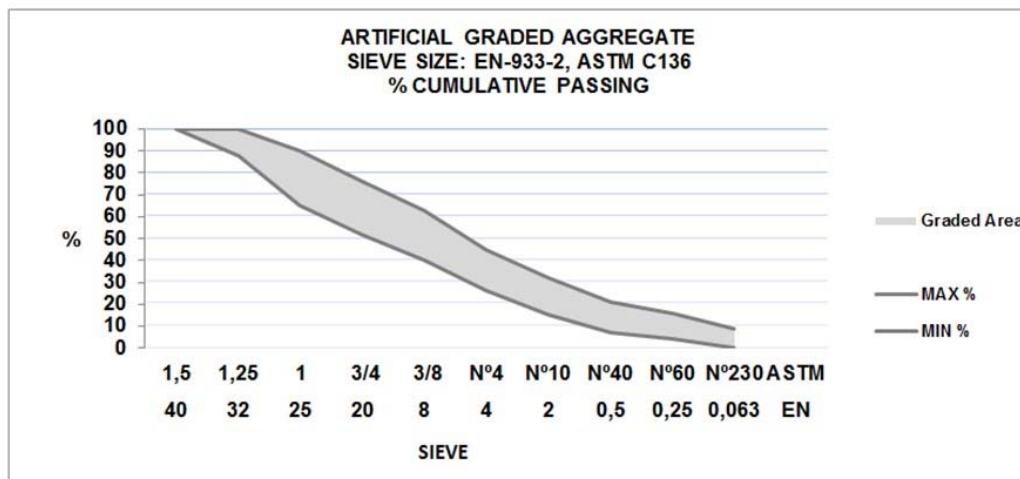


Figure 12 Artificial Subgrade Layer Grain Size Limits

In the event that an improvement of the subgrade is required, and the proposed solution entails the use of geotextile or geogrid, recommendations from the supplier regarding the graded aggregate material may apply.

Additionally, if necessary, a special study of the sub-base layer shall be performed to ensure its suitable behavior against compression, tensile and shear stresses.

In any case, the final design shall comply with the quality conditions demanded by Vestas herein and shall allow the transport of the components in safety conditions.

2.8 BRIDGES AND CROSSINGS

Special attention must be paid to bridges and other types of crossings to make sure their maximum bearing capacity is sufficient to allow the passage of loaded vehicles and cranes. In case of insufficient bearing capacity, an alternative itinerary shall be sought, or adequate technical solutions shall be put in place to allow trucks and cranes to transit safely. In any case, the load bearing capacity of bridges or crossings shall be communicated to Vestas that will review and approve it prior to the commencement of works.

Where there is a bridge or underground culvert, the road has to be straight, including the bridge or underground culvert, for forty (40) meters before and forty (40) meters after as shown.

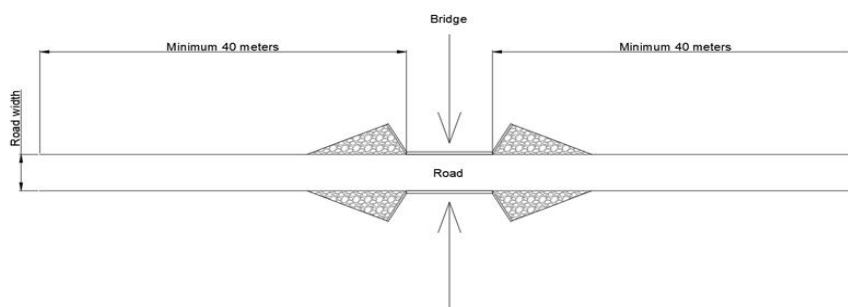


Figure 13 Bridge Crossing Straight Distance

2.9 EXISTING ROADS

Exceptionally, secondary roads with lower load bearing capacity and/or poor asphalted pavement may be used; however, the passage of trucks may cause severe damage thereto. The improvement of these roads previous to the wind turbine components transportation and/or the repair after transport shall be evaluated and foreseen. The responsibility and costs for in-course or subsequent repairing and re-establishment of such roads will be not sustained by Vestas.

2.10 DRAINAGE SYSTEM

Road drainage shall be designed to control the flow of rainwater alongside the roads and allow the road to self-drain. Whenever judged necessary by an expert technician, and following a hydrological basin and terrain gradient survey, the drainage system shall include paved or unpaved side ditches and masonry drains.

Cross drainage culvert shall be laid over, at least, 10 cm blinding concrete layer and covered by, at least, 5 cm of blinding concrete layer. Backfilling shall be covered with excavated material and graded aggregated layer as applied in the cross section.

In areas where the road needs to be provided with a lateral slope in order to ease drainage, the maximum gradient shall not exceed 2%. In any case, symmetry of the road section in relation to its centerline shall be maintained.

2.11 TURNING AREAS

Due to general HSE precautions/regulations reversing activities with loaded and/or unloaded vehicles shall always be reduced to an absolute minimum, preferable avoided. If reversing activities are unavoidable provisions shall be made for a turnaround or other suitable and safe turning facility within a maximum of two hundred (200) meters from each crane pad. The turning area sizes and positions will be determined for each site once the road layout and turbine locations have been finalized. Sections of site roads that will be reversed on and turning heads should be flat. In these locations an adequate turning area must be provided for the 180° maneuver of trucks. In some cases, part of the existing hardstand can be used for the maneuvers. Whenever this is not possible for practical or safety reasons, a dedicated turn-around levelled and compacted area similar to the next figure. In any case, the proposed solution shall be communicated to Vestas that will review and approve it prior to the commencement of works.

Please note that in Vestas Hardstands Specification indicates the need of arriving the components in the correct direction **(the root of the blade and the upper part of the tower sections facing the WTG location, for avoidance of doubt the front of the truck must face the WTG location).**

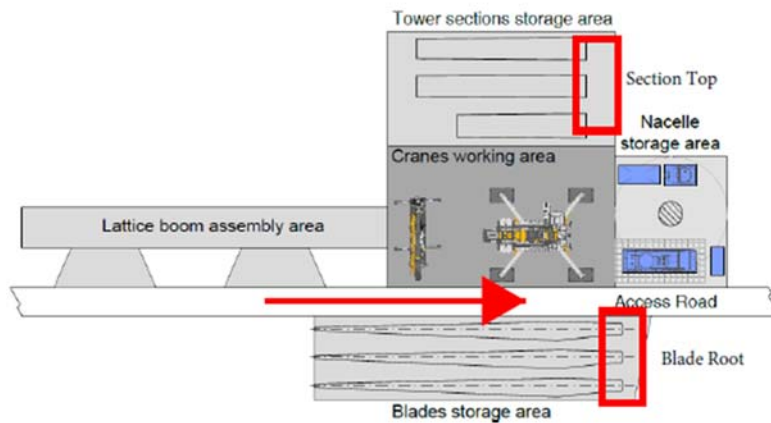


Figure 14 Storage direction

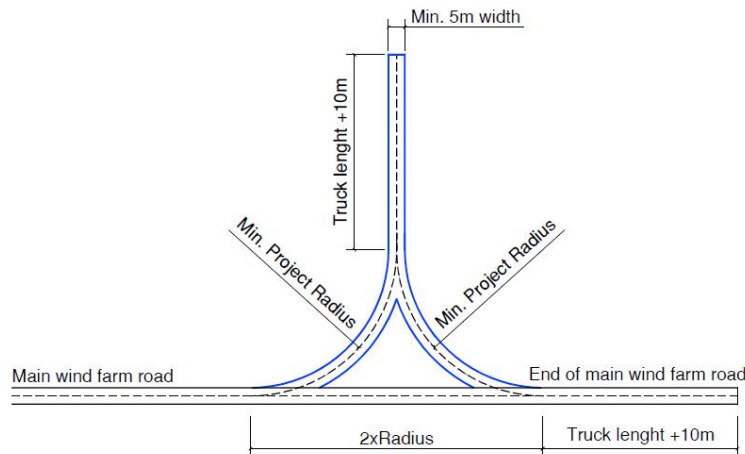


Figure 15 Turning Area Minimum Dimensions

NOTE: Truck length loaded or unloaded.

2.12 TRUCK LAY-BAY AREAS AND TRANSSHIPMENT HARDSTAND

All site and access roads only 5m wide and more than 5 Km long shall be provided with truck lay-by areas designed to have an extra width of 5 m and 50 m long. Such lay-by areas shall be established at intervals of 4 to 5 km, as well as in correspondence of any critical road point if so requested by Vestas. The critical points shall be agreed upon separately prior to executing any contractual agreement. Lay-by areas shall be clear of any debris, levelled, compacted and free of any drainage system.

In case transshipment of components is needed, for example due to Blade lifter usage, a transshipment hardstand will be performed with the following dimensions: (blade length +10m) x 20m, it's entrance and 300 kN/m² bearing capacity.

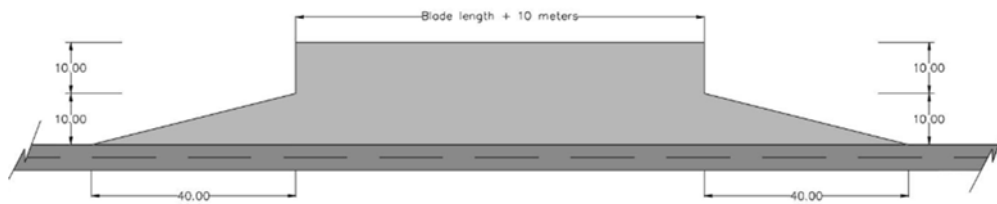


Figure 16 Transshipment Hardstand Minimum Dimensions

For blade length data, please divide by two the diameter of your Vestas WTG rotor designed by the number within the WTG identification of "VXXX".

2.13 TRAFFIC SIGNALS DURING EXECUTION PHASE

The needed traffic signals will be placed along the road to assure a safety driving according to the Safety Plan of the project.

In particular, proper signaling for high slopes and vehicles top speed will be installed.

Snow poles shall be installed on the side of the roads and lay-bys where needed, if snow conditions are expected.

3. ROADS MAINTENANCE

Access and site roads shall be adequately maintained throughout the duration of the wind farm construction and installation period, including:

- a. Periodically watering the roads when dust is created by the transit of vehicles. This is done to minimize segregation of the pavement's fine aggregates and prevent health and safety problems.
- b. Periodically cleaning all side ditches and masonry drains to ensure no obstructions prevent rainwater from flowing through thus, deteriorating the efficiency of the drainage system.
- c. In case of more than 2 weeks from plate bearing test performing and transports trucks and/or crane mobilization, additional watering, compaction and base layer thickness increased could be requested by Vestas to ensure safety transport. After these updates, additional plate bearing tests would be requested to check road bearing capacity.
- d. In case of using crawler crane assembly mobilization between the turbine locations it is necessary to perform a base layer finished regularization by adding and compaction, at least, 10cm graded aggregated thickness to ensure road quality and regularization.

4. INSPECTION AND CONTROL

4.1 GRADDED AGGREGATE

Graded aggregate grain size shall be as mention in paragraph 2.7.

For any provided production volume, at least four (4) samples have to be tested, adding one (1) more every ten thousand cubic meters (10.000 m³), or excess fraction every fifty thousand cubic meters.

The following test will be performed on each sample. These tests shall be done according to the international regulation that applies in the project region:

- Modified Proctor, according to ASTM D1557-09, AASHTO T180-01 (or its national equivalent standard).
- Liquid limit and plasticity index*, according to ASTM D-4318, AASHTO T90-00 (2004) or ISO/TS 17892-12 (or its national equivalent standard).
- Grain Size by sieving**, according to EN 933-1:2012 or ASTM C-136 (or its national equivalent standard).

4.2 COMPACTION AND SOIL BEARING CAPACITY

As mention in paragraph 2.6., static plate-bearing test according to regulation NLT-357-98 or ASTM-D1195 is recommended to assure the well compaction of the roads and its bearing capacity.

Static plate bearing test shall be done in a staggered pattern where the truck wheel is expected to be in contact with road surface. In case transversal section has cutting and embankment, the plate bearing test shall be done in the embankment part as shown in the following figure:

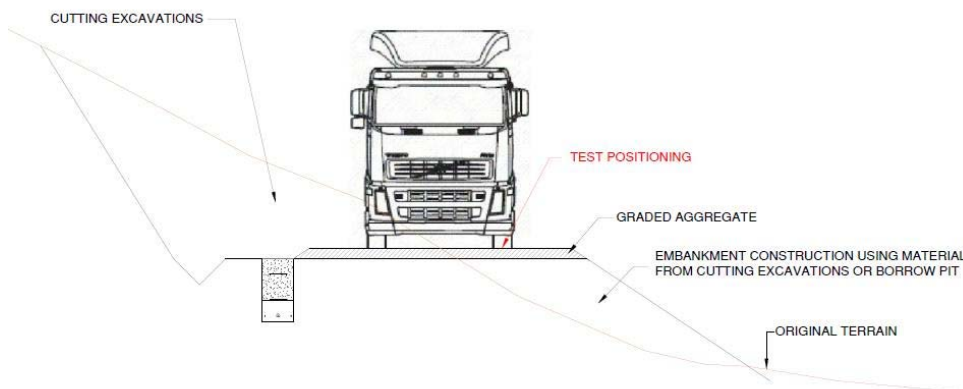


Figure 17 Plate Bearing Test Positioning

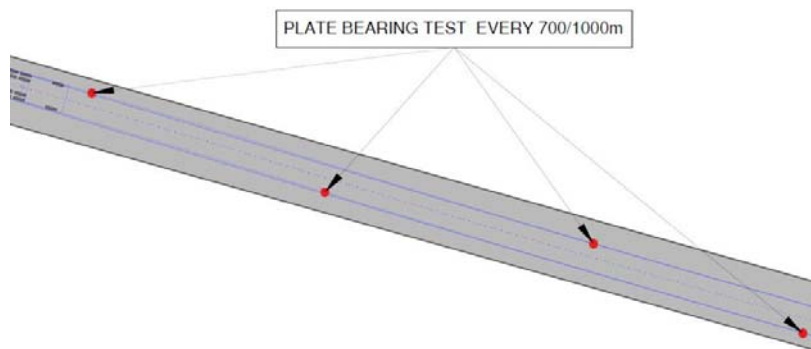


Figure 18 Plate Bearing Test Positioning

Nuclear density test is recommended to assure the well compaction of the roads and the required bearing capacity. If these tests were not available, another equivalent one can be proposed. The nature of such tests shall be established by an expert based on the geotechnical characteristics of the wind farm and the materials which are used for the roads

4.3 TRANSPORT TRIAL

If deemed necessary, an unloaded transport trial using the longest vehicle may be conducted to verify the geometrical suitability of site and access roads.

5. ANNEX 1: ACCESS AND SITE ROAD REQUIREMENTS CHECKLIST FOR DESIGNER

WIND POWER PLANT		DATE	
WTG TYPE		AXIS	

CHECKS TO BE PERFORMED by Client/Designer (Minimum relevant documentation to be attached shown in next page)

Nº	Design & Construction Checklist	Value	Comments
2.1	Useful Road Width		
2.2	Maximum Longitudinal Slope		
2.3	Vertical Alignments (Kv)		
2.4	Lateral Cross-fall		
2.5.1	Road Lateral Clearance		
2.5.2	Road Overhead Clearance		
2.5.3	Overhead Power Lines Clearance		
2.6	Roads Bearing Capacity		
2.6	Axle load. Considers crane movements?		
2.6	CBR		
2.7	Pavement granulometry		
2.7	Plasticity Index (IP)		
2.7	Kv (Convex or Concave)		
2.8	Bridges and Crossings		
2.9	Existing Roads		
2.10	Drainage System		
2.11	Turning Areas		
2.12	Lay Bay Areas		
2.12	Transshipment Hardstand		
2.13	Traffic signals		
3.	Road Maintenance		
4.1	Inspection and Control / Graded aggregate		
4.2	Inspection and Control / Plate Bearing Test – Soil Bearing Capacity		
4.3	Transport Trial		

Minimum list of documents to be attached in PDF and DWG:

- ROADS/HARDSTANDS GENERAL LAYOUT
- ROADS/HARDSTANDS LAYOUT AND LONGITUDINAL PROFILES
- ROADS & HARDSTANDS LAYOUT - CLEARANCE
- HARDSTANDS LAYOUT
- ROADS/HARDSTANDS CROSS-SECTIONS ROADS (to check road useful width)

6. ANNEX 2: BEND WIDENING

The following charts are provided as an orientation to determine the necessary widening on low radius bends. It is important to note that the following sketch is not considering the affection area caused by the blade overhang. So that, for a higher accuracy, it is recommended to use adequate truck simulation software. Upon request, Vestas can perform a specific simulation to determine the optimum bend widening and the clear and free of obstacles necessary area to avoid interferences between the blade and the site conditions (natural soil, trees, existing buildings etc), not only outside the bend but also inside.

The following sketch is the key to understand the different bend widening according to the wind turbine model and the bending radius:

Key:

- *1 : Angle formed by the turning of the road
- *2 : Bending radius.
- *3 : External side of the extra widening, with respect to the center of the bending radius.
- *4 : Internal side of the extra widening, with respect to the center of the bending radius.
- *5 : External side of the blade swept area, with respect to the center of the bending radius.
- *6 : Internal side of the blade swept area, with respect to the center of the bending radius.
- *7 : Parameter to locate the extra widening.
Note: Parameters every 10 meters before & after the turning, and every 15 degrees along the turning
- *8 : All units provided are in meters.

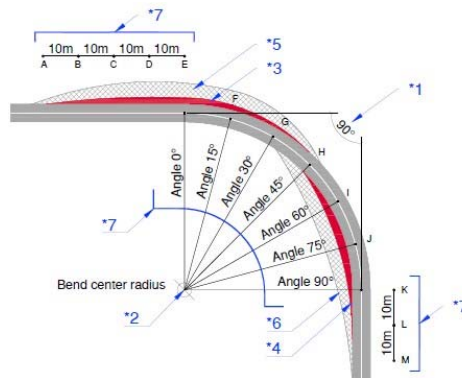


Figure 19 Bend Widening Dimensions Location of Values

90° *1 BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD														
Radius *2	External *3								Internal *4					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
45m	-	-	-	0.5	0.7	0.9	0.6	-	-	-	0.3	-	-	*7
50m	-	-	-	0.1	0.2	0.5	0.4	-	-	-	-	-	-	*8
55m	-	-	-	-	-	0.2	0.2	-	-	-	-	-	-	

Table 6 Bend Widening Values

60º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
35m	-	-	-	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-
40m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

60º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
35m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

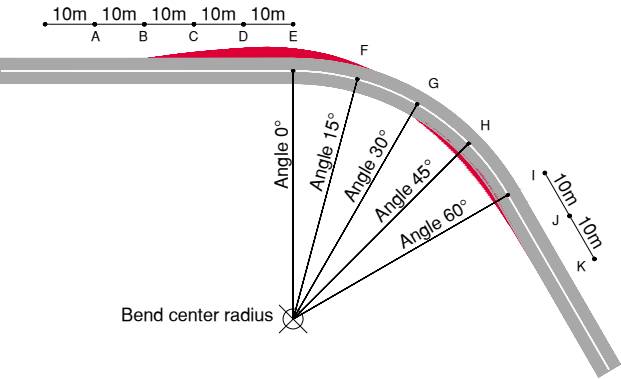
60º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
35m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
35m	-	-	-	0.1	0.2	0.2	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-
40m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
35m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
35m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

60º Bend widening diagram:

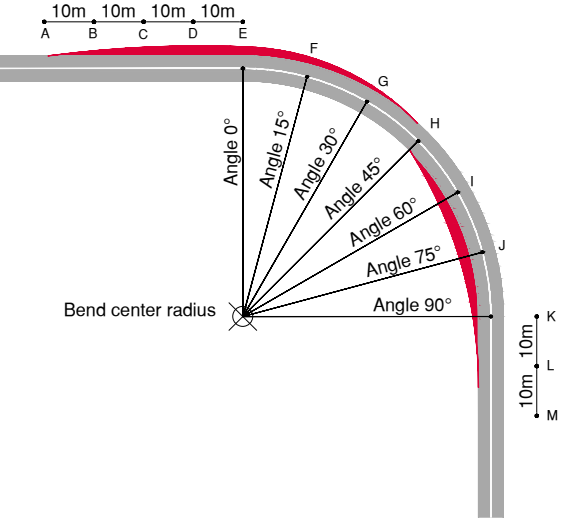


90º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
35m	-	-	-	0.1	0.2	0.2	-	-	-	-	-	-	-
40m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

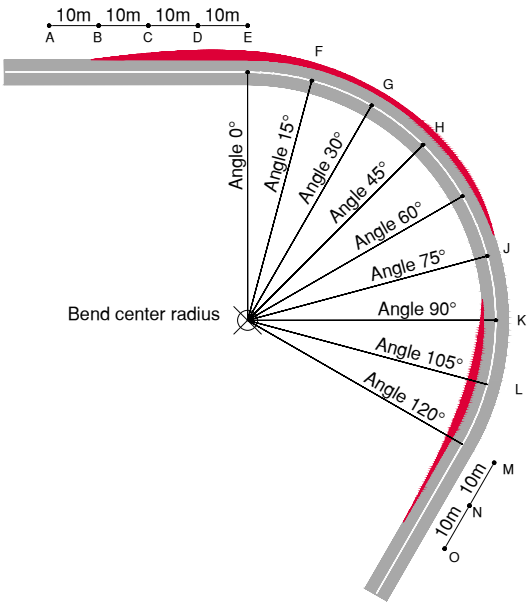
90º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
35m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

90º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
35m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

90º Bend widening diagram:



120º Bend widening diagram:

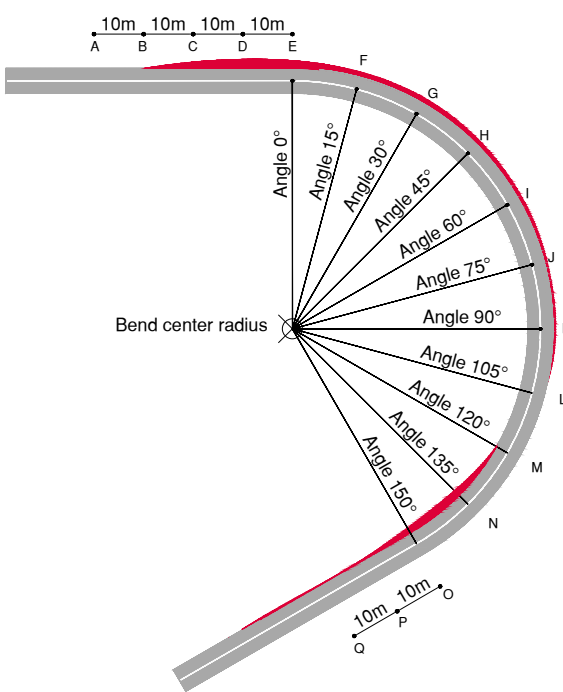


150º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External												Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
35m	-	-	-	0.2	0.4	0.3	0.2	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40m	-	-	-	-	0.2	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

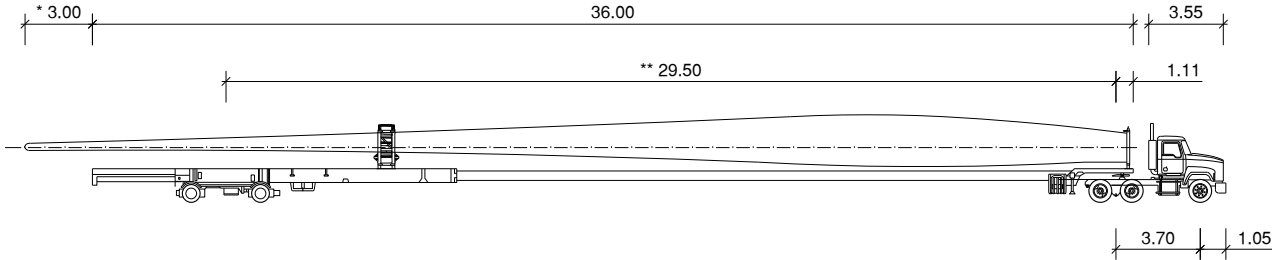
150º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External												Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
35m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

150º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
35m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

150º Bend widening diagram:



Design has been defined considering the following truck dimensions:



*The blade overhang requires an additional area to be cleared and free of obstacles outside the bend.
The width of this additional area will be equal to the blade overhang.
This additional area will be paralel to the road extra-widening.

**The distance between the axels requires an additional area to be cleared and free of obstacles inside the bend.
This additional area will change depending of the truck and the bending radius and should be checked case-by-case.

-Different dimensions will lead to substantially different results.
-All units provided are in meters.

DESIGN REQUIREMENTS	
Minimum vertical curve paramether	$K_v = L / i_1 - i_2 = 300$
Maximum slope on gravel road	9%
Maximum slope on concrete road	14%
Minimum radius	35m
Min. straight length before/after the bend *	75m
* Additional bend wides provided in this drawing, will not be valid if this minimum straigh length are not respected.	

60º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
40m	-	-	-	0,6	0,6	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	0,3	0,4	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

60º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
40m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

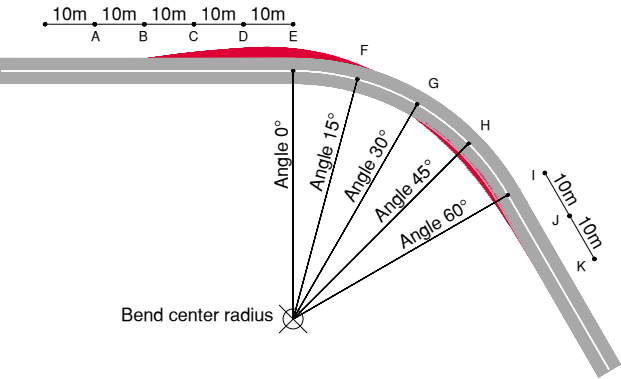
60º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
40m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External										External				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
40m	-	-	-	0.8	0.7	-	-	0.3	0.3	0.2	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	0.2	0.2	-	-	0.3	0.3	0.2	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
40m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
40m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

60º Bend widening diagram:

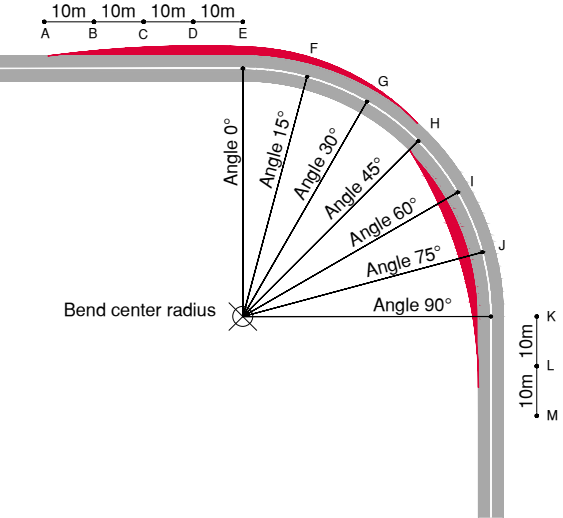


90º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
40m	-	-	-	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	-	-	0.3	-	-
45m	-	-	-	0.4	0,4	0,2	0,1	0.1	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	0,1	0.1	-	-	-	-	-

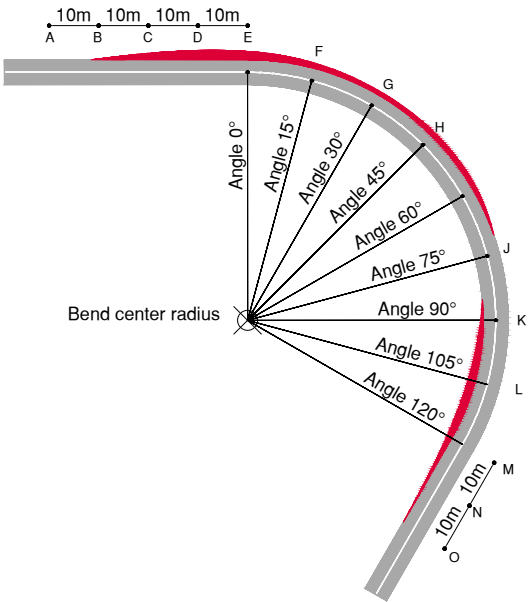
90º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
40m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

90º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
40m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

90º Bend widening diagram:



120º Bend widening diagram:

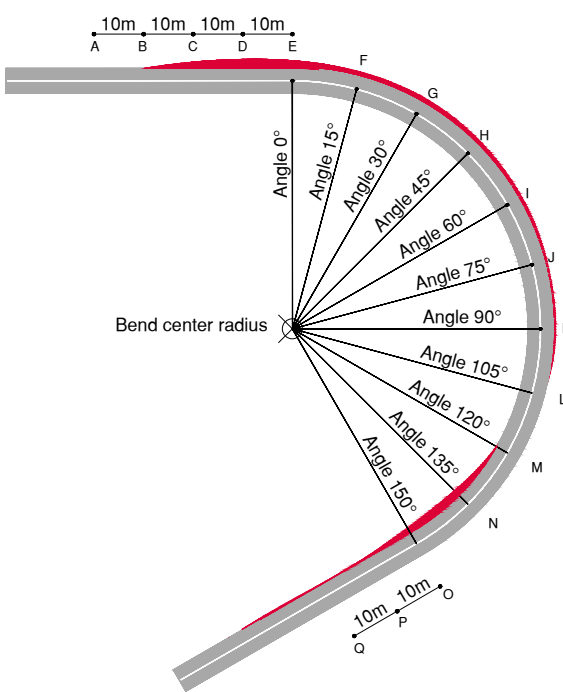


150º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
40m	-	-	-	0.8	1.0	-	-	0.2	0.4	0.5	0.4	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	0.4	0.3	-	-	-	-	0.3	0.2	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

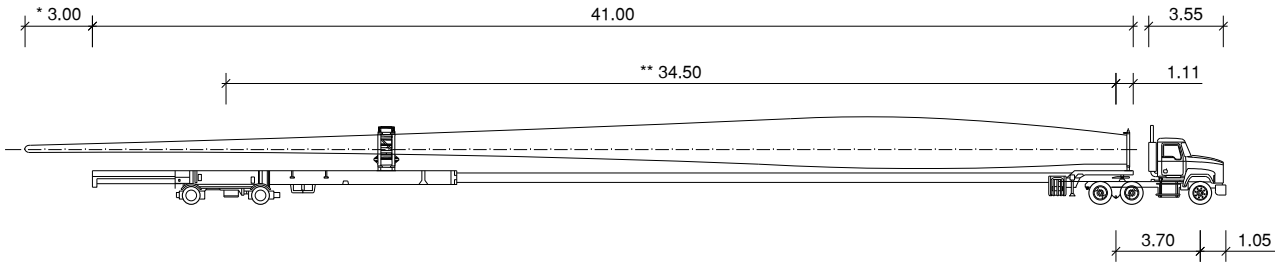
150º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
40m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

150º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
40m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

150º Bend widening diagram:



Design has been defined considering the following truck dimensions:



*The blade overhang requires an additional area to be cleared and free of obstacles outside the bend.
The width of this additional area will be equal to the blade overhang.
This additional area will be paralel to the road extra-widening,

**The distance between the axels requires an additional area to be cleared and free of obstacles inside the bend.
This additional area will change depending of the truck and the bending radius and should be checked case-by-case.

-Different dimensions will lead to substantially different results.
-All units provided are in meters.

DESIGN REQUIREMENTS	
Minimum vertical curve paramether	Kv.= L / i ₁ - i ₂ = 300
Maximum slope on gravel road	9%
Maximum slope on concrete road	14%
Minimum radius	40m
Min. straight length before/after the bend *	75m
* Additional bend wides provided in this drawing, will not be valid if this minimum straigh length are not respected.	

60º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
45m	-	-	-	1,0	1,3	0,6	-	-	0,3	-	-
50m	-	-	-	0,8	1,0	0,5	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	0,2	0,6	0,4	-	-	-	-	-

60º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
45m	-	-	-	0,1	0,4	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

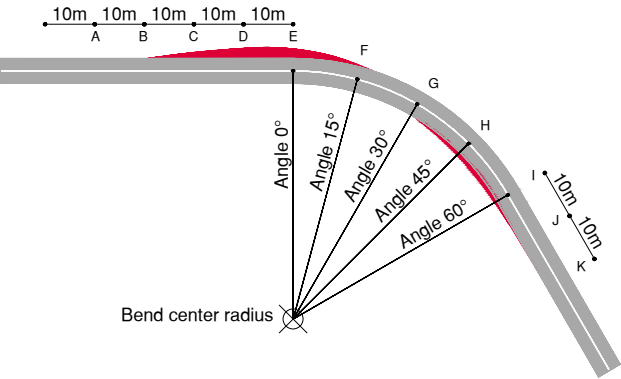
60º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
45m	-	-	0.2	0.9	0.7	0.5	0.5	0.5	0.3	-	-	0.2	0.4	-	-
50m	-	-	0.1	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	-	-	-	0.3	-	-
55m	-	-	-	0.4	0.2	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-

120º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
45m	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

60º Bend widening diagram:

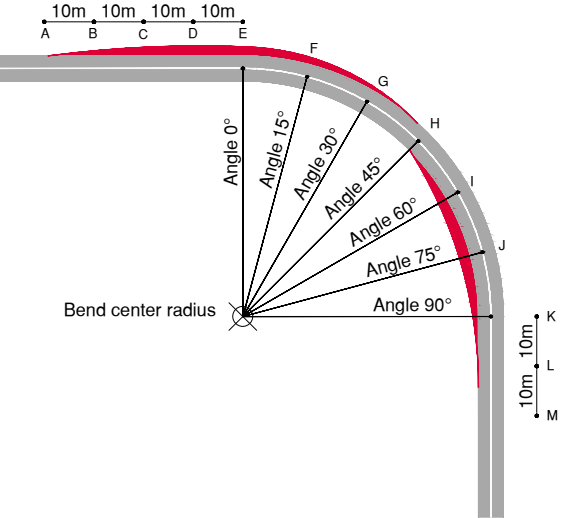


90º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
45m	-	-	-	0.5	0.7	0.9	0.6	-	-	-	0.3	-	-
50m	-	-	-	0,1	0,2	0,5	0,4	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-

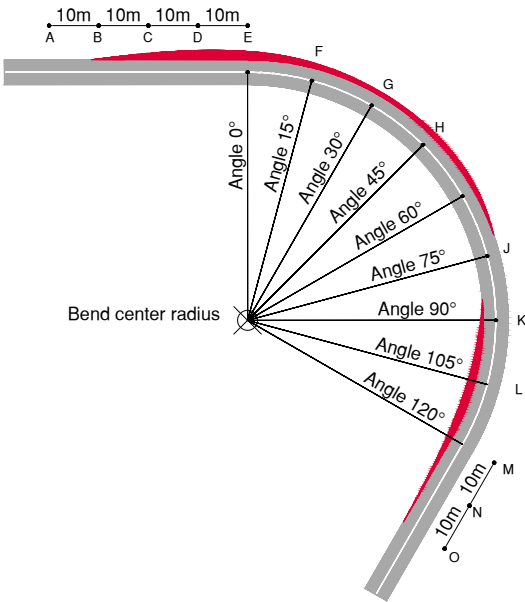
90º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD													
Radius	External							Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
45m	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

90º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External							Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

90º Bend widening diagram:



120º Bend widening diagram:

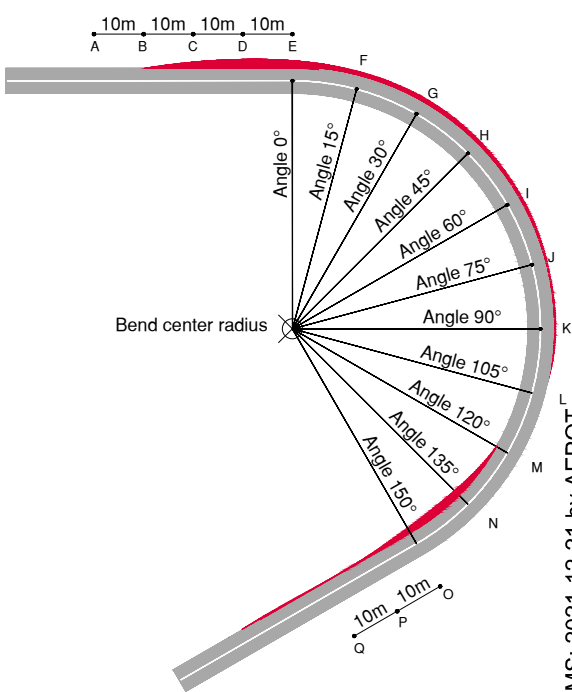


150º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External									Internal							
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
45m	-	-	0.2	1.0	0.9	0.7	0.7	0.6	0.6	0.4	0.4	-	-	0.1	0.7	0.3	-
50m	-	-	0.2	0.6	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	-	-	-	0.3	0.1	-
55m	-	-	-	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

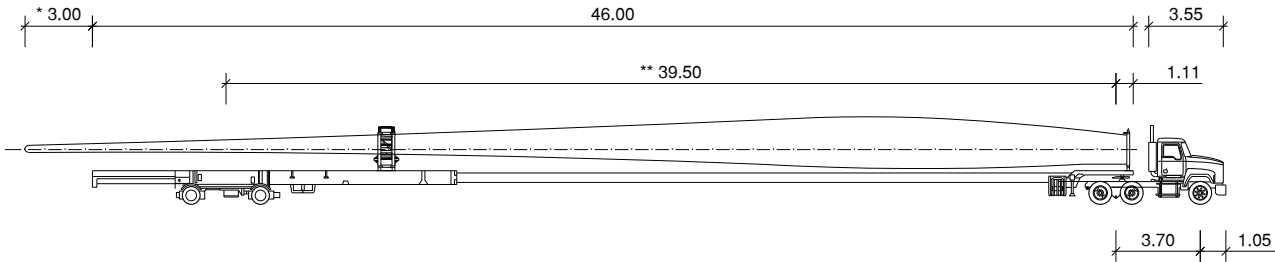
150º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External									Internal							
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
45m	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

150º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External									Internal							
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

150º Bend widening diagram:



Design has been defined considering the following truck dimensions:



*The blade overhang requires an additional area to be cleared and free of obstacles outside the bend.
The width of this additional area will be equal to the blade overhang.
This additional area will be parallel to the road extra-widening.

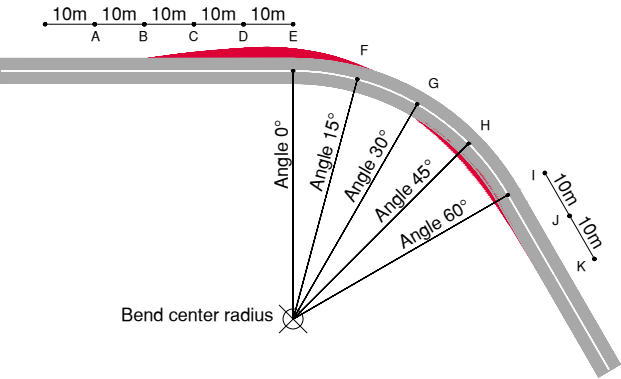
**The distance between the axels requires an additional area to be cleared and free of obstacles inside the bend.
This additional area will change depending of the truck and the bending radius and should be checked case-by-case.

-Different dimensions will lead to substantially different results.
-All units provided are in meters.

DESIGN REQUIREMENTS	
Minimum vertical curve paramether	$K_v = L / i_1 - i_2 = 350$
Maximum slope on gravel road	9%
Maximum slope on concrete road	14%
Minimum radius	45m
Min. straight length before/after the bend *	75m
* Additional bend wides provided in this drawing, will not be valid if this minimum straigh length are not respected.	

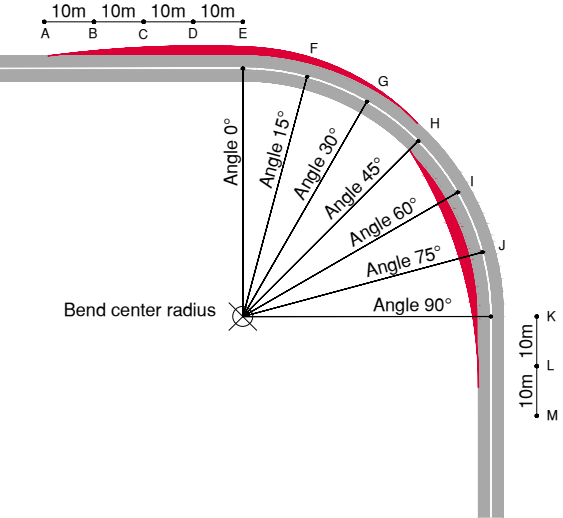
60º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
45m	-	-	0,6	1,2	1,4	-	-	0,6	-	-	-
50m	-	-	0,4	1,0	1,2	-	-	0,4	-	-	-
55m	-	-	-	0,6	0,8	-	-	-	-	-	-

60º Bend widening diagram:



90º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
45m	-	-	0.6	1.0	1.0	0.6	0.2	-	0.4	0.8	0.4	-	-
50m	-	-	0.2	0.8	0.8	0.2	-	-	-	0.6	0.2	-	-
55m	-	-	-	0.6	0.4	0.2	-	-	-	-	0.2	-	-

90º Bend widening diagram:



60º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
45m	-	-	-	0,2	0,4	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

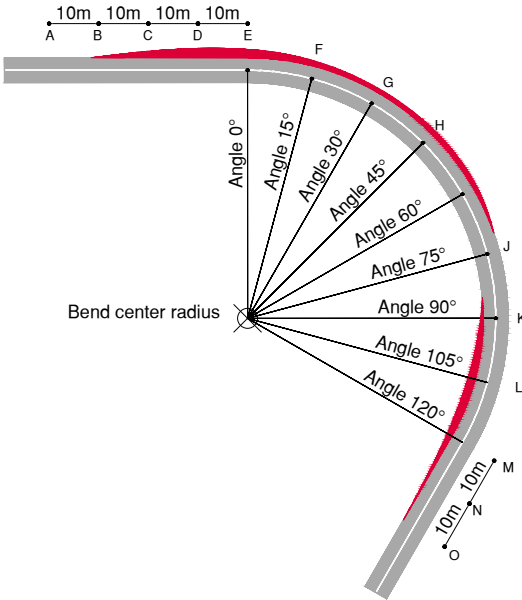
90º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

60º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

90º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

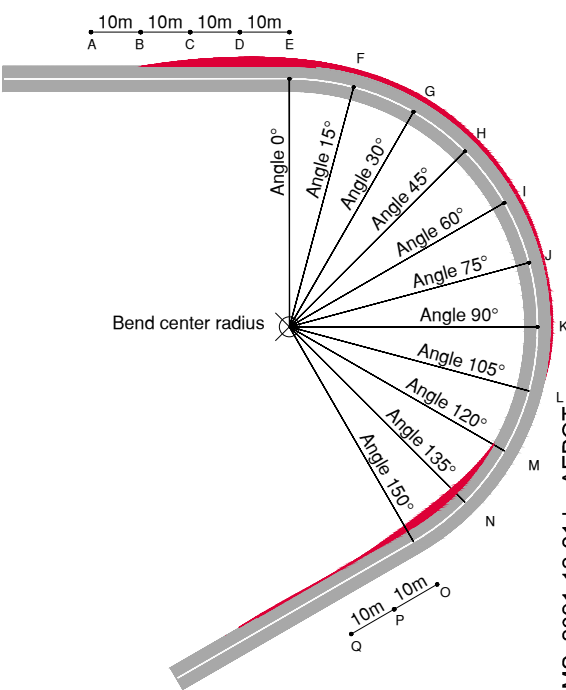
120º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
45m	-	-	0.8	1.6	1.4	1.0	0.6	0.6	0.4	-	0.2	0.6	0.6	-	-
50m	-	-	0.4	1.0	0.8	0.4	0.2	0.2	0.2	-	-	0.4	-	-	-
55m	-	-	0.2	0.6	0.2	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-

120º Bend widening diagram:



150º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
45m	-	-	0.4	1.2	1.4	1.0	0.8	0.6	0.6	0.4	0.2	-	-	0.6	1.0	0.6	-
50m	-	-	0.2	0.8	1.0	0.6	0.6	0.4	0.4	0.2	0.2	-	-	-	0.6	0.2	-
55m	-	-	-	0.6	0.6	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-

150º Bend widening diagram:



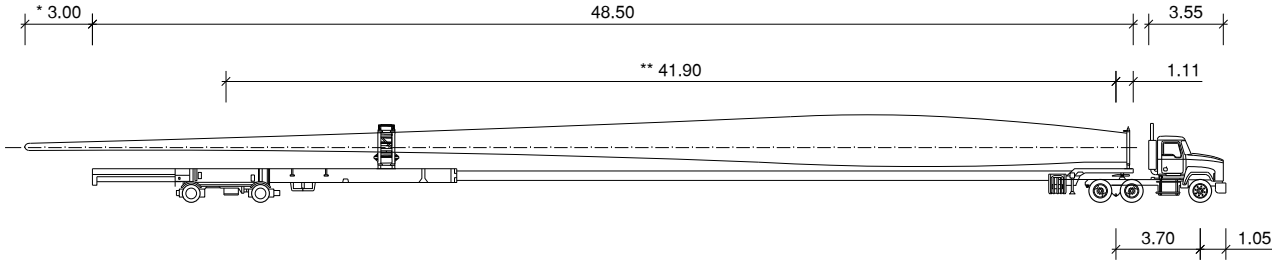
120º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
45m	-	-	-	0.4	0.6	-	-	-	-	-	-	0.4	0.2	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

150º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
45m	-	-	-	0.4	0.6	0.2	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.6	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
45m	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

150º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Design has been defined considering the following truck dimensions:



*The blade overhang requires an additional area to be cleared and free of obstacles outside the bend.
The width of this additional area will be equal to the blade overhang.
This additional area will be paralel to the road extra-widening.

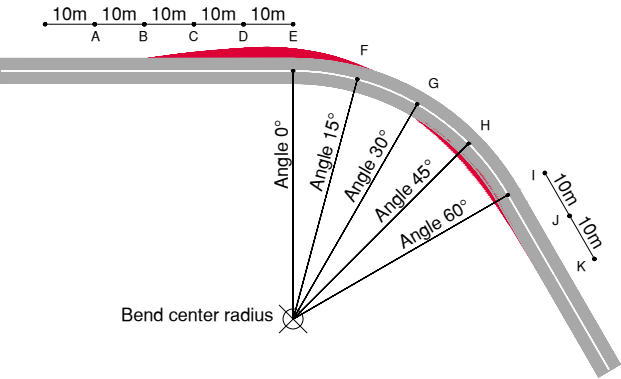
**The distance between the axels requires an additional area to be cleared and free of obstacles inside the bend.
This additional area will change depending of the truck and the bending radius and should be checked case-by-case.

-Different dimensions will lead to substantially different results.
-All units provided are in meters.

DESIGN REQUIREMENTS	
Minimum vertical curve paramether	Kv.= L / i ₁ - i ₂ = 400
Maximum slope on gravel road	9%
Maximum slope on concrete road	14%
Minimum radius	45m
Min. straight length before/after the bend *	80m
* Additional bend wides provided in this drawing, will not be valid if this minimum straigh length are not respected.	

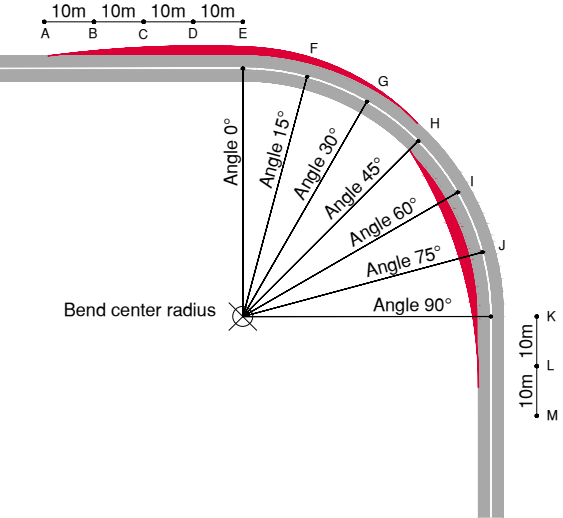
60° BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
45m	-	-	1,0	1,6	1,8	0,2	0,2	1,0	0,2	-	-
50m	-	-	0,6	1,4	1,6	-	-	0,6	-	-	-
55m	-	-	-	0,8	1,0	-	-	0,2	-	-	-

60° Bend widening diagram:



90º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
45m	-	-	0.8	1.4	1.4	0.8	0.4	-	0.6	1.2	0.6	-	-
50m	-	-	0.4	1.0	1.0	0.4	-	-	-	0.8	0.4	-	-
55m	-	-	0.2	0.8	0.6	0.4	-	-	-	-	0.4	-	-

90° Bend widening diagram:



60° BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
45m	-	-	-	0,4	0,6	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	0,2	0,4	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

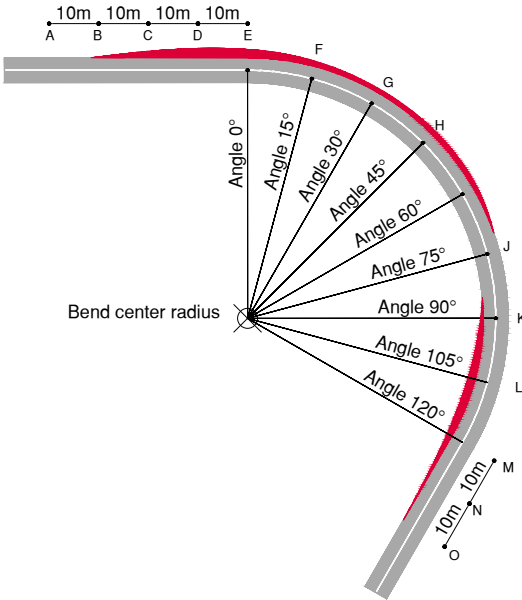
90º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
45m	-	-	-	0.2	0.2	-	-	-	-	0.4	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

60° BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

90° BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
45m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

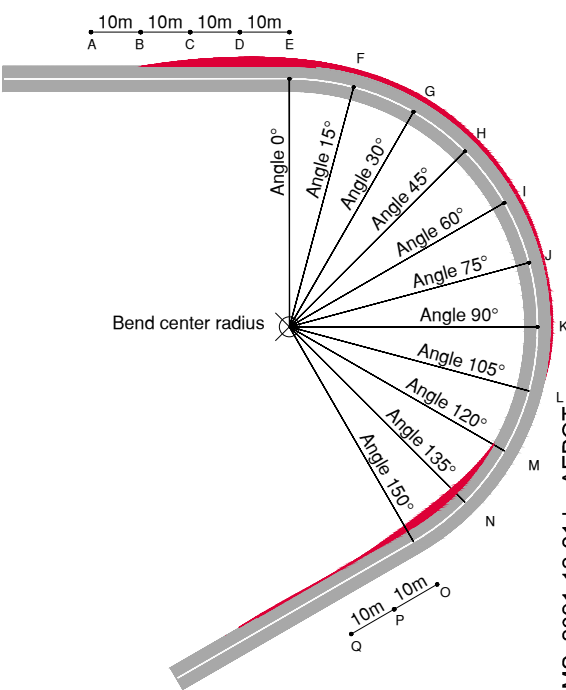
120° BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
45m	-	-	1.2	2.0	1.8	1.4	0.8	0.8	0.6	-	0.4	0.8	0.8	-	-
50m	-	-	0.6	1.4	1.0	0.6	0.4	0.4	0.4	-	-	0.6	0.2	-	-
55m	-	-	0.4	0.8	0.4	0.2	-	-	-	-	-	0.4	0.2	-	-

120° Bend widening diagram:



150º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
45m	-	-	0.6	1.6	1.8	1.4	1.2	0.8	0.8	0.6	0.4	-	-	1.0	1.4	0.8	-
50m	-	-	0.4	1.2	1.4	0.8	0.8	0.6	0.6	0.4	0.4	-	-	-	1.0	0.4	-
55m	-	-	-	0.8	0.8	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	-	-	-	0.6	0.2	-

150° Bend widening diagram:



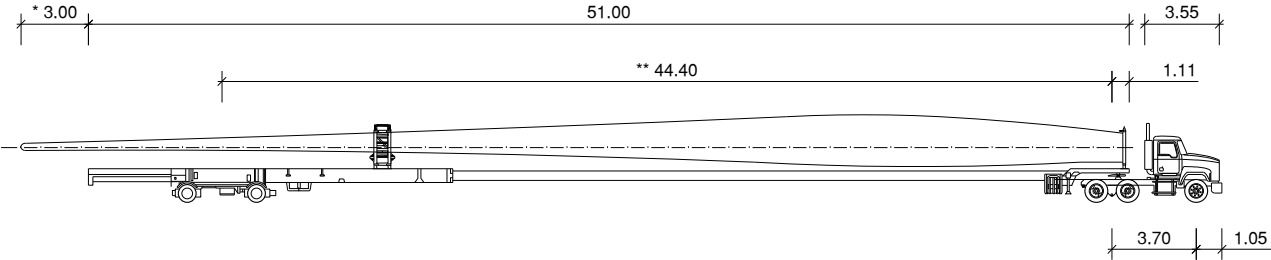
120º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
45m	-	-	-	0.6	0.8	-	-	-	-	-	0.2	0.6	0.4	-	-
50m	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

150º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
45m	-	-	-	0.6	0.8	0.4	-	-	-	-	-	-	-	0.5	0.8	0.2	-
50m	-	-	-	0.2	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
45m	-	-	-	0.2	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

150° BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
45m	-	-	-	0.2	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.4	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Design has been defined considering the following truck dimensions:



*The blade overhang requires an additional area to be cleared and free of obstacles outside the bend. The width of this additional area will be equal to the blade overhang. This additional area will be parallel to the road extra-widening.

**The distance between the axels requires an additional area to be cleared and free of obstacles inside the bend. This additional area will change depending of the truck and the bending radius and should be checked case-by-case.

-Different dimensions will lead to substantially different results.
-All units provided are in meters.

DESIGN REQUIREMENTS	
Minimum vertical curve parameter	$K_v = L / i_1 - i_2 = 400$
Maximum slope on gravel road	9%
Maximum slope on concrete road	14%
Minimum radius	45m
Min. straight length before/after the bend *	80m
* Additional bend wides provided in this drawing, will not be valid if this minimum straight length are not respected.	

60° BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
45m	-	0.1	1,1	1,8	1,9	0,4	0,4	1.1	0,3	-	-
50m	-	-	0,7	1,6	1,7	0,2	-	0,7	0,2	-	-
55m	-	-	0,2	0,9	1,1	0,1	-	0,3	0,1	-	-

60° BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
45m	-	-	-	0,5	0,7	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	0,3	0,6	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-

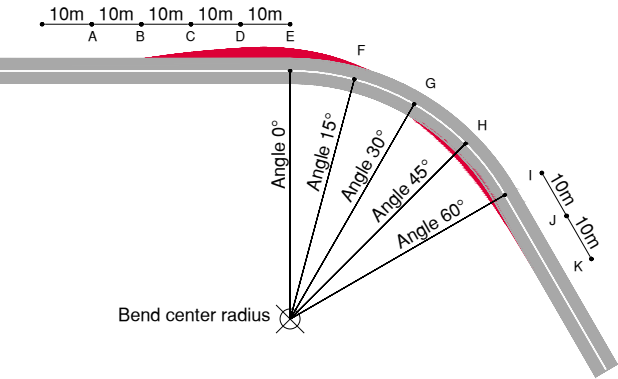
60° BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
45m	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
50m	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
45m	-	-	1.3	2.1	2.0	1.5	1.0	1.0	0.8	-	0.5	1.0	1.0	0.2	-
50m	-	-	0.8	1.6	1.2	0.8	0.5	0.5	0.5	-	0.2	0.8	0.4	-	-
55m	-	-	0.5	1.0	0.6	0.3	0.2	-	-	-	-	0.5	0.3	-	-

120º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
45m	-	-	-	0.8	1.0	-	-	-	-	-	0.3	0.7	0.6	-	-
50m	-	-	-	0.3	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120° BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
45m	-	-	-	0.3	0.6	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

60° Bend widening diagram:

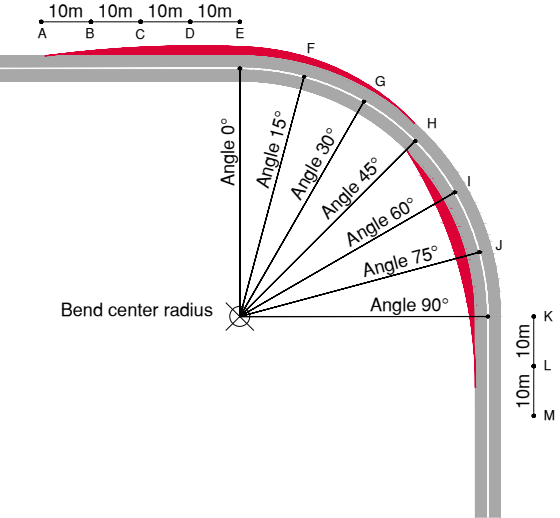


90º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
45m	-	-	1.0	1.6	1.5	1.0	0.5	-	0.7	1.3	0.7	-	-
50m	-	-	0.6	1.2	1.1	0.6	0.2	-	-	0.9	0.6	-	-
55m	-	-	0.4	0.9	0.8	0,5	0,2	-	-	-	0,5	-	-

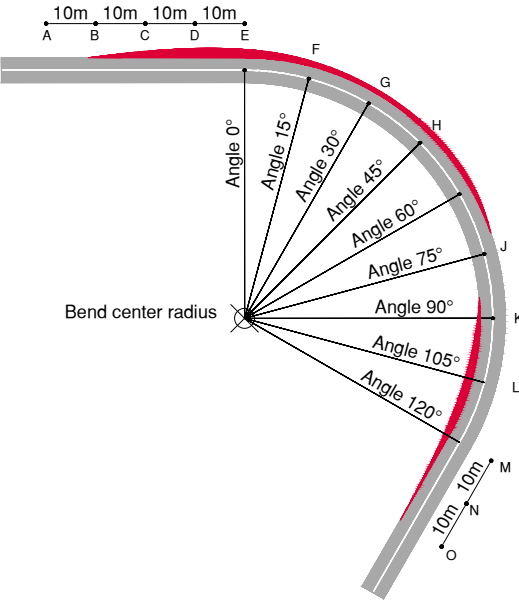
90º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
45m	-	-	-	0.4	0.3	-	-	-	-	0.6	-	-	-
50m	-	-	-	0.2	0.2	-	-	-	-	0.2	-	-	-
55m	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-

90° BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
45m	-	-	-	0.2	0.1	-	-	-	-	0.1	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

90° Bend widening diagram:



120° Bend widening diagram:

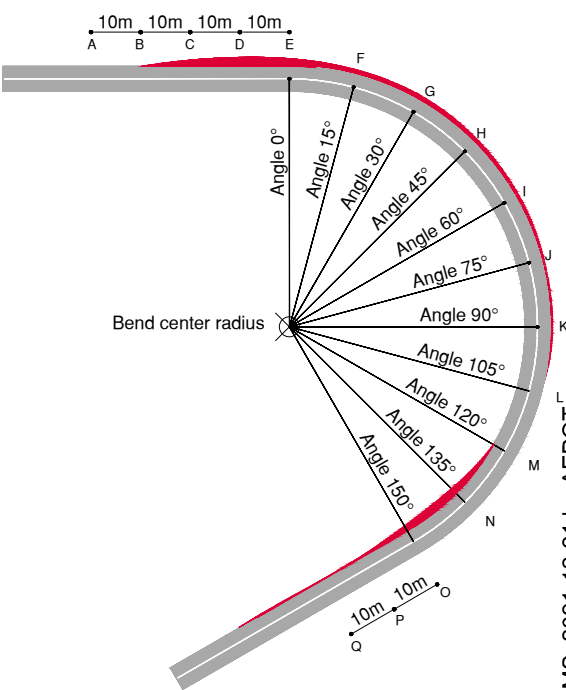


150° BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
45m	-	-	0.7	1.7	1.9	1.6	1.3	1.0	1.0	0.8	0.6	-	-	1.2	1.5	0.9	-
50m	-	-	0.5	1.4	1.5	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	-	-	0.2	1.1	0.6	-
55m	-	-	0.1	1.0	1.0	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	-	-	-	0.7	0.4	-

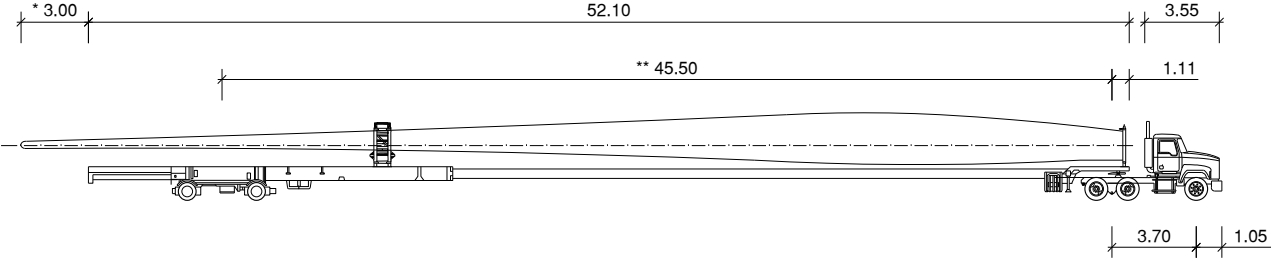
150º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD																		
Radius	External											Internal						
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
45m	-	-	-	0.8	1.0	0.5	-	-	-	-	-	-	-	0.7	1.0	0.3	-	
50m	-	-	-	0.4	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-	
55m	-	-	-	0.2	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

150° BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
45m	-	-	-	0.3	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.6	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

150° Bend widening diagram:



Design has been defined considering the following truck dimensions:



*The blade overhang requires an additional area to be cleared and free of obstacles outside the bend.
The width of this additional area will be equal to the blade overhang.
This additional area will be parallel to the road extra-widening.

**The distance between the axels requires an additional area to be cleared and free of obstacles inside the bend.
This additional area will change depending of the truck and the bending radius and should be checked case-by-case.

-Different dimensions will lead to substantially different results.
-All units provided are in meters.

DESIGN REQUIREMENTS	
Minimum vertical curve paramether	$K_v = L / i_1 - i_2 = 400$
Maximum slope on gravel road	9%
Maximum slope on concrete road	14%
Minimum radius	45m
Min. straight length before/after the bend *	80m
* Additional bend wides provided in this drawing, will not be valid if this minimum straigh length are not respected.	

60º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
45m	-	0.3	1,2	2,0	1,8	0,4	0,6	1,6	0,8	-	-
50m	-	-	1,1	2,0	1,8	0,2	-	0,8	0,4	-	-
55m	-	-	0,4	1,4	1,6	0,2	-	0,6	0,4	-	-

60º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
45m	-	-	0,3	0,9	0,9	-	-	0,5	-	-	-
50m	-	-	-	0,7	0,8	-	-	0,2	-	-	-
55m	-	-	-	0,2	0,5	-	-	-	-	-	-

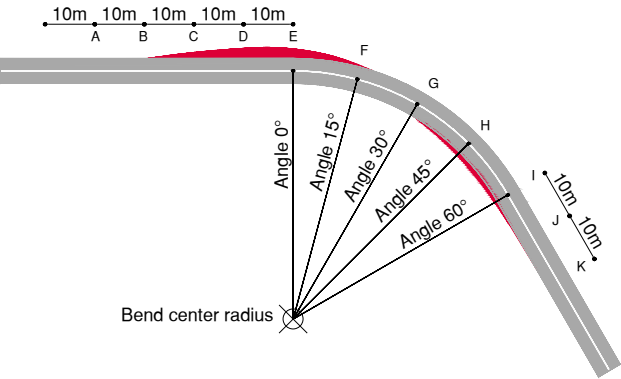
60º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
45m	-	-	-	0,4	0,4	-	-	0,4	-	-	-
50m	-	-	-	0,2	0,3	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
45m	-	0.4	1.6	2.4	2.0	1.2	0.7	0.5	0.4	-	1.0	1.8	1.4	0.4	-
50m	-	-	1.2	1.6	1.4	1.0	0.5	0.4	0.4	-	0.4	1.4	1.0	0.2	-
55m	-	-	0.4	1.2	1.4	0.9	0.5	0.4	0.2	-	-	0.6	0.2	-	-

120º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
45m	-	-	0.6	1.4	1.2	0.2	-	-	-	-	0.2	0.8	0.5	-	-
50m	-	-	-	0.6	0.6	-	-	-	-	-	-	0.7	0.2	-	-
55m	-	-	-	0.4	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
45m	-	-	0.2	0.8	0.6	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

60º Bend widening diagram:

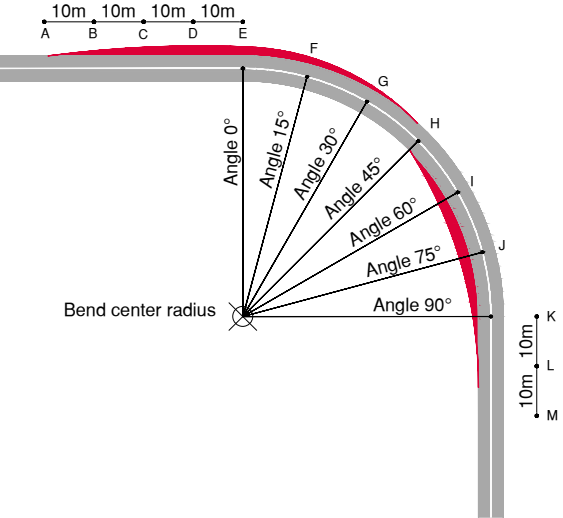


90º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
45m	-	0.2	1.7	2.0	1.8	1.3	0.9	-	0.9	1.8	1.2	-	-
50m	-	-	0.9	1,8	1,6	1,2	0,8	-	0,2	1,0	0,6	-	-
55m	-	-	0.5	1,4	1,6	1,2	0,6	-	-	0,4	0,2	-	-

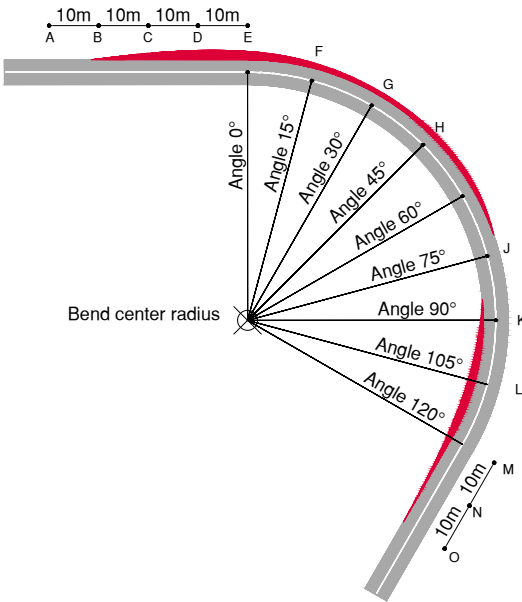
90º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
45m	-	-	0.4	1.0	0.6	0.4	0.2	-	0.2	0.8	0.2	-	-
50m	-	-	-	0.8	0.6	0.4	0.2	-	-	0.2	-	-	-
55m	-	-	-	0.6	0.6	0.4	-	-	-	-	-	-	-

90° BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
45m	-	-	-	0.4	0.2	-	-	-	-	0.5	-	-	-
50m	-	-	-	0.2	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-

90º Bend widening diagram:



120º Bend widening diagram:

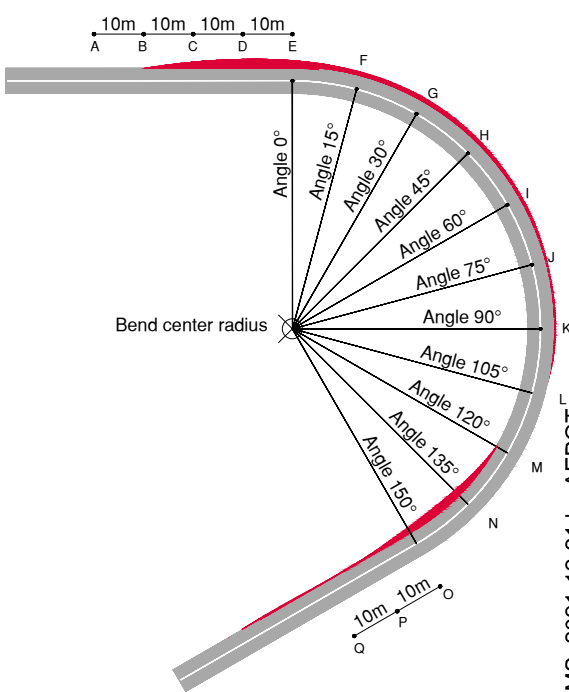


150º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
45m	-	0.2	1.5	2.4	2.0	1.6	1.4	1.0	1.0	0.8	0.6	-	0.5	1.8	1.6	0.8	0.2
50m	-	-	1.2	1.6	1.6	1.0	0.9	0.9	0.8	0.5	0.4	-	-	1.2	1.0	-	-
55m	-	-	0.6	1.2	1.2	0.8	0.8	0.6	0.6	0.4	0.2	-	-	0.6	0.4	-	-

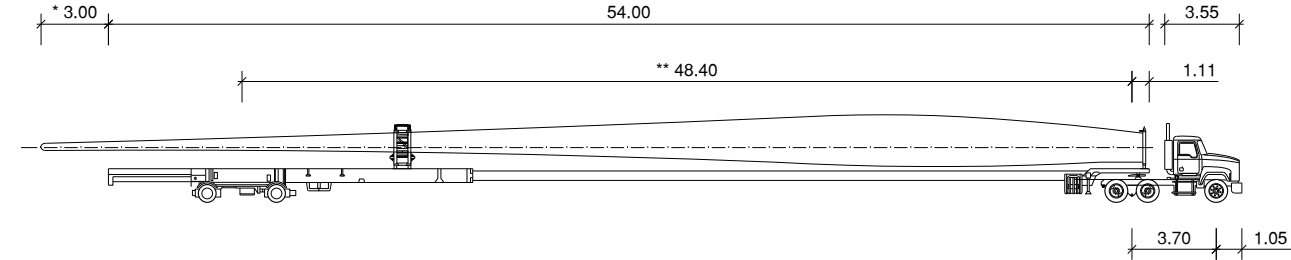
150º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD																		
Radius	External												Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
45m	-	-	0.2	0.9	0.8	0.2	-	-	-	-	-	-	-	0.9	0.6	-	-	
50m	-	-	-	0.6	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	-	
55m	-	-	-	0.2	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

150º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
45m	-	-	-	0.5	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7	0.4	-	-
50m	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

150º Bend widening diagram:



Design has been defined considering the following truck dimensions:



*The blade overhang requires an additional area to be cleared and free of obstacles outside the bend.
The width of this additional area will be equal to the blade overhang.
This additional area will be paralel to the road extra-widening.

**The distance between the axels requires an additional area to be cleared and free of obstacles inside the bend.
This additional area will change depending of the truck and the bending radius and should be checked case-by-case.

-Different dimensions will lead to substantially different results.
-All units provided are in meters.

DESIGN REQUIREMENTS	
Minimum vertical curve paramether	Kv.= L / i ₁ - i ₂ = 400
Maximum slope on gravel road	9%
Maximum slope on concrete road	14%
Minimum radius	45m
Min. straight length before/after the bend *	85m
* Additional bend wides provided in this drawing, will not be valid if this minimum straigh length are not respected.	

60º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
45m	-	0.4	1.4	2.0	1.9	0.5	0.7	1.6	0.9	-	-
50m	-	-	1.2	2.0	1.9	0.3	-	0.8	0.5	-	-
55m	-	-	0.5	1.4	1.8	0.3	-	0.7	0.4	-	-

60º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
45m	-	-	0.3	1.0	1.0	-	-	0.6	-	-	-
50m	-	-	-	0.8	0.9	-	-	0.2	-	-	-
55m	-	-	-	0.2	0.6	-	-	-	-	-	-

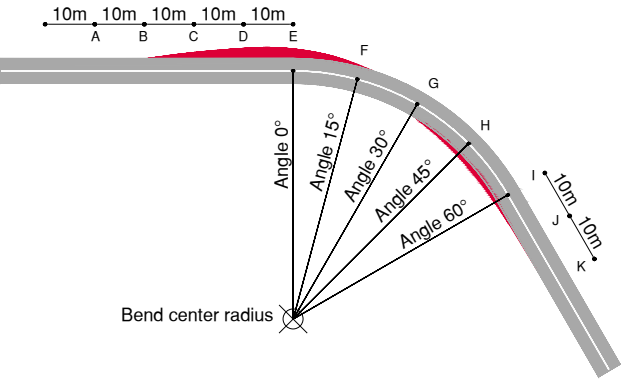
60º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
45m	-	-	-	0.5	0.4	-	-	0.5	-	-	-
50m	-	-	-	0.3	0.3	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
45m	-	0.5	1.7	2.5	2.1	1.2	0.8	0.6	0.4	-	1.1	2.0	1.5	0.4	-
50m	-	0.2	1.3	1.6	1.4	1.0	0.6	0.6	0.4	-	0.5	1.5	1.0	0.3	-
55m	-	-	0.4	1.4	1.5	1.0	0.6	0.5	0.4	-	-	0.6	0.3	-	-

120º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
45m	-	-	0.7	1.5	1.3	0.3	-	-	-	-	0.2	1.0	0.6	-	-
50m	-	-	-	0.7	0.7	-	-	-	-	-	-	0.8	0.3	-	-
55m	-	-	-	0.4	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
45m	-	-	0.2	0.9	0.6	-	-	-	-	-	-	0.7	-	-	-
50m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

60º Bend widening diagram:

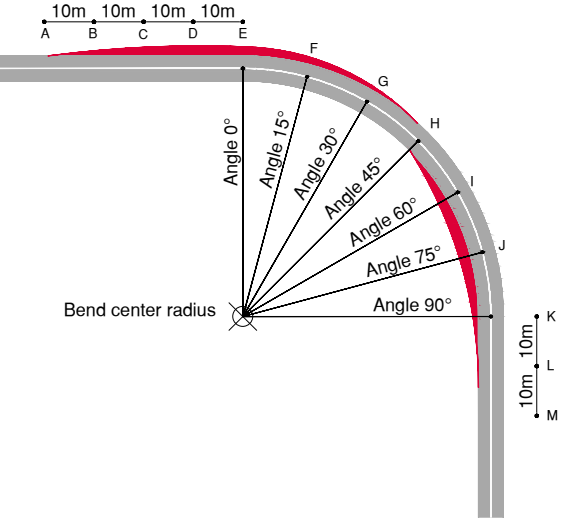


90º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
45m	-	0.3	1.8	2.2	1.8	1.4	1.0	-	1.0	1.9	1.3	0.2	-
50m	-	-	1.0	1.9	1.7	1.3	0.8	-	0.3	1.1	0.7	-	-
55m	-	-	0.6	1.6	1.7	1.2	0.7	-	-	0.5	0.3	-	-

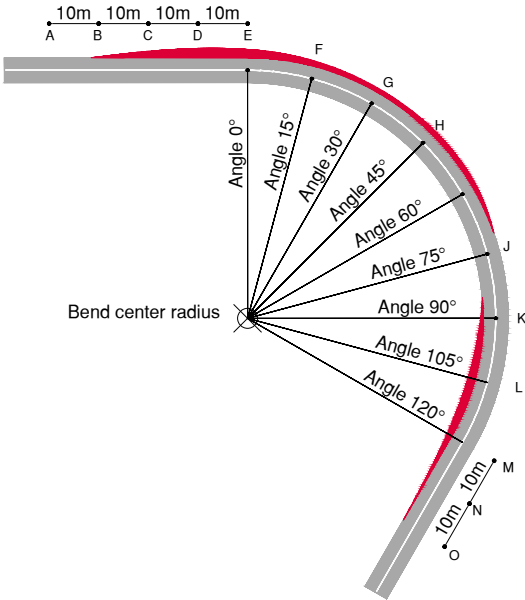
90º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
45m	-	-	0.5	1.1	0.8	0.4	0.3	-	0.2	1.0	0.3	-	-
50m	-	-	-	0.8	0.7	0.5	0.2	-	-	0.3	-	-	-
55m	-	-	-	0.6	0.7	0.5	-	-	-	-	-	-	-

90º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
45m	-	-	-	0.6	0.3	-	-	-	-	0.6	-	-	-
50m	-	-	-	0,3	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-

90º Bend widening diagram:



120º Bend widening diagram:

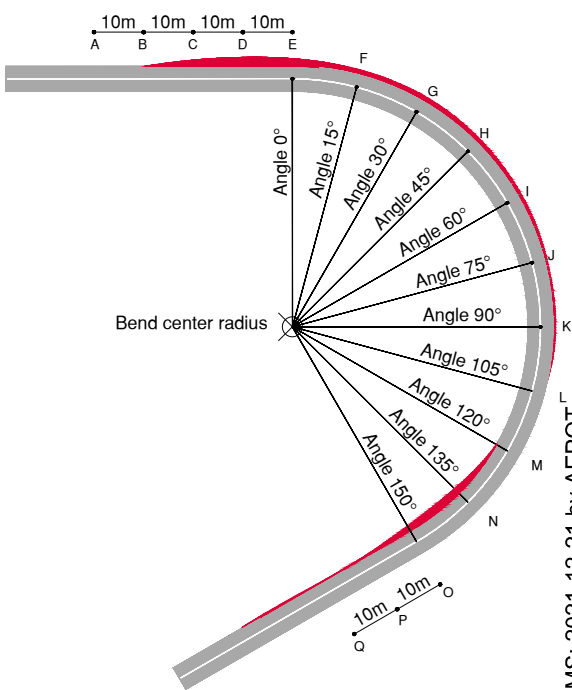


150º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
45m	-	0.3	1.6	2.4	2.1	1.7	1.4	1.1	1.1	1.0	0.7	-	0.6	1.9	1.7	0.8	0.3
50m	-	-	1.3	1.8	1.6	1.0	1.0	1.0	0.8	0.6	0.5	-	0.1	1.3	1.1	0.2	-
55m	-	-	0.7	1.4	1.3	1.0	1.0	0.7	0.6	0.5	0.3	-	-	0.7	0.4	-	-

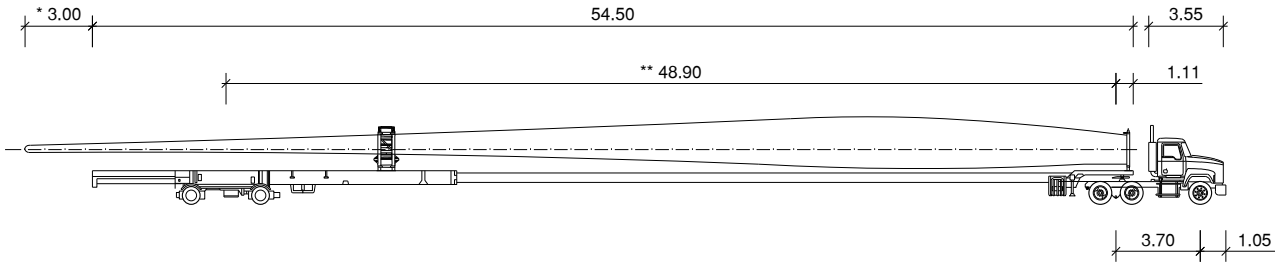
150º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD																		
Radius	External												Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
45m	-	-	0.3	1.0	0.8	0.3	0.1	-	-	-	-	-	-	1.0	0.7	-	-	
50m	-	-	-	0.7	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-	-	
55m	-	-	-	0.3	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

150º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
45m	-	-	-	0.6	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	0.5	-	-
50m	-	-	-	0.2	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

150º Bend widening diagram:



Design has been defined considering the following truck dimensions:



*The blade overhang requires an additional area to be cleared and free of obstacles outside the bend.
The width of this additional area will be equal to the blade overhang.
This additional area will be parallel to the road extra-widening.

**The distance between the axels requires an additional area to be cleared and free of obstacles inside the bend.
This additional area will change depending of the truck and the bending radius and should be checked case-by-case.

-Different dimensions will lead to substantially different results.
-All units provided are in meters.

DESIGN REQUIREMENTS	
Minimum vertical curve paramether	Kv.= L / i ₁ - i ₂ = 400
Maximum slope on gravel road	9%
Maximum slope on concrete road	14%
Minimum radius	45m
Min. straight length before/after the bend *	85m
* Additional bend wides provided in this drawing, will not be valid if this minimum straigh length are not respected.	

60º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
50m	-	0.6	1,8	2,2	2,0	0,2	0,2	0,4	0,6	0,2	-
55m	-	0.4	1,2	1,8	1,4	0,2	-	0,4	0,4	-	-
60m	-	0.2	0,8	1,2	0,8	-	-	0,2	-	-	-

60º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
50m	-	-	1,0	1,4	1,2	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	0.6	1,0	0,8	-	-	-	-	-	-
60m	-	-	0.2	0,8	0,6	-	-	-	-	-	-

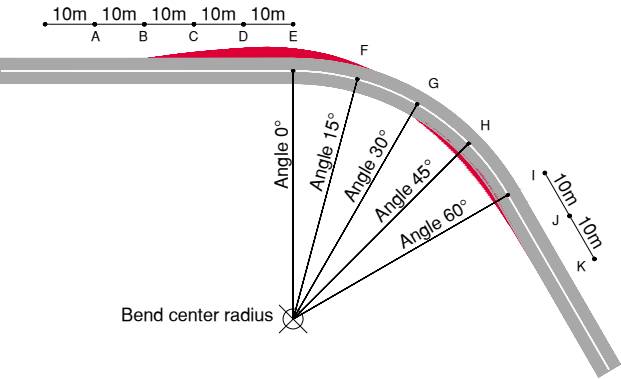
60º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
50m	-	-	0,6	1,0	0,8	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	0.2	0,6	0,4	-	-	-	-	-	-
60m	-	-	-	0,4	0,2	-	-	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
50m	-	0.8	2.0	2.4	1.8	1.2	0.6	0.4	-	-	0.8	1.6	1.0	0.2	-
55m	-	0.4	1.4	2.0	1.6	0.6	0.2	-	-	-	0.4	1.0	0.2	-	-
60m	-	0.2	1.0	1.6	1.0	0.4	-	-	-	-	0.6	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
50m	-	-	2.0	1.8	1.6	0.6	-	-	-	-	0.4	0.4	0.2	-	-
55m	-	-	0.8	1.4	0.8	0.2	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-
60m	-	-	0.6	1.0	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
50m	-	-	0.6	1.0	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	0.4	0.8	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60m	-	-	0.2	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

60º Bend widening diagram:

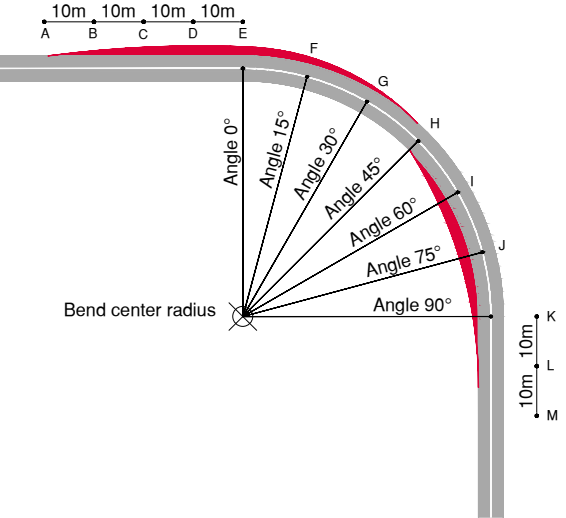


90º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
50m	-	0.6	1.8	2.2	2.0	1.6	1.0	-	0.2	1.0	0.8	0.2	-
55m	-	0.4	1.4	2.0	1.6	0.8	0.4	-	-	0.8	0.4	-	-
60m	-	0.2	0.8	1,6	1,2	0,4	0,2	-	-	0,5	-	-	-

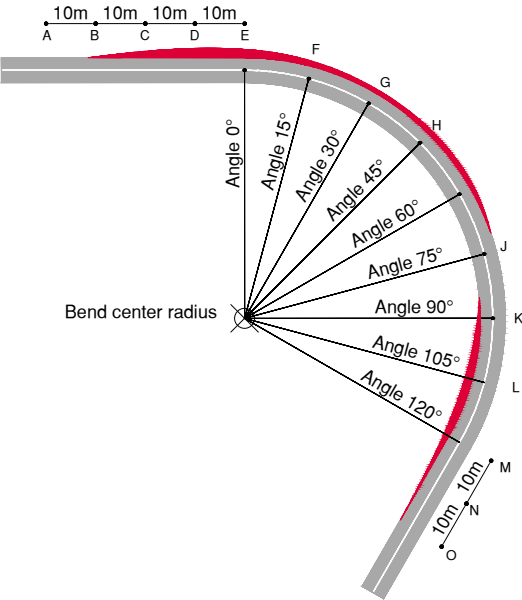
90º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
50m	-	-	0.8	1.4	1.2	0.8	0.4	-	-	0.4	-	-	-
55m	-	-	0.6	1.0	0.8	0.2	0.2	-	-	-	-	-	-
60m	-	-	0.4	0.8	0.6	0.2	-	-	-	-	-	-	-

90° BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
50m	-	-	0.6	0.8	0.6	0.2	-	-	-	-	-	-	-
55m	-	-	0.4	0.6	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-
60m	-	-	-	0.4	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-

90º Bend widening diagram:



120º Bend widening diagram:

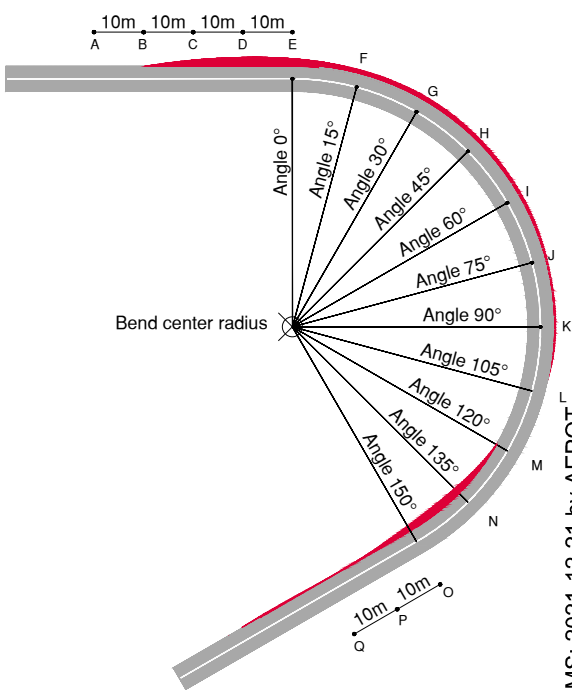


150º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
50m	-	0.8	2.0	2.6	2.0	1.0	0.6	0.2	0.2	-	-	-	0.8	1.2	0.6	0.2	-
55m	-	0.6	1.6	2.2	1.6	0.6	0.2	0.2	-	-	-	-	0.4	0.8	0.4	-	-
60m	-	0.2	1.2	1.4	1.0	0.4	0.2	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-	-

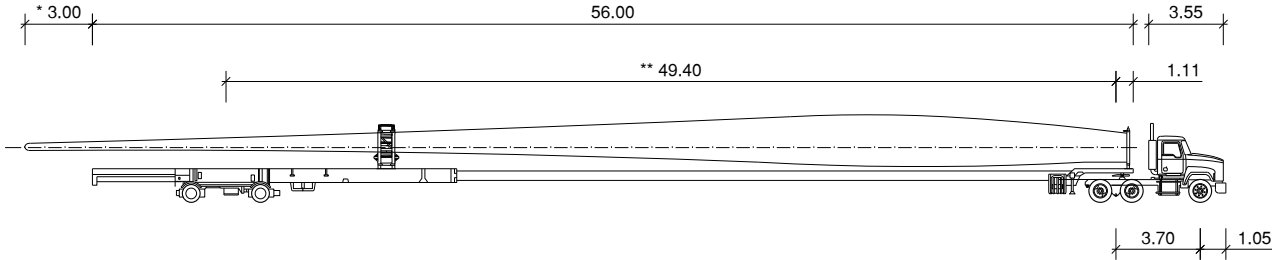
150º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD																		
Radius	External												Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
50m	-	-	1.0	1.6	1.6	0.8	0.2	-	-	-	-	-	0.4	0.8	-	-	-	
55m	-	-	0.6	1.0	0.8	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
60m	-	-	0.4	0.8	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

150º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
50m	-	-	0.6	1.4	0.8	0.2	-	-	-	-	-	-	-	0.6	-	-	-
55m	-	-	0.2	0.8	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60m	-	-	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

150º Bend widening diagram:



Design has been defined considering the following truck dimensions:



*The blade overhang requires an additional area to be cleared and free of obstacles outside the bend.
The width of this additional area will be equal to the blade overhang.
This additional area will be parallel to the road extra-widening.

**The distance between the axles requires an additional area to be cleared and free of obstacles inside the bend.
This additional area will change depending of the truck and the bending radius and should be checked case-by-case.

-Different dimensions will lead to substantially different results.
-All units provided are in meters.

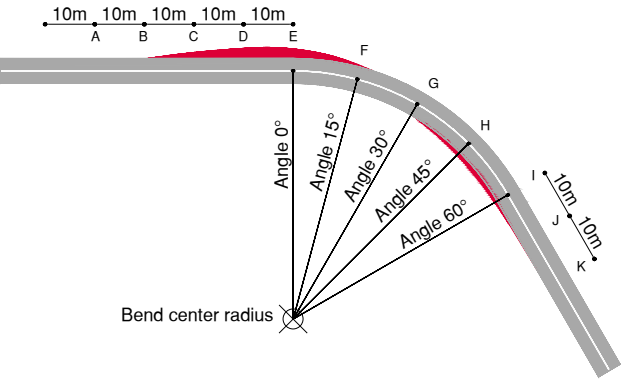
DESIGN REQUIREMENTS	
Minimum vertical curve paramether	Kv.= L / i ₁ - i ₂ = 450
Maximum slope on gravel road	9%
Maximum slope on concrete road	14%
Minimum radius	50m
Min. straight length before/after the bend *	90m
* Additional bend wides provided in this drawing, will not be valid if this minimum straigh length are not respected.	

60º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
50m	-	1.3	2,7	3,1	3,0	0,5	0,6	1,0	1,1	0,5	-
55m	-	1.1	2,1	2,8	2,3	0,5	-	1,0	0,8	0,3	-
60m	-	0.6	1.7	2,3	2,1	0,5	-	0,8	0,5	-	-

60º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
50m	-	0.2	1,6	2,1	2,0	-	-	0.3	0.1	-	-
55m	-	0.1	1.2	1,5	1,3	-	-	0.3	-	-	-
60m	-	-	0.7	1,3	1,1	-	-	0.3	-	-	-

60º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
50m	-	-	1,1	1,6	1,6	-	-	0.2	-	-	-
55m	-	-	0.7	1,0	0,8	-	-	0,1	-	-	-
60m	-	-	-	0,9	0,6	-	-	-	-	-	-

60º Bend widening diagram:

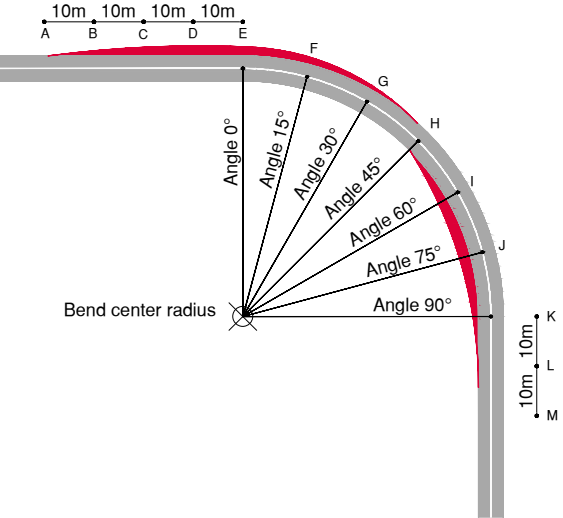


90º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
50m	-	1.2	2.6	3.3	3.1	2.6	1.8	-	0.7	1.7	1.3	0.5	-
55m	-	1.0	2.2	3.0	2.4	1.5	1.1	-	0.7	1.5	0.9	0.2	-
60m	-	0.4	1.7	2,4	2,1	1,0	0,9	-	0.2	1,0	-	-	-

90º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
50m	-	0.2	1.6	2.2	1.9	1.2	1.0	-	-	0.8	-	-	-
55m	-	-	1.3	1.8	1.4	0.6	0,6	-	-	-	-	-	-
60m	-	-	0.9	1,6	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-

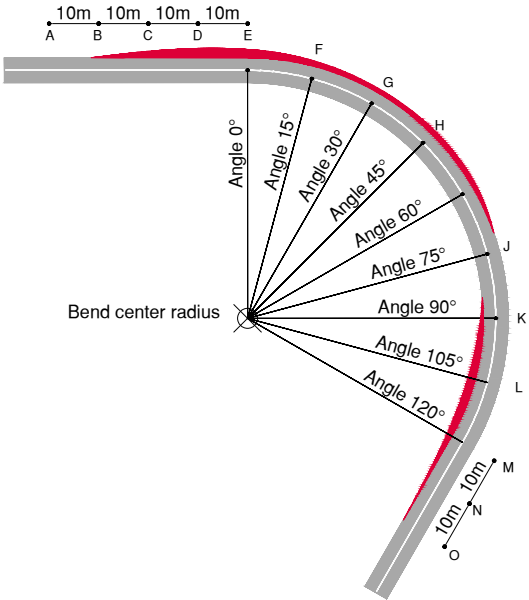
90º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
50m	-	-	1.1	1.6	1.3	0.7	0.6	-	-	0.5	-	-	-
55m	-	-	0.8	1,2	0,9	0,2	-	-	-	-	-	-	-
60m	-	-	0.5	1,1	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-

90º Bend widening diagram:



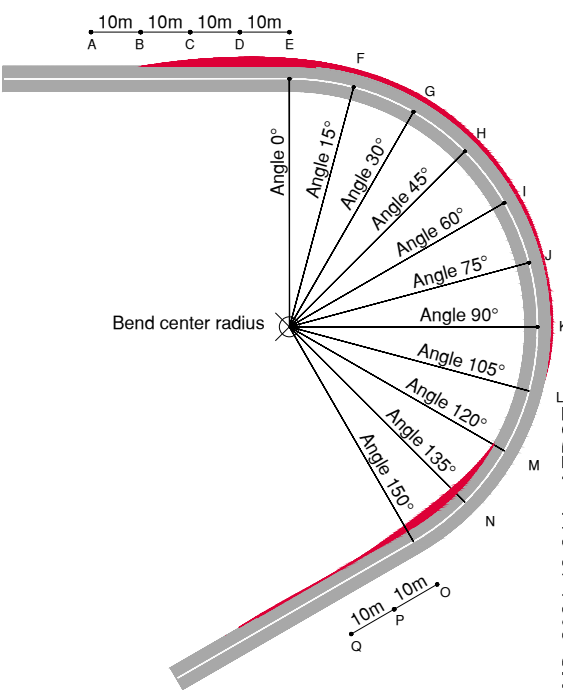
120º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
50m	-	1.4	2.8	3.4	2.8	1.7	1.1	1.0	0.5	-	1.6	2.5	1.5	0.2	-
55m	-	1.0	2.2	2.9	2.3	1.0	0.7	0.5	0.4	-	1.1	1.8	0.4	-	-
60m	-	0.8	2.0	2.4	2.0	0.8	0.2	0.2	0.3	-	0.4	1.7	0.4	-	-

120º Bend widening diagram:



150º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
50m	-	1.5	3.0	3.8	3.2	1.7	1.0	0.6	0.6	0.7	0.5	-	1.6	2.1	1.0	0.4	-
55m	-	0.9	2.2	3.0	2.6	1.4	0.5	0.3	0.3	0.5	0.4	-	0.9	1.7	0.8	-	-
60m	-	0.8	2.0	2.5	2.1	0.8	0.3	0.3	-	-	-	-	0.5	1.1	0.3	-	-

150º Bend widening diagram:



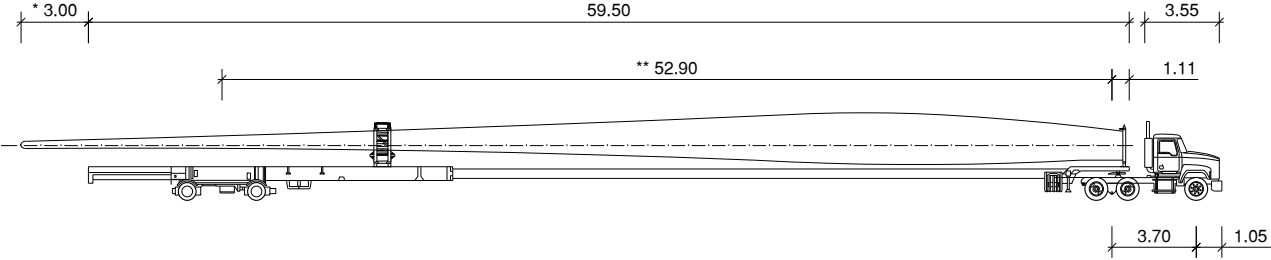
120º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
50m	-	0.3	1.8	2.5	2.0	1.0	0.4	0.4	0.1	-	0.8	1.0	0.5	-	-
55m	-	-	1.2	2.0	1.7	0.5	0.2	0.2	-	-	-	0.1	0.5	-	-
60m	-	-	1.2	1.5	0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
50m	-	-	1.3	1.9	1.5	0.6	-	-	-	-	0.4	0.6	-	-	-
55m	-	-	0.7	1.4	1.1	0.2	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-
60m	-	-	0.5	0.9	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

150º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
50m	-	0.2	1.6	2.6	2.3	1.3	0.6	-	-	-	-	-	1.2	1.7	0.1	-	-
55m	-	-	1.3	1.9	1.5	0.5	0.3	-	-	-	-	-	0.3	0.2	-	-	-
60m	-	-	1.0	1.7	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

150° BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
50m	-	-	1.1	2.1	1.8	0.8	0.2	-	-	-	-	-	07	1.3	-	-	-
55m	-	-	0.8	1.3	1.0	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60m	-	-	0.5	1.1	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Design has been defined considering the following truck dimensions:



*The blade overhang requires an additional area to be cleared and free of obstacles outside the bend.
The width of this additional area will be equal to the blade overhang.
This additional area will be parallel to the road extra-widening.

**The distance between the axles requires an additional area to be cleared and free of obstacles inside the bend.
This additional area will change depending of the truck and the bending radius and should be checked case-by-case.

-Different dimensions will lead to substantially different results.
-All units provided are in meters.

DESIGN REQUIREMENTS	
Minimum vertical curve parameter	Kv.= L / i ₁ - i ₂ = 450
Maximum slope on gravel road	9%
Maximum slope on concrete road	14%
Minimum radius	50m
Min. straight length before/after the bend *	90m
* Additional bend wides provided in this drawing, will not be valid if this minimum straight length are not respected.	

60º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD												
Radius	External						Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
55m	0.2	1.9	3.2	3.7	3.1	0.7	0.8	2.4	1.2	0.9	0.5	
60m	-	1.6	2.8	3.4	2.7	0.6	0.4	1.0	1.0	0.5	-	
65m	-	1.4	2.4	3.2	2.4	0.6	-	0.8	0.8	0.3	-	

60º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD												
Radius	External						Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
55m	-	1.0	2.3	2.8	2.2	-	-	1.5	0.4	0.2	-	
60m	-	0.7	1.9	2.5	1.7	-	-	0.2	0.2	-	-	
65m	-	0.5	1.5	2.2	1.4	-	-	-	0.2	-	-	

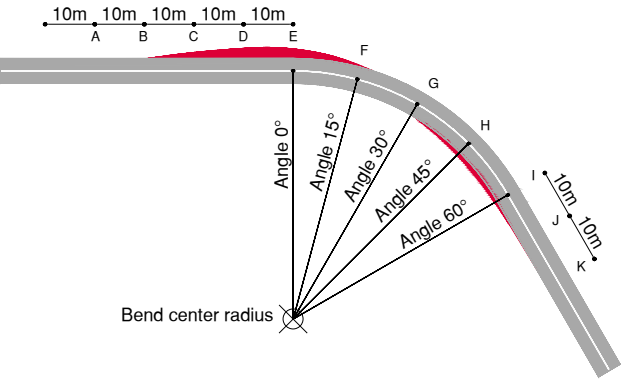
60º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD												
Radius	External						Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
55m	-	0.5	1.8	2.3	1.7	-	-	1.0	-	-	-	
60m	-	0.2	1.4	2.0	1.2	-	-	-	-	-	-	
65m	-	-	1.0	1.7	0.9	-	-	-	-	-	-	

120º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
55m	0.5	2.0	3.1	3.8	3.4	2.2	1.6	1.3	1.0	-	1.8	2.4	1.4	0.3	-
60m	0.1	1.6	2.8	3.4	2.7	1.5	1.3	1.2	1.0	-	0.8	1.8	1.1	0.3	-
65m	-	1.4	2.6	3.1	2.4	1.0	1.0	0.8	0.8	-	0.6	1.4	0.8	-	-

120º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
55m	-	1.1	2.2	2.8	2.4	1.2	0.6	0.4	0.2	-	0.9	1.4	0.4	-	-
60m	-	0.7	1.8	2.4	1.7	0.6	0.4	0.3	0.2	-	-	0.8	0.2	-	-
65m	-	0.5	1.6	2.1	1.4	0.2	0.2	-	-	-	-	0.5	0.2	-	-

120º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
55m	-	0.6	1.7	2.3	1.9	0.7	0.2	-	-	-	0.4	1.0	-	-	-
60m	-	0.2	1.3	1.9	1.2	0.2	-	-	-	-	-	0.4	-	-	-
65m	-	-	1.1	1.6	0.9	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-

60º Bend widening diagram:

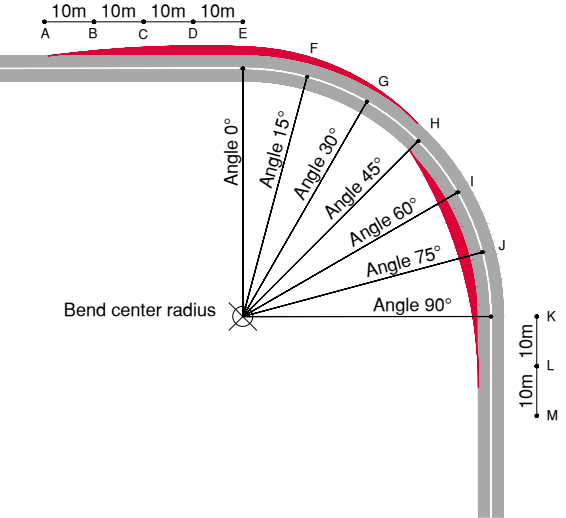


90º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
55m	0.2	1.6	3.0	3.8	3.5	2.4	1.6	-	1.3	1.9	1.2	0.6	0.3
60m	0.2	1.6	2.4	3.0	2.7	1.6	1.0	-	1.2	1.9	1.1	0.2	-
65m	-	1.4	2.2	2.6	2.5	1.6	1.0	-	1.1	1.8	0.8	-	-

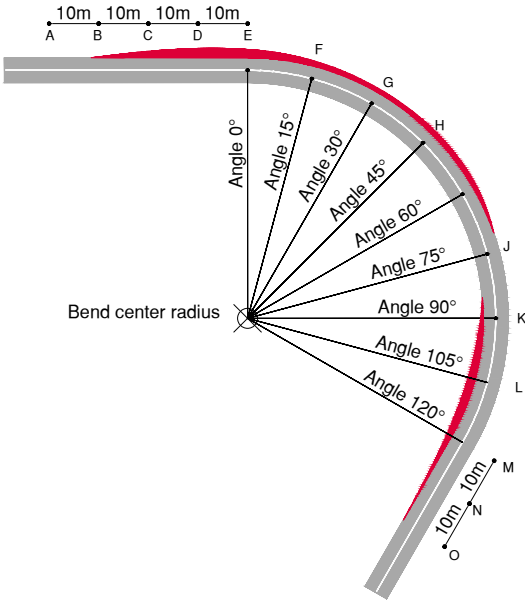
90º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
55m	-	0.7	2.0	2.9	2.5	1.4	0.6	-	0.4	0.9	0.4	-	-
60m	-	0.7	1.5	2.0	1.7	0.7	0.2	-	0.2	0.9	0.2	-	-
65m	-	0.5	1.3	1.7	1.6	0.6	0.2	-	0.2	0.8	-	-	-

90° BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
55m	-	0.3	1.5	2.4	2.0	1.0	0.2	-	-	0.4	-	-	-
60m	-	0.3	1.0	1.5	1.2	0.2	-	-	-	0.4	-	-	-
65m	-	-	0.8	1.2	1.1	0.2	-	-	-	0.3	-	-	-

90º Bend widening diagram:



120º Bend widening diagram:

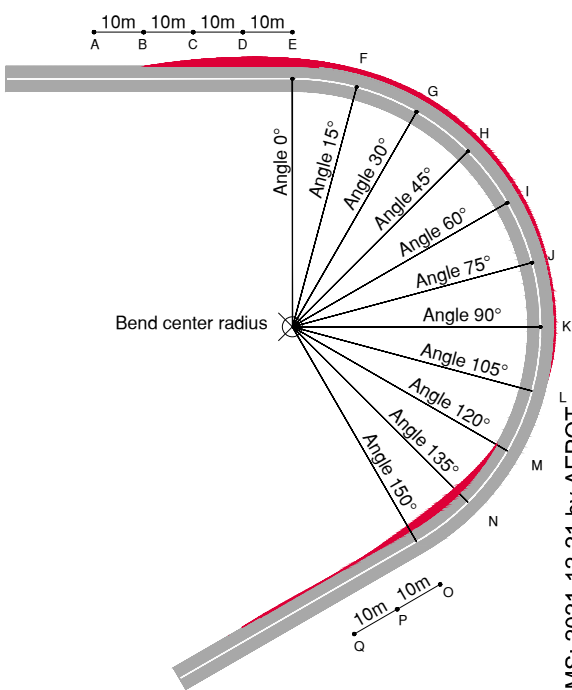


150º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
55m	0.2	1.9	3.2	3.8	3.5	2.5	1.5	1.2	1.2	1.1	0.9	-	1.9	2.9	1.9	0.4	-
60m	0.2	1.6	2.5	3.0	2.8	1.8	1.2	1.1	1.1	1.0	0.9	-	0.8	1.9	1.0	-	-
65m	-	1.4	2.2	2.8	2.5	1.5	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	-	0.6	1.5	0.6	-	-

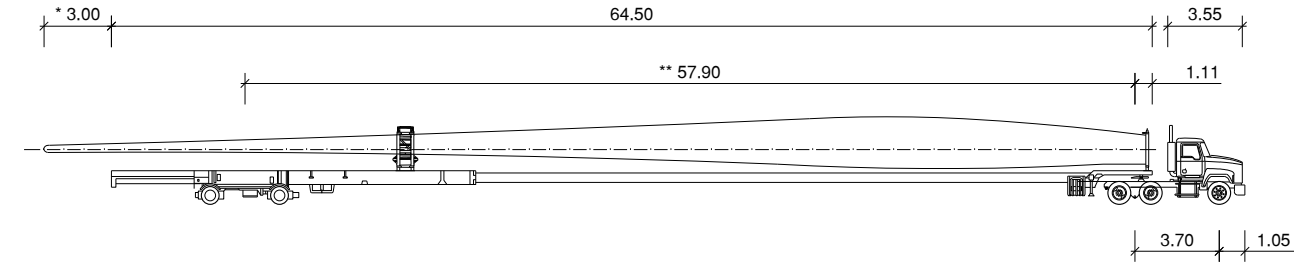
150º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
55m	-	1.0	2.2	2.8	2.5	1.5	0.6	0.4	0.4	0.2	-	-	1.0	2.0	1.0	-	-
60m	-	0.6	1.5	2.0	1.8	0.8	0.4	0.2	0.2	0.2	-	-	0.2	1.0	0.2	-	-
65m	-	0.4	1.2	1.8	1.5	0.6	0.2	0.2	0.2	-	-	-	-	0.6	-	-	-

150º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
55m	-	0.5	1.7	2.3	2.0	1.0	0.2	-	-	-	-	-	0.5	1.5	0.5	-	-
60m	-	0.2	1.0	1.5	1.3	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-
65m	-	-	0.7	1.3	1.0	0.2	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-

150º Bend widening diagram:



Design has been defined considering the following truck dimensions:



*The blade overhang requires an additional area to be cleared and free of obstacles outside the bend.
The width of this additional area will be equal to the blade overhang.
This additional area will be parallel to the road extra-widening.

**The distance between the axels requires an additional area to be cleared and free of obstacles inside the bend.
This additional area will change depending of the truck and the bending radius and should be checked case-by-case.

-Different dimensions will lead to substantially different results.
-All units provided are in meters.

DESIGN REQUIREMENTS	
Minimum vertical curve paramether	Kv.= L / i ₁ - i ₂ = 500
Maximum slope on gravel road	9%
Maximum slope on concrete road	14%
Minimum radius	55m
Min. straight length before/after the bend *	110m
* Additional bend wides provided in this drawing, will not be valid if this minimum straigh length are not respected.	

60º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
70m	-	0.2	1.2	1.6	1.2	0.1	-	1.3	1.1	0.4	0.2
75m	-	-	0.8	1.4	0.8	-	-	1.0	0.8	0.3	-
80m	-	-	0.8	1.1	0.7	-	-	1.0	0.7	0.3	-

60º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
70m	-	-	0.4	0.8	0.4	-	-	0.2	0.2	-	-
75m	-	-	0.2	0.6	0.2	-	-	0.2	-	-	-
80m	-	-	-	0.2	-	-	-	0.2	-	-	-

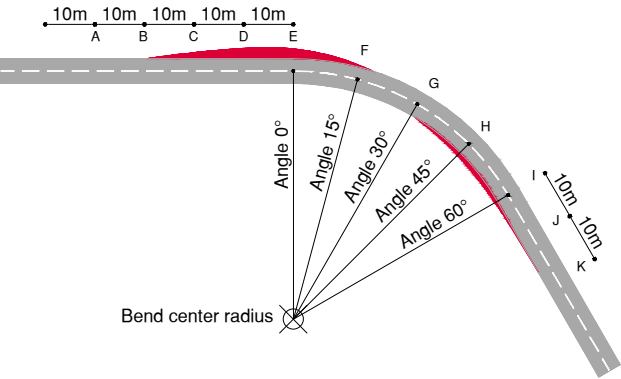
60º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
70m	-	-	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-
75m	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-
80m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
70m	-	0.9	1.8	2.0	1.2	0.1	-	-	-	-	0.7	1.6	0.9	0.2	-
75m	-	0.6	1.5	1.6	1.0	-	-	-	-	-	0.5	1.2	0.8	0.2	-
80m	-	0.3	1.1	1.4	1.0	-	-	-	-	-	-	0.9	0.7	0.2	-

120º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
70m	-	-	0.6	0.8	0.2	-	-	-	-	-	-	0.5	0.3	-	-
75m	-	-	0.4	0.5	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.2	-	-
80m	-	-	0.2	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120° BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
70m	-	-	0.2	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75m	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

60º Bend widening diagram:

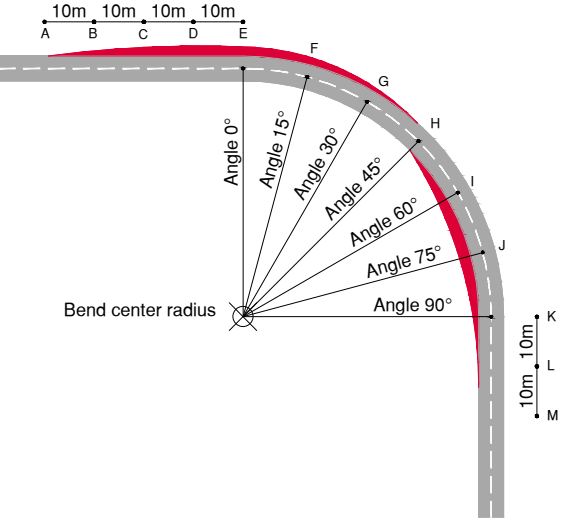


90º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
70m	-	0.7	1.5	1.7	1.3	0.2	-	-	-	1.2	1.7	1.1	0.4
75m	-	0.5	1.2	1.4	1.0	-	-	-	-	1.0	1.4	0.8	0.2
80m	-	0.2	1.0	1.3	0.9	-	-	-	-	0.6	0.9	0.6	0.2

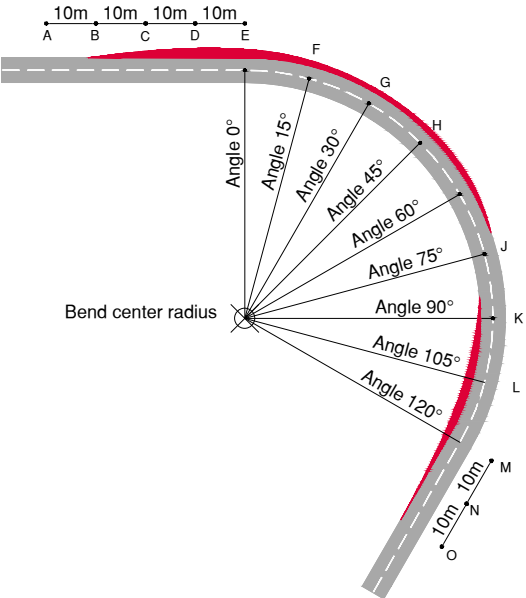
90º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
70m	-	-	0.5	0.6	0.2	-	-	-	-	0.6	0.1	-	-
75m	-	-	0.4	0.6	-	-	-	-	-	0.4	-	-	-
80m	-	-	0.3	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-

90° BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
70m	-	-	0.2	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75m	-	-	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

90º Bend widening diagram:



120º Bend widening diagram:

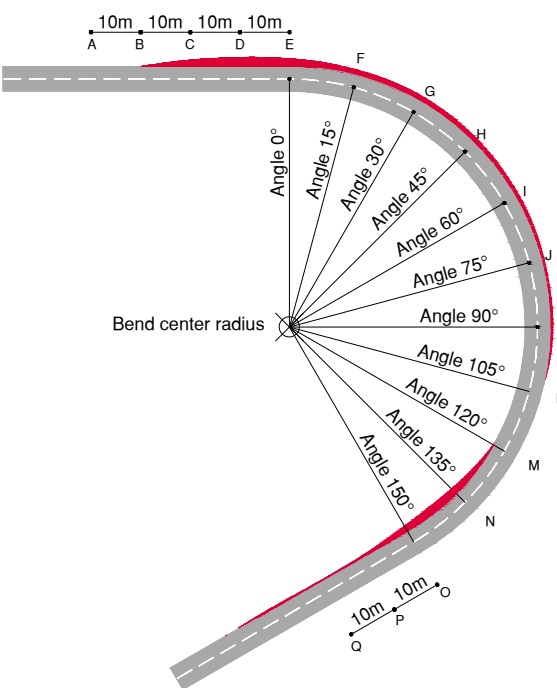


150º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
70m	-	0.7	1.7	2.0	1.4	-	-	-	-	-	-	-	0.3	1.3	1.1	0.8	0.4
75m	-	0.5	1.4	1.6	1.2	-	-	-	-	-	-	-	0.2	1.0	0.8	0.6	0.3
80m	-	0.2	1.1	1.3	0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	0.7	0.5	0.3

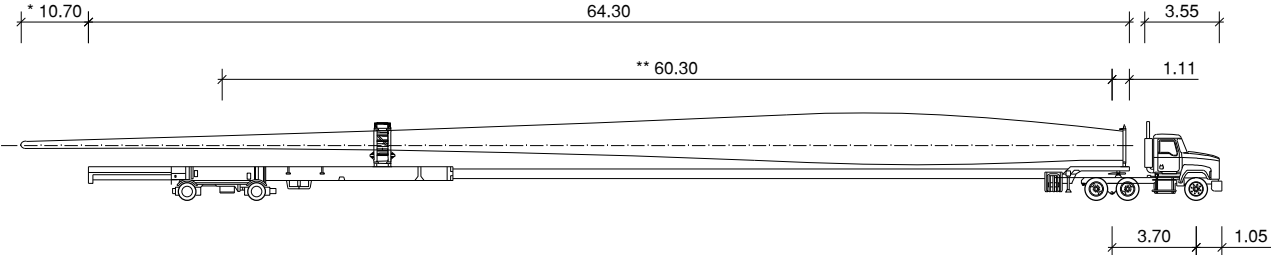
150º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
70m	-	-	0.8	1.0	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-	-
75m	-	-	0.4	0.7	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-
80m	-	-	0.2	0.3	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

150° BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
70m	-	-	0.4	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75m	-	-	-	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

150º Bend widening diagram:



Design has been defined considering the following truck dimensions:



*The blade overhang requires an additional area to be cleared and free of obstacles outside the bend.
The width of this additional area will be equal to the blade overhang.
This additional area will be parallel to the road extra-widening.

**The distance between the axels requires an additional area to be cleared and free of obstacles inside the bend.
This additional area will change depending of the truck and the bending radius and should be checked case-by-case.

-Different dimensions will lead to substantially different results.
-All units provided are in meters.

DESIGN REQUIREMENTS	
Minimum vertical curve paramether	Kv.= L / i ₁ - i ₂ = 500
Maximum slope on gravel road	9%
Maximum slope on concrete road	14%
Minimum radius	70m
Min. straight length before/after the bend *	160m
* Additional bend wides provided in this drawing, will not be valid if this minimum straigh length are not respected.	

60º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
70m	-	0.2	1.2	1.6	1.2	0.1	-	1.3	1.1	0.4	0.2
75m	-	-	0.8	1.4	0.8	-	-	1.0	0.8	0.3	-
80m	-	-	0.8	1.1	0.7	-	-	1.0	0.7	0.3	-

60º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
70m	-	-	0.4	0.8	0.4	-	-	0.2	0.2	-	-
75m	-	-	0.2	0.6	0.2	-	-	0.2	-	-	-
80m	-	-	-	0.2	-	-	-	0.2	-	-	-

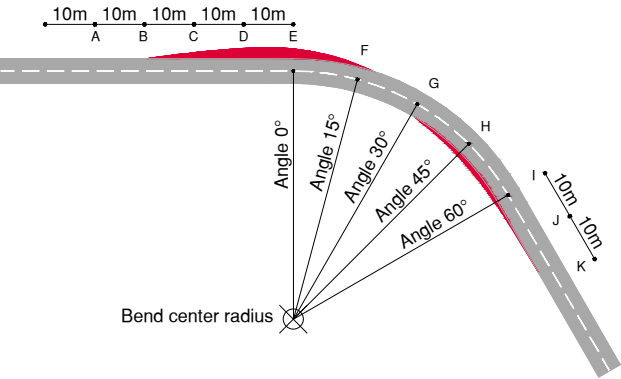
60º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD											
Radius	External						Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
70m	-	-	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-
75m	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-
80m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
70m	-	0.9	1.8	2.0	1.2	0.1	-	-	-	-	0.7	1.6	0.9	0.2	-
75m	-	0.6	1.5	1.6	1.0	-	-	-	-	-	0.5	1.2	0.8	0.2	-
80m	-	0.3	1.1	1.4	1.0	-	-	-	-	-	-	0.9	0.7	0.2	-

120º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
70m	-	-	0.6	0.8	0.2	-	-	-	-	-	-	0.5	0.3	-	-
75m	-	-	0.4	0.5	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.2	-	-
80m	-	-	0.2	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

120º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD															
Radius	External									Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
70m	-	-	0.2	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75m	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

60º Bend widening diagram:

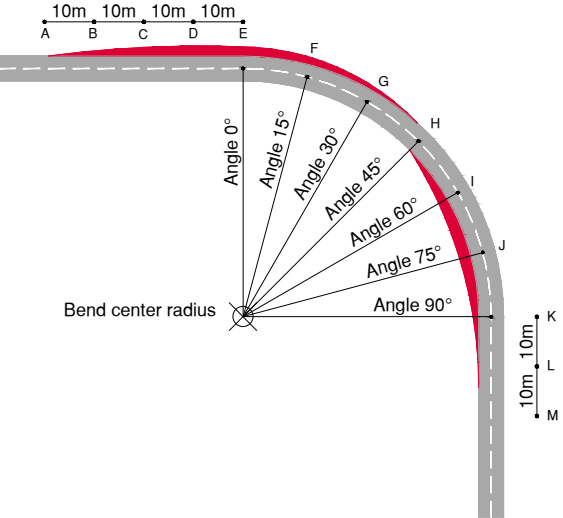


90º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
70m	-	0.7	1.5	1.7	1.3	0.2	-	-	-	1.2	1.7	1.1	0.4
75m	-	0.5	1.2	1.4	1.0	-	-	-	-	1.0	1.4	0.8	0.2
80m	-	0.2	1.0	1.3	0.9	-	-	-	-	0.6	0.9	0.6	0.2

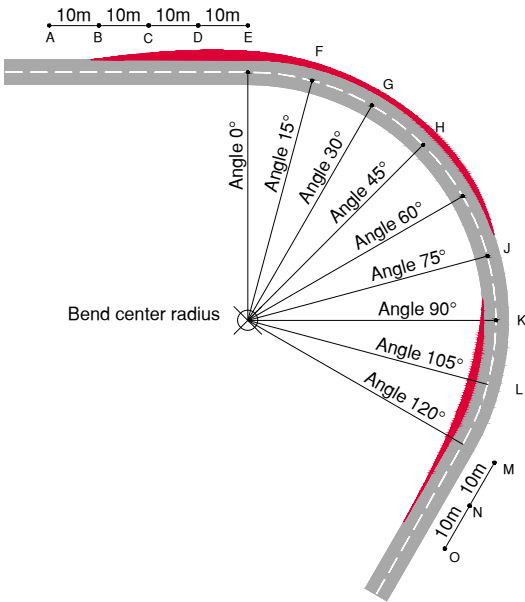
90º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
70m	-	-	0.5	0.6	0.2	-	-	-	-	0.6	0.1	-	-
75m	-	-	0.4	0.6	-	-	-	-	-	0.4	-	-	-
80m	-	-	0.3	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-

90° BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD													
Radius	External								Internal				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
70m	-	-	0.2	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75m	-	-	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

90º Bend widening diagram:



120º Bend widening diagram:

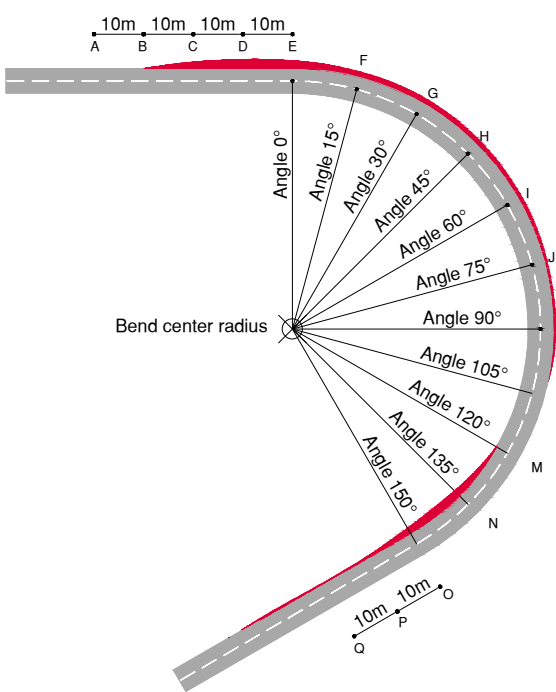


150º BEND WIDENING - 5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
70m	-	0.7	1.7	2.0	1.4	-	-	-	-	-	-	-	0.3	1.3	1.1	0.8	0.4
75m	-	0.5	1.4	1.6	1.2	-	-	-	-	-	-	-	0.2	1.0	0.8	0.6	0.3
80m	-	0.2	1.1	1.3	0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	0.7	0.5	0.3

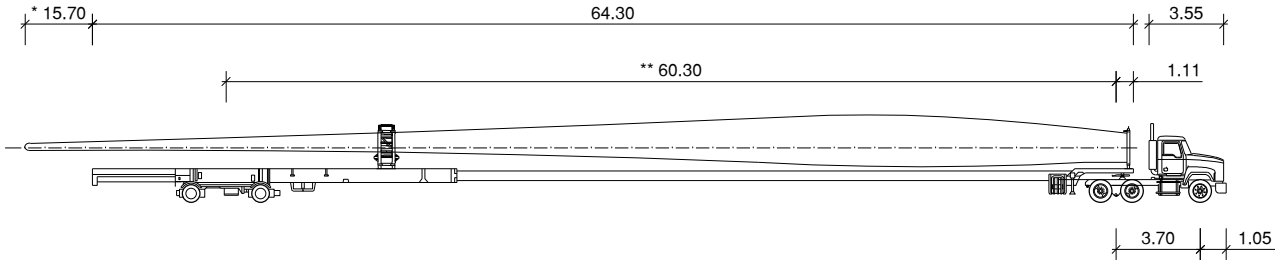
150º BEND WIDENING - 6 METERS WIDE ROAD																		
Radius	External												Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
70m	-	-	0.8	1.0	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-	-	
75m	-	-	0.4	0.7	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	
80m	-	-	0.2	0.3	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

150º BEND WIDENING - 6.5 METERS WIDE ROAD																	
Radius	External											Internal					
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
70m	-	-	0.4	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75m	-	-	-	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
80m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

150º Bend widening diagram:



Design has been defined considering the following truck dimensions:



- *The blade overhang requires an additional area to be cleared and free of obstacles outside the bend. The width of this additional area will be equal to the blade overhang. This additional area will be parallel to the road extra-widening.
- **The distance between the axels requires an additional area to be cleared and free of obstacles inside the bend. This additional area will change depending of the truck and the bending radius and should be checked case-by-case.

-Different dimensions will lead to substantially different results.
-All units provided are in meters.

DESIGN REQUIREMENTS	
Minimum vertical curve paramether	Kv.= L / i ₁ - i ₂ = 500
Maximum slope on gravel road	9%
Maximum slope on concrete road	14%
Minimum radius	70m
Min. straight length before/after the bend *	160m
* Additional bend wides provided in this drawing, will not be valid if this minimum straigh length are not respected.	

Crane Pads Requirements

DMS no: 0050-8073

Version No.	Date	Prepared by	Revised by	Approved by	Description of changes
10	06/09/18	RGOBA	LGB/RUSUM	TKJ/PIPRE	E2E Requirements.
11	26/04/19	RGOBA	LGB/RUSUM	TKJ/PIPRE	V162 Requirements.

CONTENTS

1.	INTRODUCTION	3
2.	ZONES OF A CRANE PAD	4
2.1.	NACELLE STORAGE AREA	7
2.2.	CRANES WORKING AREA.....	8
2.2.1.	Main crane working area	9
2.2.2.	Auxiliary crane working area.....	11
2.3.	TOWER STORAGE AREA	12
2.4.	BLADES STORAGE AREA.....	14
2.5.	MAIN CRANE ASSEMBLY AREA.....	17
2.5.1.	Lattice boom assembly area.....	17
2.5.2.	Auxiliary pads.....	17
2.5.3.	Derrick counterweight movement area	18
3.	OTHER CONSTRUCTIVE DETAILS	20
3.1.	Drainage.....	20
3.1.1.	Levelling for drainage	20
3.1.2.	Drainage ditches	20
3.2.	Safety distance in the proximity of slopes	21
3.3.	Safety distance to overhead power lines.....	22
4.	CRANE PADS ACCEPTANCE	24
4.1.	Bearing capacity and compaction	24
4.1.1.	Bearing capacity verification.....	24
4.1.2.	Compaction tests.....	26
4.2.	Dimensions and levelling	27
4.3.	Pavement material.....	27
	ANNEX: CRANE PADS STANDARD DRAWINGS.....	29

1. INTRODUCTION

The purpose of the present document is to define the requirements for the crane pads used for all the Vestas wind turbines to guarantee a safe assembly and erection of the components.

This document must be used as a guideline for the design of the crane pads, which must be customized in every project depending on the specific conditions and constraints. Standard crane pads drawings are supplied in the Annex as a reference for the designer, who must adapt them to the real project by following the criteria that are explained on this document.

Very Important: Addendum to the present document

In the event that any of the standards set forth herein cannot be fulfilled because of technical or economic reasons, an alternative solution shall be found in order to allow a safe wind turbine installation.

Such alternative solutions shall be reviewed and agreed by Vestas prior to the execution of works. The agreed special solutions can be attached as an addendum to the present document in order to be applied in a specific project as valid alternative.

Furthermore, in some specific geographical areas it may be possible to customize and/or to optimize some of the requirements of the present specification. These complementary guidelines can also be attached as an addendum to the present document for exclusive application on such areas.

Note: For everything concerning preservation and storage of wind turbine components, please refer to the applicable Work Instructions from Vestas, which are relevant to the specific turbine type and Mk.

2. ZONES OF A CRANE PAD

A crane pad is composed by the following zones, which are shown on Figure 1:

- Nacelle storage area
- Cranes working area
- Tower sections storage area
- Blades storage area
- Main crane lattice boom assembly area

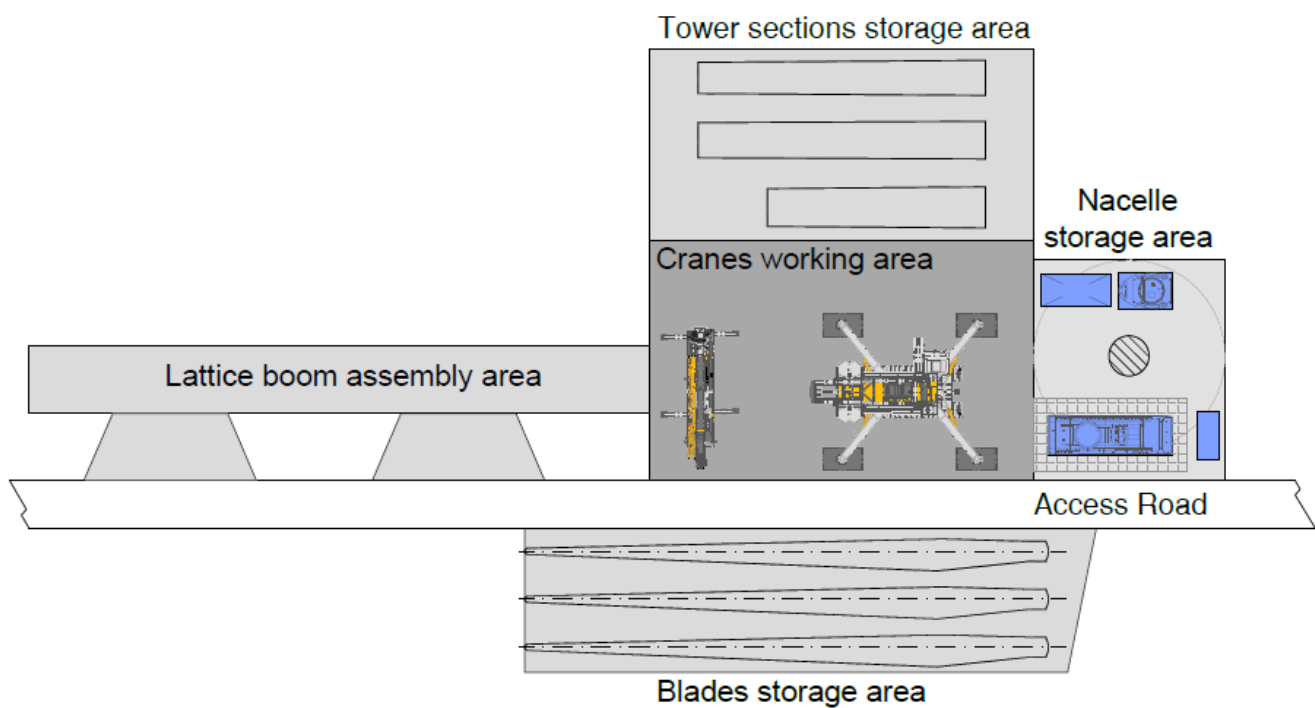


Figure 1: Crane Pad Zones

Note: Figure 1 is just a sketch to indicate the different areas of the crane pad, which are explained on the following sections. Please refer to the next corresponding sections and to the Annex drawings for specific details.

General criteria for crane pads design

- “Just in Time” Configurations

Tower sections and/or Blades storages areas could be eliminated in case of lack of space, but then another storage yard must be prepared nearby the wind farm to store these components.

It implies some additional cranes and trucks movements to transport the components from the yard to the crane pads with its corresponding over costs. This must be taken into account to take the optimum economical decision for the overall project.

On these cases, some additional space on the cranes working area can also be saved according to the drawings below (corner on the upper left side).

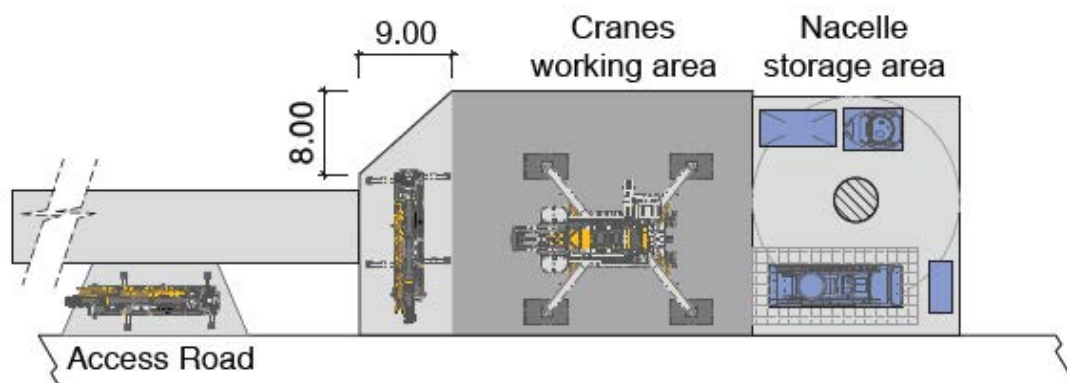


Figure 2: Complete “Just in Time” configuration

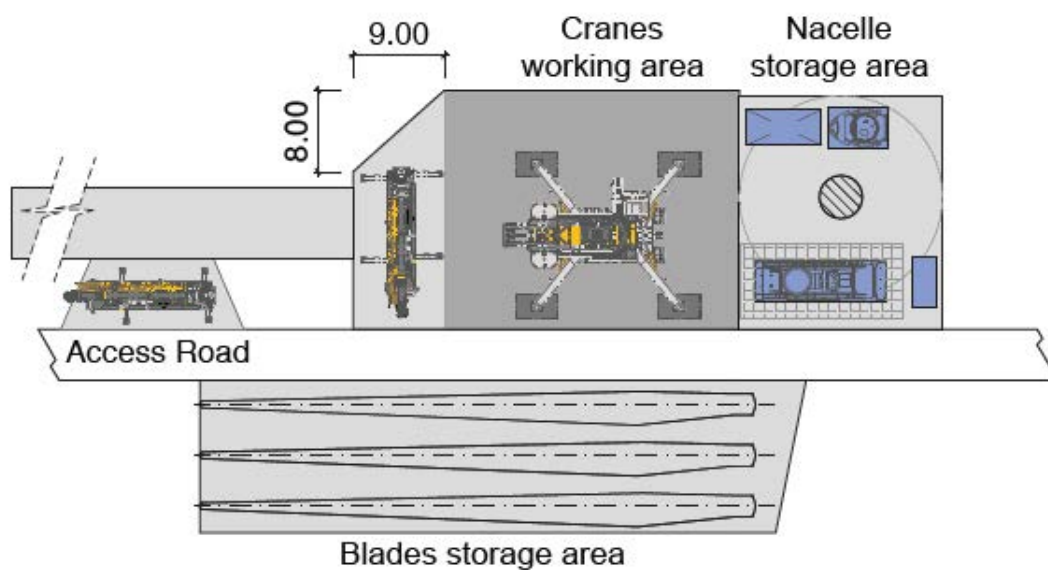


Figure 3: Partial “Just in Time” configuration

- **Main crane lattice boom assembly area**

The main crane lattice boom assembly area could be eliminated if the main crane can circulate from the previous pad and to the next one.

To take this decision, it is necessary to find out what is the available crane for the project and to analyze if it is possible the circulation of the crane between the wind turbine positions.

- **Ideal access road position**

The access road should ideally be located parallel to the crane pad and at the same level. This position makes easier the access to the crane pad and it also allows internal movements during installation works, which saves pad space. However, the access road cannot be considered part of the crane pad and therefore, components storage is not allowed in the access road.

The access road should never cross the cranes working area.

- **Preferred blades storage area location**

It is preferred that the blades storage area is located on the right of the cranes working area, looking from the cranes working area to the wind turbine foundation. This is to facilitate the blades installation with the "Multi Blade Installer" (also called "Blade Gripper"). (See section 2.4.- Note 1.)

- **Foundation should never be located in the middle of the pad.**

The cranes working area shall be always located beside the wind turbine foundation to allow the safe positioning and movement of the cranes. The foundation must never be in the middle of this area.

- Crane pad shall always be located **above the maximum ground water level** expected according to the hydrological survey.

- The **crane pad number must be signalized** on a way that it could be easy to see from the road.

2.1. NACELLE STORAGE AREA

As a general rule, nacelle and its components will be stored over the wind turbine foundation. It typically covers a square area of 19-22 m side (the same as the foundation excavation diameter).

If possible, the nacelle storage area will be extended to the access road (unless the distance were very big) in order to make easier the nacelle unload. The final surface of the nacelle storage area will be at the same level as the main crane working area and the road.

A free corridor around the nacelle of 1,5 m wide must be foreseen. This is to allow the installation of a scaffold to prepare the nacelle. It implies a total space for the nacelle preparation of 13,5 x 6,6 m for the 2 MW wind turbines and 15,7 x 7,2 m for the 3 and 4 MW ones.

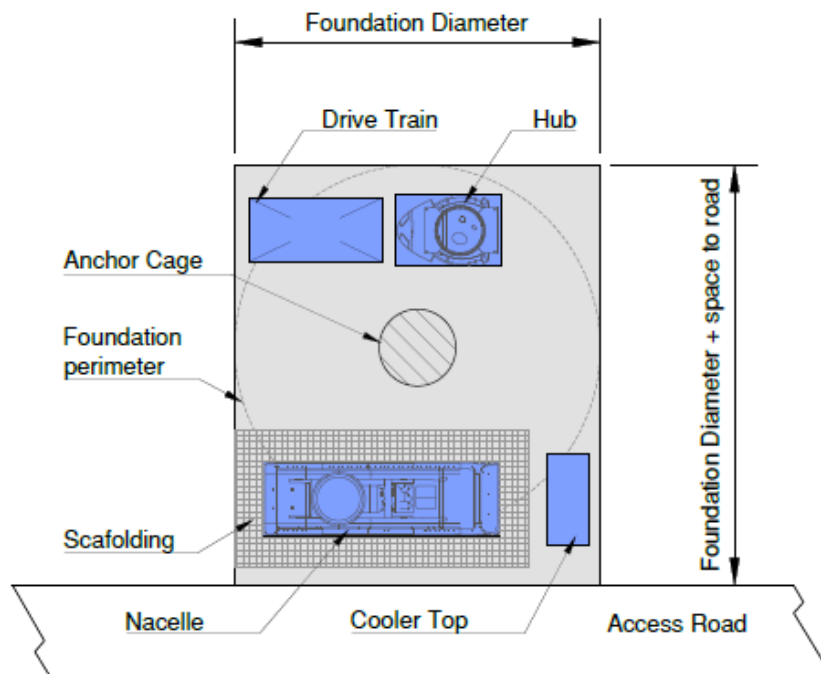


Figure 4: Nacelle storage area

After the foundation concrete curing, the area will be backfilled by compacted layers of 20 cm in accordance with the foundation project requirements about density and compaction.

This area will always be covered by a pavement of graded aggregate to avoid mud and dust around the wind turbine. This is important for safety reasons and also to keep clean the wind turbine both during the construction and during the operation and maintenance phase. A levelling at 1% for drainage can be performed.

Very Important

The access for vehicles from the road to the wind turbine door shall also be foreseen for the later operation and maintenance phase.

2.2. CRANES WORKING AREA

The cranes working area will be placed next to the wind turbine foundation, with the shortest side next to it. It must be observed that the cranes working area must not be located over the foundation.

Furthermore, the cranes working area will be placed parallel to the road and at the same level as the final road surface and the nacelle storage area. These criteria must be followed in order to allow working at the same level and to optimize the space.

If the above criteria were not possible to be followed, a specific drawing must be prepared taking into account the safety distance in proximity of slopes (see section 3.2.) and noticed to Vestas.

The cranes working area is divided on two zones: one for the Main crane and another one for the Auxiliary crane.

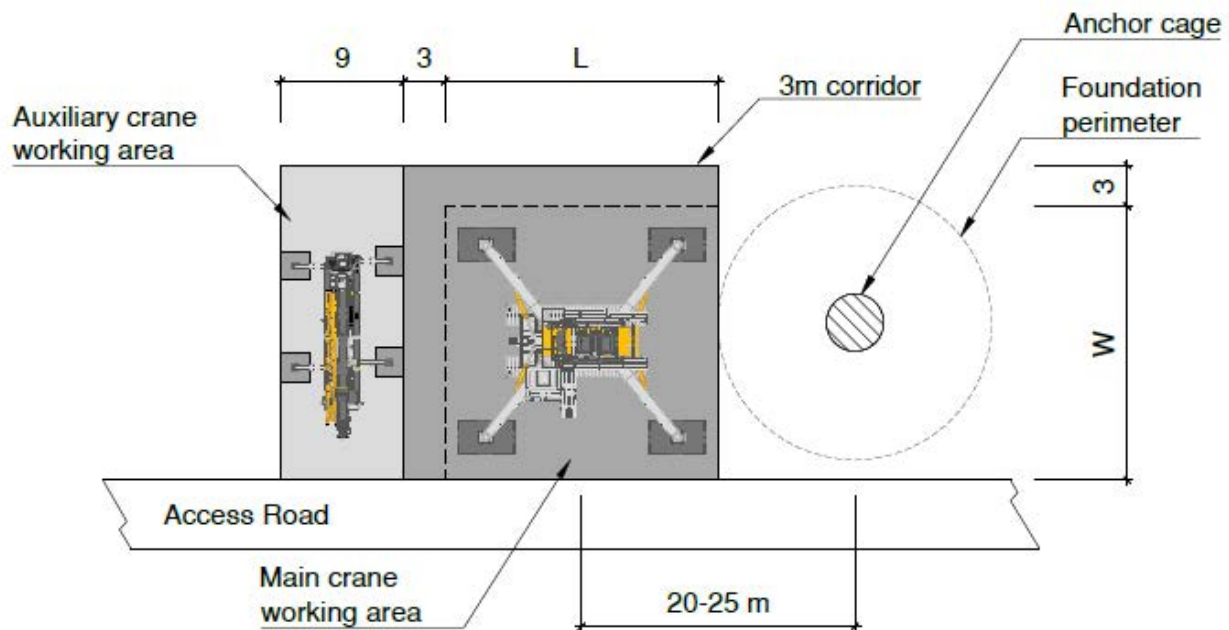


Figure 5: Cranes working area (see “L” and “W” on Figure 6)

2.2.1. Main crane working area

Dimensions

The dimensions of this area will be the width and the length of the main crane on working position (extended outriggers jacks or just the crawlers) plus the following spaces around it:

- On the side of the wind turbine foundation, the distance from the centre of the main crane to the centre of the foundation is typically around 20-25 m, depending on the crane size. The space in the main crane area on this side will be the difference of this distance minus the foundation radius.

Note: As exception, the telescopic crane LTM11200 needs a distance to the centre of the foundation of only 16 m. It implies that the main crane working area will be partially located over the foundation and so the front mats will be at only around 8 m from the centre of the foundation.

- A corridor of 3 m around the main crane will be placed on the rest of sides. If the access road is placed parallel to the crane pad, the function of corridor is fulfilled by the road and so it is not necessary any additional corridor on this side. Furthermore, on the side next to the tower sections storage area, there will be only a distance of 3 m between the main crane and the tower section.
- If the cases where the main crane needs a derrick counterweight, please check section 2.5.3.

In case of non-available data about the main crane to be used, the following dimensions can be taken as reference.

	W - Width	L - Length
Narrow track crawler crane	16,4 m	18,2 m
Conventional crawler crane	10,4 m	15,8 m
Crane over wheels	18,4 m	24,6 m
Telescopic over wheels (LTM11200)	15,5 m	16,5 m

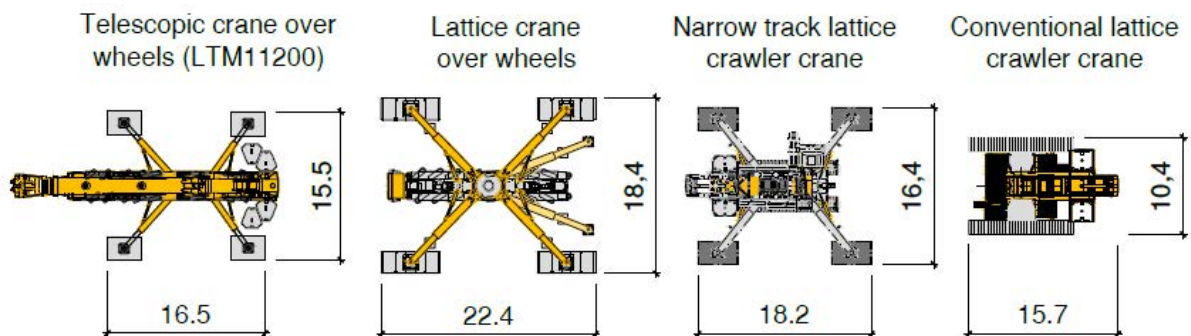


Figure 6: Different types of Main Cranes (approx. dimensions)

Bearing capacity

The bearing capacity of the main crane area will be the maximum pressure that the main crane transmits to the soil in the most critical lifting (the highest weight), plus a safety margin to cover gusts of wind and possible soil deterioration by rain water.

The maximum pressure transmitted to soil will be determined by the crane company by making the simulation of the most critical lifting to be performed. The simulation shall be made with the software that is supplied by the crane manufacturer. Typical values of the transmitted pressure to the soil by the main crane vary in the range from 2 to 4 kg/cm².

The safety margin to be added to the maximum pressure will be estimated between 0,5 as a minimum and 1 kg/cm² if wet soil conditions are expected.

The bearing capacity will be verified by the Plate Bearing Test as indicated on section 4.1.1. If the test result shows an insufficient bearing capacity, some action must be taken for soil improvement.

Pavement and levelling

The Main crane area will be covered with a pavement of graded aggregate.

In case of using a conventional crawler crane, this area will be levelled at 0%. If cranes over outriggers are used, the area may be levelled at 1% towards the opposite direction to the foundation for easier drainage.

Erection in advance of bottom tower sections (T1 and T2)

In the cases where the bottom tower sections are erected in advance, it must be taken into account that the lifting will be performed by a telescopic crane over wheels, which outrigger mats will be placed around 8 m away from the centre of the foundation.

It implies that the crane working area must be extended over the foundation up to 8 m from the wind turbine foundation centre in order to allow this operation.

2.2.2. Auxiliary crane working area

The Auxiliary crane area will be placed behind the Main crane area on the opposite side of the wind turbine foundation. The function of the Auxiliary crane is to help to the Main crane on the erection of the tower sections.

It will have the width of the Auxiliary crane on working position with the extended outrigger jacks (9 m by default) and the same length of the Main crane area. In case of “Just in Time” situation, the length of this area could be reduced as it is shown in the Figures 2 and 3.

The bearing capacity for the auxiliary cranes area will be 2 kg/cm². It will be covered by a graded aggregate pavement and it may be levelled at 1% towards the opposite direction to the foundation for easier drainage.

2.3. TOWER STORAGE AREA

The towers storage area will be placed parallel to the crane working area and at the same level.

The length of the towers storage area (parallel) to the crane area, the length of the towers storage area (parallel) to the crane area should be dimensioned according the longest tower section, adding two corridors of 3m on every side. Just for a reference the longest tower section is usually 30 m long, to be checked in every case.

The width of the towers storage area will depend on the number of tower sections to be stored. It will be foreseen 0,5 m more on every side of every tower section in order to allow a corridor of 1 m between towers for inspection and cleaning. On the side next to the cranes working area, this 0,5 m corridor is not needed because there is already space.

If the bottom tower section (T1) is erected in advance, before the main crane arrives to the crane pad, then the corresponding area for this component may be eliminated.

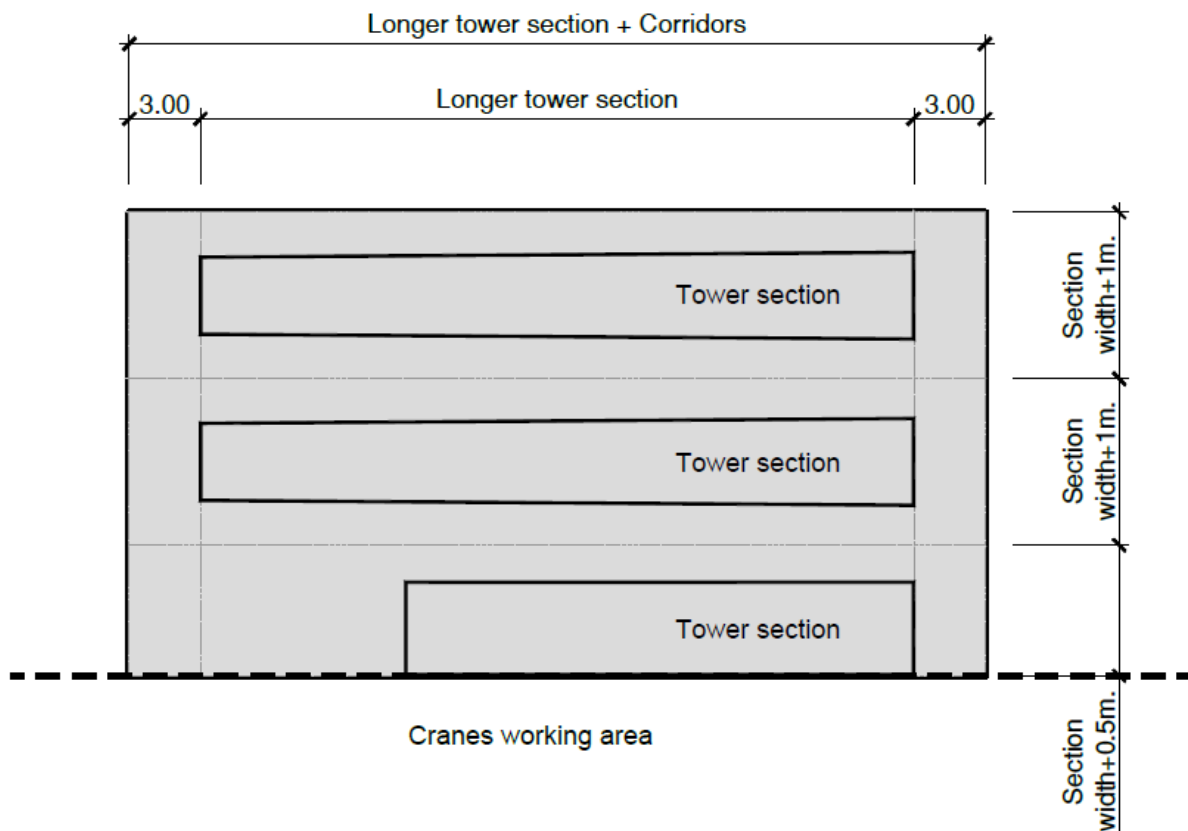


Figure 7: Tower storage area

The area will be levelled and compacted and the bearing capacity will be 2 kg/cm². If drainage is necessary, a slope of 1% drainage could be made on the longitudinal direction of the towers and always opposite to the foundation.

Very Important. Safety remark.

For safety reasons, slippery work areas cannot be accepted. If it is foreseen often rain and/or mud, the surface of this area shall be covered by a layer of graded aggregate or gravel in order to assure safe work conditions.

Otherwise, if slippery unsafe conditions are found during the construction, the Safety Officer and/or the Vestas Representative will have the right to stop the works to prevent accidents and the Contract lead time will be extended automatically.

2.4. BLADES STORAGE AREA

The blades storage area will be placed parallel to the cranes working area, if possible on the opposite side of the towers area. This area can even be placed on the other side of the access road. Moreover, this storage area should be accessible from the wind farm road by auxiliary cranes.

The length of the blades storage area will be the length of the blade plus a working area that shall be located at root end to allow the circulation of a forklift. The width of the area will be 14,5 m for the blades around 3,5 m of maximum chord (V80, V90 and V110) and 16 m for the blades around 4 m of maximum chord (V100, V112, V116, V117, V120, V126, V136 and V150).

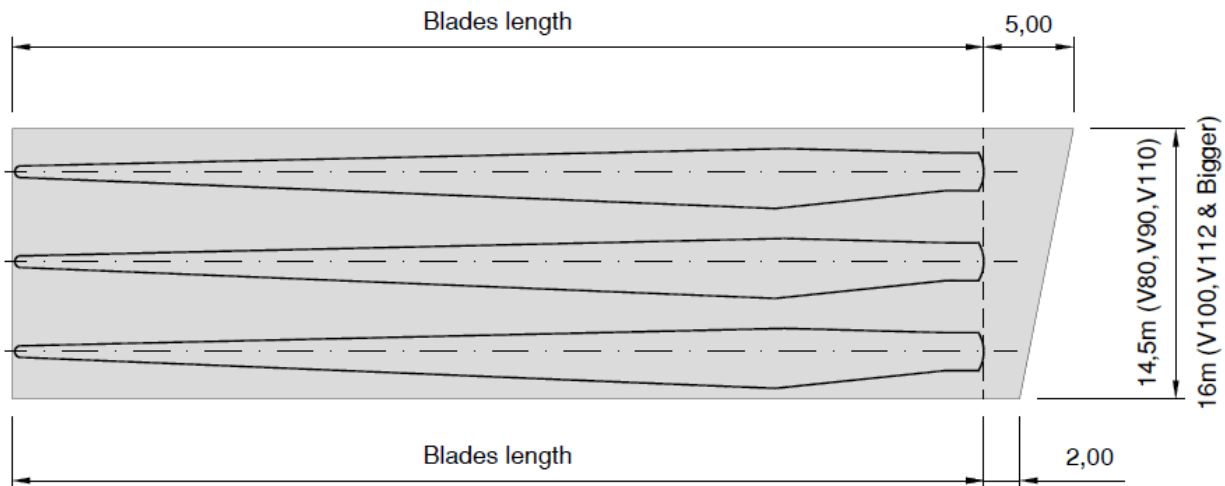


Figure 8: Blades storage area

The area will be free of obstacles and levelled with a maximum slope of 1%. The necessary bearing capacity is 2 kg/cm². The bearing capacity will be verified on backfilled areas.

Very Important. Safety remark.

For safety reasons, slippery work areas cannot be accepted.

Underneath the blades, natural soil conditions and vegetation could be kept if the area is flat, there is not obstacles and mud and slippery conditions are not foreseen after rain.

However If it is foreseen often rain and/or mud, and the surface could be slippery, this area shall be covered by a layer of graded aggregate or gravel in order to assure safe work conditions.

Otherwise, if slippery unsafe conditions are found during the construction, the Safety Officer and/or the Vestas Representative will have the right to stop the works to prevent accidents and the Contract lead time will be extended automatically.

Note 1: “Multi Blade Installer” space

The “Multi Blade Installer” (also called “Blade Gripper”) needs a free obstacles area of 3x12 m that must be centered at the blade gravity centre to take the blade.

If blades storage area is located at the right of the cranes working area (looking from the main crane to the foundation) and next to the road, nothing especial must be provided. On this case, the temporary free space for the “Multi Blade Installer” is on the road.

In other configurations, this space must be foreseen.

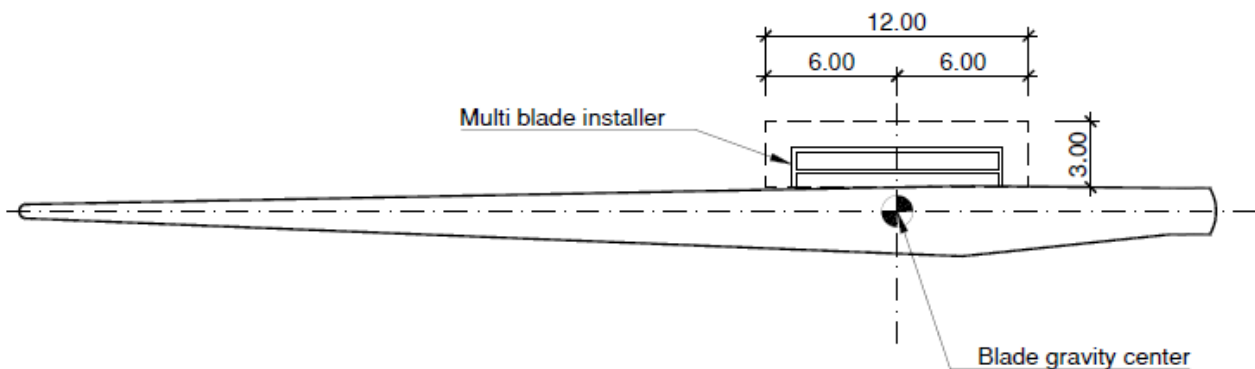


Figure 9: Multi blade installer space

Note 2: Access for blades trucks to blades storage area

In some countries, it is forbidden to extend the boom of the crane with a suspended load. It may affect to the blades unloading when using auxiliary cranes not so powerful, because it may be necessary that the truck with the blade enters into the crane pad.

To allow that the truck with the blade enters into the blades storage area, an access like a road widening must be built as it is shown on the figure below. It will allow to park the truck on the first blade position and so to unload the blade from there to the most far away blade position.

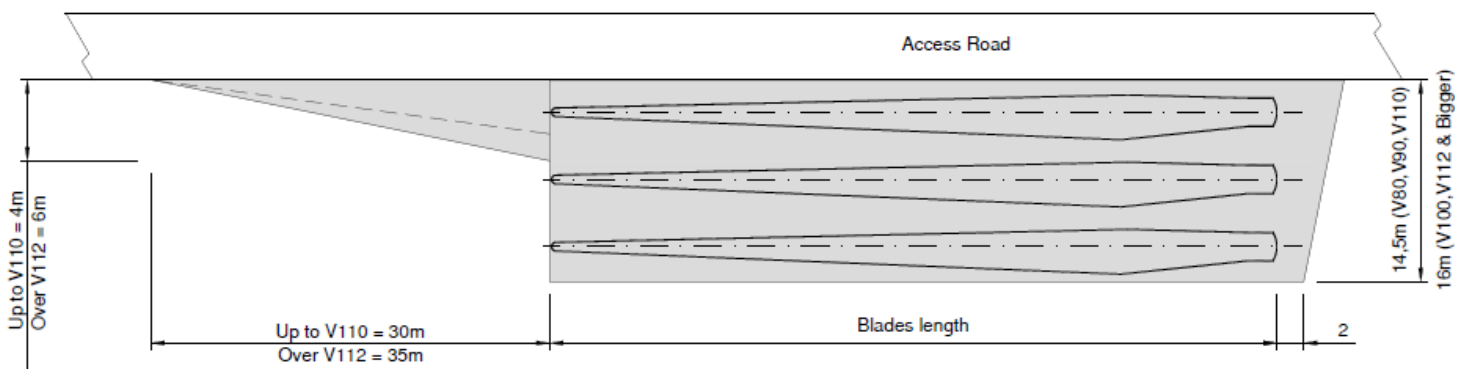


Figure 10: Access to the blade truck to the storage area

Note 3: Minimal blades storage area

In some cases, a minimal blades storage area can be designed as it is shown below, by making just two strips underneath the tip and root supports of the blades.

The two strips will be well compacted and covered by graded aggregate. Both strips will have a bearing capacity of 2 kg/cm².

The rest of the blades storage area out of the strips will be flat and free of obstacles and must allow the circulation of a forklift and/or an aerial work platform.

The main condition to use this type of blades storage area is that no much rain is expected and that mud or slippery conditions will not appear out of the strips.

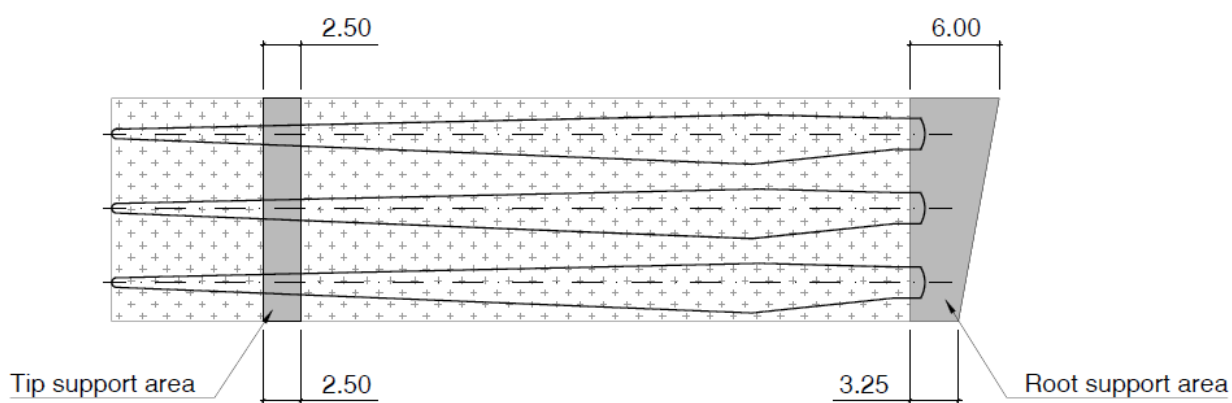


Figure 11: Minimal blades storage area

2.5. MAIN CRANE ASSEMBLY AREA

In the crane pads where the lattice boom of the main crane must be assembled, an area for this purpose must be foreseen.

It will be composed by the area where the lattice boom will be assembled, some small pads for the auxiliary cranes and the derrick movement area.

2.5.1. Lattice boom assembly area

The lattice boom length is around 20 or 25 m longer than the hub height of the wind turbine. It implies that the assembly area must have this length less the lattice part that could be over the crane pad. This area will be straight and will be free of obstacles. The natural soil will be kept and it is not needed to be covered with gravel.

If possible, this area will be placed parallel to the road, in order to use it for the access of the trucks with the boom parts.

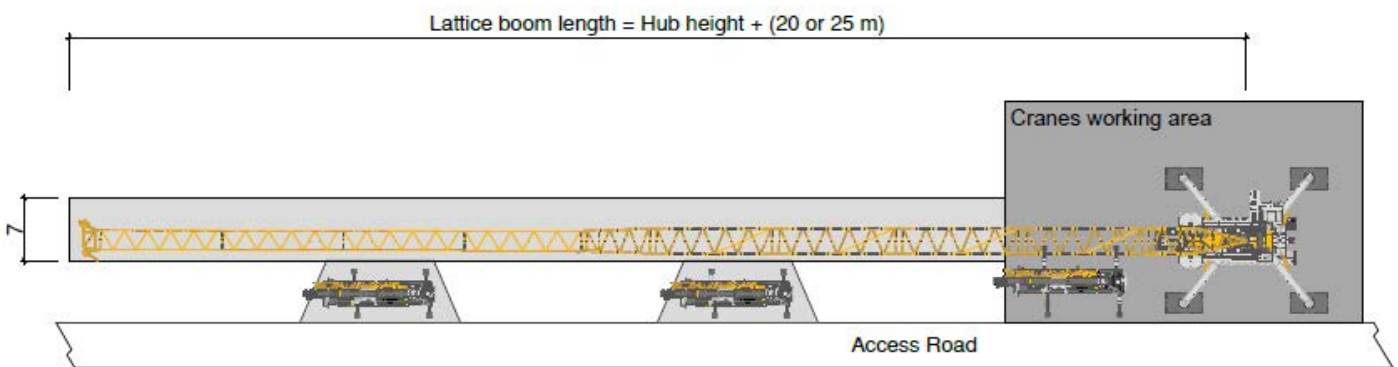


Figure 12: Lattice boom assembly area

2.5.2. Auxiliary pads

The auxiliary pads will have the dimension necessary to place a 100-150 Tm crane and will be located on the side of the road. The auxiliary pads will be placed every 40 m of distance (from centre to centre of the pads).

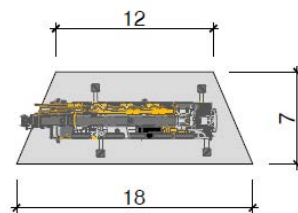


Figure 13: Auxiliary pad for auxiliary assembly cranes

2.5.3. Derrick counterweight movement area

For wind turbine hub heights higher than 90 m, the main crane configuration will include in most of the cases a derrick counterweight.

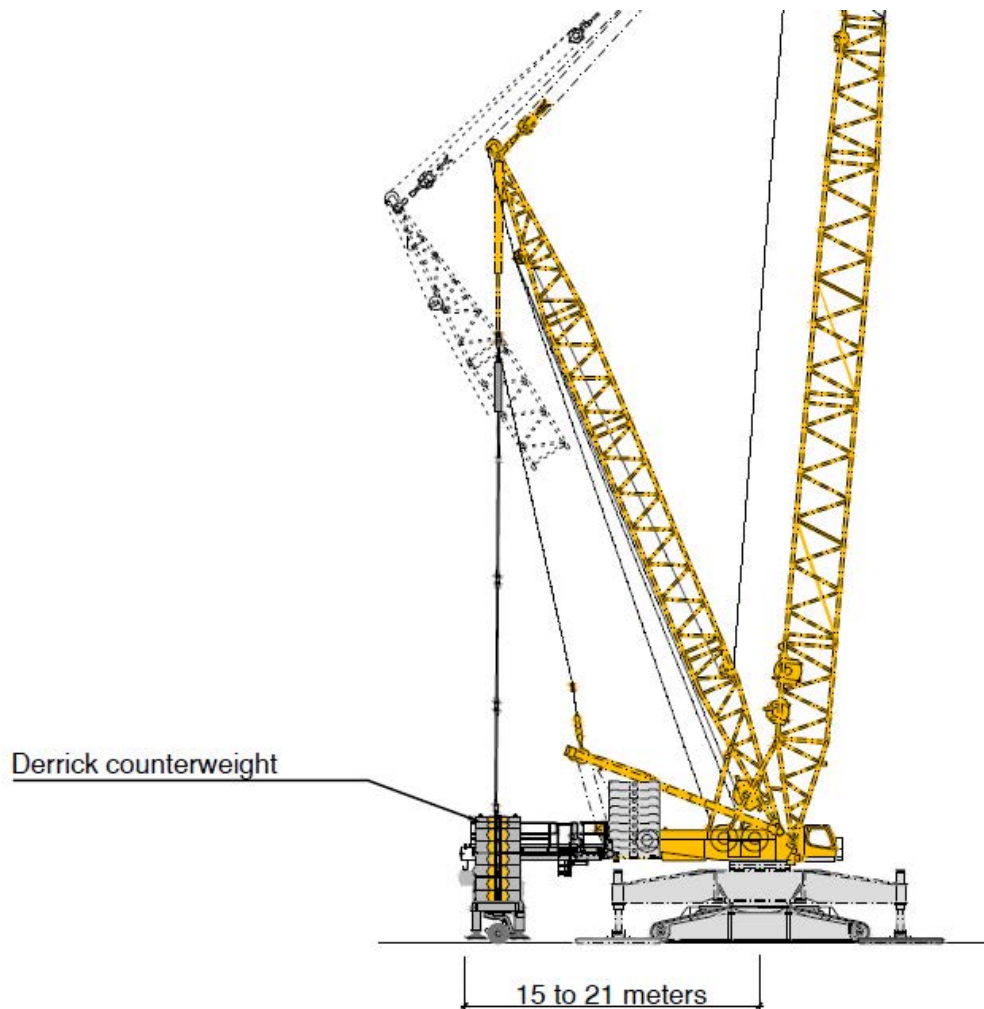


Figure 14: Derrick counterweight

On these cases, it is necessary to foresee the space that is needed for the movement of the derrick counterweight when the main crane is working.

The derrick counterweight is installed once the lattice boom is fully assembled. This work is done in the cranes working area, after the lattice boom is lifted and turned to the wind turbine foundation.

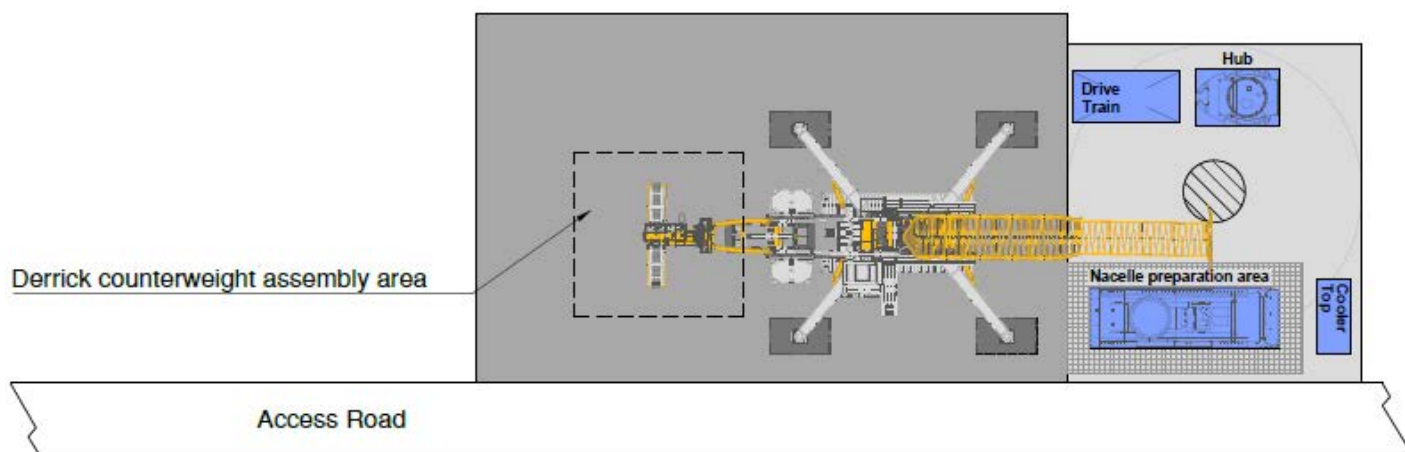


Figure 15: Derrick counterweight assembly area

The typical radius of the derrick counterweight movement area is 15-21 m, depending on the crane model.

The derrick counterweight movement area will be usually needed on the opposite side to tower sections storage and it will force to separate the blades storage area (see figure below).

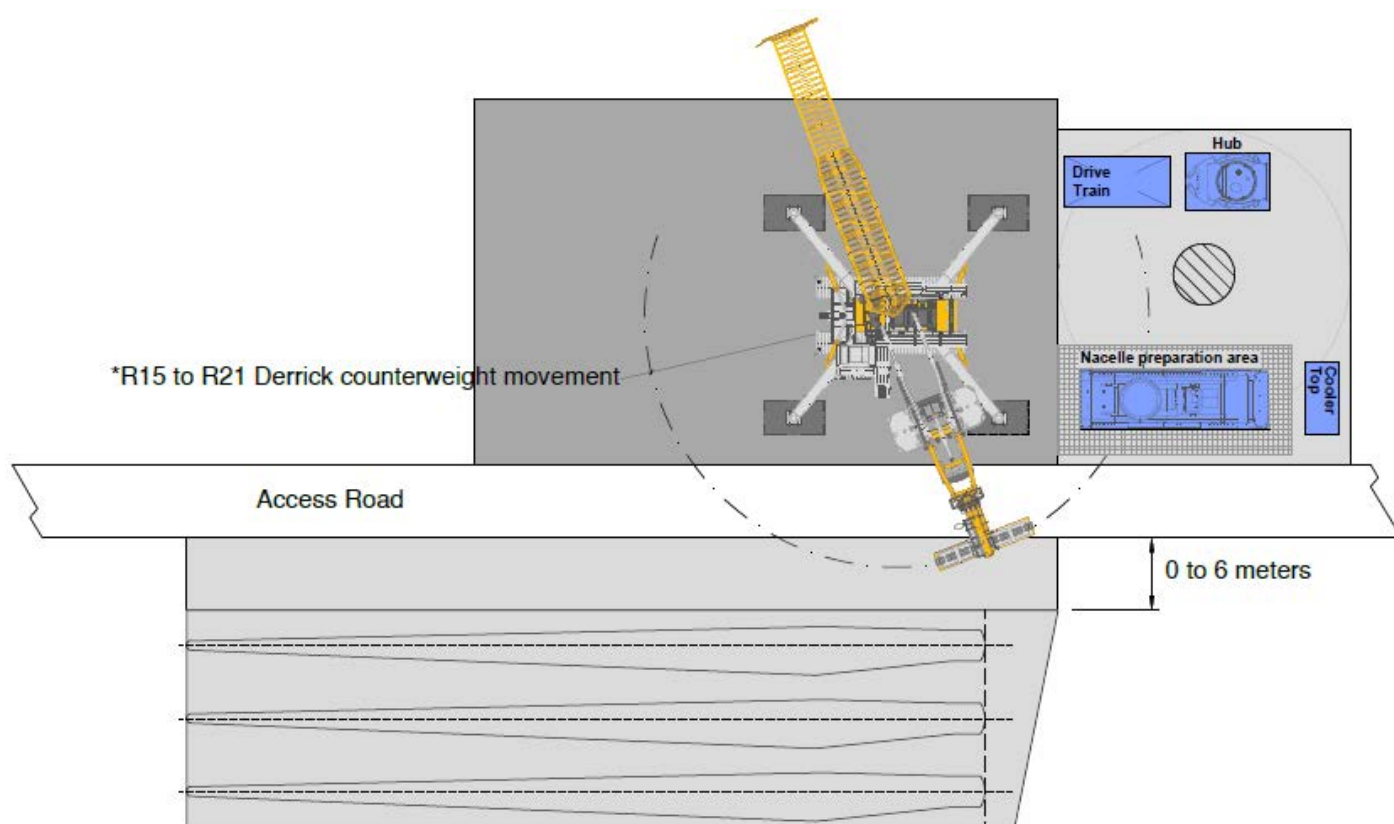


Figure 16: Derrick counterweight movement area

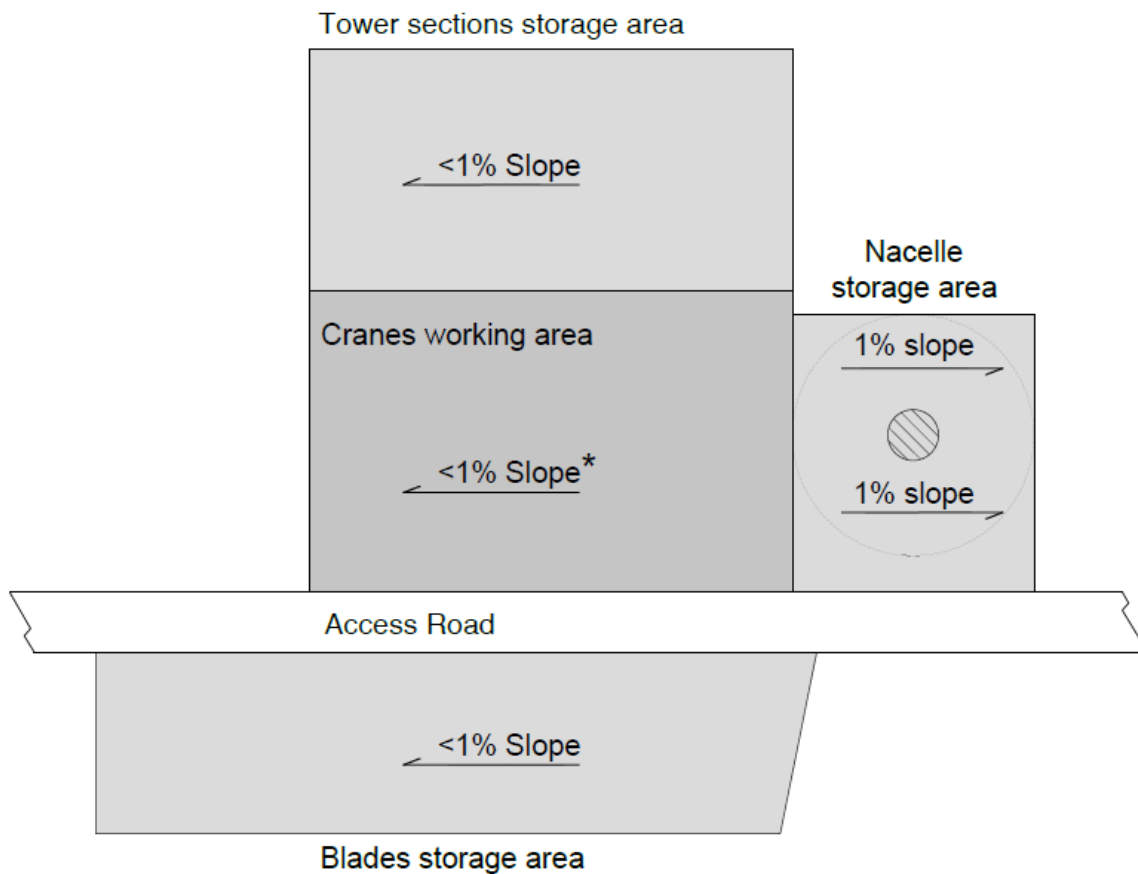
3. OTHER CONSTRUCTIVE DETAILS

3.1. Drainage

3.1.1. Levelling for drainage

In case that it is considered necessary to have a slope for water drainage, it will be 1% in all the area. The water flow will be conducted to evacuate the area of the wind turbine foundation and the main crane working area. The only exception will be the Main crane working area if a conventional crawler crane is used, which will be levelled at 0%.

There will not be any step between the different areas. The corresponding transition slopes will be done to avoid the steps between areas.



(*) If conventional crawler crane is used, the Main crane working area will be levelled at 0%

Figure 17: Drainage Slope

3.1.2. Drainage ditches

In areas where it is foreseen that rain water may invade the crane pad (high mountains around the crane pad, heavy rain is expected and crane pad interrupts the water flow of the natural drainage) a ditch along the perimeter of the crane pad must be made to facilitate drainage.

3.2. Safety distance in the proximity of slopes

In the event that the pad is located on an embankment or a natural slope, the cranes and/or the wind turbine components shall keep an adequate safety distance to prevent the edge from collapsing. Such safety distance will depend on the type of ground:

- Soft/embanked ground: 2 times the slope height h .
- Hard/natural ground: 1 time the slope height h .

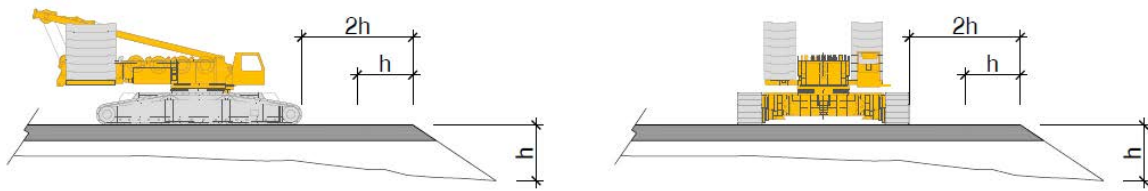


Figure 18: Safety distance in the proximity of slopes

The pad measurements shall be increased with the required safety distance to the slope edge, and a clearly distinguishable line on the ground shall signal the corresponding limits not to be crossed. Main crane area defined in this specification dimensions shall be always ensured although above indicated $2h$ security distance applies.

The angle of the cut and fill slopes and the maximum height will be defined by a geotechnical specialist.

Furthermore, in case the pad is situated next to a mountain wall or other high-rising obstacles, the crane pad shall be separated by at least an additional 3 meters from such obstacles in order to perform all maneuvers with ease and prevent damaging components.

3.3. Safety distance to overhead power lines

The following safety distance from the wind turbine tower to the nearest overhead power line pylon is required **to ensure safe lifting of tools and parts to the nacelle** during both construction and service phases.

Wind turbine Hub Height	Medium Voltage OH Pylon Height	Critical angle	Minimum distance OH Line – Wind Turbine
65 m	15 m	39,7°	51,5 m
80 m	15 m	35,7°	56,6 m
84 m	15 m	34,8°	57,9 m
91,5 m	15 m	33,3°	60,2 m
94 m	15 m	32,8°	60,9 m
95 m	15 m	32,6°	61,2 m
105 m	15 m	31,1°	64,1 m
116,5 m	15 m	29,3°	67,2 m
117 m	15 m	29,3°	67,3 m
119 m	15 m	29,0°	67,8 m
125 m	15 m	28,3°	69,4 m
140 m	15 m	26,7°	73,1 m

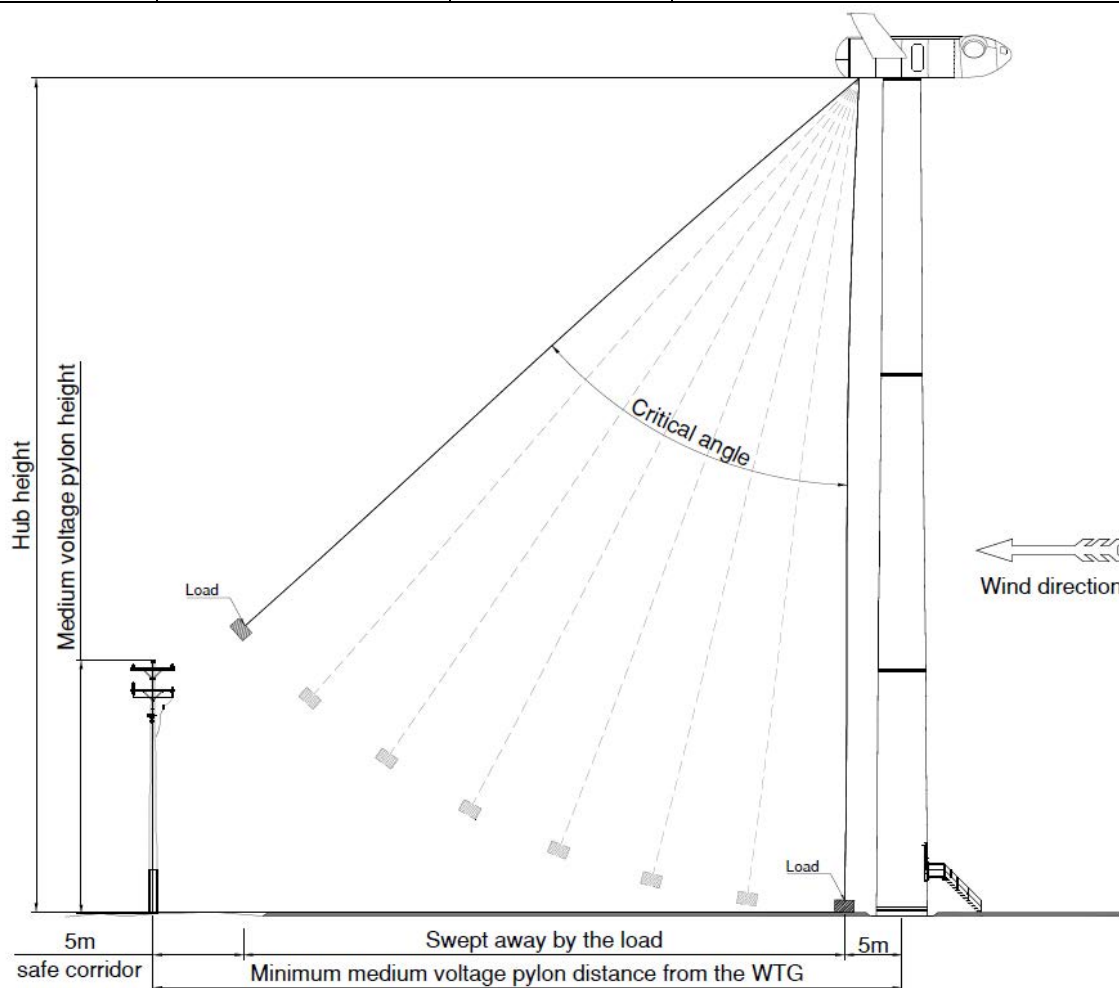


Figure 19: Minimum safety distance from wind turbine tower to nearest overhead power line

In case of other OH Pylon height, the calculation of the safety distance can be done by following the same schema as on the above Figure.

On all the wind turbine components lifting operations, both during wind turbine erection on construction phase and for blades or any other component replacement on service phase, the nearby overhead power lines will be de-energized. Furthermore, if there is any possibility of interference with the wind turbine components lifting operation, the interfering overhead power line will be taken down.

4. CRANE PADS ACCEPTANCE

The following verifications will be performed for the acceptance of the crane pads before unloading the wind turbine components and proceeding to the erection.

4.1. Bearing capacity and compaction

In all the below cases, the corresponding reports will be presented for the crane pads acceptance.

4.1.1. Bearing capacity verification

Bearing capacity on main crane working area

The working area below the main crane, where a high bearing capacity is necessary, will be tested with a static plate bearing test located in the front area of the main crane looking to the wind turbine foundation, where the maximum pressure to the soil is applied.

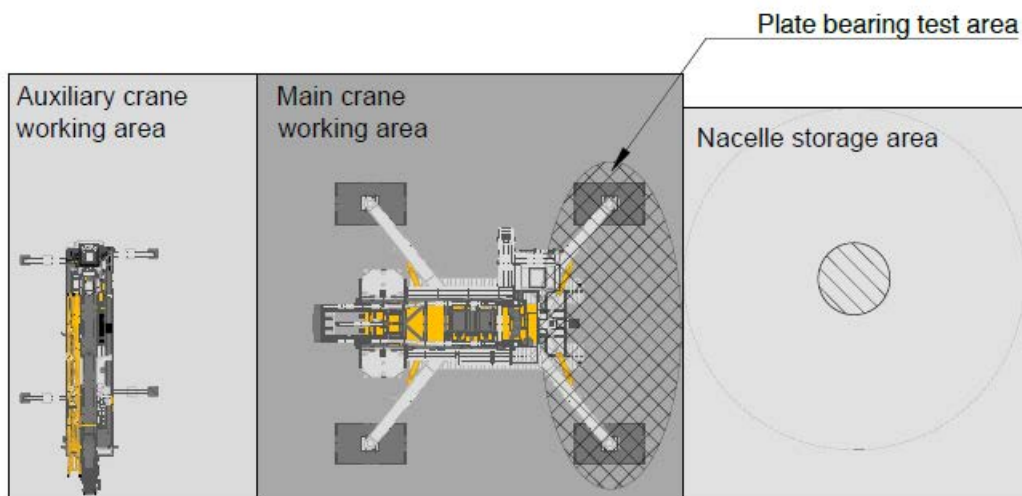


Figure 20: Plate bearing test area on Main crane working area

Bearing capacity on embankments

All the areas of the crane pad that have been built by backfilling must be tested with a static plate bearing test to ensure the required bearing capacity. As exception the backfilling over the wind turbine foundation does not to be verified with the plate bearing test because the soil underneath the foundation must be verified during its construction.

The plate bearing test will be performed in the border of the useful area of the embankment, where the wind turbine components and the cranes can be placed by respecting the safety distance to the slope.

In high embankments, a study of its stability will have to be performed by an accredited laboratory, as an additional safety measurement.

Relation between bearing capacity and plate bearing test

The accredited laboratory that makes the static plate bearing test shall set up the acceptance criteria on it to confirm the required bearing capacity.

Just to have a reference, the following equivalence between the bearing capacity and the plate bearing test can be considered as a first approach, pending of the confirmation by the accredited laboratory that makes the plate bearing test according to the final plate to be used.

Bearing Capacity	E_{v2}	E_{v2}/E_{v1}
2 kg/cm ²	$E_{v2} > 50 \text{ MPa}$	$E_{v2}/E_{v1} < 3$
5 kg/cm ²	$E_{v2} > 100 \text{ MPa}$	$E_{v2}/E_{v1} < 2,2$

Figure 21: Approximate equivalence Bearing Capacity – Plate Bearing Test

Very Important

Soil conditions can change from the time when plate bearing tests are made on main crane working areas and embankments to the moment of the wind turbine erection. It may happen for instance after heavy rain or high insolation weather. On these cases, it is recommended to repeat the plate bearing test for verification before the cranes and components occupy the crane pad.

4.1.2. Compaction tests

In the backfilled areas, the material will be compacted on layers of 20 cm. The quality of the compaction of every 20 cm layer will be checked by the nuclear density test (or any other available density test). The compacted layer will be accepted if the density reaches 98% of the modified Proctor value.

The preferred areas to check the density will be those ones where the support of the components and the cranes work are located.

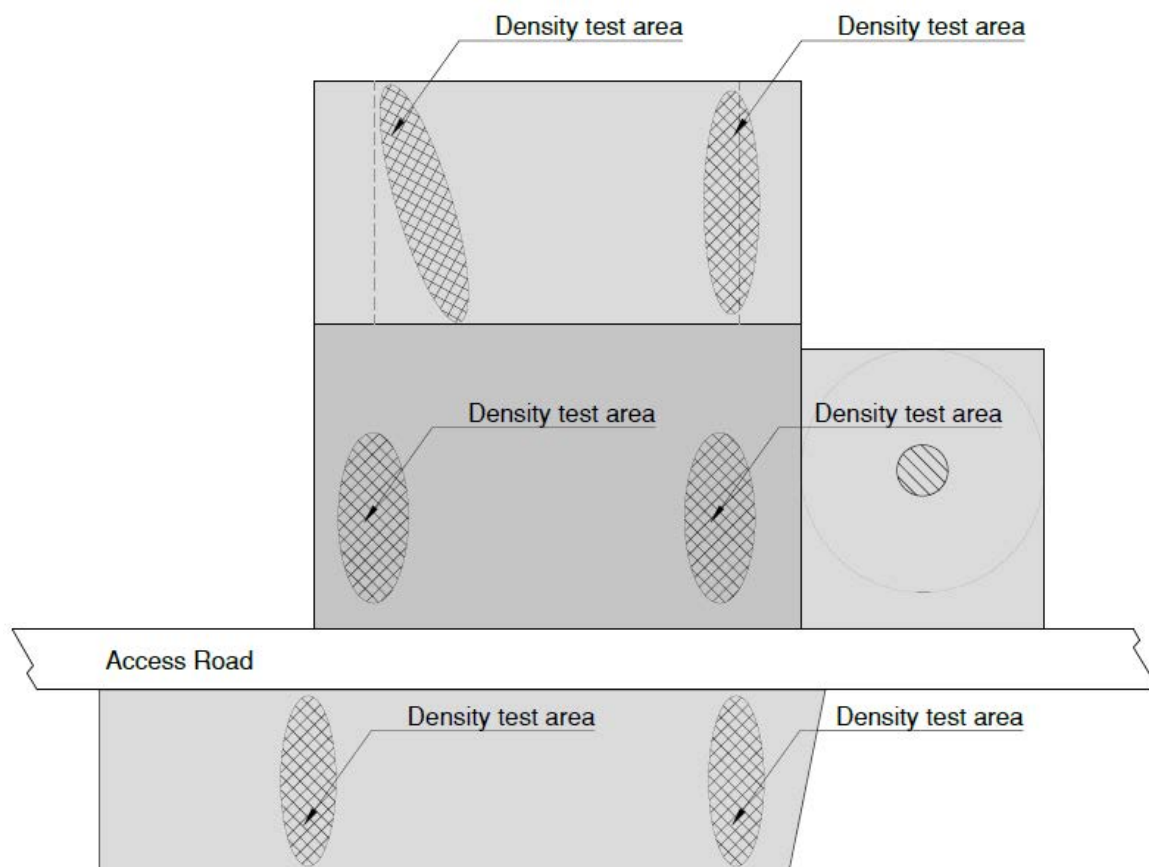


Figure 22: Suggested areas to verify the density after compaction

4.2. Dimensions and levelling

The dimensions of the different crane pads areas will be measured in order to verify the conformity with the present specification and the project specific drawings that could be agreed. In particular, the safety distances in the proximity of slopes and overhead power lines will be verified (see Section 3.2.).

When crawler crane is used, it will be verified the levelling at 0% on the main crane working area. On the rest of the crane pad and for main cranes over outrigger jacks, it will be verified that the maximum slope does not exceed 1%.

4.3. Pavement material

The nacelle storage area (around the wind turbine) and the cranes working area will always be covered by gravel or graded aggregate material. The tower sections and blade storage areas will also be covered with these materials in the cases where rain and mud could be expected, in order to avoid unsafe slippery work conditions.

This pavement layer is recommended to be 15 cm on the nacelle storage area (around the wind turbine) and the cranes working area, and it could be reduced to 10 cm on the tower sections and blade storage areas, depending on the expected conditions (if really needed). It will be compacted to 98% Modified Proctor.

In order to ensure the quality of the pavement material and to avoid mud formation, the following essays should be done.

- Modified Proctor, according to ASTM D1557-09, AASHTO T180-01 (or its national equivalent standard).
- Liquid limit and plasticity index*, according to ASTM D-4318, AASHTO T90-00 (2004) or ISO/TS 17892-12 (or its national equivalent standard).
- Grain Size by sieving**, according to EN 933-1:2012 or ASTM C-136 (or its national equivalent standard).

(*) The graded aggregate used as pavement shall have low plasticity in order to prevent mud formation when it rains. Under no circumstances shall a graded aggregate with plasticity index (PI) value greater than 9 be accepted.

(**) Graded aggregate maximum grain size shall be lower than 25mm and fines content shall be lower than 10% (<10% pass #200mm sieve). To have a reference, the grain size shall be between the following limits that are indicated on the following tables.

Natural Graded Aggregate

NATURAL GRADED AGGREGATE SIEVE SIZE: EN-933-2, ASTM C136										
% CUMULATIVE PASSING										
Graded Aggregate	EN	40	25	20	8	4	2	0,5	0,25	0,063
	ASTM	1,5	1	3/4	3/8	Nº4	Nº10	Nº40	Nº60	Nº230
0/20	max	-	100	100	75	61	50	32	24	11
	min	-	100	80	45	32	25	10	5	0

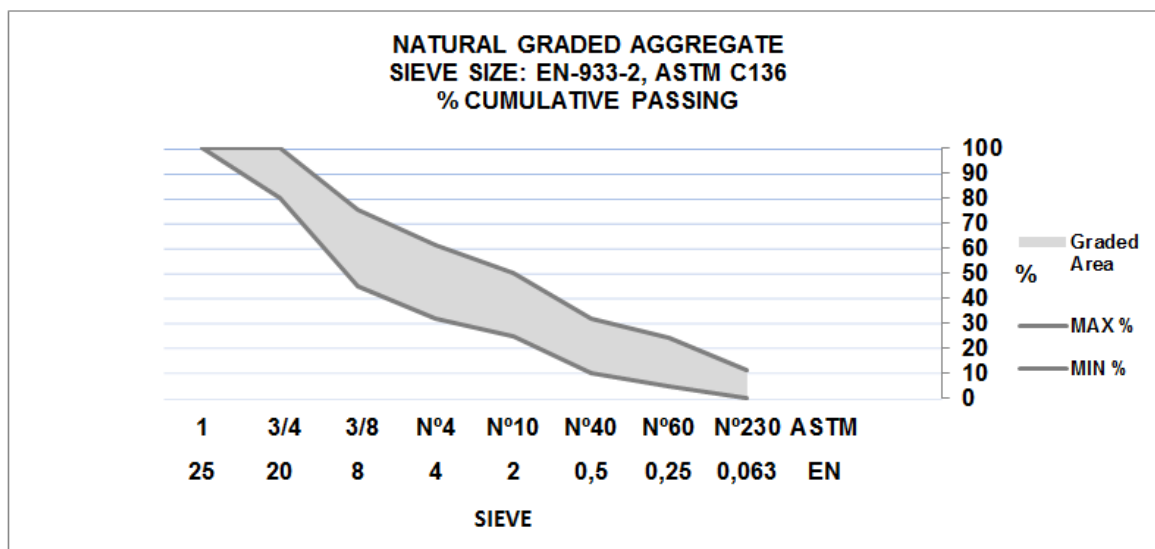


Figure 23: Natural Graded Aggregate Grain size

Artificial Graded Aggregate

ARTIFICIAL GRADED AGGREGATE SIEVE SIZE: EN-933-2, ASTM C136											
% CUMULATIVE PASSING											
Graded Aggregate	EN	40	32	25	20	8	4	2	0,5	0,25	0,063
	ASTM	1,5	1,25	1	3/4	3/8	Nº4	Nº10	Nº40	Nº60	Nº230
0/20	% max	-	-	100	100	73	54	40	24	18	9
	% min	-	-	100	75	45	31	20	9	8	0

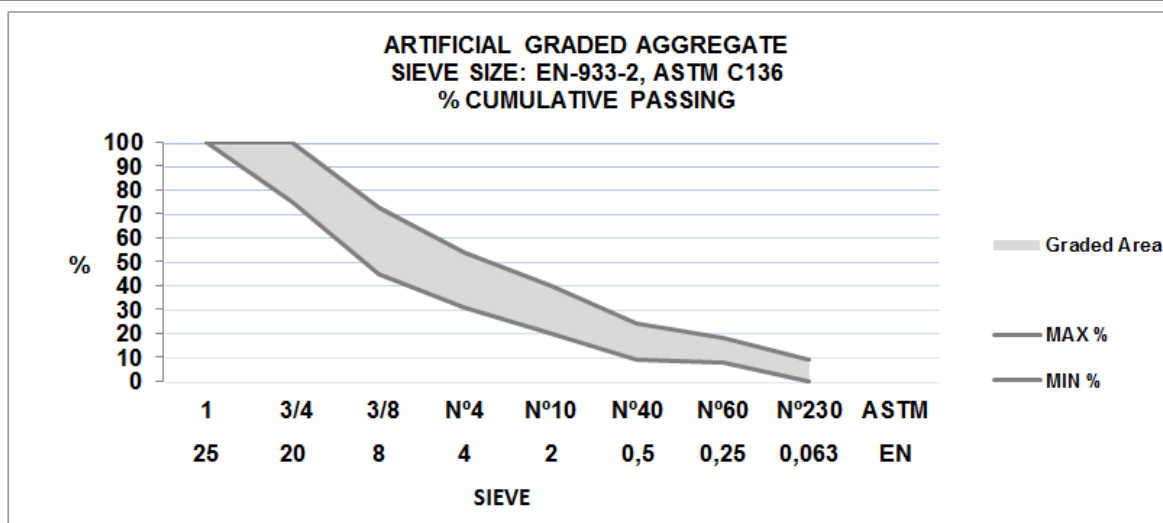


Figure 24: Artificial Graded Aggregate Grain size

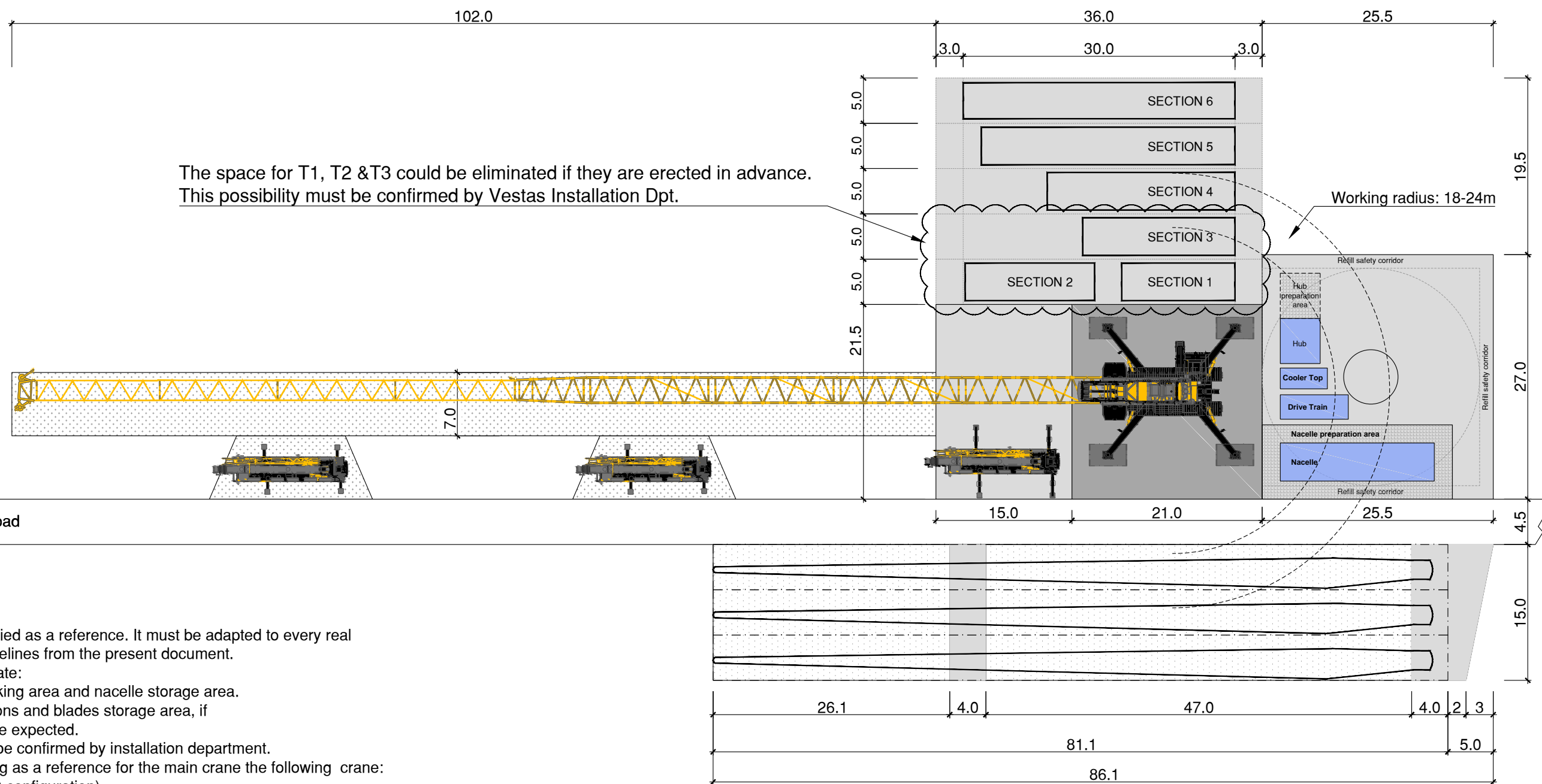
ANNEX: CRANE PADS STANDARD DRAWINGS

Very Important

The following standard drawings show a crane pad general configuration without knowing the conditions, constraints and equipment that will appear on a specific project.

Consequently, the following drawings can be used as a reference, but they are not valid for construction.

The civil designer must adapt the following drawings to every real project according to the guidelines from the present document.




- Notes:
- (1) The present drawing is supplied as a reference. It must be adapted to every real project according to the guidelines from the present document.
 - (2) Pavement of graded aggregate:
 - Mandatory on cranes working area and nacelle storage area.
 - Necessary on tower sections and blades storage area, if slippery work conditions are expected.
 - (3) Tower final dimensions to be confirmed by installation department.
 - (4) Crane pad design considering as a reference for the main crane the following crane:
Liebherr LR 1600-2 W (SL2D configuration)
Raise capacity of 97 tons up to 138 meters height.
 - (5) All units are in meters.

Legend:

- Bearing capacity: Crane pressure + safety factor
- Bearing capacity: 2 Kg/cm²
- Area free of obstacles.

Auxiliary pad detail:
-Every 40m

12.00
7.00
18.00

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">PD-R13_DISCIPLINARE TECNICO PRESTAZIONALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD- R13_Disciplinare tecnico prestazionale</p>
		<p align="center">Pag. 145</p>

3. Pannelli fotovoltaici



BACKSHEET MONOCRYSTALLINE MODULE

PRODUCT: TSM-DE21

POWER RANGE: 650-670W

670W

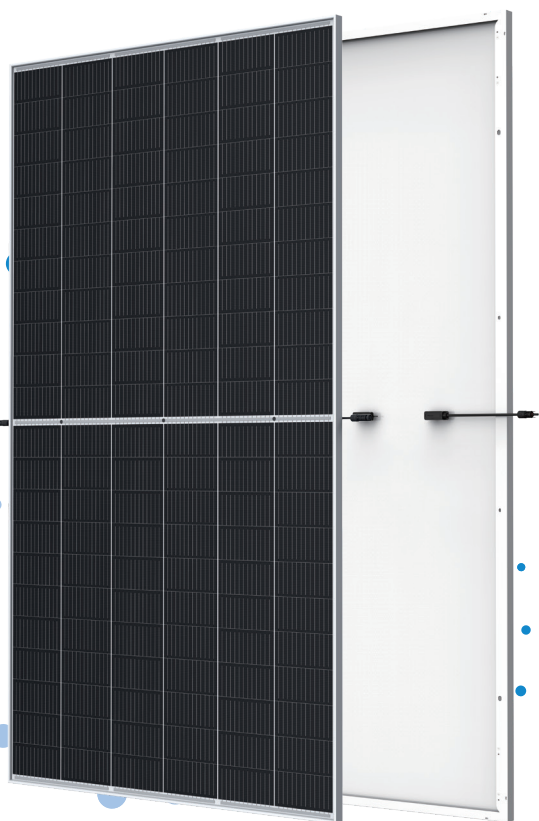
MAXIMUM POWER OUTPUT

0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

21.6%

MAXIMUM EFFICIENCY



High customer value

- Lower LCOE (Levelized Cost Of Energy), reduced BOS (Balance of System) cost, shorter payback time
- Lowest guaranteed first year and annual degradation;
- Designed for compatibility with existing mainstream system components



High power up to 670W

- Up to 21.6% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection



High reliability

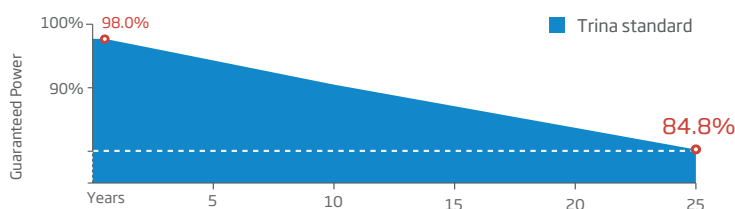
- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load



High energy yield

- Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low irradiation performance, validated by 3rd party certifications
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions
- Lower temperature coefficient (-0.34%) and operating temperature

Trina Solar's Backsheet Performance Warranty



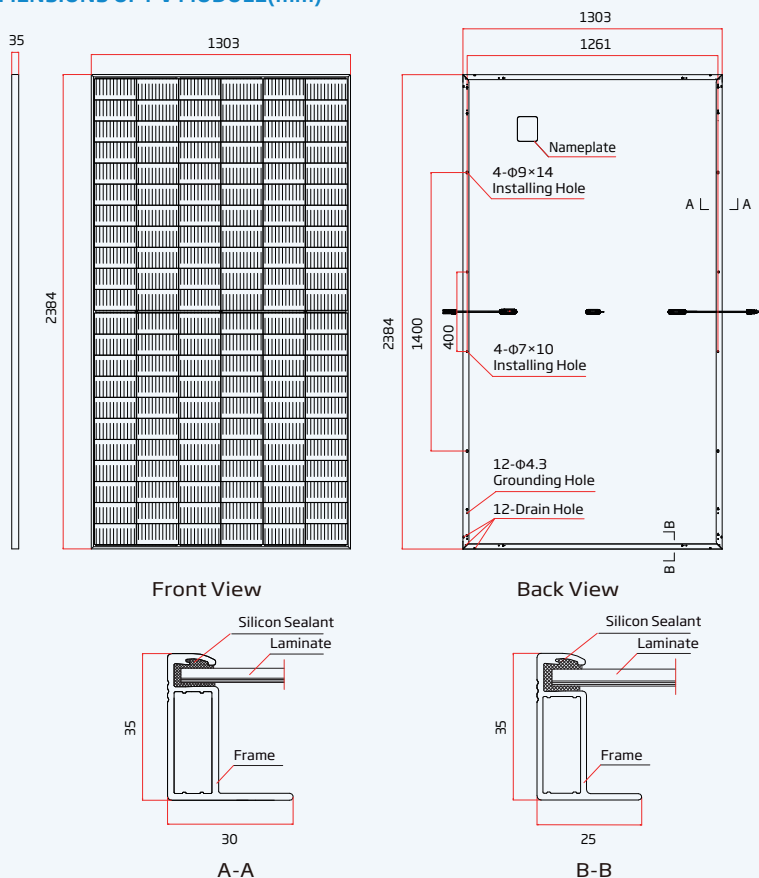
Comprehensive Products and System Certificates



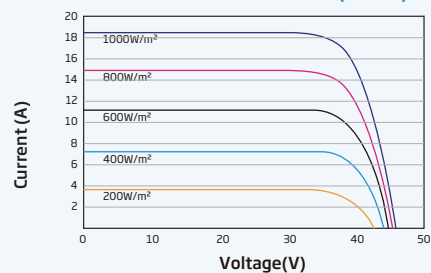
IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716
 ISO 9001: Quality Management System
 ISO 14001: Environmental Management System
 ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
 ISO45001: Occupational Health and Safety Management System

Trinasolar

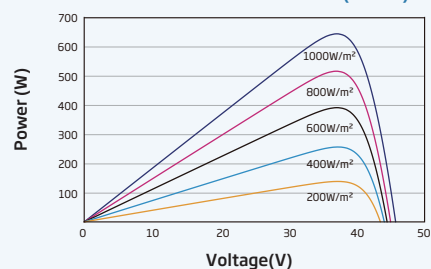
DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



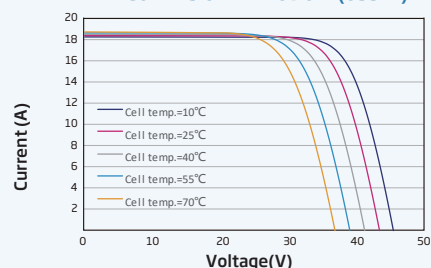
I-V CURVES OF PV MODULE(655 W)



P-V CURVES OF PV MODULE(655W)



I-V CURVES OF PV MODULE(655 W)



ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts-P _{MAX} (Wp)*	650	655	660	665	670
Power Tolerance-P _{MAX} (W)	0 ~ +5				
Maximum Power Voltage-V _{MPP} (V)	37.4	37.6	37.8	38.0	38.2
Maximum Power Current-I _{MPP} (A)	17.39	17.43	17.47	17.51	17.55
Open Circuit Voltage-V _{OC} (V)	45.3	45.5	45.7	45.9	46.1
Short Circuit Current-I _{SC} (A)	18.44	18.48	18.53	18.57	18.62
Module Efficiency η _m (%)	20.9	21.1	21.2	21.4	21.6

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. *Measuring tolerance: ±3%.

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power-P _{MAX} (Wp)	492	496	500	504	508
Maximum Power Voltage-V _{MPP} (V)	34.9	35.1	35.3	35.4	35.6
Maximum Power Current-I _{MPP} (A)	14.09	14.13	14.17	14.22	14.26
Open Circuit Voltage-V _{OC} (V)	42.7	42.9	43.0	43.2	43.4
Short Circuit Current-I _{SC} (A)	14.86	14.89	14.93	14.96	15.01

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2384×1303×35 mm (93.86×51.30×1.38 inches)
Weight	33.3 kg (73.4 lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	EVA
Backsheet	White
Frame	35mm(1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm² (0.006 inches²), Portrait: 350/280 mm(13.78/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MC4 EV02 / TS4*

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of P _{MAX}	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of V _{OC}	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of I _{SC}	0.04%/°C

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	30A


WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
25 year Power Warranty
2% first year degradation
0.55% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 31 pieces
Modules per 40' container: 558 pieces

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">PD-R13_DISCIPLINARE TECNICO PRESTAZIONALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD- R13_Disciplinare tecnico prestazionale</p>
		<p align="center">Pag. 149</p>

4. Trackers

CONVERT-1P

SINGLE-AXIS SOLAR TRACKER | 1-IN-PORTRAIT



Easy to Install. Easy to Own.

The modular design and superior engineering of Valmont® Solar Convert-1P Trackers make them simple to install, easy to maintain and built for long-term performance.



Simple, Robust Table Structure Design | Short rows provide best-in-class terrain following and layout density while enabling a stiff structure that minimizes failures and decreases long-term costs.



Innovative, Hybrid Controller Architecture | The wireless controller utilizes existing DC infrastructure to enable backup capabilities instead of failure-prone batteries or the need for auxiliary modules.



Global Supply Chain, Highest Quality | With 85 manufacturing facilities on six continents, Valmont has the footprint and capability to ship the highest-quality product while offering unmatched price stability and availability.



International, Bankable Product Portfolio | The Convert-1P Single-Axis Solar Trackers have been deployed in 11 countries on four continents, generating over 3.5GW for leading customers, financiers and partners.



THE IDEAL SOLUTION FOR:
Distributed Generation Projects
Utility-Scale Projects

STRUCTURAL/MECHANIC FEATURES

Tracking Technology	Horizontal, balanced single-axis tracker with independently driven rows and backtracking
Maximum Tracking Error¹	Up to ± 20 mm horizontally in all directions ; up to $\pm 5^\circ$ twist ; up to $\pm 2^\circ$ out-of-plumb
Rotation Angle	$110^\circ (\pm 55^\circ) / 80^\circ (\pm 40^\circ)$
Module Compatibility	Adaptable to all available PV modules types on market: Monofacial and Bifacial (thin film, framed and frameless)
Ground Cover Ratio	Fully configurable; typical range from 30% to 50%
Terrain Flexibility	Up to 5% N-S standard, configurable up to 15% with extended pile length
Configurations	1 module in portrait

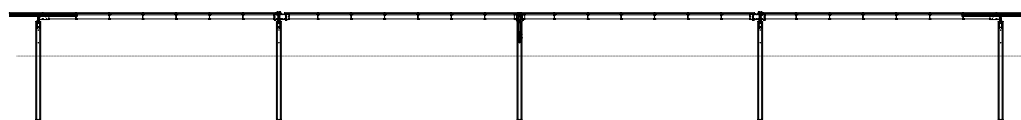
ELECTRONIC SPECIFICATIONS

Motor	Linear actuator with induction AC motor (lubrication free) with integrated encoder
System	Electronic control boards for multiple system architectures (two solutions 10 or 100 actuators in closed loop with encoder)
Power Supply	<ul style="list-style-type: none"> AC power supply from auxiliary service In-house combiner boxes with 5, 6 or 8 lines options Smart power integration with string inverters
Operating Temperature Range	$-20^\circ/50^\circ \text{ C}$
Solar Tracking Method	Astronomical clock with GPS input; self-configuring; no irradiation or tilt sensor required
Monitoring & Data Stream	Wireless or wired (RS485, Ethernet, Fiber Optic)
Communication	Real-time local or remote communication data provided via Modbus

INSTALLATION

Foundation	Compatible with all foundation types (driven pile, concrete)
Installation Method	Requires no specialized personnel or equipment; no in-field welding
Module Installation Method	Rivets or bolts
Grounding Method	Direct ramming, or pre-drilled solutions depending on geo-technical properties of the terrain
Warranty	10 years on structural components; 5 years on motors and electronic components (extended warranty available)

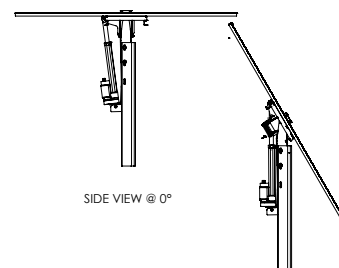
EXAMPLE OF: TYPICAL TRACKER TABLE WITH 30 MODULES



FRONT VIEW @ 0°



TOP VIEW @ 0°



SIDE VIEW @ 0°

SIDE VIEW @ 55°

QUALIFICATIONS & CERTIFICATES:

UL 2703
UL 3707
ISO 9001
IEC 65817
ISO 14001
ISO 45001
ISO 50001



1. when average terrain slope is below 5%



Tender checklist guidelines | EMEA

Rev. Apr 23

Introduction

In order to ensure appropriate calculation of the supply and provide our customers the best service, we ask to fill a table with specific parameters in order to provide a quotation and speed up the technical alignment before the purchase order takes place.

#	Sample project data
Client	Sicilia
Project's Name	Pluton
DC power [MW]	10
Location (kmz) or coordinates	41°49'54.07"N 12°29'32.92"E
Tracker type	1P
Module x String	30
Amount of trackers	513
PV module manufacturer	Trina
PV module type	TSM-650DEG21C.20 - Bifacial
PV module Power [W]	650
no. PV modules	15385
Module dim.	2384x1303
PV module holes diagonal dim. [mm]	1264
Frame measures [mm]	35x35
Rail fixing distance	400 mm
Module Fixing type	Bolts or Rivets
Minimum height from ground [mm]	400
maximum authorized height [m]	2,7 or N/A
Pitch [m]	4,8
Corrosion Class	C3
Layout .dwg format	yes
Geological report	yes/no
Topography curves .dwg	yes
Inverter grid	Centralized/Distributed
Inverter model	Huawei SUN2000-185KTL-H1
Expected delivery	mm/aaaa or Q2

Tracker type	Module x String	N. of TRJ	PV module	PV module type	V module Power [W]	no. PV modules	Module dim	module holes diagonal dim.	Frame measures	Initial fixing distance	Module Fixing type	Minimum height from ground	Maximum authorized height	Pitch	Corrosion Class	Layout .dwg format	Geological report
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1303	1264	35x35	400 mm	Rivets	400	2,7	4,8	C2	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1304	1264	35x35	400 mm	Rivets	401	2,7	5	C3	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1305	1264	35x35	400 mm	Rivets	402	2,7	4,8	C2	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1306	1264	35x35	400 mm	Rivets	403	2,7	5	C3	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1307	1264	35x35	400 mm	Rivets	404	2,7	4,8	C2	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1308	1264	35x35	400 mm	Rivets	405	2,7	5	C3	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1309	1264	35x35	400 mm	Rivets	406	2,7	4,8	C2	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1310	1264	35x35	400 mm	Rivets	407	2,7	5	C3	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1311	1264	35x35	400 mm	Rivets	408	2,7	4,8	C2	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1312	1264	35x35	400 mm	Rivets	409	2,7	5	C3	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1313	1264	35x35	400 mm	Rivets	410	2,7	4,8	C2	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1314	1264	35x35	400 mm	Rivets	411	2,7	5	C3	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1315	1264	35x35	400 mm	Rivets	412	2,7	4,8	C2	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1316	1264	35x35	400 mm	Rivets	413	2,7	5	C3	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1317	1264	35x35	400 mm	Rivets	414	2,7	4,8	C2	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1318	1264	35x35	400 mm	Rivets	415	2,7	5	C3	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1319	1264	35x35	400 mm	Rivets	416	2,7	4,8	C2	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1320	1264	35x35	400 mm	Rivets	417	2,7	5	C3	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1321	1264	35x35	400 mm	Rivets	418	2,7	4,8	C2	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1322	1264	35x35	400 mm	Rivets	419	2,7	5	C3	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1323	1264	35x35	400 mm	Rivets	420	2,7	4,8	C2	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1324	1264	35x35	400 mm	Rivets	421	2,7	5	C3	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1325	1264	35x35	400 mm	Rivets	422	2,7	4,8	C2	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1326	1264	35x35	400 mm	Rivets	423	2,7	5	C3	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1327	1264	35x35	400 mm	Rivets	424	2,7	4,8	C2	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1328	1264	35x35	400 mm	Rivets	425	2,7	5	C3	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1329	1264	35x35	400 mm	Rivets	426	2,7	4,8	C2	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1330	1264	35x35	400 mm	Rivets	427	2,7	5	C3	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1331	1264	35x35	400 mm	Rivets	428	2,7	4,8	C2	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1332	1264	35x35	400 mm	Rivets	429	2,7	5	C3	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1333	1264	35x35	400 mm	Rivets	430	2,7	4,8	C2	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1334	1264	35x35	400 mm	Rivets	431	2,7	5	C3	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1335	1264	35x35	400 mm	Rivets	432	2,7	4,8	C2	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1336	1264	35x35	400 mm	Rivets	433	2,7	5	C3	yes	yes
P	30	513	Trina	SM-650DEG21C.20 - Bifacial	650	15385	2384x1337	1264	35x35	400 mm	Rivets	434	2,7	4,8	C2	yes	yes

Example of data for a single project

Data for a cluster of plants is best fit in a multi-column matrix

Data types

Only highlighted data is required to receive a first, or budgetary, Request for Quotation (RFQ). Whether the remaining data is not necessary to receive a first offer, it will be necessary in the following steps of the tender phase and executive tracker design.

#	Sample project data
Client	Sicilia
Project's Name	Pluton
DC power [MW]	10
Location (kmz) or coordinates	41°49'54.07"N 12°29'32.92"E
Tracker type	1P
Module x String	30
Amount of trackers	513
PV module manufacturer	Trina
PV module type	TSM-650DEG21C.20 - Bifacial
PV module Power [W]	650
no. PV modules	15385
Module dim.	2384x1303
PV module holes diagonal dim. [mm]	1264
Frame measures [mm]	35x35
Rail fixing distance	400 mm
Module Fixing type	Bolts or Rivets
Minimum height from ground [mm]	400
maximum authorized height [m]	2,7 or N/A
Pitch [m]	4,8
Corrosion Class	C3
Layout .dwg format	yes
Geological report	yes/no
Topography curves .dwg	yes
Inverter grid	Centralized/Distributed
Inverter model	Huawei SUN2000-185KTL-H1
Expected delivery	mm/aaaa or Q2

It is also very important to attach some documents to any RFQ:

- PV module datasheet
- Layout of the plant in .dwg format

These documents allow our sales team to:

- Evaluate optimizations
- Identify interferences
- Avoid technical misunderstandings

Main parameters

Each row of this table is fundamental to provide the best service and quotation accuracy:

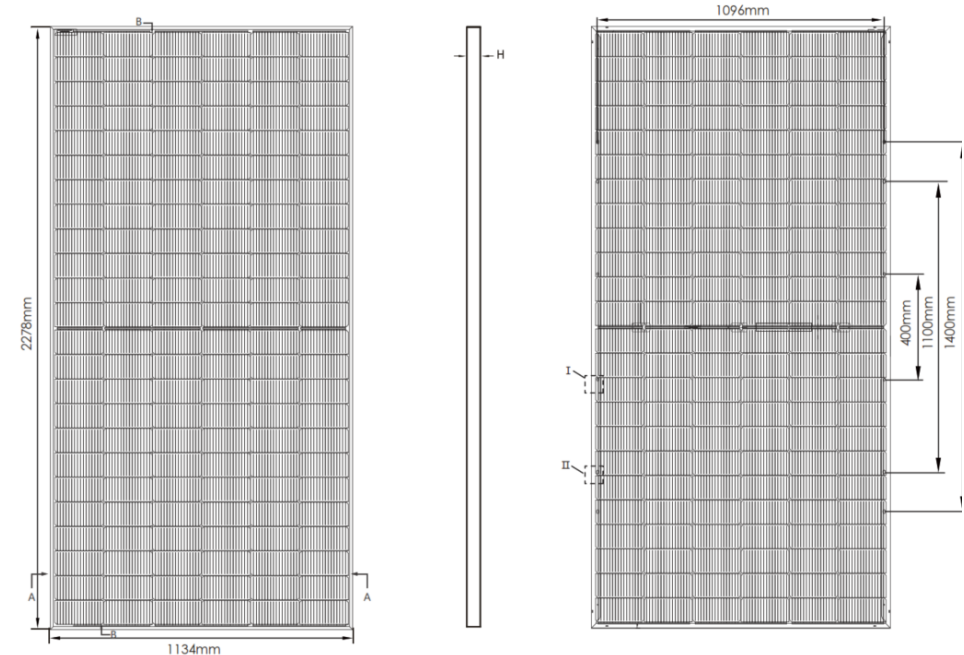
#	Sample data
Client	Sicilia
Project's Name	Pluton
DC power [MW]	10
Location (kmz) or coordinates	41°49'54.07"N 12°29'32.92"E
Tracker type	1P
Module x String	30
Amount of trackers	513

- **Client and Project's name:** To add or update existing client portfolio and opportunities.
- **Coordinates:** Allows to identify the position of the plant, wind zone, nearby sources of corrosion.
- **Tracker type:** A choice between our single-axis trackers (1P can be for any plant size, 2P available only above 20MW).
- **Modules x String:** Allows the sales team design a single-axis tracker geometry tailored on customer's choice.
- **Number of trackers:** The total amount of trackers per string type.

PV module parameters

PV module data is pivotal for tracker sizing:

PV module Power [W]	650
Module dim.	2278x1134
PV module holes diagonal dim. [mm]	1096
Rail fixing distance	400 mm
Module Fixing type	Bolts or Rivets



Module geometry: length, width and cross-diagonal holes position.

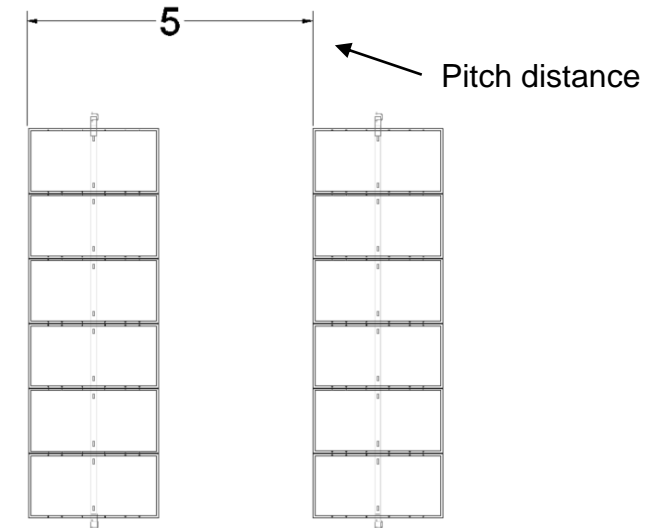
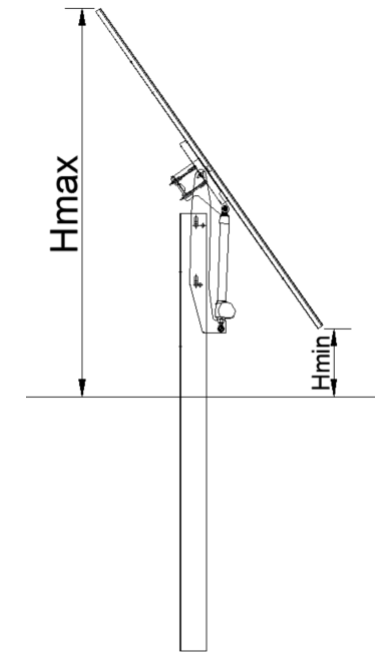
- **Rail fixing distance:** can be any of those available for the chosen PV module.
- **Module fixing type:** Rivets is our recommended choice for simplicity, resistance to loosening and antitheft properties. Bolts is also a viable choice. Fixing type must be specified only when a quotation from Valmont Solar is requested.

Structural parameters

Tracker min/max height is also important for tracker structural sizing:

Minimum height from ground [mm]	400
maximum authorized height [m]	2,7 or N/A
Pitch [m]	4,8
Corrosion Class	C3

- **Minimum height:** Standard length is 400mm. It can be higher due to snow load or for agricultural purposes.
- **Maximum height:** Some locations may have a maximum height due to local standards. Be sure to get informed about if any restriction, or none, are in place.
- **Pitch:** is a measure of the distance between two adjacent rows. The minimum size is usually two times the module length in the tracking direction (usually East to West when the azimuth is 0°). A lower pitch would increase backtracking's amount, reducing daily plant's productivity. Higher pitch is limited by plant's space availability.
- **Corrosion class:** Based on customer's own requirements. We can provide our own assessment if requested.



General plant parameters

General plant parameters may greatly influence the final offer:

Layout .dwg format	yes
Geological report	yes/no
Topography curves .dwg	yes

- **Layout in .dwg format:** it is needed to provide a general evaluation of the plant and the type of structures and power system to be supplied.
- **Geological report:** a complete survey is recommended. Check the following slides about typical requirements.
- **Topography curves:** useful to create a topographic mesh, in order to understand the presence and the entity of slopes within the plant.



Geological report: requirements

The geological report is **mandatory** for the design of the tracker and to define the types and the loads of POT to be performed.

The geological report must be composed of the following content (scaling with plant size):

1. MASW:

A minimum of 2 MASW for 1 MW, to evaluate the ground stiffness and deduce the shear-wave velocity to classify the seismic zone.

2. Standard penetration test (SPT or DPSH):

Up to 4 m depth, allowing to define the geotechnical properties of the soil.

3. Trial Pits:

To determine the composition and the structure of the subsurface (must reach 2,5 m depth).

4. Water-table test:

If a water body is expected within 5 m depth, check the true depth using a piezometer.

5. Laboratory test from undisturbed samples:

2 undisturbed soil samples for at 0,5 m and 1,5 m depth, that are collected from the site, close to the SPT points, to determine the geological parameters in the following list.

EXAMPLE of DPSH & Lab tests

Plant size MW	TOT MASW	Trial Pits	Tot. DPSH	Laboratory samples at 0,5m and 1,5m
1	2	2	7	2
2	2	2	10	2
3	2	2	12	2
4	3	3	13	2
5	3	3	15	2
10	4	4	20	2
15	8	8	30	3
20	10	10	36	4
40	10	10	44	7
50	10	10	50	8
80	15	15	68	12
100	15	15	75	16

It is important that tests are homogeneously distributed across the area where trackers will be placed.

Geological reports: Laboratory Tests

The lab analysis should determine:

- Unit weight, γ [kN/m³]
- Cohesion, c' [kPa]
- Undrained cohesion, c_u [kPa]
- Friction angle of the soil ϕ [°]



In case of refusal of penetrating tests, additional coring tests must be accomplished at 5 metres depth, at maximum 3 metres from the refusal zone

If the structure is classified according to the local law as use class IV, it will be necessary to integrate the geological report with:


- Average local response spectra;
 - Local normalized elastic response spectra;
 - Comparison between normative response spectra and local spectra
- Such spectra need to be done for SLV, SLC, SLD and SLO

Final data

Information about inverter and delivery is useful for many reasons:

Inverter grid	Centralized/Distributed
Inverter model	Huawei SUN2000-185KTL-H1
Expected delivery	mm/aaaa or Q2

- **Inverter grid:** It defines the used type of supply system in use. It helps our team to understand the best tracker supply system that will be included within the quotation.
- **Inverter model:** It is useful to recover the installation manual and select the most suitable controller type.
- **Expected delivery:** it allows to include the supply in our schedule and make calculations about first possible shipment according to our availability.

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">PD-R13_DISCIPLINARE TECNICO PRESTAZIONALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD- R13_Disciplinare tecnico prestazionale</p>
		<p align="center">Pag. 163</p>

5. Inverter

SUN2000-215KTL-H3

Smart String Inverter



100A
Per MPPT



99.0%
Max. Efficiency



String-Smart
Switch



Smart I-V Curve
Diagnosis Supported



MBUS
Supported



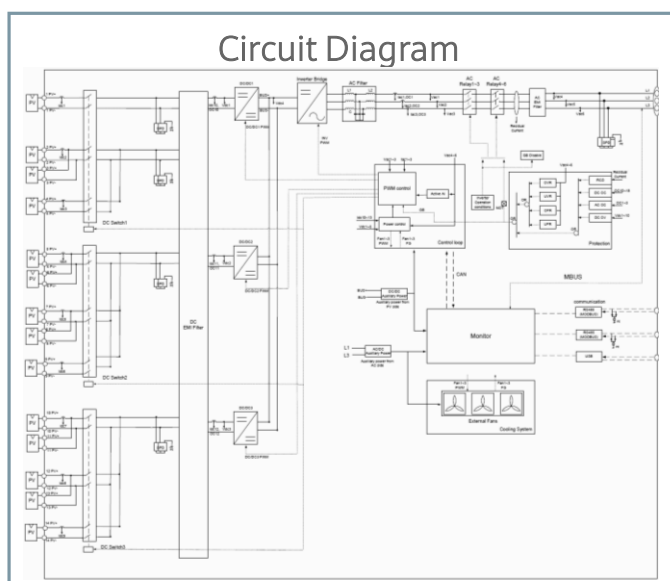
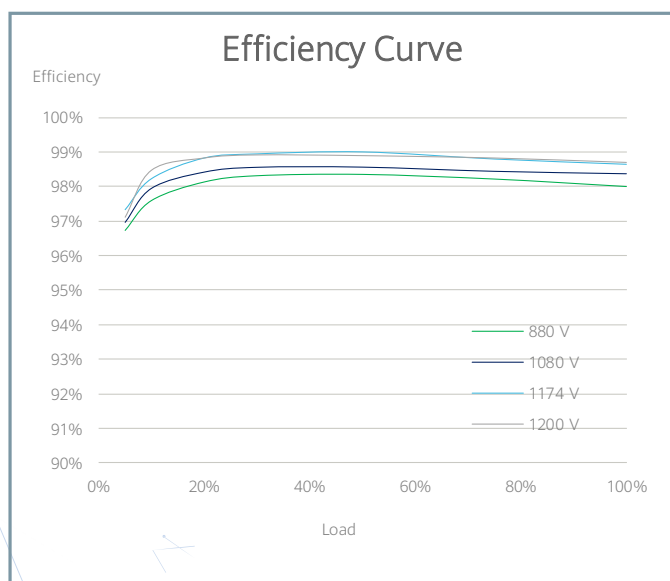
Fuse Free
Design



Surge Arresters for
DC & AC



IP66
Protection



Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.6%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	3
Max. Current per MPPT	100A/100A/100A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (191.8 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

SUN2000-105KTL-H1

Smart String Inverter



6
MPP Trackers



99.0%
Max. Efficiency



String-level
Management



Smart I-V Curve
Diagnosis Supported



Residual Current
Monitoring Integrated



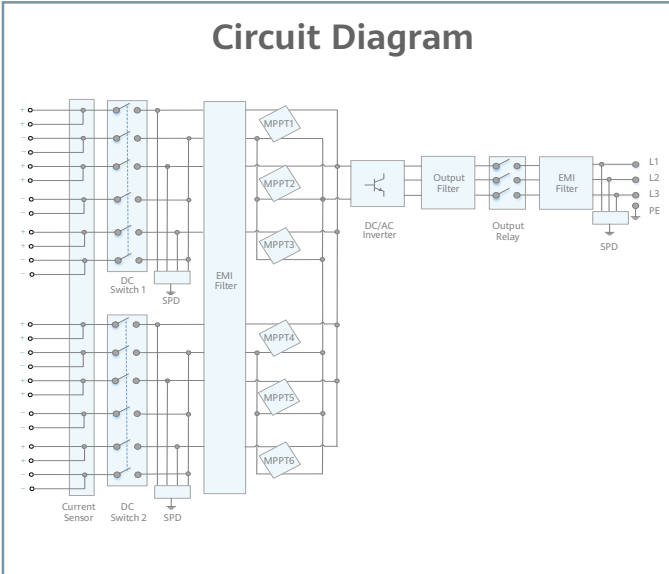
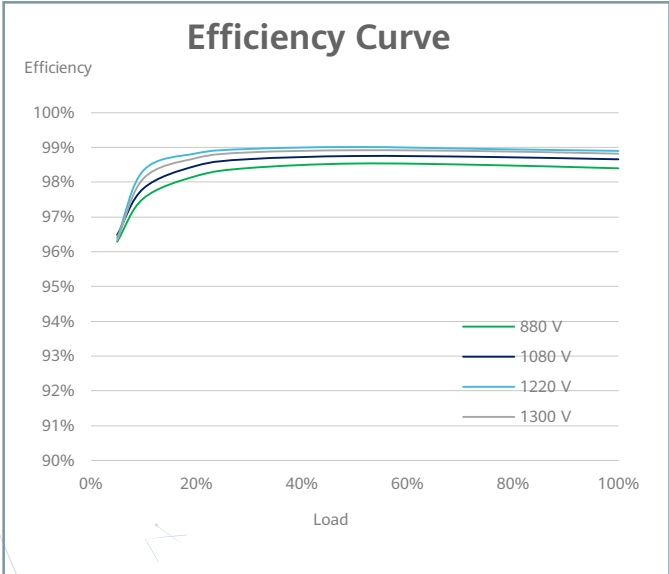
Fuse Free
Design



Surge Arresters
for DC & AC




IP65
Protection



Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	99.0%
European Efficiency	98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	25 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	33 A
Start Voltage	650 V
MPPT Operating Voltage Range	600 V ~ 1,500 V
Rated Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	12
Number of MPP Trackers	6
Output	
Rated AC Active Power	105,000 W
Max. AC Apparent Power	116,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	116,000 W
Rated Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current	75.8 A
Max. Output Current	84.6 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, Bluetooth/WLAN + APP
USB	Yes
RS485	Yes
MBUS	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,075 x 605 x 310 mm (42.3 x 23.8 x 12.2 inch)
Weight (with mounting plate)	79 kg (174.2 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Natural Convection
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Amphenol UTX
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP65
Topology	Transformerless
Standard Compliance (more available upon request)	
Certificates	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, EN 50530, IEC 60068, IEC 61683, IEC 61727, UTE C15-712-1, RD 413, RD 1699, RD 661, RD 1565, P.O. 12.3, UNE 206007-1 IN, UNE 206006 IN, G59/3, CEI 0-16,VDE4120

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">PD-R13_DISCIPLINARE TECNICO PRESTAZIONALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD- R13_Disciplinare tecnico prestazionale</p>
		<p align="center">Pag. 169</p>

6. Trasformatori

Trasformatori di distribuzione



EATON

Powering Business Worldwide



Alimentiamo un mondo che chiede di più.

Forniamo:

- **Soluzioni elettriche** che richiedono meno energia, migliorano l'affidabilità e rendono i posti in cui viviamo e lavoriamo più sicuri e più confortevoli
- **Soluzioni idrauliche ed elettriche** che consentono alle macchine di fornire una maggiore produttività senza sprechi di energia
- **Soluzioni aerospaziali** che rendono gli aerei leggeri, più sicuri, con costi di esercizio più contenuti, e che aiutano gli aeroporti ad operare in modo più efficiente
- **Soluzioni per la trasmissione e la propulsione dei veicoli** che forniscono più energia alle automobili, camion e bus, riducendo il consumo di carburante e le emissioni

Scopri la Eaton di oggi.

Alimentiamo il business in tutto il mondo

In qualità di gestore di energia a livello mondiale, aiutiamo i clienti in tutto il mondo a gestire l'energia necessaria negli edifici, camion automobili, macchinari e aziende.

Le tecnologie innovative di Eaton permettono di gestire l'energia elettrica, idraulica e meccanica in modo più affidabile, efficiente, sicuro e sostenibile.

Forniamo soluzioni integrate che aiutano a rendere l'energia - in tutte le sue forme - più pratica e accessibile.

Con un fatturato 2018 di 21,6 miliardi di dollari, Eaton impiega 99.000 dipendenti in tutto il mondo con vendite a clienti in più di 175 paesi.

Eaton.com



Powering Business Worldwide

Indice

Informazioni	02
Trasformatore in resina	04
Norme di riferimento	05
Vantaggi di un trasformatore in resina	06
Utilizzo di un trasformatore in resina	07
Tipi di prodotto.....	07
Produzione di trasformatori standard.....	08
Composizione	09
Accessori	10
Utilizzo dei trasformatori in resina in condizioni di funzionamento gravose	10
Tecnologia di produzione dei trasformatori in resina.....	11
Caratteristiche tecniche	12
Collaudi	15
Trasformatore in olio	16
Norme di riferimento	17
Tipi di prodotto.....	17
Composizione	18
Accessori	20
Tecnologia di produzione dei trasformatori in olio.....	21
Caratteristiche tecniche	23
Collaudi	27



Chi siamo

Ulusoy Elektrik A.S. è stata fondata come azienda di progettazione ingegneristica da Sait Ulusoy nel 1985. Opera come piattaforma di produzione integrata per una grande varietà di apparecchiature elettriche di media tensione per reti di distribuzione e impianti industriali e si è consolidata in Turchia come azienda leader e all'avanguardia nel settore dell'energia. Ulusoy Elektrik è riconosciuta come una delle maggiori aziende nel settore dell'industria elettromeccanica. L'azienda ha partecipato con successo alla realizzazione di numerosi progetti grazie ai risultati ottenuti nei mercati nazionali e internazionali, alla vasta gamma dei suoi prodotti di alta qualità, alla capacità di offrire innovazione nel settore e alla qualità del servizio offerto.

Ulusoy Elektrik opera all'interno di un'area di oltre 83.000 m² (dei quali 56.000 m² sono al coperto) ad Ankara (ASO First Organised Industrial Zone), a Temelli (Anatolia Organised Industrial Zone) e a Cikarang, Indonesia (Organised Industrial Zone).

Grazie a un personale di oltre 700 impiegati qualificati e più di 100 ingegneri specializzati, è in grado di completare la progettazione, lo sviluppo e le attività di R&D dei propri prodotti all'interno delle proprie strutture.



Grazie al completamento di importanti progetti, alla propria capacità produttiva e al successo riconosciuto nel settore, Ulusoy Elektrik si è classificata al 364° posto nel sondaggio relativo alle migliori 500 imprese turche del 2017 ("Turkey's Top 500 Industrial Enterprises") pubblicato annualmente dalla Camera di Commercio di Istanbul.

L'azienda è stata in grado di promuovere la produzione internazionale delle proprie apparecchiature di distribuzione di media tensione esportandole in oltre 70 Paesi.

Ulusoy Elektrik è un'azienda quotata in borsa (segmento Star della Borsa di Istanbul a novembre 2014).

Eaton ha completato l'acquisizione dell'82,275% delle azioni di Ulusoy Elektrik A.S il 15 aprile 2019. Eaton, un'azienda internazionale operante nel settore della gestione energetica con un fatturato di 21,6 miliardi di dollari nel 2018, 99.000 impiegati in tutto il mondo e un pacchetto di clienti in più di 175 paesi, ha acquisito il controllo del pacchetto di maggioranza di Ulusoy Elektrik dalla famiglia Ulusoy.

TRASFORMATORI IN RESINA



TRASFORMATORE IN RESINA

Eaton offre trasformatori in resina di alta qualità e ad alte prestazioni per numerose applicazioni. I trasformatori possono essere utilizzati ad altitudini elevate e in ambienti marini in condizioni gravose, in conformità con le normative speciali internazionali. Sono in grado di garantire un funzionamento sicuro grazie alla struttura non infiammabile, ignifuga, priva di gas tossici e a basso livello di rumore.

I trasformatori in resina sono a prova di umidità e sono adatti all'utilizzo in ambienti umidi ed estremamente inquinati. Sono ideali per il funzionamento a -40°C con un tasso di umidità di oltre il 95%.

CONFORMITA' ALLE NORME

I trasformatori in resina di Eaton sono prodotti in conformità alle norme nazionali e internazionali seguenti:

- TS EN
- IEC
- IEEE
- CENELEC EN
- DIN EN50588-1



VANTAGGI DI UN TRASFORMATORE IN RESINA

Sicurezza e salute

- Non infiammabile, ignifugo.
- Resistenza all'umidità.
- Nessun impatto ambientale.
- Materiali isolanti privi di alogeni e nitrogeni.

Utilizzo e costi

- Minore necessità di manutenzione. (una volta all'anno)
- Nessun rischio di perdite.
- Servizio di manutenzione in loco.
- Possibilità di installazione in prossimità dei punti di connessione.
- Minori costi di trasporto e di installazione.
- Ignifughi.

Durata e ciclo di vita

- La potenza nominale del trasformatore può essere aumentata fino al 40% tramite ventilazione.
- Bassa necessità di manutenzione grazie alle basse scariche parziali.
- Resistenza agli alti impulsi e resistenza ai cortocircuiti grazie all'alto livello di isolamento.
- Alte prestazioni in caso di sovraccarichi di breve durata come succede per i trasformatori di distribuzione in olio.
- Alta resistenza meccanica ai cortocircuiti.



UTILIZZO DEI TRASFORMATORI IN RESINA

I trasformatori in resina hanno un'ampia possibilità di utilizzo. Possono essere utilizzati in reti di distribuzione, sistemi di cogenerazione e impianti di trazione.

- Per utilizzo all'aperto o al coperto
- Per applicazioni industriali e per impianti di raffinaria
- Per piattaforme petrolifere
- Per impianti energetici
- Per scuole
- Per ospedali
- Per aeroporti
- Per centri commerciali
- Per turbine eoliche
- Per impianti a energia solare

TIPI DI PRODOTTO

I trasformatori standard e speciali sono prodotti in accordo alle richieste di mercato.



PRODUZIONE DEI TRASFORMATORI STANDARD

Frequenza nominale	Hz	In base alle richieste
Potenza nominale	kVA	fino a 5000kVA
Tensione nominale		
Avvolgimento di media tensione	kV	Fino a 36 kV
Avvolgimento di bassa tensione	V	In base alle richieste
Classe ambientale		E0 E1 E2 E3
Classe climatica		C1 C2 C3
Classe di comportamento al fuoco		F0 F1



Classe climatica

C1: I trasformatori in resina non possono essere alimentati al di sotto di -50°C . Possono essere stoccati e trasportati in condizioni climatiche fino a -25°C .

C2: I trasformatori in resina possono essere alimentati, stoccati e trasportati in condizioni climatiche fino a -25°C .

C3: I trasformatori in resina possono essere alimentati a una temperatura di -25°C . Possono essere trasportati e stoccati a una temperatura di -40°C .

Classe ambientale

E0: Nessuna condensa sul trasformatore, inquinamento trascurabile, installazione in ambiente asciutto e pulito.

E1: Bassa formazione di condensa e basso inquinamento

E2: Il trasformatore è esposto a formazione di condensa continua, ad alto inquinamento o entrambi allo stesso tempo.

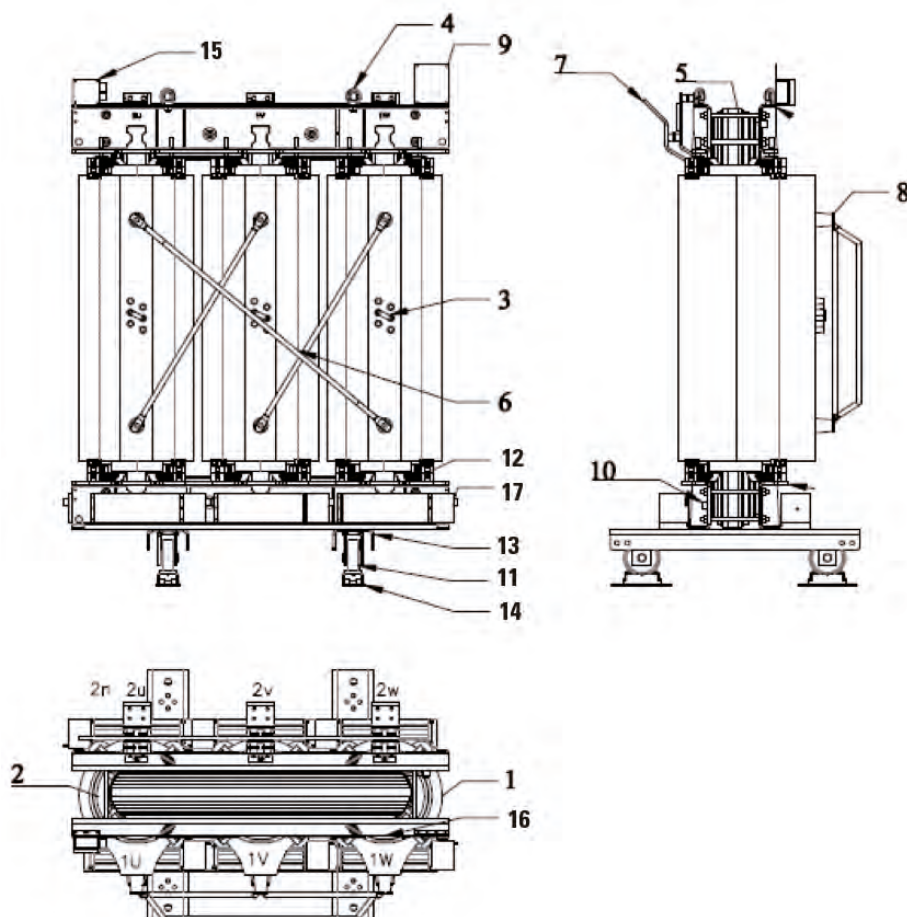
E3: Il trasformatore è esposto a formazione di condensa continua e ad alto inquinamento.

Classe di comportamento al fuoco

F0: Nessuna probabilità di incendio e nessuna precauzione contro gli incendi.

F1: Il trasformatore è soggetto a rischio di incendio ed è richiesta un'infiammabilità ridotta. L'incendio al trasformatore deve essere estinto in un lasso di tempo specifico.

COMPOSIZIONE



1. Avvolgimento di media tensione
2. Avvolgimento di bassa tensione
3. Commutatore di tensione a trasformatore disinserito dalla rete
4. Golfari per il sollevamento
5. Nucleo magnetico
6. Collegamento a triangolo media tensione
7. Terminali di bassa tensione
8. Terminali di media tensione
9. Targa dati nominali
10. Terminale di terra
11. Ruote orientabili
12. Punti di aggancio
13. Carrello
14. Attenuatore antivibrazione
15. Cassetta di collegamento sonde
16. Sonde di temperatura PT100
17. Ventilatore

ACCESSORI

Accessori standard

- Ruote regolabili in due direzioni
- Golfari per il sollevamento
- Collegamento di messa a terra
- Relé di controllo della temperatura
- Sensore e relé termico PT100

Accessori opzionali

- Termometro PTC (utilizzabile in sostituzione a PT100)
- Ventilatori di raffreddamento (in grado di aumentare temporaneamente la potenza del trasformatore)
- Relé di comando del ventilatore (per mantenere la temperatura a un livello impostato)
- Presa per la connessione in media tensione
- Box di contenimento
- Scaricatori di media tensione
- Attenuatore antivibrazione

UTILIZZO DEI TRASFORMATORE IN RESINA IN CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO GRAVOSE

1. Sistema di controllo delle temperature (standard)

Il sistema di controllo delle temperature è utilizzato per il controllo delle temperature in eccesso non previste dovute ad alte temperature ambientali e a sovraccarichi. I sensori di temperatura (PT 100 o PTC) sono posizionati all'interno dell'area più calda dell'avvolgimento di bassa tensione. I sensori devono essere collegati al relé di temperatura del trasformatore. Il relé è dotato di un allarme e di contatti per lo sgancio e per l'attivazione / disattivazione del ventilatore. In caso di raggiungimento del livello di temperatura impostato per tutte le funzioni, è possibile l'azionamento del relé per l'allarme, lo sgancio e l'attivazione / disattivazione del ventilatore.

2. Sistema di ventilazione (opzionale)

La capacità del trasformatore in resina può essere aumentata del 40% aggiungendo dei ventilatori con un design speciale. I ventilatori possono essere attivati o disattivati attraverso dei sensori posti nell'avvolgimento di bassa tensione.

3. Attenuatori antivibrazione (opzionali)

È raccomandabile l'utilizzo di attenuatori antivibrazione per isolare il corpo del trasformatore contro la trasmissione della rumorosità all'interno dell'ambiente (ad esempio edifici, centri commerciali ecc.)

4. Box di contenimento (opzionale)

La produzione standard dei trasformatori in resina non prevede il box di contenimento. I box di contenimento proteggono il trasformatore in resina contro i materiali solidi, l'acqua e la polvere. Sono prodotti a seconda delle richieste del cliente in conformità alla norma IEC 60529. I tipi di box di contenimento standard sono:

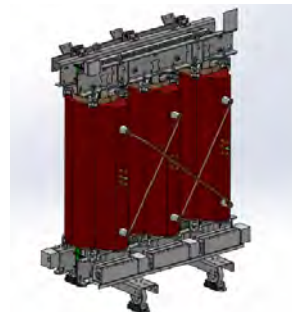
- IP20 (per uso al coperto)
- IP 23 (per uso esterno e al coperto)
- IP 33 (per uso esterno e al coperto)

I box di contenimento con un grado di protezione più alto sono inoltre disponibili su richiesta.

TECNOLOGIA DI PRODUZIONE PER TRASFORMATORI IN RESINA

Avvolgimento di media tensione

Gli avvolgimenti di media tensione sono composti da cavi rettangolari o tondi in alluminio o in rame e da materiale isolante di classe F (oppure di classe H opzionale). La selezione del tipo di materiali dei conduttori e degli isolanti dipendono dalle richieste del cliente. Gli avvolgimenti di media tensione vengono colati sottovuoto per ottenere una struttura senza spazi vuoti e trattati lentamente per ottenere bobine senza alcuna crepa. I trasformatori in resina Eaton garantiscono un lungo ciclo di vita grazie alle basse scariche parziali.

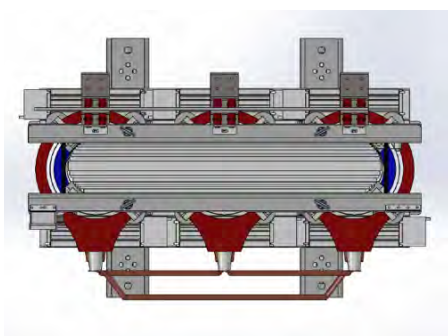
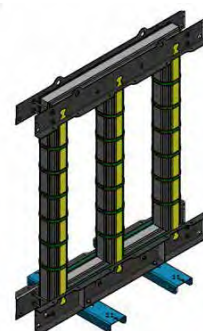


Avvolgimento di bassa tensione

La tecnologia di avvolgimento a foglio viene utilizzata per la bassa tensione grazie ai vantaggi che ne derivano. L'avvolgimento di bassa tensione è prodotto in fogli di alluminio o di rame a seconda delle richieste del cliente. Questa tecnologia riduce le forze assiali durante i cortocircuiti e i materiali isolanti preimpregnati con classe di isolamento F o H (a seconda delle richieste del cliente) assicurano il controllo delle forze radiali in caso di cortocircuito. Le bobine vengono trattate dopo l'avvolgimento per garantire la forza dielettrica necessaria contro le condizioni ambientali ed atmosferiche gravose.

Nucleo

Il nucleo è composto da acciaio al silicio di primissima qualità, laminato a freddo e a grani orientati. I nuclei sono sovrapposti con tecnologia step-lap e progettati per avere una bassa induzione magnetica per ottenere perdite in assenza di carico, livelli di rumorosità e corrente di eccitazione ridotti. Sono protetti da un rivestimento in resina anticorrosione e da una vernice resistente alle alte temperature.



Installazione

Per l'assemblaggio dei trasformatori in resina vengono utilizzate delle strutture apposite. Esse mantengono unite le bobine e i nuclei. Le bobine sono supportate da ganci in plastica rinforzata in fibra di vetro per resistere alle vibrazioni e ai cortocircuiti. Le ruote permettono al trasformatore di essere spostato sia per il lungo che di lato. Tutte le parti in acciaio sono rivestite in epossido con vernice anticorrosione. Il metodo di vericiatura è selezionato a seconda delle condizioni ambientali dell'applicazione.

Colata

La colata degli avvolgimenti di media tensione per i trasformatori in resina viene effettuata sotto vuoto e utilizzando resine epossidiche ad alta qualità. È previsto l'utilizzo di resina al quarzo come materiale di riempimento. Le classi termiche delle resine epossidiche e del materiale isolante utilizzati per gli avvolgimenti sono di livello F o H a seconda delle richieste del cliente.



CARATTERISTICHE TECNICHE

Trasformatori in resina prodotti in conformità al Reg.548/2014 (Tier 1) della direttiva EU Ecodesign

Tensione primaria (kV)	Potenza (kVA)	Perdite a vuoto (W)	Perdite a carico a 120°C (W)	Tensione di Cortocircuito (%)	Livello di rumorosità (dB)	Lunghezza A (mm)	Larghezza B (mm)	Altezza C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	Peso totale (kg)
7,2 - 12	250	520	3800	6	59	1260	750	1260	520	125	40	1090
	400	750	5500	6	61	1370	950	1360	670	160	50	1370
	630	1100	7600	6	63	1440	950	1540	670	160	50	1790
	800	1300	8000	6	64	1530	1100	1620	670	160	50	2220
	1000	1550	9000	6	65	1610	1100	1640	820	160	50	2550
	1250	1800	11000	6	67	1650	1100	1740	820	160	50	2950
	1600	2200	13000	6	68	1760	1100	1850	820	160	50	3560
	2000	2600	16000	6	72	1820	1200	2190	1070	200	70	4360
	2500	3100	19000	6	73	1930	1200	2300	1070	200	70	5230
	3150	3800	22000	6	76	2030	1200	2280	1070	200	70	5770

Tensione primaria (kV)	Potenza (kVA)	Perdite a vuoto (W)	Perdite a carico a 120 °C (W)	Tensione di Cortocircuito (%)	Livello di rumorosità (dB)	Lunghezza A (mm)	Larghezza B [mm]	Altezza C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	Peso totale (kg)
17,5 - 24	250	520	3800	6	59	1460	750	1380	520	125	40	1470
	400	750	5500	6	61	1440	950	1640	670	160	50	1730
	630	1100	7600	6	63	1520	950	1640	670	160	50	2.050
	800	1300	8000	6	64	1590	1100	1800	670	160	50	2620
	1000	1550	9000	6	65	1740	1100	1770	820	160	50	2980
	1250	1800	11000	6	67	1770	1100	1860	820	160	50	3440
	1600	2200	13000	6	68	1800	1100	2070	820	160	50	3950
	2000	2600	16000	6	72	1860	1200	2200	1070	200	70	4520
	2500	3100	19000	6	73	2020	1200	2220	1070	200	70	5310
	3150	3800	22000	6	76	2100	1200	2320	1070	200	70	6100

Tensione primaria (kV)	Potenza (kVA)	Perdite a vuoto (W)	Perdite a carico a 120°C (W)	Tensione di Cortocircuito (%)	Livello di rumorosità (dB)	Lunghezza A (mm)	Larghezza B (mm)	Altezza C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	Peso totale (kg)
36	250	598	4180	6	59	1550	750	1800	520	125	40	1960
	400	825	6.050	6	61	1610	950	1840	670	160	50	2280
	630	1265	8360	6	63	1640	950	1970	670	160	50	2550
	800	1495	8800	6	64	1720	1100	2010	670	160	50	3070
	1000	1782	9900	6	65	1770	1100	2060	820	160	50	3440
	1250	2070	12100	6	67	1850	1100	2120	820	160	50	3940
	1600	2530	14300	6	68	1900	1100	2270	820	160	50	4.500
	2000	2990	17600	6	72	2000	1200	2380	1070	200	70	5290
	2500	3565	20900	6	73	2090	1200	2520	1070	200	70	6230
	3150	4370	24200	6	76	2260	1200	2530	1070	200	70	7610

Tolleranza di dimensioni e di peso ±10


Trasformatori in resina prodotti in conformità alle norme BS EN 50541-1:2011

Tensione primaria (kV)	Potenza (kVA)	Perdite a vuoto (W)	Perdite a carico a 120°C (W)	Tensione di Cortocircuito (%)	Livello di rumorosità (dB)	Lunghezza A (mm)	Larghezza B (mm)	Altezza C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	Peso totale (kg)
7,2 - 12	250	820	3500	6	65	1280	750	1160	520	125	40	990
	400	1150	4900	6	68	1380	950	1310	670	160	50	1330
	630	1500	7300	6	70	1440	950	1450	670	160	50	1720
	800	1800	9000	6	71	1530	1100	1550	670	160	50	2120
	1000	2100	10000	6	73	1600	1100	1620	820	160	50	2470
	1250	2500	12000	6	75	1650	1100	1700	820	160	50	2770
	1600	2800	14500	6	76	1760	1100	1790	820	160	50	3380
	2000	3600	18000	6	78	1810	1200	2060	1070	200	70	4010
	2500	4300	21000	6	81	1870	1200	2230	1070	200	70	4690
	3150	5300	26000	6	83	2010	1200	2350	1070	200	70	5630

Tensione primaria (kV)	Potenza (kVA)	Perdite a vuoto (W)	Perdite a carico a 120°C (W)	Tensione di Cortocircuito (%)	Livello di rumorosità (dB)	Lunghezza A (mm)	Larghezza B (mm)	Altezza C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	Peso totale (kg)
17,5 - 24	250	880	3800	6	65	1360	750	1280	520	125	40	1110
	400	1200	5500	6	68	1480	950	1380	670	160	50	1460
	630	1650	7600	6	70	1630	950	1470	670	160	50	1990
	800	2000	9400	6	72	1600	1100	1640	670	160	50	2240
	1000	2300	11000	6	73	1680	1100	1670	820	160	50	2590
	1250	2800	13000	6	75	1750	1100	1790	820	160	50	3110
	1600	3100	16000	6	76	1820	1100	1950	820	160	50	3620
	2000	4.000	18000	6	78	1910	1200	2060	1070	200	70	4270
	2500	5000	23000	6	81	2040	1200	2110	1070	200	70	5090
	3150	6000	28000	6	83	2130	1200	2310	1070	200	70	6190

Tensione primaria (kV)	Potenza (kVA)	Perdite a vuoto (W)	Perdite a carico a 120°C (W)	Tensione di Cortocircuito (%)	Livello di rumorosità (dB)	Lunghezza A (mm)	Larghezza B (mm)	Altezza C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	Peso totale (kg)
36	250	1280	4.000	6	67	1510	750	1470	520	125	40	1370
	400	1650	5.700	6	69	1560	950	1660	670	160	50	1760
	630	2200	8000	6	71	1660	950	1790	670	160	50	2330
	800	2.700	9600	6	72	1730	1100	1910	670	160	50	2730
	1000	3100	11500	6	73	1770	1100	2030	820	160	50	3120
	1250	3600	14000	6	75	1810	1100	2120	820	160	50	3620
	1600	4.200	17000	6	76	1870	1100	2270	820	160	50	4280
	2000	5000	21000	6	78	1980	1200	2380	1070	200	70	5090
	2500	5800	25.000	6	81	2080	1200	2470	1070	200	70	6010
	3150	6700	30000	6	83	2240	1200	2480	1070	200	70	7230

Tolleranza di dimensioni e di peso ± 10

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">PD-R13_DISCIPLINARE TECNICO PRESTAZIONALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD- R13_Disciplinare tecnico prestazionale</p>
		<p align="center">Pag. 186</p>

7. Cavi e cavidotti

MEDIUM VOLTAGE POWER CABLES

THREE SINGLE CORE CABLES IN TRIPLEX FORMATION WITH ALUMINIUM CONDUCTOR, REDUCED THICKNESS XLPE INSULATION, ALLUMINIUM TAPE SCREEN AND PE OUTER SHEATH, LONGITUDINAL AND RADIAL WATERTIGHTNESS.

APPLICATIONS

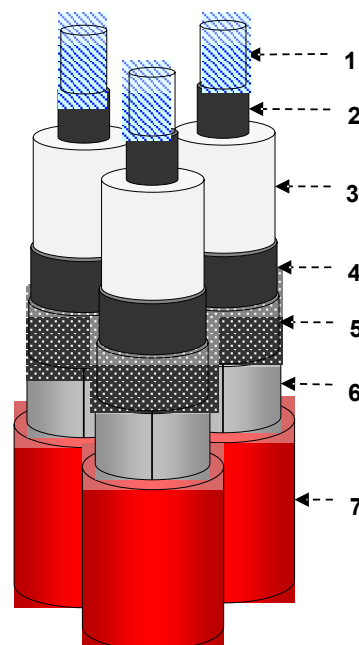
In MV energy distribution networks for voltage systems up to **42kV**.
Suitable for fixed installation indoor or outdoor laying in air or directly or indirectly buried, also in wet location.

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

Rated voltage U_0/U :	20,8/36 kV
Maximum voltage U_m :	42 kV
Test voltage:	3,5 U_0
Max operating temperature of conductor:	90 °C
Max short-circuit temperature:	250 °C (max duration 5 s)
Max short-circuit temperature (screen):	150 °C

CONSTRUCTION

- Conductor**
*stranded, compacted, round **aluminium** - class 2 acc. to IEC 60228*
- Conductor screen**
extruded semiconducting compound
- Insulation**
*extruded **XLPE** compound*
- Insulation screen**
*extruded semiconducting compound - **fully bonded***
- Longitudinal watertightness**
*semiconducting **water blocking tape***
- Metallic screen and radial water barrier**
***aluminium tape** longitudinally applied (nominal thickness = 0,20 mm)*
- Outer sheath**
*extruded **PE** compound - colour: **red***



INSTALLATION DATA

Max pulling force during laying
 50 N/mm² (applied on the conductors)
Min bending radius during laying
 21 D_{phase} (dynamic condition)
Min temperature during laying
 - 25 °C (cable temperature)

STANDARDS

IEC 60840 where applicable (*testing*)
 Nexans Design
 HD 620 where applicable (*materials*)

MARKING by ink-jet of the following legend:

on phase 1: **"Manufacturer <Year> ARE4H5EX 20,8/36KV 3x1x<S> FASE 1 <meter marking>"**

on phase 2: **"FASE 2"**

on phase 3: **"FASE 3"**

<YEAR> =Year of manufacturing

<S> = Section of conductor



Longitudinal
waterproof



Radial
waterproof



Max operating
temp. of
conductor: **90 °C**



Max short-circuit
temperature : **250 °C**



Max short-circuit
temperature screen: **150 °C**



Minimum installation
temperature: **-25 °C**

ARE4H5EX 20,8/36kV 3x1x...															
Type	Conductor diameter nominal	Insulation		Sheath thickness nominal	Phase diameter approx	Cable diameter approx	Cable weight indicative	Electrical resistance		X at 50 Hz	C	Current capacity		Short circuit current	
		thickness min	diameter nominal					at 20 °C - d.c. max	at 90 °C - a.c.			in ground at 20 °C	in free air at 30 °C	conductor Tmax 250°C	screen Tmax 150°C
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	μF/km	A	A	kA x 1,0 s	kA x 0,5 s
3x1x95	11,5	8,1	29,5	2,1	37,3	80,3	3.360	0,320	0,411	0,130	0,168	223	287	9,0	2,1
3x1x150	14,3	7,6	31,3	2,2	39,4	84,8	3.950	0,206	0,265	0,120	0,201	283	374	14,2	2,2
3x1x185	16,0	7,4	32,6	2,2	40,7	87,8	4.350	0,1640	0,211	0,115	0,221	321	429	17,5	2,3
3x1x240	18,5	7,1	34,5	2,3	42,8	92,3	4.990	0,1250	0,161	0,109	0,252	372	508	22,7	2,3
3x1x300	20,7	6,8	36,1	2,3	44,5	96,0	5.550	0,1000	0,129	0,104	0,283	419	583	28,3	2,4

Note

Laying condition: trefoil formation
depth (m): 0,8
soil thermal resistivity (°Cm/W): 1,5
metallic layers connection: solid bonding (earthed at both ends)

X = phase reactance
C = capacitance

Manufacturer reserves the right to change the technical data as a result of changes in standards and product improvements

MEDIUM VOLTAGE POWER CABLES

SINGLE CORE CABLES WITH ALUMINIUM CONDUCTOR, REDUCED THICKNESS XLPE INSULATION, ALLUMINIUM TAPE SCREEN AND PE OUTER SHEATH, LONGITUDINAL AND RADIAL WATERTIGHTNESS

APPLICATIONS

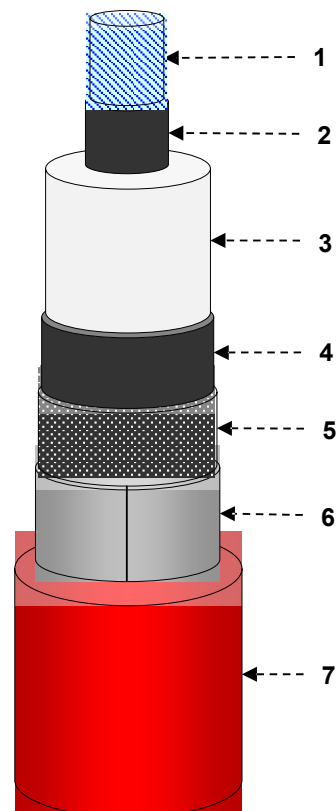
In MV energy distribution networks for voltage systems up to **42kV**.
 Suitable for fixed installation indoor or outdoor laying in air or directly or indirectly buried, also in wet location.

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

Rated voltage U_0/U :	20,8/36 kV
Maximum voltage U_m :	42 kV
Test voltage:	3,5 U_0
Max operating temperature of conductor:	90 °C
Max short-circuit temperature:	250 °C (max duration 5 s)
Max short-circuit temperature (screen):	150 °C

CONSTRUCTION

- Conductor**
stranded, compacted, round **aluminium** - class **2** acc. to IEC 60228
- Conductor screen**
extruded semiconducting compound
- Insulation**
extruded **XLPE** compound
- Insulation screen**
extruded semiconducting compound - **fully bonded**
- Longitudinal watertightness**
semiconducting **water blocking tape**
- Metallic screen and radial water barrier**
aluminium tape longitudinally applied (nominal thickness = 0,20 mm)
- Outer sheath**
extruded **PE** compound - colour: **red**



INSTALLATION DATA

Max pulling force during laying
 50 N/mm² (applied on the conductors)
Min bending radius during laying
 14 D_{cable} (dynamic condition)
Min temperature during laying
 - 25 °C (cable temperature)

STANDARDS

IEC 60840 where applicable (*testing*)
 Nexans Design
 HD 620 where applicable (*materials*)

MARKING by ink-jet of the following legend:

"MANUFACTURER <Year> **ARE4H5E 20,8/36kV 1x<S>** <meter marking>"

<Year> = year of manufacturing

<S> = section of the conductor



Longitudinal
waterproof



Radial
waterproof



Max operating
temp. of
conductor: **90 °C**



Max short-circuit
temperature : **250 °C**



Max short-circuit
temperature screen: **150 °C**



Minimum installation
temperature: **-25 °C**

ARE4H5E 20,8/36kV 1x...														
Type	Conductor diameter nominal	Insulation		Sheath thickness nominal	Cable		Electrical resistance		X at 50 Hz	C	Current capacity		Short circuit current	
		thickness min	diameter nominal		diameter approx	weight indicative	at 20 °C - d.c. max	at 90 °C - a.c.			in ground at 20 °C	in free air at 30 °C	conductor Tmax 250°C	screen Tmax 150°C
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	mm	kg/km	Ω/km	Ω/km	Ω/km	μF/km	A	A	kA x 1,0 s	kA x 0,5 s
1x185	16,0	7,4	32,6	2,2	40,7	1.450	0,1640	0,211	0,115	0,221	321	429	17,5	2,3
1x240	18,5	7,1	34,5	2,3	42,8	1.660	0,1250	0,161	0,109	0,252	372	508	22,7	2,3
1x300	20,7	6,8	36,1	2,3	44,5	1.850	0,1000	0,129	0,104	0,283	419	583	28,3	2,4
1x400	23,5	6,9	39,1	2,4	47,9	2.190	0,0778	0,101	0,101	0,308	479	680	37,8	2,6
1x500	26,5	7,0	42,6	2,5	51,7	2.630	0,0605	0,079	0,098	0,337	547	792	47,2	2,9
1x630	30,0	7,1	46,3	2,6	56,0	3.190	0,0469	0,063	0,095	0,367	622	920	59,5	3,0

Note

Laying condition:

depth (m):

soil thermal resistivity (°Cm/W):

metallic layers connection:

trefoil formation

0,8

1,5

solid bonding (earthed at both ends)

X = phase reactance

C = capacitance

Manufacturer reserves the right to change the technical data as a result of changes in standards and product improvements

ARG7R - ARG7OR 0,6/1 kV

BASSA TENSIONE - ENERGIA
LOW VOLTAGE - ENERGY



RIFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE

Costruzione e requisiti/Construction and specifications	CEI 20-13
Propagazione fiamma/Flame propagation	CEI EN 60332-1-2
Propagazione incendio/Fire propagation	CEI EN 20-22 II
Emissione gas/Gas emission	CEI EN 50267-2-1
Direttiva Bassa Tensione/Low Voltage Directive	2006/95/CE
Direttiva RoHS/RoHS Directive	2011/65/CE



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U : : 0,6/1 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C fino alla sezione 240 mm², oltre 220°C
- Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm²
- Raggio minimo di curvatura: 6 volte il diametro esterno massimo

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Buona resistenza agli oli e ai grassi industriali. Buon comportamento alle basse temperature.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Per trasporto energia nell'edilizia industriale e/o residenziale. Adatto per impiego all'interno in locali anche bagnati o all'esterno; posa fissa su murature e strutture metalliche. Ammessa anche la posa interrata.

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

- Nominal voltage U_0/U : : 0,6/1 kV
- Maximum operating temperature: 90°C
- Minimum operating temperature: -15°C (without mechanical stress)
- Minimum installation temperature: -0°C
- Maximum short circuit temperature: 250°C up to 240 mm² section, over 220°C
- Maximum tensile stress: 50 N/mm²
- Minimum bending radius: 6 x maximum external diameter

SPECIAL FEATURES

Good resistance to oils and industrial fats, good behavior at low temperatures.

USE AND INSTALLATION

Power cable for industrial and/or residential uses. Suitable to be used indoor or outdoor even in wet environments; it can be fixed on walls and/or metal structures. Laying underground allowed.

ARG7R - ARG7OR 0,6/1 kV

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION



CONDUTTORE

Materiale: Alluminio, corda rigida compatta, classe 2

CONDUCTOR

Materiali Aluminium stranded wire class 2



ISOLAMENTO

Materiale: gomma, qualità G7
Colore: HD 308 ed. 2001

INSULATION

Materiali HEPR type G7
Colours HD 308 ed.2001



CORDATURA TOTALE

Tipo: i conduttori isolati sono cordati insieme

TOTAL CABLING

Type: The cores are stranded together in concentric lay



GUAINA RIEMPITIVA

Materiale: termoplastico, penetrante tra le anime (solo nei cavi multipolari)
Colore: naturale

BINDER

Materiali thermoplastic, penetrating between the cores (multicore cables only)
Colours Natural



GUAINA ESTERNA

Materiale: PVC, qualità Rz
Colore: grigio

OUTER SHEATH

Materiali PVC compound, Rz quality
Colours grey

MARCATURE:

- CABLES & EQUIPMENTS CEI 20-22 II - ARG7R 0,6/1 kV - <N° COND. X SEZIONE> <ANNO> <MARCATURA METRICA>
- CABLES & EQUIPMENTS CEI 20-22 II - ARG7OR 0,6/1 kV - <N° COND. X SEZIONE> <ANNO> <MARCATURA METRICA>

MARKINGS

- CABLES & EQUIPMENTS CEI 20-22 II - ARG7R 0,6/1 kV - <N° CONDUCT. S SECTION> <YEAR> <METRIC MARKING>
- CABLES & EQUIPMENTS CEI 20-22 II - ARG7OR 0,6/1 kV - <N° CONDUCT. S SECTION> <YEAR> <METRIC MARKING>

Unipolari/Single core

Formazione	Ø Indicativo conduttore	Spessore me- dio isolante	Spessore medio guaina	Ø esterno max	Peso indicat- ivo cavo	Resist. elettrica max a 20° C	Potenza di corrente			
Size	Approx. conduct Ø	Average insulation thickness	Average sheath thickness	outer Ø	Approx. cable weight	Max electrical resist. at 20° C	Current rating			
							A			
							In aria e in air at 30° C	In tubo in aria e in pipe in air at 30° C	Interrato e Underground at 20° C	In tubo interrato e in underground pipe at 20° C
n° x mm²	mm	mm	mm	mm	kg/km	Ω/km			K=1	K=1.5
1 x 10	3,50	0,7	1,4	9,0	47	3,08	45	39	75	73
1 x 16	4,90	0,7	1,4	10,0	67	1,91	70	64	98	89
1 x 25	6,10	0,9	1,4	11,7	99	1,20	102	88	119	110
1 x 35	7,10	0,9	1,4	13,0	128	0,868	136	110	141	131
1 x 50	8,20	1,0	1,4	14,7	169	0,641	164	131	167	154
1 x 70	9,90	1,1	1,4	16,6	234	0,628	218	175	204	189
1 x 95	11,40	1,1	1,5	18,6	313	0,443	281	209	245	226
1 x 120	13,10	1,2	1,5	20,5	386	0,320	310	250	277	256
1 x 150	14,40	1,4	1,8	22,8	483	0,208	350	280	313	289
1 x 185	16,20	1,6	1,8	25,0	580	0,253	415	334	350	324
1 x 240	18,40	1,7	1,7	27,9	756	0,164	490	392	413	382
1 x 300	20,65	1,8	1,8	30,7	954	0,125	567	-	454	420
1 x 400	23,80	2,0	1,9	35,0	1218	0,100	665	-	512	474
1 x 500	26,50	2,2	2,0	38,6	1558	0,0778	765	-	578	535
1 x 630	30,20	2,4	2,2	43,1	1980	0,0489	880	-	646	598

N.B. I valori di portata di corrente sono riferiti a: n°3 conduttori attivi - Profondità di posa 0,8 m per i cavi interrati

N.B. Current rating values are referred to: n°3 loaded conductors - Installation depth for underground cables 0,8 m

N.B. K=1: resistività termica del terreno 1,0 K.m/W
K=1.5: resistività termica del terreno 1,5 K.m/W

N.B. K=1: thermal resistivity 1,0 K.m/W
K=1.5: thermal resistivity 1,5 K.m/W

ARG7R - ARG7OR 0,6/1 kV

Bipolari/2 cores

Formazione	Ø Indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø esterno max	Peso indicati- vo cavo	Resistenza elettrica max a	Fonte di corrente					
Size	Approx. conduct. Ø	Average insulation thickness	Average sheath thickness	Outer Ø	Approx. cable weight	Max electrical resistanc- e at 20° C	Current rating					
							A					
							in aria a	in tubo in aria a	interrato a Underground at		in tubo interrato a In underground pipe at	
							in air at 30° C	in pipe in air at 30° C	20° C		20° C	
n° x mm²	mm	mm	mm	mm	kg/km	Ω/km	30° C	K=1	K=1,5	K=1	K=1,5	
2 x 10	3,50	0,7	1,8	18,6	131	3,08	46	39	75	73	56	52
2 x 16	4,90	0,7	1,8	18,6	181	1,51	70	64	98	89	75	70
2 x 25	6,10	0,9	1,8	22,1	272	1,20	102	88	119	110	95	88
2 x 35	7,10	0,9	1,8	24,6	340	0,868	136	110	141	131	115	106
2 x 50	8,20	1,0	1,8	28,1	453	0,641	164	131	167	154	134	124
2 x 70	9,90	1,1	1,9	31,7	608	0,508	218	175	204	189	173	160
2 x 95	11,40	1,1	2,0	35,9	830	0,443	261	209	245	226	196	181
2 x 120	13,10	1,2	2,1	39,8	1036	0,320	310	250	277	256	238	220
2 x 150	14,40	1,4	2,2	44,2	1291	0,208	350	280	313	289	250	231

N.B. I valori di portata di corrente sono riferiti a: n°2 conduttori attivi - Profondità di posa 0,8 m per i cavi interrati
N.B. Current rating values are referred to: n°2 loaded conductors - Installation depth for underground cables 0,8 m

N.B. $K=1$: resistività termica del terreno 1,0 K.m/W
 $K=1.5$: resistività termica del terreno 1,5 K.m/W
 N.B. $K=1$: thermal resistivity 1,0 K.m/W
 $K=1.5$: thermal resistivity 1,5 K.m/W

Tripolari/3 cores

3 x 10	3,50	0,7	1,8	17,5	159	3,08	48	39	75	73	56	52
3 x 16	4,90	0,7	1,8	19,7	225	1,91	70	64	98	89	75	70
3 x 25	6,10	0,9	1,8	23,4	343	1,20	102	88	119	110	95	88
3 x 35	7,10	0,9	1,8	26,2	443	0,86	136	110	141	131	115	106
3 x 50	8,20	1,0	1,8	29,9	577	0,64	164	131	167	154	134	124
3 x 70	9,90	1,1	1,9	34,1	814	0,428	218	175	204	189	173	160
3 x 95	11,40	1,1	2,0	38,3	1081	0,443	261	209	245	228	196	181
3 x 120	13,10	1,2	2,1	42,5	1342	0,320	310	250	277	256	238	220
3 x 150	14,40	1,4	2,3	47,4	1689	0,208	350	280	313	289	256	231
3 x 185	16,20	1,8	2,4	52,9	2047	0,253	415	334	350	324	300	278
3 x 240	18,40	1,7	2,6	59,3	2664	0,184	490	392	413	382	331	306
3 x 300	20,65	1,8	2,8	65,2	3353	0,125	567	-	454	420	400	370

N.B. I valori di portata di corrente sono riferiti a: n°3 conduttori attivi - Profondità di posa 0,8 m per i cavi interrati.
N.B. Current rating values are referred to: n° 3 loaded conductors - Installation depth for underground cables 0.8 m

N.B. $K=1$: resistività termica del terreno 1,0 K.m/W
 $K=1,5$: resistività termica del terreno 1,5 K.m/W
 N.B. $K=1$: thermal resistivity 1,0 K.m/W
 $K=1,5$: thermal resistivity 1,5 K.m/W

ARG7R - ARG7OR 0,6/1 kV

Quadripolari/4 cores

Formazione	Ø Indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø esterno max	Peso Indicativo cavo	Resistenza elettrica max a	Portate di corrente					
Size	Approx. conduct. Ø	Average insulation thickness	Average sheath thickness	Outer Ø	Approx. cable weight	Max electrical resistance at 20° C	Current rating					
							A					
							In aria a	In tubo in	Interrato a		tubo interrato a	
							in air at	aria a	Underground at		In underground pipe at	
							30° C	in pipe in	20° C		20° C	
								air at	K=1	K=1,5	K=1	K=1,5
n° x mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/km	Ω/km		30° C				
4 x 10	3,50	0,7	1,8	19,0	191	3,08	45	39	75	73	96	52
4 x 16	4,90	0,7	1,8	21,5	278	1,91	70	64	98	89	75	70
4 x 25	6,10	0,9	1,8	25,7	428	1,20	102	88	119	110	95	88
3 x 35 + 25	7,10/6,10	0,9	1,8	28,0	525	0,86/1,20	136	110	141	131	115	108
3 x 50 + 25	8,20/6,10	1,0	1,8	31,1	656	0,64/1,20	164	131	167	154	134	124
3 x 70 + 35	9,90/8,20	1,1	1,9	35,4	920	0,52/0,86/1,20	218	175	204	189	173	160
3 x 95 + 50	11,40/8,20	1,1	2,1	40,3	1227	0,44/0,64/1,20	261	209	245	226	196	181
3 x 120 + 70	13,10/9,90	1,2	2,2	44,9	1558	0,320/0,628	310	250	277	258	238	220
3 x 150 + 95	14,40/11,40	1,4	2,4	50,3	1977	0,206/0,443	350	280	313	289	250	231
3 x 185 + 95	16,20/11,40	1,6	2,5	54,9	2323	0,253/0,443	415	334	350	324	300	278
3 x 240 + 150	18,40/11,40	1,7	2,7	62,8	3110	0,164/0,206	490	392	413	382	331	308
3 x 300 + 150	20,65/14,40	1,8	2,9	67,8	3784	0,125/0,206	567	-	454	420	400	370

N.B. I valori di portata di corrente sono riferiti a: n°3 conduttori attivi - Profondità di posa 0,8 m per i cavi interrati
 N.B. Current rating values are referred to: n°3 loaded conductors - Installation depth for underground cables 0,8 m

N.B. K=1: resistività termica del terreno 1,0 K.m/W
 K=1,5: resistività termica del terreno 1,5 K.m/W
 N.B. K=1: thermal resistivity 1,0 K.m/W
 K=1,5: thermal resistivity 1,5 K.m/W

Pentapolari/5 cores

5Q 10	3,50	0,7	1,8	20,6	231	3,08	45	39	75	73	96	52
5Q 16	4,90	0,7	1,8	23,4	334	1,91	70	64	98	89	75	70
5Q 25	6,10	0,9	1,8	28,0	513	1,20	102	88	119	110	95	88
5Q 35	7,10	0,9	1,8	31,5	668	0,86/1,20	136	110	141	131	115	108
5Q 50	8,20	1,0	2,0	36,8	890	0,64/1,20	164	131	167	154	134	124

N.B. I valori di portata di corrente sono riferiti a: n°3 conduttori attivi - Profondità di posa 0,8 m per i cavi interrati
 N.B. Current rating values are referred to: n°3 loaded conductors - Installation depth for underground cables 0,8 m

N.B. K=1: resistività termica del terreno 1,0 K.m/W
 K=1,5: resistività termica del terreno 1,5 K.m/W
 N.B. K=1: thermal resistivity 1,0 K.m/W
 K=1,5: thermal resistivity 1,5 K.m/W

H1Z2Z2-K 1/1 kVac - 1,5/1,5 kVcc

Bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi, non propaganti la fiamma, resistenti ai raggi UV
Low emissions of smoke, zero halogen, Flame retardant, UV resistant



NON PROPAGANTE
LA FIAMMA
FLAME RETARDANT



ZERO ALOGENI
HALOGEN-FREE



RESISTENTE AI
RAGGI UV
UV RESISTANT



REFERIMENTO NORMATIVO/STANDARD REFERENCE

Costruzione e requisiti/Construction and specifications	CEI EN 50618
Resistenza raggi UV / UV Resistance	CEI EN 50618
Resistenza all'ozono / Ozone Resistance	CEI EN 60811-403
Resistenza elettrica / DC resistance	CEI EN 60228 (Tab. 9)
Portata di corrente / Current capacity	CEI EN 50618
Resistenza alla sollecitazione termica / Thermal stress resistance	CEI EN 60216-1
Direttiva Bassa Tensione/Low Voltage Directive	2014/35/UE
Direttiva RoHS/RoHS Directive	2011/65/UE



Scarica la scheda tecnica completa

L'immagine è solo parametrica. Il prodotto è soggetto a variazioni di design.



REAZIONE AL FUOCO/REACTION TO FIRE

REGOLAMENTO/REGULATION 305/2011/UE

Norma/Standard	EN 50575:2014+A1:2016
Classe/Class	C _{ca} -s1b, d1, a1
Classificazione/Classification (CEI UNEL 35016)	EN 13501-6
Prova di non propagazione della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato/Test for resistance to vertical flame propagation for a single insulated conductor or cable	EN 60332-1-2
Misura della densità di fumo / Measurement of smoke density	CEI EN 61034-2
Propagazione di fiamma e sviluppo di calore e di fumo in condizione di incendio/Flame spread and development of heat and smoke under fire conditions	EN 50399
Grado di acidità dei gas / Degree of acidity of gas	EN 60754-2
Organismo notificato/Notified body	L.A.P.I. - 0987

H1Z2Z2-K 1/1 kVAc - 1,5/1,5 kVcc



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U₀/U: 1/1 kVAc 1,5/1,5 kVcc
- Tensione massima: 1,2 kVAc 1,8 kVcc
- Tensione di prova: 6,5 kVAc 15 kVcc
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: -25°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C
- Raggio minimo di curvatura: 6 volte il diametro esterno massimo

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati. Funzionamento per almeno 25 anni in normali condizioni d'uso. Funzionamento a lungo termine (Indice di temperatura TI): 120°C riferito a 20.000 ore (CEI EN 60216)

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Uso previsto in installazioni fotovoltaiche es. in conformità all'HD 60364-7-712. Adatti per applicazione su apparecchiature con isolamento di protezione (Classe di protezione II). Intrinsecamente sono a prova di cortocircuito e di dispersioni a terra in conformità all'HD 60364-5-52. Adatti per uso permanente all'esterno o all'interno, per installazioni libere mobili, libere a sospensione e fisse. Installazione anche in condotti e su canaline, all'interno o sotto intonaco oltre che nelle apparecchiature.

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

- Rated voltage U₀/U: 1/1 kVAc 1,5/1,5 kVdc
- Maximum voltage: 1,2 kVAc 1,8 kVdc
- Testing Voltage: 6,5 kVAc 15 kVdc
- Max working temperature: 90°C
- Minimum installation temperature: -25°C
- Maximum short circuit temperature: 250°C
- Minimum bending radius: 6 x maximum external diameter

SPECIAL FEATURES

Power transmission, signal transmission indoor and outdoor, even wet. Suitable for working up to 25 years standard conditions. Long term working (temperature index TI): 120°C referred to 20.000 hours (CEI EN 60216)

USE AND INSTALLATION

Intended use in photovoltaic installations and in accordance with HD 60364-7-712. Suitable for application on devices with protective insulation (protection class II). They are inherently short-circuit proof and earth leakage pursuant to HD 60364-5-52. Suitable for permanent use outdoors or indoors, for mobile free installation, free hanging and fixed. Installation also in conduits and ducts on, inside or under plaster as well as in equipment.

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

CONDUTTORE

Materiale: Rame stagnato, formazione flessibile, classe 5

CONDUCTOR

Material: Tinned copper, class 5

ISOLANTE

Materiale: Elastomero reticolato atossico di qualità Z2
Colore: naturale
CEI EN 50618

INSULATION

Material: Non-toxic crosslinked elastomer quality Z2
Colours: natural
CEI EN 50618

GUAINA ESTERNA

Materiale: Elastomero reticolato atossico di qualità Z2
Colore: Nero RAL 9005 - Rosso RAL 3013, blu RAL 5015
CEI EN 50618


OUTER SHEATH

Material: Non-toxic crosslinked elastomer quality Z2
Colours: black RAL 9005, red RAL 3013, blue RAL 5015
CEI EN 50618

Formazione Size	Ø esterno medio Medium Ø outer	Peso medio cavo Medium Weight	Resistenza elettrica Electrical Resistance max a 20°C	Portata di corrente / Current rating		
				Cavo singolo libero in aria	Cavo singolo su unica superficie	Due cavi caricati che si toccano su una superficie
n° x mm ²	mm	kg/km	Ω/km	A	A	A
1 x 1,5	4,7	34	13,3	30	29	24
1 x 2,5	5,2	47	7,98	41	39	33
1 x 4	5,8	58	4,95	55	52	44
1 x 6	6,5	80	3,3	70	67	57
1 x 10	7,9	127	1,91	98	93	79
1 x 16	8,8	180	1,21	132	125	107
1 x 25	10,6	270	0,78	178	167	142
1 x 35	12,0	360	0,554	218	207	178
1 x 50	14,1	515	0,386	278	262	221
1 x 70	15,9	720	0,272	347	330	278
1 x 95	17,7	915	0,206	416	395	333
1 x 120	19,8	1160	0,161	488	464	390
1 x 150	21,7	1480	0,120	568	538	453
1 x 185	24,1	1780	0,108	644	612	515
1 x 240	26,7	2400	0,0801	775	736	620

Temperatura ambientale 60°C - Temperatura max conduttore: 120°C
Ambient temperature 60°C - Max conductor temperature: 120°C

Nota: Il periodo di uso previsto ad una temperatura massima del conduttore di 120°C è di una
maxima temperatura ambientale di 60°C e riferito a 20.000h
Note: The intended period of use at a maximum conductor temperature of 120°C and a maximum
ambient temperature of 60°C is referred to 20.000h

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">PD-R13_ DISCIPLINARE TECNICO PRESTAZIONALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD- R13_Disciplinare tecnico prestazionale</p>
		<p align="center">Pag. 198</p>

8. Quadri

Distribuzione Media Tensione

SM6 - AT7 - Fusarc CF

Unità isolate in aria fino a 36 kV
Soluzioni per cabine MT-BT

Catalogo
2018



schneider-electric.com/it

Life Is On

Schneider
Electric

Presentazione	11
<hr/>	
Caratteristiche generali	21
<hr/>	
Caratteristiche delle unità funzionali	43
<hr/>	
Protezione, controllo e monitoraggio	81
<hr/>	
Collegamenti	103
<hr/>	
Installazione	115
<hr/>	
Servizi Schneider Electric	127
<hr/>	
Appendici	133
<hr/>	

Sicurezza



Affidabilità



Flessibilità



Connettività



- Unità funzionali con tenuta d'arco interno.
Protezione arco interno sui tre o quattro lati IAC:
A-FL e A-FLR.
Tenuta d'arco interno: 12.5 kA 1s, 16 kA 1s e 20 kA 1s
 - Blocchi meccanici ed elettrici per impedire errate manovre.
-

- 1.500.000 unità installate nel mondo.
 - Soluzioni 100% testate in fabbrica.
-

- Upgrade facili e veloci per rispondere alle vostre esigenze attuali e future e agli eventuali ampliamenti dei vostri impianti
 - Installazione in cabine da esterno per le quali le unità SM6 sono particolarmente adatte.
-

- Componenti intelligenti e collegabili come le unità SC110 e TH110 forniscono informazioni continue sullo stato di salute dei vostri impianti elettrici, permettendo di ottimizzare la gestione degli asset grazie ad una corretta programmazione degli interventi di manutenzione preventiva



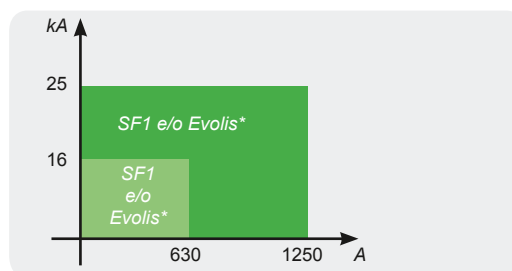
SM6,

una soluzione veramente professionale!
Oltre 1.500.000 unità installate nel mondo.



Da oltre 40 anni Schneider Electric è impegnata nello sviluppo di soluzioni di protezione, controllo e comando dedicate in modo specifico alle reti di distribuzione Media Tensione. Le unità SM6 sono frutto di questa pluriennale esperienza che offre anche alcune nuove soluzioni assolutamente innovative che garantiscono il meglio in termini di continuità di servizio e sicurezza del personale.

Interruttori ad elevate prestazioni



(*) Non disponibile a 36 kV.

Una soluzione completa

Le unità SM6 sono totalmente compatibili con

- Strumenti di misura PowerMeter.
 - Relé di protezione multifunzione Sepam
 - Protezione
 - Misura e diagnosi.
 - Unità di protezione VIP autoalimentate.
- Le unità SM6 sono facilmente integrabili in qualsiasi sistema di controllo e misura.
- Segnalazione e funzionamento in locale e a distanza.

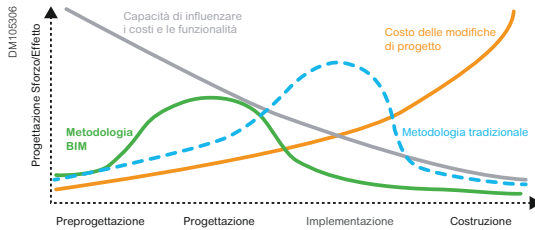
Tenuta all'arco interno

Classificazione a tenuta d'arco interno: A-FL e A-FLR.

- protezione arco interno sui tre lati IAC: A-FL,
 - 12,5 kA 1s per SM6-24
 - 16 kA 1s per SM6-36.
- protezione arco interno sui quattro lati IAC: A-FLR,
 - 12,5 kA 1s, 16 kA 1s e 20 kA 1s per SM6-24.
- Scelta evacuazione:
 - evacuazione dal basso
 - evacuazione dall'alto per SM6-24.



Un'opportunità unica per migliorare le strategie guida del settore Building. L'interoperabilità resta la nostra sfida.



Cos'è il BIM

- BIM è l'acronimo di "Building Information Modeling" (Modello di Informazioni di un Edificio): rappresenta un'evoluzione del CAD (Computer Aided Design), ma anche una rivoluzione nel mercato dei software di modellazione ed una soluzione fondamentale per la digitalizzazione
- Permette di migliorare notevolmente i disegni CAD tradizionali inserendo non solo gli elementi geometrici ma anche informazioni utili per i calcoli tecnici ed economici
- La metodologia BIM ricorre anche ampiamente a processi di tipo collaborativo tra le aziende o all'interno delle aziende interessate alla progettazione per trarre vantaggio dal valore dei modelli realizzati durante tutte le fasi del ciclo di progettazione e realizzazione dell'intervento edilizio
- BIM aiuta a creare, costruire, gestire e realizzare progetti più economici e con un ridotto impatto ambientale

Esigenze del Cliente



Business

- Elevata redditività



Efficienza

- Riduzione dei tempi e del lavoro.
- Problemi: disconnessione tool e impossibilità di condividere ed interagire



Collaborazione

- La gestione del progetto in diversi ambienti e ambiti di progettazione, con più colleghi e contraenti è inefficiente e non produttiva.
- Problemi: mancanza di una piattaforma collaborativa in grado di supportare gli interventi impiantistici dell'industria elettrica con condivisione dei dati tra aziende e localizzazioni geografiche diverse.

Vantaggi del BIM

- Risparmio sui tempi di progettazione
- Riduzione dei costi di progetto
- Miglior coordinamento e collaborazione
- Riduzione dei rischi
- Facile gestione operativa e manutenzione del ciclo di vita della costruzione

BIM e ciclo di vita della costruzione (Building Lifecycle)





Oggetti BIM SM6 24 e SM6 36

- **Oggetti BIM SM6 24 :**
<http://bimobject.com/fr/schneider/product/sm6-24>
- **Oggetti BIM SM6 36 :**
<https://bimobject.com/en/schneider/product/sm6-36>

Disegni 3D SM6

- **Scopo:**
I disegni 3D sono utili ai nostri partner (contractor e quadristi) per simulare le condizioni d'installazione (punti di fissaggio e collegamento, ecc.) in ambiente 3D .
- **Vantaggi per il cliente:**
Riduzione dei tempi di progettazione. Riduzione delle possibilità di errore in fase d'installazione.

Presentazione

L'esperienza di un leader mondiale	12
Le referenze di un leader	13
I vantaggi della gamma	14
Salvaguardia dell'ambiente	15
Garanzia di qualità	16
Servizi Schneider Electric	17
EcoStruxure Facility Expert	18
QRcode per funzioni SM6	19

Schneider Electric vanta oltre quarant'anni di esperienza e nella progettazione e costruzione di quadri di distribuzione e oltre trent'anni nella realizzazione di unità per la Media Tensione con tecnologia di interruzione in SF6

L'esperienza maturata permette oggi a Schneider Electric di offrire una gamma completa di prodotti: unità con interruttori con tecnologia di interruzione in SF6 e in vuoto fino a 24 kV e unità con protezione d'arco interno standard o maggiorata per ottimizzare la sicurezza del personale secondo le norme CEI EN.

Schneider Electric vi offre quindi i vantaggi di un'esperienza unica, quella di un leader mondiale, con oltre 2.500.000 unità SF6 in Media Tensione installate in tutto il mondo.

Mettere la nostra grande esperienza al vostro servizio prestando sempre particolare attenzione alle vostre esigenze è lo spirito di partnership attiva che desideriamo sviluppare offrendovi la nostra gamma di unità SM6.

Il sistema SM6 è composto da una serie di unità di tipo modulare compatte ad isolamento in aria, equipaggiate con apparecchiature di interruzione e sezionamento in SF6 o in vuoto che assicurano una durata di 30 anni.

Queste unità permettono di realizzare tutti gli schemi tipici di impianti relativi alla distribuzione MT fino a 36 kV grazie alle loro diverse unità funzionali. Risultato di un'analisi approfondita delle vostre esigenze il sistema SM6 vi permette di usufruire, oggi e in futuro, di tutti i vantaggi delle funzioni di una tecnologia moderna e collaudata.



1975 - Innovazione:

L'esfluoruro di zolfo (SF6) viene utilizzato per la prima volta in un apparecchio MT per una cabina di trasformazione MT/BT con VM6.

1989 - Esperienza:

Oltre 300.000 unità VM6 installate nel mondo.

1991 - Innovazione ed Esperienza:

Seconda generazione: dall'esperienza di VM6 nasce SM6 con apparecchiature di sezionamento ed interruzione in SF6.

2015 - Schneider Electric leader mondiale:

Con oltre 1.500.000 unità SM6 installate nel mondo, Schneider Electric consolida la propria posizione di leader nel settore della distribuzione Media Tensione.

Le referenze di un leader

SM6: un prodotto diffuso in tutto il mondo



Asia/Medio Oriente

- Canal Electrical Distribution Company, Egitto
- General Motors Holden, Australia
- Pasteur Institute, Cambogia
- Tian he City, Cina
- Sanya Airport, Cina
- Bank of China, Beijing, Jv Yanta, Cina
- Plaza Hotel, Jakarta, Indonesia
- Bali Airport, Indonesia
- Wakasa Control Center, Giappone
- Otaru Shopping Center, Giappone
- New City of Muang, Thong Than, Kanjanapas, Tailandia
- Danang e Quinhon Airport, Vanad, Vietnam
- British Embassy, Oman
- KBF Palace Riyadh, Arabia Saudita
- Raka Stadium, Arabia Saudita
- Bilkent University, Turchia
- TADCO, BABOIL development, Emirati Arabi
- Melbourne Tunnel City Link, Australia
- Campus KSU Qassim Riyad, Arabia Saudita

Africa

- ONAFEX, Hilton Hotel, Algeria
- Yaounde University, Camerun
- Karoua Airport, Camerun
- Libreville Airport, Gabon
- Ivarto Hospital, CORIF, Madagascar
- Central Bank of Abuja, ADEFEMI, Nigeria
- OCI Dakar, Oger international, CGE, Senegal
- Bamburi cement Ltd, Kenya
- Ivory Electricity Company, Costa d'Avorio
- Exxon, New Headquarters, Angola

Sud America/Pacifico

- Lamentin Airport, CCIM, Martinica
- Space Centre, Kourou, Guiana
- Mexico City Underground System, Messico
- Santiago Underground System, Cile
- Cohiba Hotel, Havana, Cuba
- Iberostar Hotel, Bavaro, Repubblica Dominicana
- Aluminio Argentino Saic SA, Argentina
- Michelin Campo Grande, Rio de Janeiro, Brasile
- TIM Data Center, São Paulo, Brasile
- Light Rio de Janeiro, Brasile
- Hospital Oswaldo Cruz, São Paulo, Brasile

Europa

- Stade de France, Parigi, Francia
- EDF, Francia
- Eurotunnel, Francia
- Nestlé company headquarters, Francia
- TLM Terminal, Folkestone, Gran Bretagna
- Zaventem Airport, Belgio
- Krediebank Computer Centre, Belgio
- Bucarest Pumping station, Romania
- Prague Airport, Repubblica Ceca
- Philipp Morris St Petersburg, Russia
- Kremlin Moscow, Russia
- Madrid airport, Spagna
- Dacia Renault, Romania
- Lafarge cement Cirkovic, Repubblica Ceca
- Caterpillar St Petersburg, Russia
- Ikea Kazan, Russia
- Barajas airport, Spagna
- Coca-cola Zurich, Svizzera

I vantaggi della gamma



Semplici e sicuri

SM6: una gamma testata

- Un sezionatore a tre posizioni per impedire manovre non corrette
- Potere di chiusura su cortocircuito del sezionatore di terra
- Indicazione certa del sezionamento
- Tenuta d'arco interno nei compartimenti cavi, interruttore e sbarre
- Sinottici di visualizzazione chiari e animati
- Leva di comando con funzione "anti-reflex"
- Segregazioni di compartimentazione per ogni singolo scomparto.



SM6: una gamma di prodotti specifica per le vostre applicazioni di comando e controllo

Le unità SM6 sono adatte in modo specifico alle vostre applicazioni di comando e monitoraggio. Con comandi motorizzati (installabili anche in on-site), le unità SM6 possono essere associate a Easergy T200 un'unità di controllo che integra direttamente tutte le funzioni di monitoraggio, comando e telecontrollo. In tal modo disporrete di un'unità pronta alla connessione e facile da integrare.



Compatti

SM6: un sistema ottimizzato

- Unità compatte
- Razionalizzazione degli spazi per l'installazione dei quadri
- Riduzione dei costi delle opere civili
- Facile integrazione in cabine da esterno per le quali le unità SM6 sono particolarmente adatte.



Upgrade facili e veloci

SM6, una gamma completa

- Una gamma completa di prodotti in grado di rispondere alle vostre esigenze attuali e future
- Possibilità di rispondere alle esigenze di ampliamento dei vostri impianti
- Un'offerta in grado di rispondere a tutte le vostre applicazioni
- Un prodotto realizzato in conformità con i requisiti delle normative vigenti
- Opzioni per il comando e il monitoraggio dei vostri impianti.



Semplicità di manutenzione

SM6: un sistema a manutenzione ridotta

- Le parti attive (interruzione e sezionamento) sono integrate in un involucro isolante con "sistema a pressione sigillato"
- I meccanismi di comando sono caratterizzati da una manutenzione ridotta in condizioni di funzionamento normali
- Maggior tenuta elettrica.

Il trattamento Schneider Electric di riciclo dei prodotti a tecnologia SF6 è soggetto ad una gestione rigorosa

Profilo ambientale del prodotto

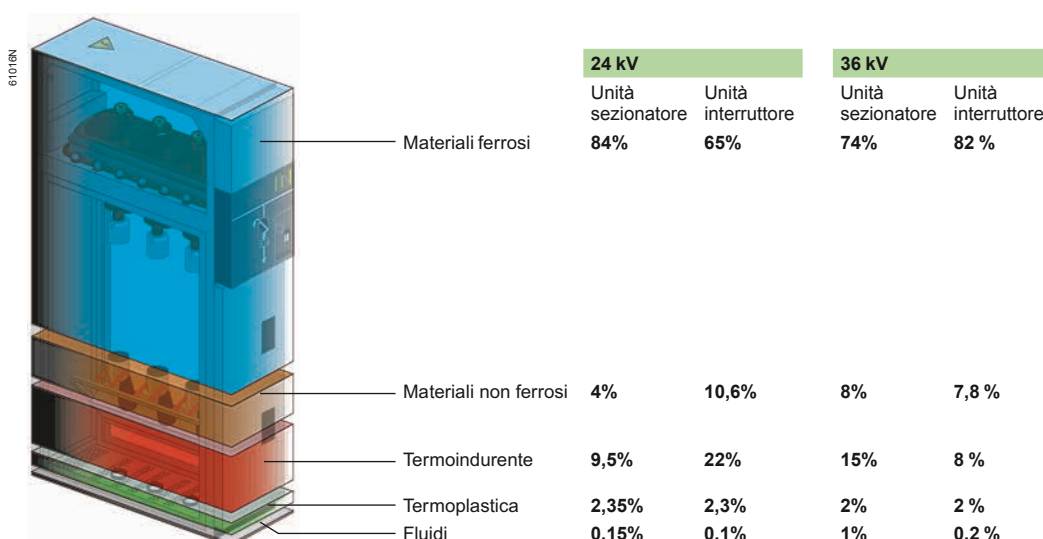
Schneider Electric è impegnata nella promozione di una politica di salvaguardia ambientale a lungo termine.

Nella progettazione e nella costruzione sono stati adottati tutti gli accorgimenti al fine di assicurare che le apparecchiature non contengano sostanze vietate dalle normative e direttive vigenti.

L'ambizione di Schneider Electric è quella di ridurre l'impatto ambientale dei propri prodotti lungo l'intero ciclo di vita, offrendo soluzioni di recupero e riciclaggio dell'SF6 a fine vita. Fino al 98% delle apparecchiature possono essere recuperate e riciclate.

SM6 è stato progettato con l'obiettivo primario di assicurare la salvaguardia dell'ambiente:

- I materiali utilizzati, isolanti e conduttori, sono identificati, facilmente separabili e riciclabili
- A fine vita l'SM6 può essere recuperato e riutilizzato dopo apposito trattamento di riciclo
- Il sistema di gestione ambientale adottato dagli impianti industriali Schneider Electric in cui vengono prodotti gli interruttori isolati in aria è stato certificato e riconosciuto conforme ai requisiti della normativa ISO 14001.



La gamma SM6 è prodotta in siti industriali Schneider Electric con certificazione ambientale ISO 14001.



La carta vincente

In tutti i suoi stabilimenti Schneider Electric ha creato un'organizzazione funzionale la cui missione principale è quella di verificare la qualità dei prodotti e di controllare il rispetto delle norme vigenti. Questa procedura è:

- Omogenea tra tutti i servizi
- Riconosciuta da parte di numerosi clienti ed organismi incaricati.

Ma è soprattutto la sua rigida attuazione che ha permesso di ottenere il riconoscimento da parte di un ente indipendente: l'AFaq (Associazione Francese per l'Assicurazione di Qualità (FQAA)).

Il sistema di qualità per la progettazione e la produzione delle unità SM6 è certificato conforme ai requisiti di qualità prescritti dalle normative ISO 9001: 2000.

Controlli severi e sistematici

In fase di produzione ogni unità SM6 è sottoposta a sistematiche prove di routine con l'obiettivo di verificarne la qualità e la conformità agli standard:

- Controllo della tenuta molecolare
- Controllo della pressione di riempimento
- Misura delle velocità di chiusura ed apertura
- Misura delle coppie di serraggio
- Controllo dielettrico
- Conformità con gli schemi.

I risultati ottenuti sono registrati dalla garanzia di qualità sul verbale di collaudo di ogni apparecchio.

Tempo Medio al Guasto grave (MTTF)

Grazie al sistema di garanzia di qualità di Schneider Electric le unità SM6 hanno un MDT "Mean Down Time" (tempo medio di indisponibilità) trascurabile in confronto al MUT "Mean Up Time" (tempo medio in servizio).

Per questo il valore MTBF "Mean Time Between Faillure" (tempo medio tra due guasti) è simile al valore di MTTF.

- MTTF (totale) = 3890 anni per SM6-24
- MTTF (totale) = 6259 anni per SM6-36.

AV9526-68



AV9503-68



Servizi Schneider Electric

Tranquillità totale (Peace of mind) per l'intero ciclo di vita dell'impianto

DMA0843

Servizi per l'intero ciclo di vita



Quando si tratta della tua installazione di distribuzione elettrica, noi possiamo aiutarti a:

- Incrementare la produttività, l'affidabilità e la sicurezza
- Mitigare i rischi e limitare il fuori servizio
- Mantenere le apparecchiature aggiornate e estenderne la vita utile
- Tagliare i costi e aumentare i risparmi
- Migliorare il ritorno dell'investimento

Pianificare

Gli esperti di Schneider Electric vi aiutano a pianificare, definire e progettare la soluzione più adatta ai vostri bisogni.

- **Studi di fattibilità tecnica:** Fattibilità tecniche e supporto alla progettazione per aiutare il cliente a fare le migliori scelte tecniche per il suo investimento.
- **Progettazione preliminare:** Accelera il tempo di definizione delle scelte per realizzare il progetto della soluzione definitiva.

Installare

Schneider Electric vi aiuta a convertire i vostri progetti in una soluzione efficiente, affidabile e sicura.

- **Project Management:** Gestisce per il cliente lo sviluppo dell'intera soluzione.
- **Commissioning:** Tramite prove in sito di commissioning, attrezzature specifiche e procedure, vi assicura la performance effettiva dell'impianto in coerenza ai requisiti originali di progetto.

Operare

Schneider Electric vi aiuta a ottimizzare la disponibilità della vostra soluzione e tramite una serie di azioni proattive, vi permette il contenimento e il controllo dei costi di gestione.

- **Gestione del patrimonio:** le informazioni necessarie per aumentare la sicurezza, migliorare le prestazioni dell'installazione, la formazione e ottimizzare gli investimenti risparmiando sui costi di manutenzione.
- **Piani di servizio Advantage:** piani personalizzati che garantiscono la manutenzione preventiva predittiva e correttiva.
- **Servizi di manutenzione in sito:** per qualsiasi necessità in sito e servizi specifici di diagnosi sulle apparecchiature di distribuzione elettrica.
- **Gestione dei ricambi:** Assicura la disponibilità dei ricambi e aiuta a ottimizzare la gestione del budget di manutenzione.
- **Formazione tecnica:** Per costruire la necessaria conoscenza e competenza al fine di operare correttamente sull'impianto in piena sicurezza.

Ottimizzare

I nostri esperti di soluzioni vi offrono raccomandazioni proattive, su misura e necessarie per ridurre i rischi, migliorare le prestazioni e l'affidabilità della vostra soluzione.

- **Audit elettrico MP4:** definisce un programma di miglioramento e gestione dei rischi.

Rinnovare

Schneider Electric vi consente di definire e implementare la migliore evoluzione per la vostra soluzione, aumentando le prestazioni e la flessibilità, tenendo sotto controllo l'invecchiamento del parco installato e i costi delle infrastrutture associate.

- **ECOFIT™:** per aggiornare e migliorare le prestazioni della vostra installazione elettrica (BT, MT, Relè di protezione...).
- **Fine vita prodotto MT:** riciclaggio e smaltimento delle apparecchiature obsolete.

Frequenza degli interventi di manutenzione

I costruttori delle apparecchiature di distribuzione elettrica consigliano una pianificazione delle attività di manutenzione in modo da estendere le prestazioni dell'apparecchiatura nel tempo. Le frequenze in un ambiente operativo normale (con condizioni critiche minime e di ambiente ottimali) possono essere definite in generale come riportato di seguito:

Manutenzione	Frequenza minima ⁽¹⁾ (Intervallo)	Chi		
		Costruttore	Partner certificato	Utente finale
Exclusive	4 anni	<input checked="" type="checkbox"/>		
Advanced	2 anni	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Light	1 anni	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

⁽¹⁾ Consigliato in condizioni operative normali (condizioni critiche dell'apparecchiatura minime e condizioni ambientali ottimali). Tuttavia, questa frequenza consigliata va aumentata in base a:

a) al livello di criticità (minore, maggiore, critico)

b) la gravità delle condizioni ambientali (ad esempio, ambienti corrosivi, marittimi, inquinati) seguendo le indicazioni del costruttore

EcoStruxure Facility Expert

Manutenzione preventiva e predittiva utilizzando i codici QR

PM105629



Cos'è EcoStruxure Facility Expert?

EcoStruxure Facility Expert è un log book per la manutenzione, accessibile da smartphone, tablet o computer. Questo sistema intelligente collaborativo e connesso al 100% permette ai tecnici addetti alla manutenzione di tenersi in costante contatto con la community di assistenza e manutenzione: manager, clienti, contractor per interventi rapidi ed efficaci.

Accessibile a chiunque, ovunque e in qualsiasi momento

EcoStruxure Facility Expert funziona su reti 3G, 4G e Wi-fi e può essere utilizzato anche offline.

Scaricate semplicemente l'applicazione direttamente sul vostro smartphone o tablet, registrate un account e iniziate.

Tutte le informazioni necessarie, rapidamente

- Panoramica di tutte le apparecchiature (stato, task, memo settimanali)
- Log manutenzione completi (guasti e interruzioni, report manutenzione)
- Accesso rapido ai log di manutenzione mediante lettura del codice QR dell'apparecchio
- Report manutenzione ricchi e completi con memo vocali, note, foto e misure.

Decisioni e interventi giusti al momento giusto

- Rapida aggiunta di nuovi elementi
- Accesso ai dati periodici di misura e lettura, guasti e anomalie recenti, ecc.
- Localizzazione apparecchi in tempo reale tramite GPS
- Monitoraggio apparecchi da remoto e in tempo reale

Gestione efficace delle vostre squadre di manutenzione e intervento

- Generazione dei report delle attività e loro condivisione semplificata
- Gestione e monitoraggio di tutte le operazioni di routine quali programmazione della manutenzione e attività o future.



I vantaggi di EcoStruxure Facility Expert

Efficienza ottimizzata degli interventi di manutenzione e uptime garantito:

- Accesso automatico al calendario di manutenzione dei vostri apparecchi mediante lettura dei codici QR
- Logbook cloud per organizzare e seguire la manutenzione
- Allarmi remoti dalle apparecchiature Smart connesse.



> Scaricate la versione gratuita di EcoStruxure Facility Expert

Unità SM6 24 kV

Funzione interruttore



Funzione interruttore di manovra



Funzione interruttore di manovra combinato con fusibili



Altre funzioni



Unità SM6 36 kV

Funzione interruttore



Funzione interruttore di manovra



Funzione interruttore di manovra combinato con fusibili



Altre funzioni



Caratteristiche generali

Caratteristiche generali

Sommario

Campo di applicazione	22
Unità con funzione di sezionamento	24
Unità con funzione di protezione	25
Unità con funzione di misura	28
Unità con altre funzioni e estensione	29
Unità in versione monoblocco	29
Condizioni di esercizio	30
Norme	31
Caratteristiche principali	32
Descrizione delle unità	34
Descrizione dei compartimenti	36
Apparecchiature	38
Interruttore di manovra-sezionatore o sezionatore	38
Interruttori	39
Sicurezza delle persone	40
Comandi e Interblocchi	40
Protezione arco interno	41

Il sistema SM6 è composto da una serie di unità di tipo modulare compatte equipaggiate con apparecchiature di sezionamento e protezione in SF6 o protezione in vuoto:

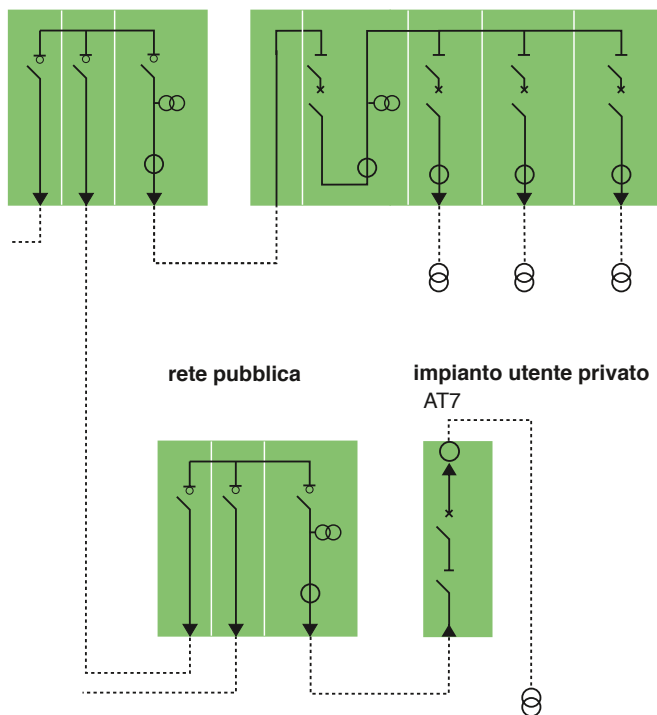
- Sezionatore
- Interruttore di manovra-sezionatore
- Interruttore tipo SF1, SFset o Evolis
- Contattore Rollarc 400 o 400 D, o contattore in vuoto.

Le unità SM6 sono utilizzate nelle sottostazioni trasformatore MT/BT e nelle reti di distribuzione fino a 36 kV.

Sottostazioni MT/BT

rete pubblica
locale ente distributore

locale utente
GAM2 DM1-J DM1-A DM1-A DM1-A



PM103390



PM103309



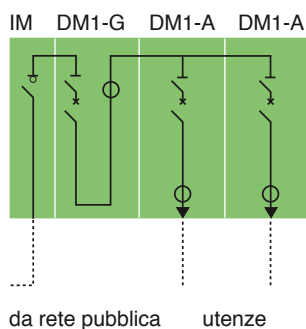
PM102377



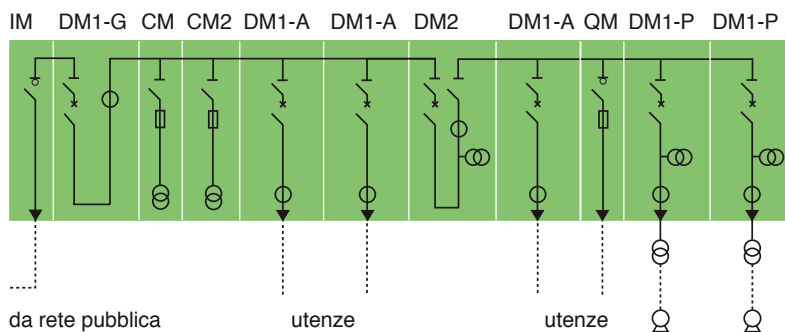


Cabine di distribuzione industriali

rete di distribuzione industriale



rete di autoproduzione



Definizione delle unità

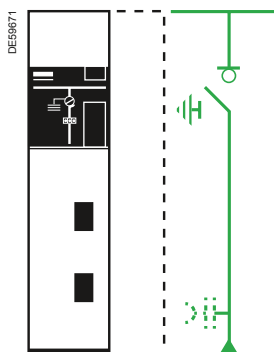
Qui di seguito forniamo la lista di unità SM6 utilizzate nelle sottostazioni trasformatore MT/BT e nelle cabine di distribuzione industriali:

- unità con interruttore manovra-sezionatore **IM, IMC, IMB, IMP**
- unità con IMS e fusibili **PM**
- unità con IMS combinato con fusibili **QM, QMC, QMB**
- unità con contattore e contattore con fusibili **CRM, CVM**
- unità con apparecchiatura di interruzione in SF6 **DM1-A, DM1-D, DM1-P, DM1G, DM1-J, DM1-R**
- unità con apparecchiatura laterale di interruzione in vuoto **DMVL-A, DMVL-D**
- unità con apparecchiatura di interruzione in SF6 con doppio sezionatore **DM2**
- unità misura tensione **CM, CM2, CMK**
- unità misura corrente e/o tensione **GBC-A, GBC-B**
- **NSM-cavi**
- **NSM-sbarre**
- unità di collegamento sbarre **GBM**
- unità collegamento cavi **GAM2, GAM**
- unità sezionatore **SM**
- unità trasf. MT/BT per ausiliari **TM**
- Altre unità: contattateci.

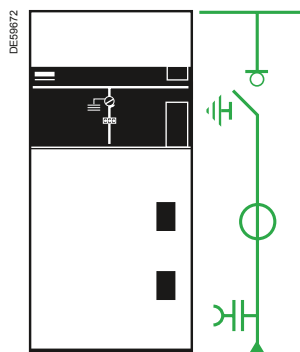
Interruttore-manovra sezionatore

pag.

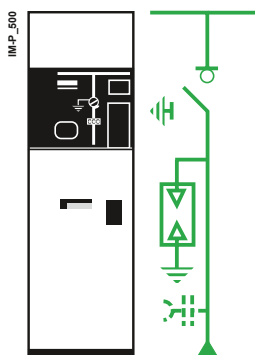
44



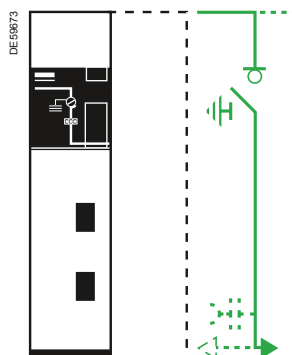
IM
Unità arrivo/partenza
24 kV: 375
36 kV: 750 mm



IMC
Unità arrivo/partenza
36 kV: 750 mm

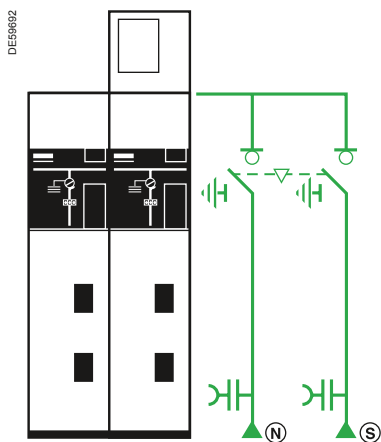


IMP
Unità arrivo/partenza con scaricatori
24 kV: 500 mm

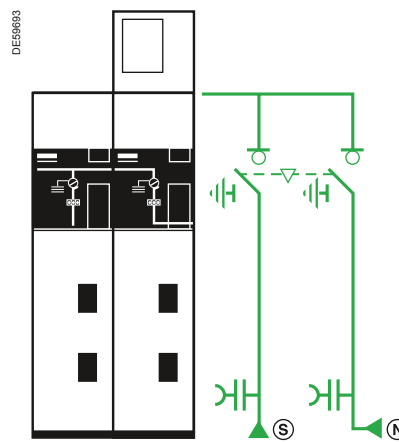


IMB
Unità
Sezionamento sbarre destra/sinistra
24 kV: 375 mm
36 kV: 750 mm

Automatic Transfer System



NSM-cavi
Unità arrivo normale - soccorso
24 kV: 750 mm

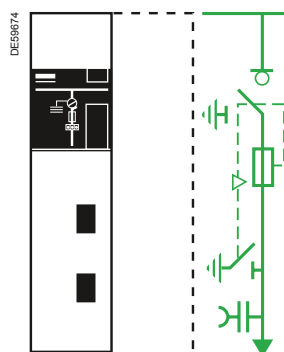


NSM-sbarre
Unità arrivo normale - soccorso
sbarre destra/sinistra e cavi
24 kV: 750 mm

46

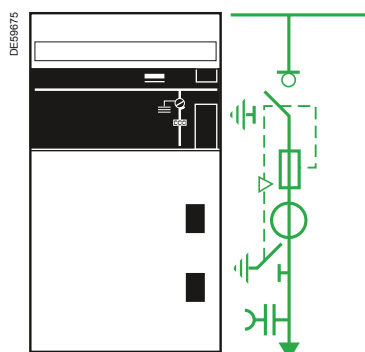
Interruttore manovra-sezionatore con fusibili

pag.

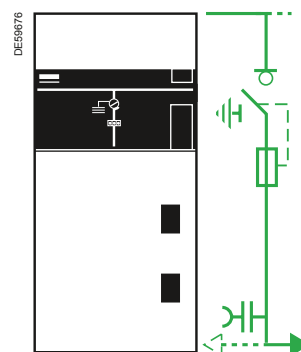


47

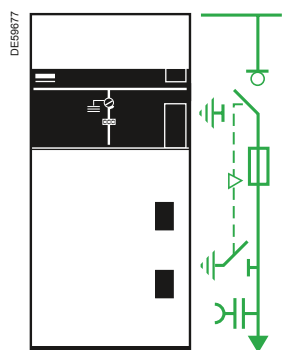
QM
Unità interruttore di manovra-
sezionatore combinato con fusibili
24 kV: 375 mm
36 kV: 750 mm



QMC
Unità interruttore di manovra-
sezionatore combinato con fusibili
36 kV: 1000 mm



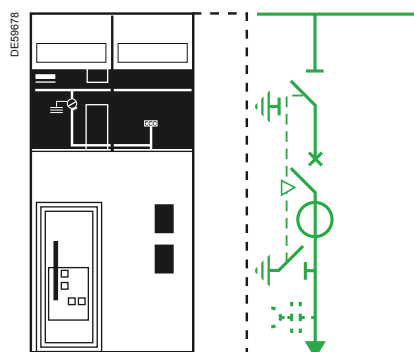
QMB
Unità interruttore di manovra-
sezionatore combinato con fusibili
partenza destra/sinistra
36 kV: 750 mm



48

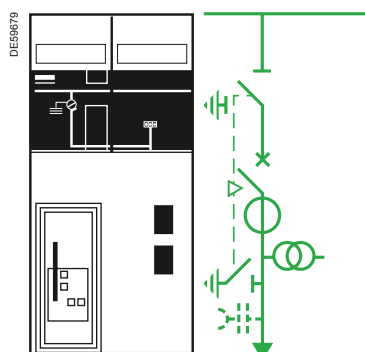
PM
Unità interruttore di manovra-sezionatore
con fusibili
36 kV: 750 mm

Interruttore SF6



49

DM1-A
Unità interruttore con sezionatore
e partenza cavo
24 kV: 750 mm
36 kV: 1000 mm



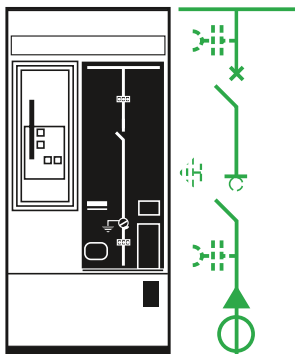
DM1-P
Unità interruttore con sezionatore
e partenza cavo
24 kV: 750 mm

Unità con funzione di protezione

pag.

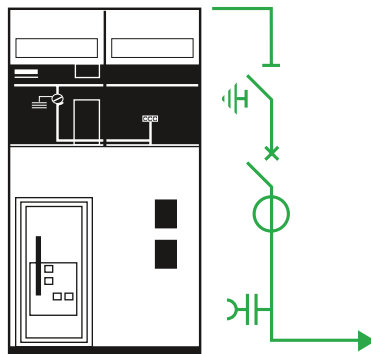
50

unifilarc-DM1-R



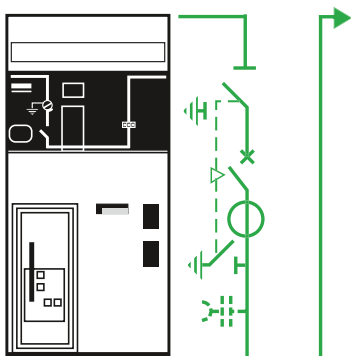
DM1-R
Unità arrivo cavo con interruttore e sezionatore
24 kV: 750 mm

DES9879



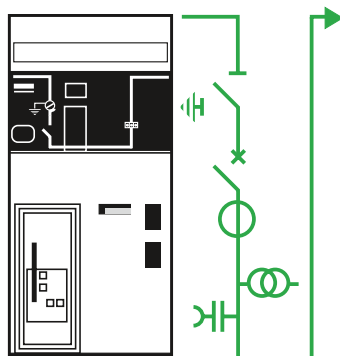
DM1-D
Unità interruttore con sezionatore e uscita sbarre
36 kV: 1000 mm

5585



DM1-G
Unità interruttore con sezionatore e risalita sbarre
24 kV: 750 mm

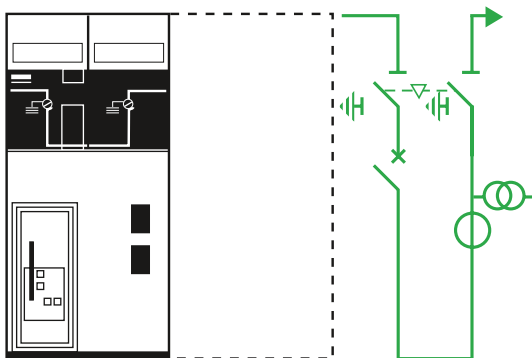
5517



DM1-J
Unità interruttore con sezionatore e risalita sbarre
24 kV: 750 mm

51

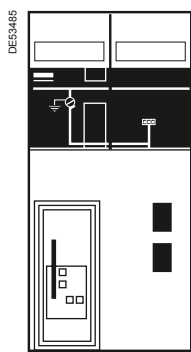
DES9680



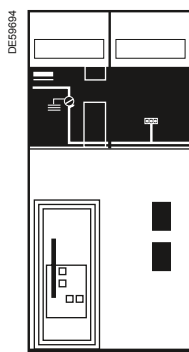
DM2
Unità con interruttore doppio sezionamento e risalita sbarre
24 kV: 750 mm
36 kV: 1500 mm

52

Interruttore in vuoto

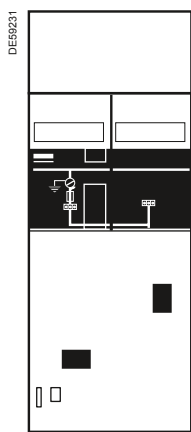


DMVL-A
Unità interruttore con sezionatore
e partenza cavo
24 kV: 750 mm

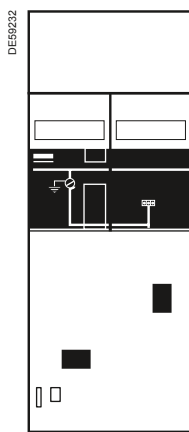


DMVL-D
Unità interruttore con sezionatore
e uscita sbarre
24 kV: 750 mm

Contattore in vuoto (partenza motori con avviamento diretto)

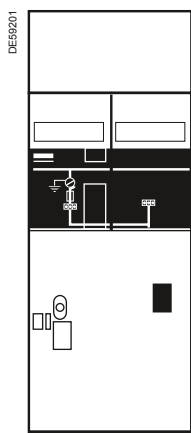


CVM
Unità contattore con fusibili
24 kV: 750 mm

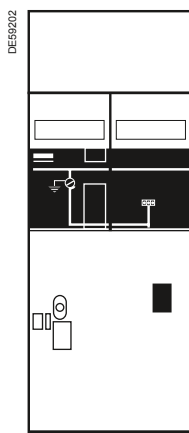


CVM
Unità contattore
24 kV: 750 mm

Contattore in SF6 (partenza motori con avviamento diretto)



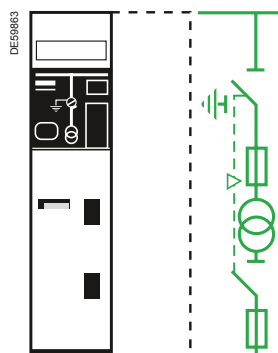
CRM
Unità contattore con fusibili
24 kV: 750 mm



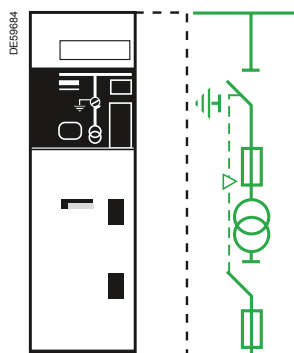
CRM
Unità contattore
24 kV: 750 mm

pag.

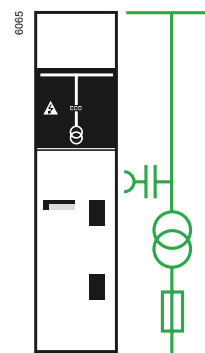
56



CM
Unità misura sbarre
con TV fase-terra
24 kV: 375 mm
36 kV: 750 mm

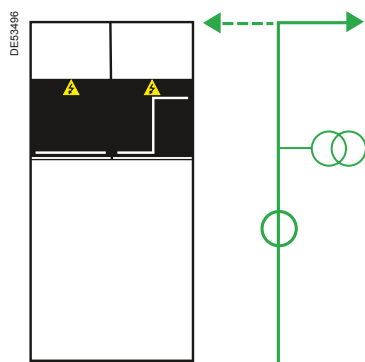


CM2
Unità misura sbarre
con TV fase-fase
24 kV: 500 mm
36 kV: 750 mm

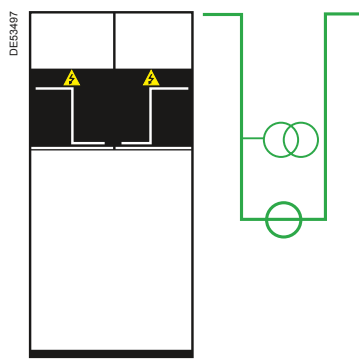


CMK
Unità misura sbarre
con TV fase-terra
24 kV: 375 mm

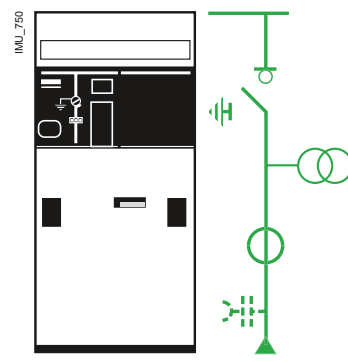
57



GBC-A
Unità risalita sbarre destra/sinistra
con misura corrente e tensione
24 e 36 kV: 750 mm

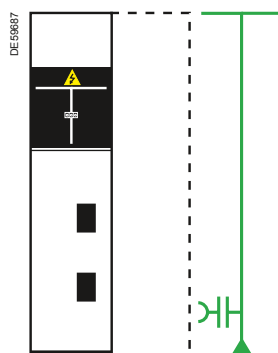


GBC-B
Unità sbarre
con misura corrente e tensione
36 kV: 750 mm

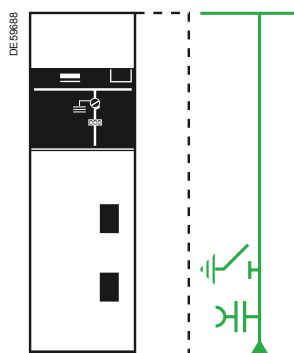


IMU
Unità arrivo/partenza con misura
24 kV: 750 mm

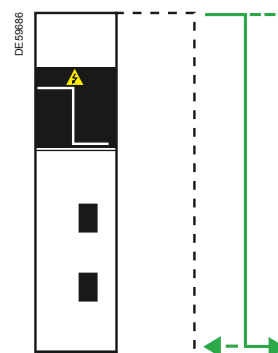
58



GAM2
Unità di arrivo
24 kV: 375 mm
36 kV: 750 mm



GAM
Unità di arrivo
con messa a terra
24 kV: 500 mm
36 kV: 750 mm

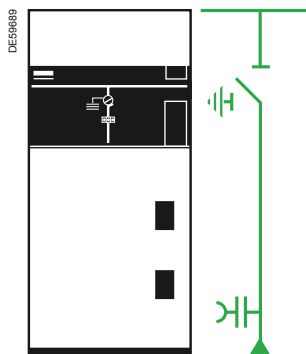


GBM
Unità di collegamento
risalita sbarre destra/sinistra
24 kV: 375 mm
36 kV: 750 mm

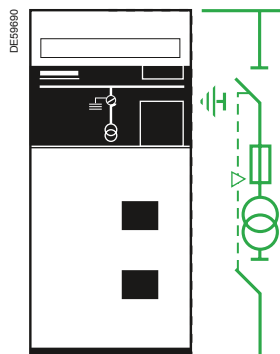
Unità con altre funzioni
e per estensione

pag.

59



SM
Unità con sezionatore
36 kV: 750 mm

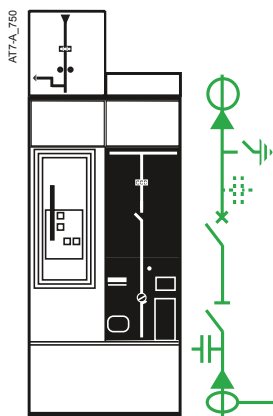


TM
Unità trasformatore MT/BT
per ausiliari
36 kV: 750 mm



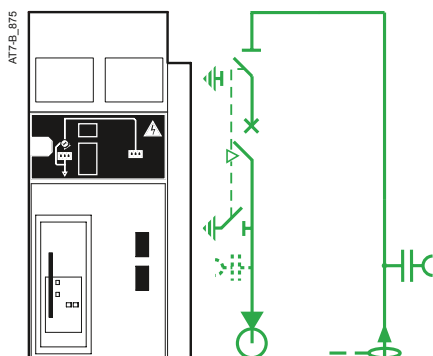
Kit estensione SM6-24
Advance 2014/2018

Protezione trasformatore MT in versione monoblocco



60

AT7-A
Arrivo e protezione trasformatore
tramite interruttore (con LPCT)
24 kV: 750 mm



61

AT7-B
Arrivo e protezione trasformatore
tramite interruttore (con LPCT)
24 kV: 875 mm

SM6 associa alle sue caratteristiche tecniche una concreta risposta in materia di sicurezza del personale e dei beni, di semplicità di installazione e di esercizio e di tutela dell'ambiente

PM105631



Le unità SM6 sono adatte per l'installazione all'interno di locali di piccole dimensioni o di stazioni prefabbricate grazie alle loro misure estremamente compatte:

- larghezza da 375 a 1500 mm
- altezza da 1600 a 2250 mm
- profondità da 840 a 1400 mm...

Sia il collegamento dei cavi di potenza che le manovre relative all'esercizio e alla manutenzione sono effettuabili dal fronte dell'unità, semplificando notevolmente il funzionamento.

Le unità SM6 possono essere equipaggiate con diversi accessori (relè, rivelatori toroidali, trasformatori di misura, limitatori di tensione, dispositivi di controllo e monitoraggio, ecc.).

Condizioni normali di esercizio

• Temperatura ambiente:

- 1) inferiore o uguale a 40°C
- 2) inferiore o uguale a 35°C in media sulle 24 ore
- 3) superiore o uguale a -5°C.

• Altitudine

- 1) inferiore o uguale a 1000 m
- 2) oltre i 1000 m è necessario applicare un coefficiente di declassamento (consultateci).

• Radiazione solare

- 1) nessuna irradiazione solare diretta.

• Inquinamento

- 1) nessun inquinamento significativo dell'aria per polvere, fumo, gas corrosivi o infiammabili, vapori o sali.

• Umidità

- 1) umidità relativa media sulle 24 ore inferiore o uguale al 95%
 - 2) umidità relativa media su un periodo di 1 mese inferiore o uguale al 90%
 - 3) pressione vapore media sulle 24 ore, inferiore o uguale a 2.2 kPa
 - 4) pressione vapore media su un periodo di 1 mese inferiore o uguale a 1.8 kPa.
- In queste condizioni può talvolta verificarsi la formazione di condensa, soprattutto in caso di improvvise variazioni di temperatura in periodi di elevata umidità.

Per evitare e/o limitare gli effetti di forte umidità e formazione di condensa bisogna porre attenzione ai criteri di progettazione architettonica e strutturale dell'edificio e del luogo d'installazione, con particolare attenzione alla ventilazione dei locali.

• Sismi:

□ per 24 kV e 36 kV:

- 1) Fino a 0.5 g (orizzontale) e 0.4 g (verticale)
- 2) Classe 2
- 3) Secondo Norme IEEE-693/2005 e EN 60068-3/1993.

Per condizioni di esercizio severe consultateci.

Finitura e trattamento della struttura metallica

La struttura metallica della serie SM6 prevede l'impiego di lamiere zincate a caldo ed elettrozincate.

Le lamiere zincate sono impiegate per le parti interne della struttura e quelle elettrozincate per le lamiere sottoposte a trattamento di verniciatura.

L'impiego di lamiere zincate ed elettrozincate/verniciate consente una migliore resistenza alla corrosione.

La verniciatura è realizzata con un impianto automatico a deposizione elettrostatica di polveri epossipoliestere. Il colore standard è il bianco RAL 9003.

Le unità SM6 sono conformi alle seguenti norme e specifiche:

- Norme CEI EN

- Norme Rischio Sismico

Norme CEI EN

62271-200	Apparecchiature ad alta tensione - Parte 200: apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensioni da 1 kV a 52 kV compreso.
62271-100	Apparecchiature ad alta tensione - Parte 100: Interruttori a corrente alternata ad alta tensione.
62271-1	Apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione - Parte 1: Prescrizioni comuni.
62271-102	Apparecchiature ad alta tensione - Parte 102: Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata.
62271-103	Apparecchiature ad alta tensione - Parte 103: Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso.
62271-105	Apparecchiature ad alta tensione - Parte 105: Interruttori di manovra e interruttori di manovra-sezionatori combinati con fusibili per corrente alternata.
62271-206	Apparecchiatura ad alta tensione - Parte 206: Indicatori di presenza tensione.
62271-304	Apparecchiature ad alta tensione - Parte 304: Classi di progetto per apparecchiatura con involucro per tensioni da 1 kV a 52 kV compreso per installazione all'interno destinata ad essere impiegata in condizioni climatiche severe
60255	Relè di misura.
61869-2	Trasformatori di misura - Parte 1: Trasformatori di corrente.
61869-3	Trasformatori di misura - Parte 2: Trasformatori di tensione.
60044-8	Trasformatori di misura - Parte 8: Trasformatori di corrente elettronici.
0-16	Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica

Norme rischio sismico

IEEE-693	2005 IEEE Prassi raccomandata per la progettazione antisismica delle sottostazioni
EN 60068-3-3	Prove climatiche e meccaniche fondamentali-Parte 3: Guida, Metodi di prova sismica per le apparecchiature



I valori qui di seguito riportati si riferiscono ad una temperatura di funzionamento compresa tra -5°C e +40°C e per un'installazione ad un'altitudine fino a 1000 m.

Caratteristiche elettriche

Tensione nominale	Ur	kV		7,2	12	17,5	24	36
Livello di isolamento								
tra fasi e verso massa	Ud	50/60 Hz, 1 min (kV rms)		20	28	38	50	70
sul sezionamento	Ud	50/60 Hz, 1 min (kV rms)		23	32	45	60	80
tra fasi e verso massa	Up	1,2/50 μs (kV picco)		60	75	95	125	170
sul sezionamento	Up	1,2/50 μs (kV picco)		70	85	110	145	195
Potere di interruzione								
Trasformatore a vuoto		A		16				
Cavi a vuoto		A		31,5				50
Corrente nominale	Ir	A		630 - 800 - 1250				630-1250
Corrente di breve durata massima ammissibile	Ik/tk ⁽¹⁾	kA/1 s	25	630 - 800 - 1250				1250
			20 ⁽²⁾	630 - 800 - 1250				630-1250
			16	630 - 800 - 1250				630-1250
			12,5	630 - 800 - 1250				630-1250
Potere di chiusura (50 Hz)	Ima	kA	62,5	630 - 800		NA		
			50	630 - 800				
			40	630 - 800				
			31,25	630 - 800		630		
Potere di interruzione max (Isc)								
Unità IM, IMC, IMB		A		630 - 800				630
NSM-cavi, NSM-sbarre		A		630 - 800				NA
QM, QMC, QMB		kA		25		20		20
PM		kA		NA				20
IMP		A		630 - 800				NA
IMU		A		630				NA
CRM		kA		10	NA			
CRM con fusibili		kA		25	NA			
CVM		kA		6,3	NA			
CVM con fusibili		kA		25	NA			
Gamma con interruttori in SF6								
DM1-A		kA	25	630 - 800 - 1250				1250
DM1-P		kA	20	630 - 1250				630
DM1-R, DM1-G, DM1-J		kA	25	630 - 800				NA
DM2		kA	25	630				1250
			20	630				630
DM1-D		kA	25	NA				1250
			20	NA				630-1250
Gamma con interruttori in vuoto								
DMVL-A, DMVL-D		kA	20	630				NA
Gamma monoblocco								
AT7-A, AT7-B		kA	16	630				NA

NA: Non Available (non disponibile)

(1) 3 fasi

(2) In 20 kA/3 s per 24 kV, consultateci



Durata

Unità		Durata meccanica	Durata elettrica
Unità IM, IMC, IMB, IMP, IMU, PM QM ⁽³⁾ , QMC ⁽³⁾ , QMB ⁽³⁾ , NSM-cavi, NSM-sbarre		CEI-EN 62271-103 1.000 manovre classe M1	CEI-EN 62271-103 100 interruzioni a Ir, cos φ = 0.7, classe E3
CRM	Sezionatore	CEI-EN 62271-102 1.000 manovre	
	Rollarc 400	CEI-EN 60470 300.000 manovre	CEI-EN 60470 100.000 interruzioni a 320 A 300.000 interruzioni a 250 A
	Rollarc 400D	100.000 manovre	100.000 interruzioni a 200 A
CVM	Sezionatore	CEI-EN 62271-102 1.000 manovre	
	Contattore in vuoto	CEI-EN 60470 2.500.000 manovre 250.000 con interblocco meccanico	CEI-EN 60470 250.000 interruzioni a Ir
Unità con interruttori in SF6			
DM1-A, DM1-D, DM1-P DM1-G DM1-J DM1-R DM2	Sezionatore	CEI-EN 62271-102 1.000 manovre	
	Interruttore SF	CEI-EN 62271-100 10.000 manovre classe M2	CEI-EN 62271-100 30 interruzioni a 12.5 kA per 24 kV 25 interruzioni a 25 kA per 24 kV 40 interruzioni a 16 kA per 36 kV 15 interruzioni a 25 kA per 36 kV 10.000 interruzioni a Ir, cos φ = 0.7, classe E2
Unità con interruttori in vuoto			
DMVL-A DMVL-D	Sezionatore	CEI-EN 62271-102 1.000 manovre	
	Interruttore Evolis	CEI-EN 62271-100 10.000 manovre classe M2	CEI-EN 62271-100 10.000 interruzioni a Ir, cos φ = 0.7, classe E2
Unità monoblocco			
AT7-A AT7-B	Sezionatore	CEI-EN 62271-102 1.000 manovre	
	Interruttore SF	SF CEI-EN 62271-100 10.000 manovre classe M2	CEI-EN 62271-100 30 interruzioni a 12.5 kA per 24 kV 25 interruzioni a 25 kA per 24 kV 10.000 interruzioni a Ir cos φ = 0.7, classe E2

(3) Secondo norma CEI-EN 62271-105, tre interruzioni con cos φ = 0.2

800 A a 36 kV; 1400 A a 24 kV; 1730 A a 12 kV; 2600 A a 5.5 kV.

Tenuta d'arco interno (secondo norma IEC 62271-200):

- SM6-24:

Basic	□ 12,5 kA 1s, IAC: A-FL
Advance	□ 12,5 kA 1s, IAC: A-FLR
	□ 16 kA 1s, IAC: A-FLR
	□ 20 kA 1s, IAC: A-FLR
- SM6-36:

	□ 16 kA 1s, IAC: A-FL.
--	------------------------

Rischio sismico:

□ per 24 kV e per 36 kV

1) Fino a 0.5 g (orizzontale) e 0.4 g (verticale)

2) Classe 2

3) Secondo norme IEEE-693/2005 e EN 60068-3/1993.

Grado di protezione:

- Classificazione delle segregazioni: PI (partizione di isolamento)
- Classificazione della continuità di servizio: LSC2A (LSC1 per funzioni GAM2/CMK/GBC/GBM)
- Unità quadro: IP3X
- Fra le celle: IP2X per SM6-24, IP2XC per SM6-36
- Quadro: IK08 per SM6-24, IK07 per SM6-36.

Compatibilità elettromagnetica:

- Relè: tenuta 4 kV sull'alimentazione, secondo norma IEC 60801.4
- Celle:
 - campo elettrico:
 - 40 dB di attenuazione a 100 MHz
 - 20 dB di attenuazione a 200 MHz
 - campo magnetico: 20 dB di attenuazione con valori inferiori a 30 MHz.

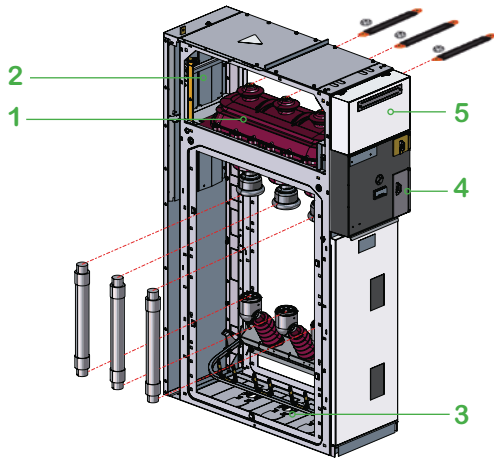
Temperature:

I quadri devono essere immagazzinati ed installati in locali secchi senza presenza di polveri e con limitate variazioni di temperatura.

- Di stoccaggio: da -40°C a +70°C
- Di funzionamento: da -5°C a +40°C
- Per altre temperature consultateci.

Descrizione delle unità

DES8646



Unità protezione con fusibili

1 apparecchiatura: interruttore di manovra-sezionatore o sezionatore di linea e sezionatore di terra in un involucro riempito di SF6 e del tipo "sistema a pressione sigillato". Tale apparecchio realizza inoltre la segregazione tra le zona sbarre omnibus e la cella MT.

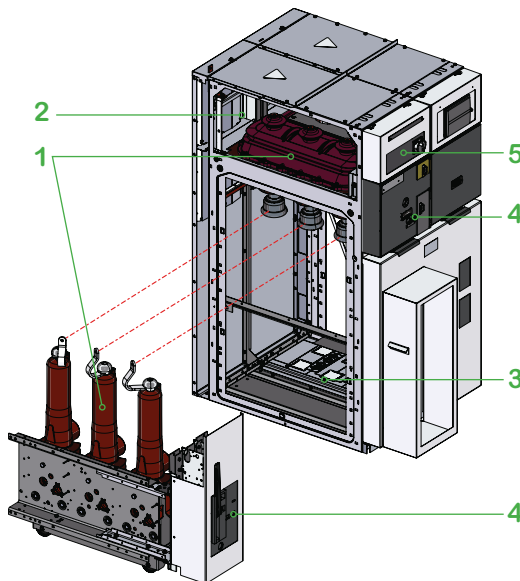
2 compartimento sbarre: di facile accesso dall'alto dell'unità sono disposte parallelamente permettono ampliamenti dei quadri ed il collegamento alle apparecchiature esistenti.

3 collegamento: accessibilità dal fronte, connessione ai contatti inferiori dell'interruttore di manovra - sezionatore (unità IM) o ai portafusibili inferiori (unità PM e QM). Questo compartimento è dotato anche di un sezionatore di terra a valle dei fusibili MT per le unità di protezione.

4 comando: dal fronte dell'unità permette il comando e la visualizzazione dello stato dell'interruttore di manovra-sezionatore e del sezionatore di terra (interruzione certa o positiva).

5 cella BT: vano per equipaggiare l'unità con apparecchiature di bassa tensione per il controllo ed il comando dell'unità. Se è necessario più spazio è possibile aggiungere un compartimento supplementare nella parte superiore dell'unità.

DES8647



Unità con interruttore in SF6

1 apparecchiature: interruttore isolato in SF6. Sezionatore(i) di linea e sezionatore(i) di terra in un involucro riempito in SF6 e del tipo «sistema a pressione sigillato». Tale apparecchio realizza inoltre la segregazione tra le zona sbarre omnibus e la cella MT.

2 compartimento sbarre: di facile accesso dall'alto dell'unità sono disposte parallelamente permettono ampliamenti dei quadri ed il collegamento alle apparecchiature esistenti.

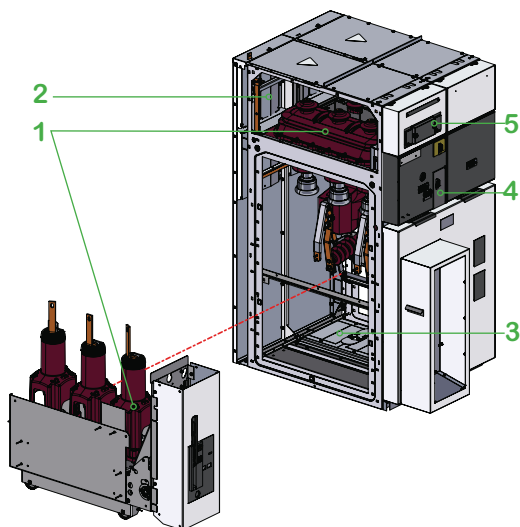
3 collegamento e apparecchiatura: accessibilità dal fronte e connessione dei cavi in uscita.

Sono disponibili due tipi di interruttori:

- SF1: apparecchio associato ad un relè elettronico (con alimentazione ausiliaria) e a sensori standard
- SFset: apparecchio autonomo dotato di una protezione elettronica e di sensori specifici (con o senza alimentazione ausiliaria).

4 comando: comprende gli elementi che permettono il controllo del o dei sezionatori, dell'interruttore e del sezionatore di terra, oltre alla segnalazione corrispondente.

5 cella BT: vano per equipaggiare l'unità con apparecchiature di bassa tensione per il controllo ed il comando dell'unità. Possibilità di aggiungere un compartimento supplementare nella parte superiore dell'unità.



Unità con interruttore in vuoto

1 apparecchiature: interruttore isolato in vuoto. Sezionatore di linea e sezionatore di terra in un involucro riempito in SF6 e del tipo «sistema a pressione sigillato». Tale apparecchio realizza inoltre la segregazione tra le zona sbarre omnibus e la cella MT.

2 compartimento sbarre: di facile accesso dall'alto dell'unità sono disposte parallelamente permettono ampliamenti dei quadri ed il collegamento alle apparecchiature esistenti.

3 collegamento e apparecchiatura: accessibilità dal fronte e connessione dei cavi in uscita.

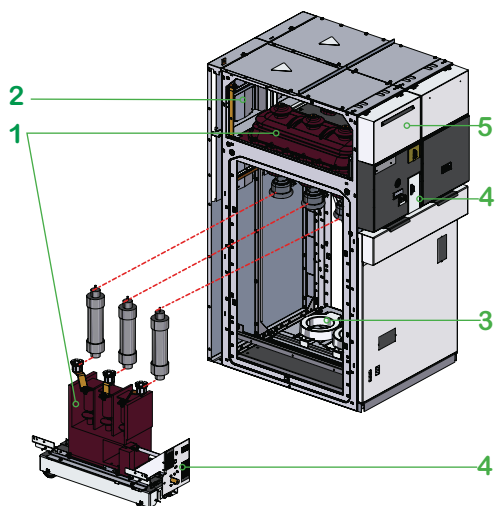
- Evolis: apparecchio associato ad un relè elettronico (con alimentazione ausiliaria) e a sensori standard.

4 comando: comprende gli elementi che permettono il controllo del sezionatore o dei sezionatori, dell'interruttore e del sezionatore di terra, oltre alla segnalazione corrispondente.

5 cella BT: vano per equipaggiare l'unità con apparecchiature di bassa tensione per il controllo ed il comando dell'unità.

Se è necessario più spazio è possibile aggiungere un compartimento supplementare nella parte superiore dell'unità.

Unità contattore



1 apparecchiature: contattore in vuoto o in SF6, sezionatore di linea e sezionatore di terra in involucri riempiti di SF6 e del tipo "sistema a pressione sigillato". Tale apparecchio realizza inoltre la segregazione tra le zona sbarre omnibus e la cella MT.

2 compartimento sbarre: di facile accesso dall'alto dell'unità sono disposte parallelamente permettono ampliamenti successivi dei quadri ed il collegamento alle apparecchiature esistenti.

3 collegamento e apparecchiatura: accessibilità dal fronte. Questo compartimento è dotato inoltre di un sezionatore di terra a valle. Il contattore è installato con o senza fusibili.

4 tipi utilizzabili:

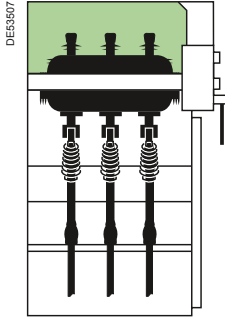
- R400 con ritenuta elettrica
- R400D con aggancio meccanico
- Vacuum con ritenuta elettrica
- Vacuum con aggancio meccanico.

4 comando: comprende gli elementi che permettono il controllo del sezionatore, del contattore e del sezionatore di terra oltre alla segnalazione corrispondente.

5 cella BT: vano per equipaggiare l'unità con apparecchiature di bassa tensione per il controllo ed il comando dell'unità.

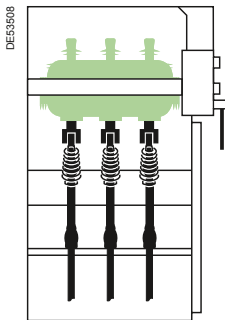
La fornitura standard prevede l'aggiunta di un compartimento supplementare nella parte superiore dell'unità.

Descrizione dei compartimenti



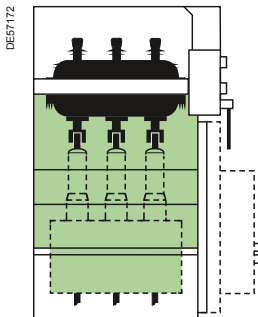
Cella sbarre

Il sistema sbarre è composto da 3 sbarre disposte parallelamente e collegate tramite viti agli attacchi superiori dell'interruttore di manovra-sezionatore o del sezionatore. La corrente nominale è di 630 - 800 - 1250 A per 24 kV, 630 - 1250 A per 36 kV



Interruttore di manovra-sezionatore, sezionatore

È costituito dall'interruttore di manovra-sezionatore o sezionatore che utilizza per l'isolamento e l'interruzione l'SF6. Tale apparecchio realizza inoltre la segregazione tra la cella sbarre e la cella linea.



Apparecchiatura laterale
di interruzione in vuoto e SF6

Cella MT e apparecchiature

Nella cella MT, in funzione delle varie unità, trovano alloggio:

- interruttore
- trasformatori di corrente e di tensione
- fusibili MT
- sezionatore di messa a terra aggiuntivo
- isolatori capacitivi
- terminali dei cavi

I cavi possono avere:

- terminazioni applicate a freddo (tipo dry-type)

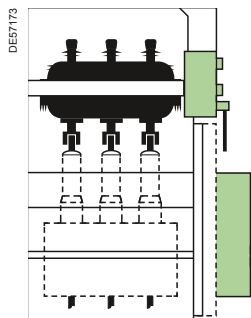
Nella versione standard la sezione di cavo massima consentita è:

- 630 mm² o 2 x 240 mm² per unità 1250 A (arrivo o partenza)
- 240 mm² o 2 x 240 mm² per unità 630 - 800 A (arrivo o partenza)
- 95 mm² per unità di protezione trasformatore con fusibili
- per unità 630 A con cavi uguali o superiori a 300 mm² consultateci.

Consultare il capitolo sulle caratteristiche delle unità funzionali per ulteriori dettagli sulle sezioni ammesse per ogni unità.

Prima di accedere alla cella assicurarsi che il sezionatore di terra sia chiuso.

La ridotta profondità dello scomparto permette un facile collegamento di tutte le fasi. Una borchia sul ripartitore di campo permette di posizionare e fissare il terminale del cavo con una sola mano.



Involucri di protezione comandi

Nella parte anteriore dell'unità, protetti da appositi involucri, sono situati i diversi comandi delle funzioni:

- interruttore di manovra-sezionatore e sezionatore di messa a terra
- sezionatore(i)
- interruttore
- contattore

oltre agli indicatori di presenza tensione.

Permette inoltre di installare facilmente lucchetti, blocchi e accessori BT standard (contatti ausiliari, bobine di sgancio, motori, ecc.).

A - pannello BT h = 1600 mm
B - pannello Sepam h = 1690 mm

C - cassonetto BT h = 2050 mm



Cella BT per gamma 24 kV

Questo vano permette di equipaggiare l'unità con apparecchiature per la protezione, il controllo, la segnalazione e la trasmissione dei dati. La cella è disponibile in tre versioni: pannello BT, pannello Sepam e cassonetto BT.

A - pannello BT: consente l'installazione di un sistema semplice di bassa tensione, come segnalazioni e pulsanti.

L'altezza dell'unità dotata di pannello BT è 1600 mm.

B - pannello Sepam: permette di installare sulle unità interruttore, la protezione Sepam serie 20 e 40 e della semplice componentistica ausiliaria.

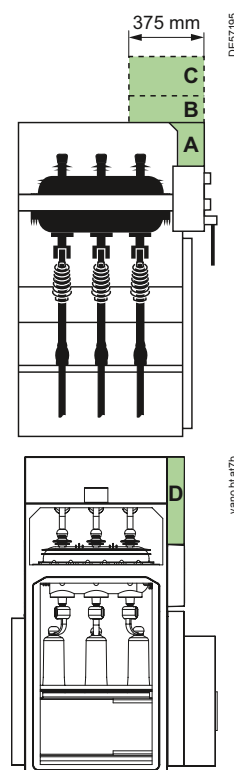
L'altezza dell'unità dotata di pannello Sepam è 1690 mm.

C - cassonetto BT: il cassonetto: è riservato agli accessori BT di grandi dimensioni o di profondità superiore a 100 mm, quali ad esempio i relè di protezione tipo Sepam serie 60 e 80, convertitori, unità di comando e misura.

L'altezza dell'unità dotata di cassonetto è 2050 mm.

D - vano BT per AT7-B: consente l'installazione di un sistema semplice di bassa tensione, come segnalazione e pulsanti.

L'altezza del quadro con vano BT è 1875 mm.



A - pannello BT h = 2250 mm



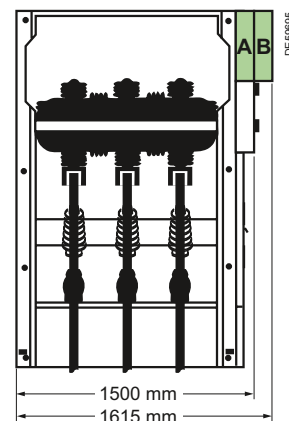
Cella BT per gamma 36 kV

A - pannello BT: consente l'installazione di un sistema semplice di bassa tensione, come segnalazioni, pulsanti o relè di protezione.

L'altezza dell'unità dotata di pannello BT è 2250 mm.

B - cassonetto BT: il cassonetto: è riservato agli accessori BT di grandi dimensioni o complessi, o di profondità superiore a 100 mm, quali ad esempio i relè di protezione Sepam, convertitori, unità di comando e misura.

L'altezza dell'unità dotata di cassonetto BT è 2250 mm.



Apparecchiature

Interruttore di manovra-sezionatore o sezionatore

61010N



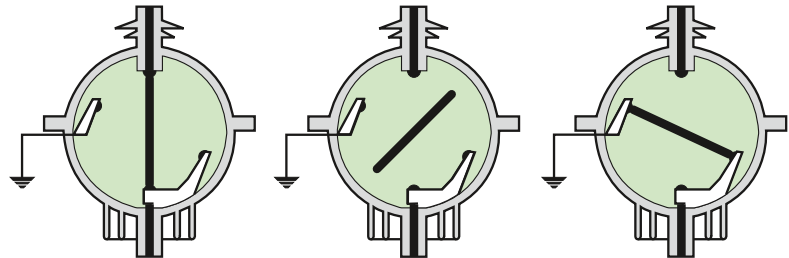
Interruttore di manovra-sezionatore per 24 kV

PE57226



Interruttore di manovra-sezionatore per 36 kV

MT20184



apparecchio chiuso

apparecchio aperto

apparecchio messo a terra

• Insensibilità all'ambiente circostante

- le parti sono progettate e realizzate per ottenere una distribuzione ottimale del campo elettrico.
- la struttura metallica dei quadri è progettata per garantire una perfetta tenuta agli ambienti aggressivi e per impedire l'accesso alle parti sotto tensione durante il funzionamento.

Contattore Rollarc 400 e 400D

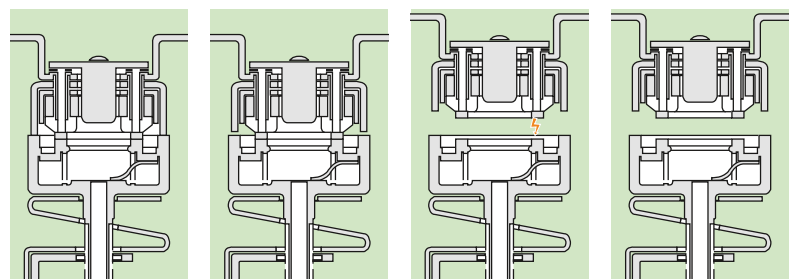
• Ermeticità

Le tre fasi sono contenute in un involucro isolante riempito di gas SF₆. Tale involucro è del tipo "sistema a pressione sigillato" secondo la definizione della norma.

• Sicurezza

Accidentali sovrapressioni saranno limitate dalla rottura della membrana di sicurezza.

DE53513



Contatti chiusi

Contatti principali
separati

Arco elettrico

Contatti aperti

61011N



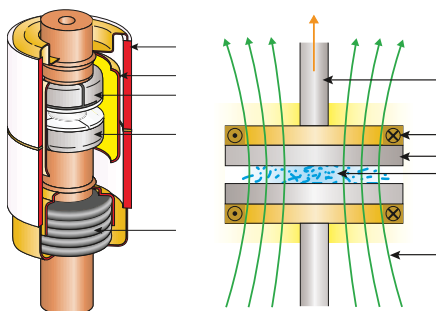
Contattore Rollarc

Interruttori

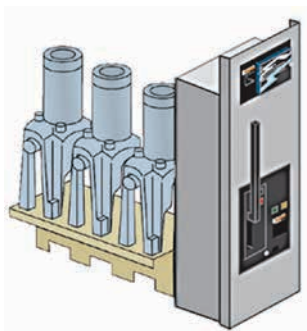
61012N



Interruttore SF1



PE50766



Interruttore Evolis laterale

PE57941



Contattore in vuoto

Interruttore SF1 in SF6

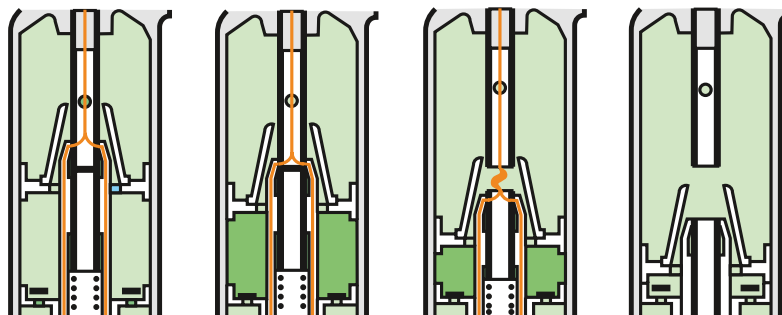
• Ermeticità

L'interruttore SF1 è costituito da tre poli separati fissati su di una struttura che sostiene il comando. Ogni polo contiene tutte le parti attive all'interno di un involucro riempito di gas. Tale involucro è del tipo "sistema a pressione sigillato" secondo la definizione della norma e la tenuta è sempre controllata in fabbrica.

• Sicurezza

Le sovrappressioni accidentali saranno limitate dalla rottura della membrana di sicurezza.

DES3514



Contatti chiusi

Precompressione

Arco elettrico

Contatti aperti

Interruttore in vuoto Evolis

• Ermeticità

L'interruttore in vuoto Evolis è costituito da tre poli separati fissati su una struttura. Ogni polo è racchiuso in un involucro ceramico contenente un contatto fisso e uno mobile in una camera stagna che consente di mantenere un elevato livello di vuoto adatto a garantire l'isolamento tra i contatti.

La rigidità dielettrica prodotta dal vuoto permette di ridurre la distanza tra i contatti. Per mantenere il grado di vuoto necessario al corretto funzionamento per tutta la vita dell'interruttore, l'involucro deve essere perfettamente sigillato e i diversi componenti completamente degassati.

Questo si ottiene con:

- ☐ Un'accurata selezione delle materie prime (metalli e ceramiche);
- ☐ Un procedimento di assemblaggio con tecnologia sottovuoto e brasatura ad alta temperatura.

• Sicurezza

Al fine di evitare surriscaldamenti locali sui contatti che potrebbero nel tempo usurarli, si è applicata la tecnica AMF (Axial Magnetic Field) basata sull'applicazione di un campo magnetico assiale parallelo all'asse dei due contatti.

Questa tecnologia permette di limitare l'usura dei contatti.

Vantaggi di questa tecnica:

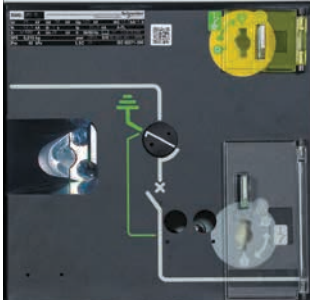
- ☐ interruttore in vuoto molto semplice e di conseguenza affidabile,
- ☐ bassa dissipazione dell'energia d'arco nell'interruttore,
- ☐ contatti molto efficienti non soggetti ad usura anche dopo molte manovre d'interruzione,
- ☐ riduzione significativa dei consumi.

Contattore in vuoto

• Ermeticità

Il contattore in vuoto è costituito da tre poli separati fissati su di una struttura che sostiene il comando. Ogni polo contiene tutte le parti attive all'interno di un involucro isolante, in vuoto la cui tenuta è sempre controllata in fabbrica.

PM109635



Visualizzazione contatti principali

Comandi affidabili

• Indicatori di stato dell'apparecchio:

installati direttamente sugli alberi di comando degli apparecchi mobili indicano in modo sicuro la posizione dell'apparecchiatura stessa (allegato A della norma CEI-EN 62271-102).

• Leva di comando:

progettata con un dispositivo anti-reflex che impedisce qualsiasi tentativo di riapertura immediata in seguito alla chiusura dell'interruttore manovra-sezionatore o del sezionatore di messa a terra.

• Portelli dispositivi di interblocco:

Da 1 a 3 lucchetti consentono di bloccare:

- l'accesso alla sede di comando dell'interruttore manovra-sezionatore o sezionatore,
- l'accesso alla sede di comando del sezionatore di messa a terra,
- l'azionamento del pulsante di apertura.

Comando semplice e senza sforzo

I comandi meccanici o elettrici sono raggruppati sul fronte, protetti da una piastra con schema sinottico dello stato dell'apparecchio (chiuso, aperto, a terra):

• **Chiusura:** la chiusura dei contatti è effettuata attraverso un meccanismo ad azione rapida con velocità indipendente dall'operatore.

• **Apertura:** l'apertura del sezionatore si effettua con lo stesso meccanismo ad intervento rapido, comandato in senso inverso.

Per gli interruttori di manovra-sezionatori e interruttori di manovra-sezionatori combinati con fusibili, l'apertura viene comandata da:

- pulsante,
- tramite bobina di apertura,
- alla fusione di un fusibile.

• **Messa a terra:** una sede di comando specifica permette la chiusura o l'apertura dei contatti di messa a terra. La boccia di accesso della leva di manovra è otturata da un dispositivo che si libera se il sezionatore/IMS è aperto e resta bloccato se è chiuso.

Visualizzazione dei contatti principali

La posizione dei contatti principali è chiaramente visibile dal fronte dell'unità attraverso gli appositi oblò.

PE56366



Indicazione di Presenza Tensione

Il dispositivo VPIS indicatore di presenza tensione (Voltage Presence Indicating System) conforme alla norma CEI-EN 62271-206 permette di verificare tramite LED la presenza (o l'assenza) di tensione su ogni fase.

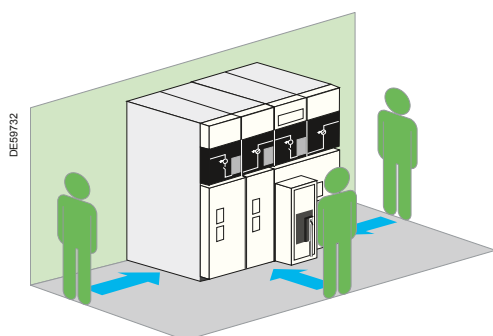
Progettato per gli ambienti difficili permette di garantire un elevato grado di affidabilità per le cabine MT/BT.

Disponibile anche nella versione Voltage Output per fornire indicazioni sulla presenza di tensione al relè VD23 per la segnalazione sulla presenza o assenza di tensione.

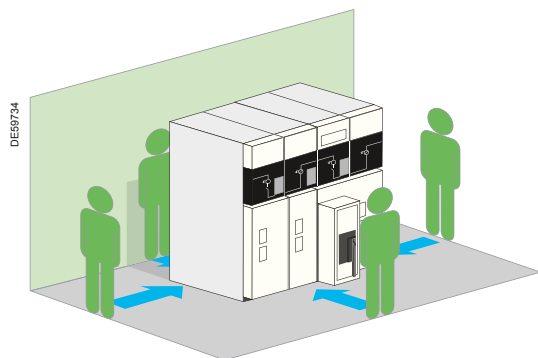
Protezione arco interno

La norma CEI-EN 62271-200 indica il metodo per testare le apparecchiature in caso di arco interno.

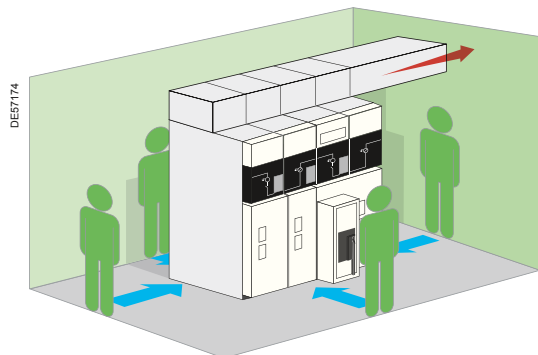
Scopo della prova è quello di verificare che un operatore posto vicino al quadro è protetto contro gli effetti di un arco interno.



Esempio d'installazione di un quadro SM6 addossato a parete con evacuazione dal basso 12,5 kA IAC: A-FL: protezione arco interno su 3 lati



Esempio d'installazione di un quadro SM6 24 kV posto al centro di un locale con evacuazione dal basso 12,5 kA 1 s e 16 kA 1 s, IAC: A-FLR: protezione arco interno su 4 lati



Esempio d'installazione di un quadro SM6 24 kV posto al centro di un locale con evacuazione dall'alto 16 kA 1 s e 20 kA 1 s, IAC: A-FLR: protezione arco interno su 4 lati

Per migliorare la sicurezza del personale è auspicabile offrire un elevato grado di protezione dagli effetti di un arco interno utilizzando:

- Sistemi di evacuazione in grado di canalizzare i gas verso la parte superiore o inferiore del quadro limitando le sovrappressioni dovute ad un guasto interno nei compartimenti
- Canalizzazione ed evacuazione dei gas incandescenti verso un'area esterna che non rappresenti un pericolo per gli operatori
- Materiali non infiammabili nelle apparecchiature
- Pannelli rinforzati.

Di conseguenza:

La gamma SM6 è progettata in modo da garantire un livello di sicurezza ottimale

- **Tecnologia:**
 - elettrotecnica: modellazione 3D campi elettrici,
- **Componenti affidabili:**
 - sezionatore di messa a terra con capacità di chiusura.
- **Sicurezza di esercizio totale:**
 - indicatore di presenza tensione sul fronte,
 - interblocco affidabile,
 - chiusura con chiavi e/o lucchetti.

Tenuta arco interno

(conforme alla norma CEI-EN 62271-200)

• 3 prestazioni disponibili per SM6 24 kV:

- Basic 12,5 kA 1s, IAC: A-FL
- Advance 12,5 kA 1s, IAC: A-FLR
- 16 kA 1s, IAC: A-FLR
- 20 kA 1s, IAC: A-FLR

• 1 prestazione disponibile per SM6 36 kV:

- 16 kA 1s, IAC: A-FL.

SM6 con protezione d'arco interno

(conforme alla norma CEI-EN 62271-200)

Tutte le versioni di quadri SM6 a protezione d'arco interno hanno superato con successo tutti i tipi di test previsti dalla norma CEI-EN 62271-200.

I materiali utilizzati rispondono ai criteri di progettazione dell'SM6.

Le forze termiche e meccaniche prodotte in caso di arco interno vengono perfettamente assorbite dall'involucro.

Un operatore posto in prossimità al quadro SM6 è protetto contro gli effetti di un guasto d'arco interno.

La gamma SM6 offre diverse opzioni per la realizzazione di un quadro a tenuta d'arco interno

• protezione arco interno Basic su 3 lati IAC A-FL,

12,5 kA 1 s per 24 kV e 16 kA 1 s per 36 kV

Quadro SM6 posizionato contro la parete, l'accesso al lato posteriore del quadro non è consentito, la protezione arco interno su 3 lati è sufficiente

• protezione arco interno Advance su 4 lati IAC A-FLR evacuazione gas dal basso, 12,5 kA 1 s e 16 kA 1 s per 24 kV e 16 kA 1 s per 36 kV.

È possibile posizionare i quadri SM6 adossati a parete oppure al centro di un locale.

• protezione arco interno Advance su 4 lati IAC: A-FLR evacuazione gas dall'alto, 16 kA 1 s e 20 kA 1 s per 24 kV.

È possibile posizionare i quadri SM6 adossati a parete oppure al centro di un locale.

• Scelta del tipo di evacuazione:

(vedere il manuale utente per i requisiti d'installazione)

- evacuazione dal basso

Genio civile: necessario un volume adeguato.

- evacuazione dall'alto per 24 kV

Necessaria un'altezza del soffitto pari o superiore a 2150 mm e il prolungamento del condotto verso la destra o la sinistra del quadro per l'evacuazione dei gas verso un'area esterna (non fornito).

Caratteristiche delle unità funzionali

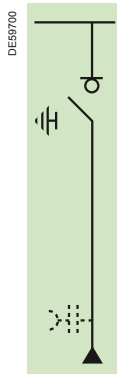
Caratteristiche generali

Sommario

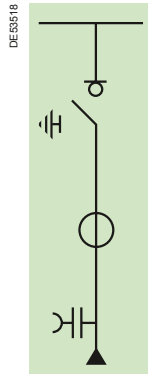
Scelta delle unità funzionali	44
Sezionamento	44
Protezione	47
Misura	56
Altre funzioni e per estensione	58
Soluzioni Monoblocco	60
Comandi	61
Ausiliari	64
Trasformatori di corrente per SM6-24	66
Trasformatori di corrente per SM6-36	68
Trasformatori di tensione per SM6-24	69
Trasformatori di tensione per SM6-36	71
Fusibili Fusarc CF	72
Generalità	72
Caratteristiche elettriche	74
Guida alla scelta	75
Protezione trasformatori	76
Protezione Motori	78

IM

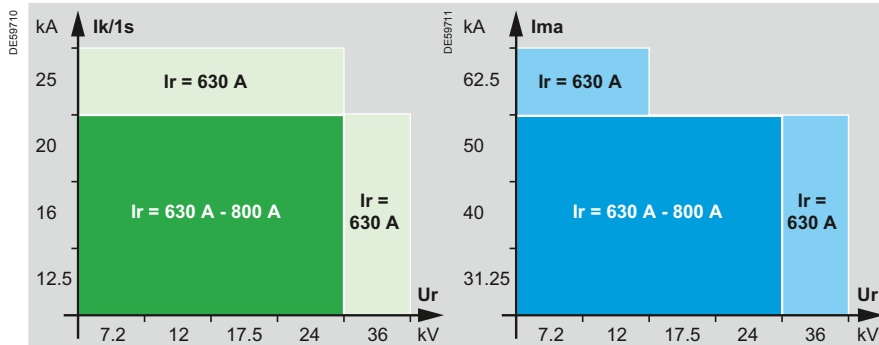
Unità arrivo/partenza

**Gamma**
24-36 kV**IMC**

Unità arrivo/partenza



36 kV

Caratteristiche elettriche**Unità base:**

- interruttore di manovra-sezionatore e sezionatore di messa a terra
- sistema di sbarre trifase
- comando CIT
- indicatore di presenza tensione per 36 kV
- resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
- blocco a chiave sul sezionatore di messa a terra
- LSC2A

- piastre di ammarro cavi unipolari

- tre TA

Versioni:

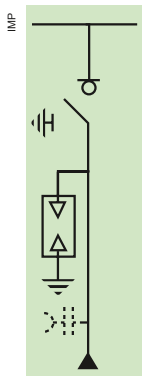
- comando CI2
- comando CI1 per 36 kV
- versione 800 A per 24 kV

Accessori opzionali:

- comando motorizzato
- contatti ausiliari
- blocchi a chiave aggiuntivi
- sganciatori di apertura e chiusura
- contamanovre
- kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
- sistema sbarre superiore trifase 800 A per 24 kV
- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- canalina superiore per 24 kV
- vano aggiuntivo BT
- resistenza anticondensa 50 W per 24 kV
- cassonetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)
- rilevatori di guasto Easergy Flair
- piastre di ammarro due cavi unipolari
- mitigazione arco interno
- indicatori di presenza tensione per 24 kV
- terna di scaricatori sovratensione per 36 kV
- monitoraggio termico per 24 kV

IMP

Unità arrivo/partenza
con scaricatori



Gamma
24 kV

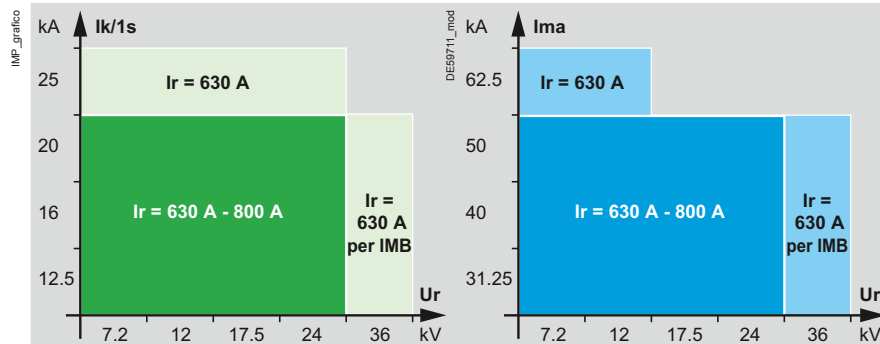
IMB

Unità sezionamento sbarre
destra/sinistra



24-36 kV

Caratteristiche elettriche



Unità base:

- interruttore di manovra-sezionatore e sezionatore di messa a terra
- sistema di sbarre trifase
- comando CIT
- blocco a chiave sul sezionatore di messa a terra
- LSC2A

- terna di scaricatori sovratensione

- indicatore di presenza tensione per 36 kV
- resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
- uscita sbarre a valle (destra o sinistra)

Versioni:

- comando CI2

- versione 800 A

- comando CI1 per 36 kV

Accessori opzionali:

- comando motorizzato
- contatti ausiliari
- blocchi a chiave aggiuntivi
- sganciatori di apertura e chiusura
- contamanoovre
- sistema sbarre superiore trifase 630 A per condizioni d'impiego severo per 24 kV
- sistema sbarre superiore trifase 800 A per 24 kV
- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- canalina superiore per 24 kV
- vano aggiuntivo BT
- resistenza anticondensa 50 W per 24 kV

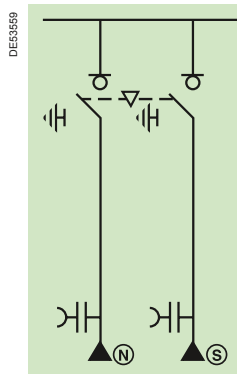
- indicatori di presenza tensione per 24 kV
- kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV

- mitigazione arco interno

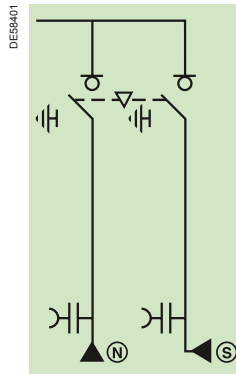
- cassonetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)

NSM-cavi

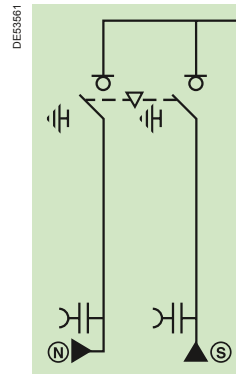
Unità arrivo normale (N) - soccorso (S)

**Gamma**

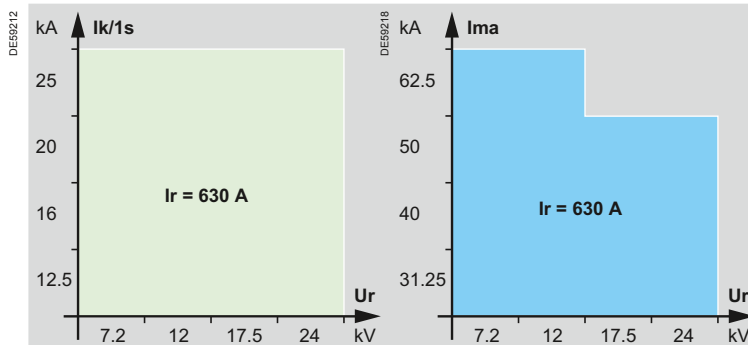
24 kV

NSM-sbarreUnità arrivo normale - soccorso
cavi sinistra e sbarre destra

24 kV

NSM-sbarreUnità arrivo normale - soccorso
sbarre sinistra e cavi destra

24 kV

Caratteristiche elettriche**Unità base:**

- interruttori di manovra-sezionatori e sezionatori di messa a terra
- sistema di sbarre trifase
- piastre di ammarro cavi a secco
- indicatori di presenza tensione
- interblocco meccanico
- comandi motorizzati CI2 con bobine di apertura/chiusura
- vano aggiuntivo
- commutazione automatica (T200S)
- blocco a chiave sui sezionatori di messa a terra
- LSC2A

Accessori opzionali:

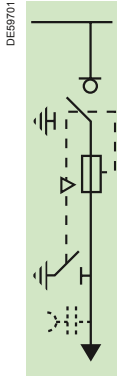
- contatti ausiliari
- blocchi a chiave aggiuntivi
- resistenza anticondensa 50 W
- canalina superiore
- piastre di ammarro due cavi unipolari
- sistema sbarre superiori trifase 800 A
- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
- monitoraggio termico per 24 kV
- mitigazione arco interno

Protezione

Apparecchiatura di interruzione con fusibili

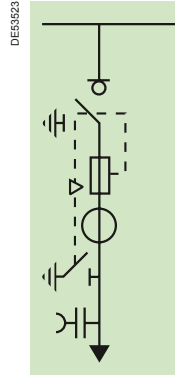
QM

Interruttore di manovra-sezionatore combinato con fusibili



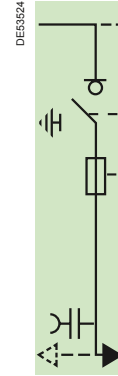
QMC

Interruttore di manovra-sezionatore combinato con fusibili



QMB

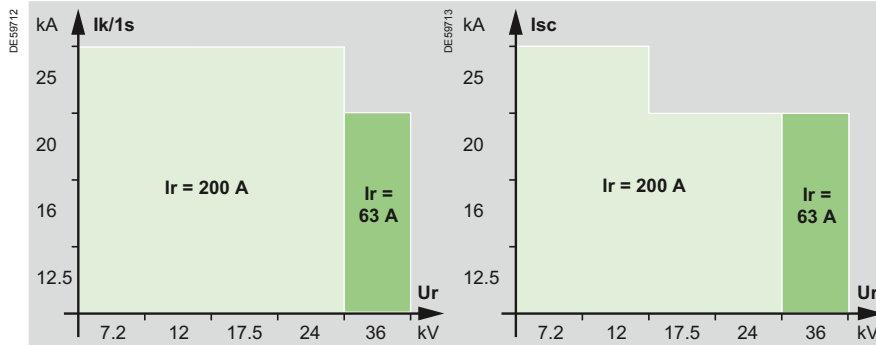
Interruttore di manovra-sezionatore combinato con fusibili
Risalita sbarre destra/sinistra



Gamma

24 - 36 kV

Caratteristiche elettriche



Unità base:

- interruttore di manovra-sezionatore e sezionatore di messa a terra a monte dei fusibili
- sistema di sbarre trifase
- comando C11 per 36 kV
- Comando C12 per 24 kV
- indicatore di presenza tensione per 36 kV
- blocco a chiave sui sezionatori di messa a terra in posizione di chiuso
- sistema di segnalazione meccanico per intervento fusibili
- resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
- LSC2A

- piastre di ammarco cavi unipolari
- sezionatore di messa a terra a valle dei fusibili

- uscita sbarre a valle (destra o sinistra)

- tre TA

Versione:

- comando C12 per 36 kV

- comando C12

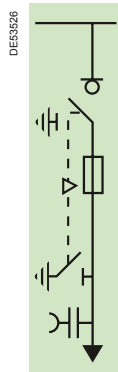
Accessori opzionali:

- comando motorizzato
- contatti ausiliari
- indicatore presenza tensione per 24 kV
- blocchi a chiave aggiuntivi
- contatto ausiliario intervento fusibili
- fusibili a percussore tipo Fusarc CF
- sganciatori di apertura e chiusura
- amperometro digitale
- cassonetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)
- canalina superiore per 24 kV
- sistema sbarre superiore trifase 800 A per 24 kV
- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
- vano aggiuntivo BT per 24 kV
- resistenza anticondensa 50 W per 24 kV
- mitigazione arco interno
- monitoraggio termico per 24 kV

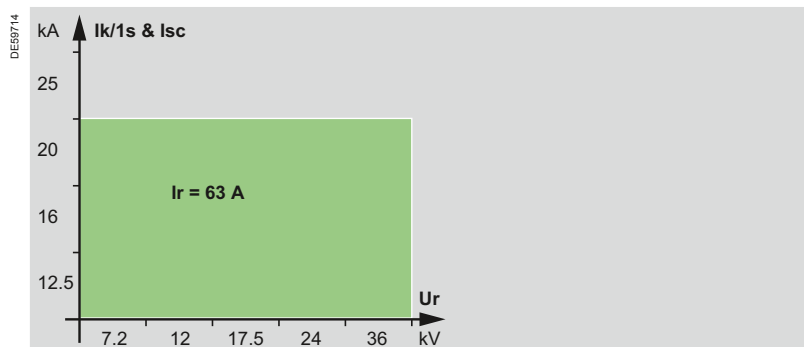
Scelta delle unità

Protezione

Apparecchiatura di interruzione con fusibili

PMInterruttore di manovra-sezionatore
con fusibili**Gamma**

36 kV

Caratteristiche elettriche**Unità base:**

- interruttore di manovra-sezionatore e sezionatore di messa a terra a monte dei fusibili
- sezionatore di messa a terra a valle dei fusibili
- sistema di sbarre trifase
- comando CIT
- indicatore di presenza tensione
- piastre di ammarco cavi unipolari
- blocco a chiave sui sezionatori di messa a terra in posizione di chiuso
- resistenza anticondensa 150 W
- LSC2A

Versione:

- comando CI1
- comando CI2

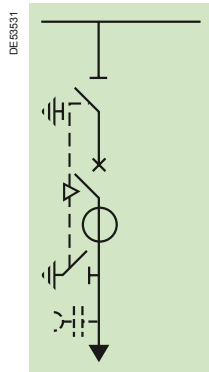
Accessori opzionali:

- comando motorizzato
- sganciatori di apertura e chiusura
- contatti ausiliari
- amperometro digitale
- blocchi a chiave aggiuntivi
- sistema di segnalazione meccanico per intervento fusibili
- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- cassonetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)
- fusibili tipo Fusarc CF
- vano aggiuntivo BT
- mitigazione arco interno

Apparecchiatura di interruzione in SF6

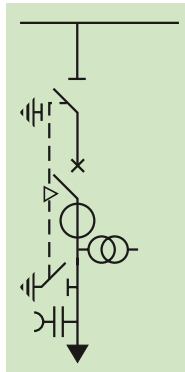
DM1-A

Interruttore con sezionatore e partenza cavo



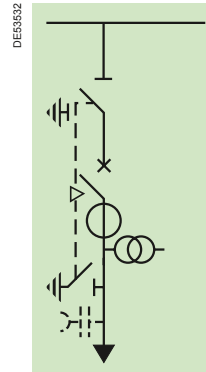
DM1-A

Interruttore con sezionatore e partenza cavo



DM1-P

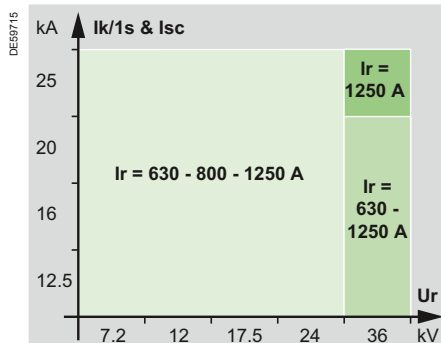
Interruttore con sezionatore e partenza cavo



Gamma

24 kV

Caratteristiche elettriche



Unità base:

- interruttore SF1
- sezionatore e sezionatore di terra a monte dell'interruttore
- sezionatore di messa a terra a valle dell'interruttore
- sistema di sbarre trifase
- comando interruttore tipo RI
- comando sezionatore tipo CS
- indicatore di presenza tensione per 36 kV
- 2/3 trasformatori di corrente o in alternativa n° 3 trasformatori tipo LPCT (se DM1A24kV)

- contatti ausiliari sull'interruttore
- blocco a chiave sul sezionatore di linea in posizione di chiuso
- blocco a chiave sui sezionatori di messa a terra in posizione di chiuso
- blocco a chiave sull'interruttore in posizione di aperto
- cella BT 100 mm per 24 kV
- resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
- piastre di ammarro cavi unipolari
- LSC2A

Versione:

- interruttore SFset (solo per 630 A e 24 kV)
- sganciatore di apertura a basso assorbimento MITOP con SFset

- n° 3 trasformatori di tensione fase-terra
- resistenza antiferrisonanza

Accessori opzionali:

■ unità:

- ☐ contatti ausiliari sul sezionatore
- ☐ protezione a microprocessore tipo Sepam
- ☐ indicatore presenza tensione per 24 kV
- ☐ blocchi a chiave aggiuntivi
- ☐ sistema di sbarre superiore trifase 800 A per 24 kV
- ☐ sistema di sbarre superiori 1250 A
- ☐ kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
- ☐ cassonetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)
- ☐ canalina superiore per 24 kV
- ☐ pannello per Sepam S20 - S40

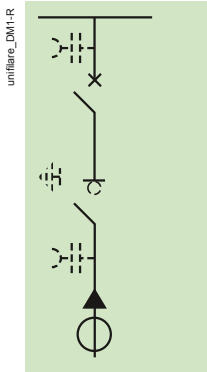
- ☐ terna di scaricatori sovratensione

- ☐ vano aggiuntivo BT
- ☐ resistenza anticondensa 50 W per 24 kV
- ☐ piastre di ammarro due cavi unipolari
- ☐ monitoraggio termico per 24 kV
- ☐ mitigazione arco interno
- **interruttore:**
- ☐ comando motorizzato completo di sganciatori
- ☐ sganciatori di apertura e chiusura
- ☐ sganciatore a mancanza di tensione
- ☐ contamanovre per comando manuale
- ☐ riarmo meccanico sganciatore a mancanza di tensione

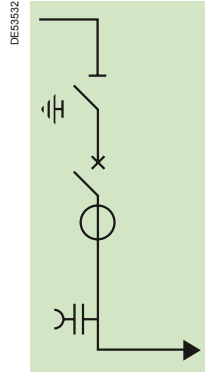
- n° 3 trasformatori di tensione fase-terra per 36 kV
- resistenza antiferrisonanza per 36 kV

DM1-R(1)

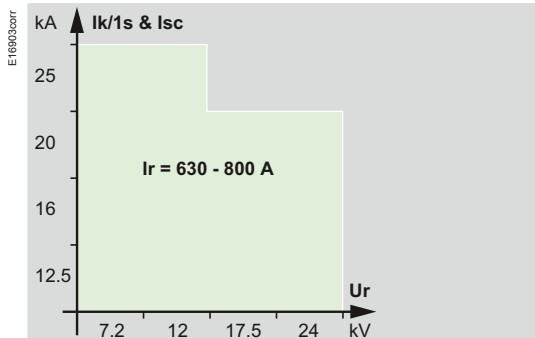
Unità arrivo cavo con interruttore e sezionatore

**DM1-D**

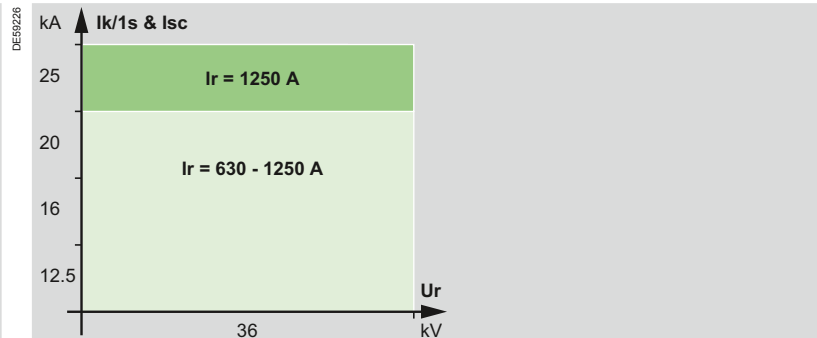
Unità interruttore con sezionatore e uscita sbarre

**Gamma**

24 kV

Caratteristiche elettriche

36 kV

**Unità base:**

- interruttore SF1
- comando interruttore tipo RI
- contatti ausiliari sull'interruttore
- comando sezionatore tipo CS
- sistema di sbarre trifase
- blocco a chiave sul sezionatore di linea in posizione di chiuso
- blocco a chiave sull'interruttore in posizione di aperto
- LSC2A
- sezionatore a monte dell'interruttore
- cella BT 100 mm
- 3 trasformatori di corrente tipo LPCT
- indicatori di presenza tensione sull'arrivo cavi (opzione se richiesto sezionatore di terra in ingresso)
- piastre ammarco cavi unipolari
- sezionatore e sezionatore di terra a monte dell'interruttore
- sistema di sbarre a valle
- blocco a chiave sul sezionatore di terra in posizione di chiuso
- cella BT
- 3 trasformatori di corrente
- indicatori di presenza tensione
- resistenza anticondensa 150 W

Versione:

- interruttore SFset (fino a 630 A)
- sganciatore di apertura a basso assorbimento MITOP con SFset
- comando CIT con sezionatore di terra sull'arrivo cavi

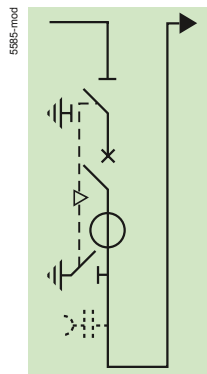
Accessori opzionali:

- unità:
 - ☐ contatti ausiliari sul sezionatore
 - ☐ protezione a microprocessore tipo Sepam
 - ☐ blocchi a chiave aggiuntivi
 - ☐ canalina superiore
 - ☐ pannello per Sepam S20 - S40
 - ☐ indicatori di presenza tensione sulle sbarre
 - ☐ resistenza anticondensa 50 W
 - ☐ vano aggiuntivo BT
 - ☐ kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
 - ☐ monitoraggio termico per 24 kV
 - ☐ mitigazione arco interno
- interruttore:
 - ☐ comando motorizzato completo di sganciatori
 - ☐ sganciatori di apertura e chiusura
- unità:
 - ☐ contatti ausiliari sul sezionatore
 - ☐ protezione a microprocessore tipo Sepam
 - ☐ dispositivi di blocco a chiave aggiuntivi
 - ☐ sistema sbarre superiore trifase 1250 A
 - ☐ cassonetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)
 - ☐ mitigazione arco interno
- sganciatore a mancanza di tensione
- contamanovre per comando manuale
- riarmo meccanico sganciatore a mancanza di tensione

1) solo IAC A-FL e A-FLR 12,5kA 1 s

DM1-G

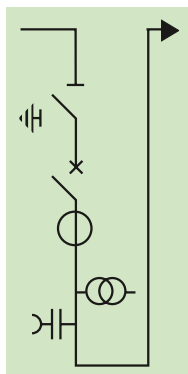
Unità interruttore con sezionatore e risalita sbarre



5517-mod

DM1-J

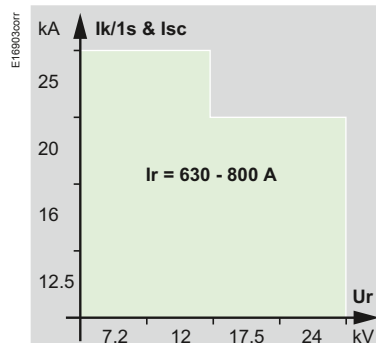
Unità interruttore con sezionatore e risalita sbarre



Gamma

24 kV

Caratteristiche elettriche



24 kV

Unità base:

- interruttore SF1
- comando interruttore tipo RI
- contatti ausiliari sull'interruttore
- sezionatore e sezionatore di terra a monte dell'interruttore
- comando sezionatore tipo CS
- sistema di sbarre trifase

- sezionatore di terra a valle dell'interruttore
- indicatori di presenza tensione

- sistema di risalita sbarre trifase
- blocco a chiave sul sezionatore di linea in posizione di chiuso
- blocco a chiave sul sezionatore di terra in posizione di chiuso
- blocco a chiave sull'interruttore in posizione di aperto
- cella BT 100 mm
- 3 trasformatori di corrente
- LSC2A

- 3 trasformatori di tensione fase-terra
- resistenza antiferrisonanza

Versione:

- interruttore SFset (fino a 630 A)
- sganciatore di apertura a basso assorbimento MITOP con SFset

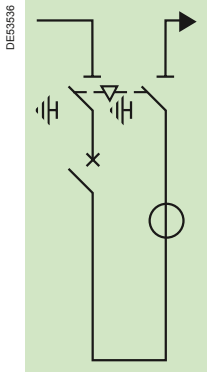
Accessori opzionali:

- **unità:**
 - contatti ausiliari sul sezionatore
 - blocchi a chiave aggiuntivi
 - protezione a microprocessore tipo Sepam
 - pannello Sepam S20 - S40
 - resistenza anticondensa 50 W
 - sistema sbarre superiori trifase 800 A
 - sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
 - kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
 - canalina superiore
- indicatori di presenza tensione
- 3 trasformatori di tensione fase-terra (se TA tipo CS300)

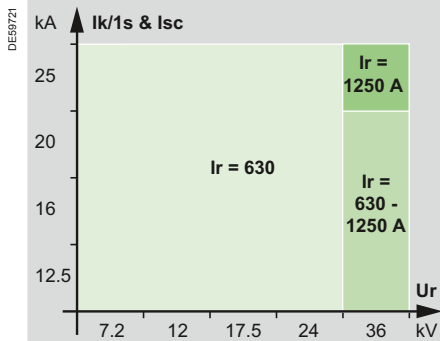
- vano aggiuntivo BT
- cassetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)
- mitigazione arco interno
- **interruttore:**
 - comando motorizzato completo di sganciatori
 - sganciatori di apertura e chiusura
 - sganciatore a mancanza di tensione
 - contamanovre per comando manuale
 - riarmo meccanico sganciatore a mancanza di tensione

DM2

Unità con interruttore doppio sezionamento
e risalita sbarre

**Gamma**

24 - 36 kV

Caratteristiche elettriche**Unità base:**

- interruttore SF1
- comando interruttore tipo RI
- contatti ausiliari sull'interruttore
- sezionatori e sezionatori di messa a terra a monte ed a valle dell'interruttore
- comando sezionatori tipo CS
- sistema di sbarre trifase
- sistema di risalita sbarre
- blocco a chiave sui sezionatori di linea in posizione di chiuso
- blocco a chiave sui sezionatori di messa a terra in posizione di chiuso
- blocco a chiave sull'interruttore in posizione di aperto
- cella BT 100 mm per 24 kV
- 2/3 trasformatori di corrente
- resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
- LSC2A

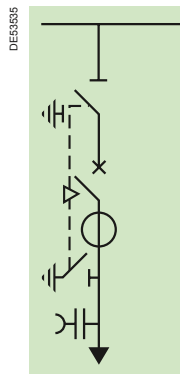
Accessori opzionali:

- **unità:**
 - ☐ protezione a microprocessore tipo Sepam
 - ☐ contatti ausiliari sui sezionatori
 - ☐ 2 trasformatori di tensione fase-fase o 3 trasformatori di tensione fase-terra per 24 kV
 - ☐ resistenza antiferrorisonanza
 - ☐ pannello per Sepam S20 - S40
 - ☐ blocchi a chiave aggiuntivi
 - ☐ canalina superiore per 24 kV
 - ☐ sistema sbarre superiore trifase 800 A per 24 kV
 - ☐ sistema sbarre superiore trifase 1250 A
 - ☐ kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
 - ☐ vano aggiuntivo BT per 24 kV
- ☐ cassonetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)
- ☐ resistenza anticondensa 50 W per 24 kV
- ☐ mitigazione arco interno
- **interruttore:**
 - ☐ comando motorizzato completo di sganciatori
 - ☐ sganciatori di apertura e chiusura
 - ☐ sganciatore a mancanza di tensione
 - ☐ contamanovre per comando manuale
 - ☐ riarmo meccanico sganciatore a mancanza di tensione

Apparecchiatura di interruzione in vuoto

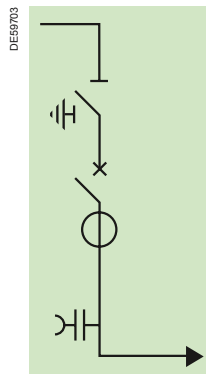
DMVL-A

Unità interruttore con sezionatore e partenza cavo



DMVL-D

Unità interruttore con sezionatore e uscita sbarre

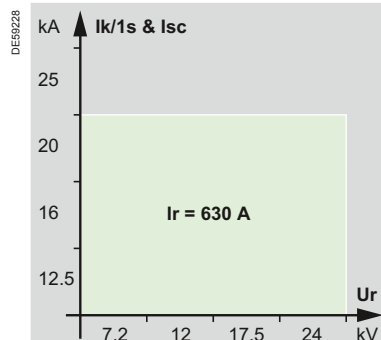


Gamma

24 kV

24 kV

Caratteristiche elettriche



Unità base:

- interruttore in vuoto tipo Evolis laterale
- comando interruttore tipo RI
- contatti ausiliari sull'interruttore
- sezionatore e sezionatore di terra a monte dell'interruttore
- comando sezionatore tipo CS
- sistema di sbarre trifase
- blocco a chiave sul sezionatore di linea in posizione di chiuso
- blocco a chiave sul sezionatore di terra in posizione di chiuso
- blocco a chiave sull'interruttore in posizione di aperto
- cella BT 100 mm
- 3 trasformatori di corrente
- indicatori di presenza tensione
- LSC2A

- sezionatore di terra a valle dell'interruttore
- piastre di ammarro cavi unipolari

- sistema di sbarre a valle

Accessori opzionali:

■ unità:

- ☐ contatti ausiliari sul sezionatore
- ☐ tre trasformatori di tensione fase-terra
- ☐ resistenza antiferrorisonanza
- ☐ blocchi a chiave aggiuntivi
- ☐ resistenza anticondensa 50 W
- ☐ sistema sbarre superiori trifase 800 A
- ☐ sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- ☐ kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
- ☐ canalina superiore

- ☐ terna di scaricatori di sovratensione
- ☐ piastre di ammarro due cavi unipolari
- ☐ monitoraggio termico per 24 kV

☐ vano aggiuntivo BT

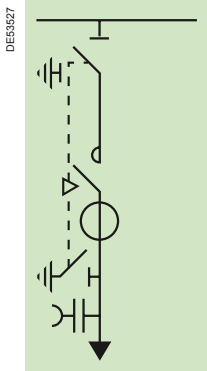
- ☐ protezione a microprocessore tipo Sepam
- ☐ cassonetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)
- ☐ mitigazione arco interno

■ interruttore:

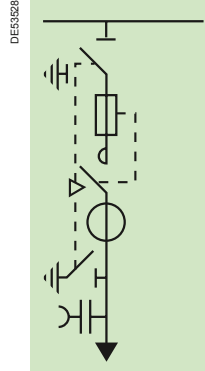
- ☐ comando motorizzato completo di sganciatori
- ☐ sganciatori di apertura e chiusura
- ☐ sganciatore a mancanza di tensione
- ☐ contamanovre per comando manuale
- ☐ riarmo meccanico sganciatore a mancanza di tensione

CVM

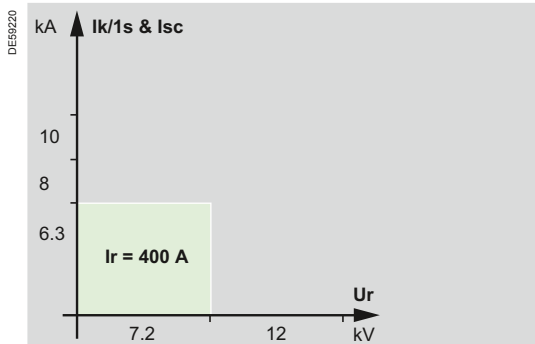
Unità contattore

**CVM**

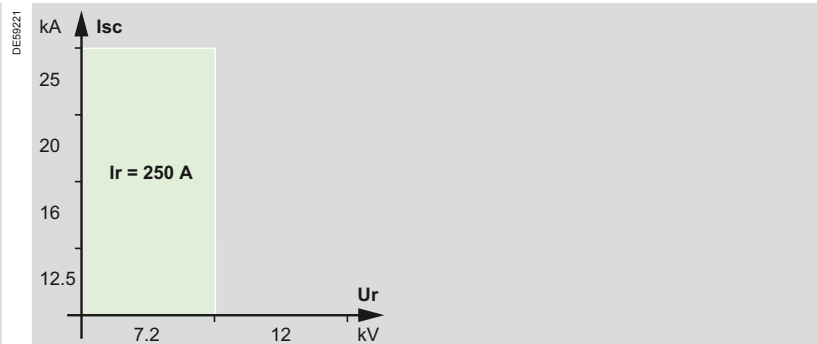
Unità contattore con fusibili

**Gamma**

24 kV

Caratteristiche elettriche

24 kV

**Unità base:**

- contattore in vuoto
- sezionatore e sezionatore di terra
- sezionatore di terra a valle del contattore
- sistema di sbarre trifase
- contattore comando con ritenuta elettrica o contattore con aggancio meccanico
- sezionatore comando CS
- da uno a tre trasformatori di corrente
- contatti ausiliari sul contattore
- piastre di ammarro cavi unipolari
- indicatore di presenza tensione

- contamanovre sul contattore
- vano aggiuntivo BT
- blocco a chiave sul sezionatore di linea in posizione di chiuso
- blocco a chiave sul sezionatore di terra in posizione di chiuso
- blocco a chiave sul contattore in posizione di aperto
- LSC2A

- portafusibili per tre fusibili DIN
- sistema di segnalazione meccanico intervento fusibili
- contatto ausiliario intervento fusibili

Versione:

- LPCT (solo con Sepam serie 20, 40, 60, 80)

Accessori opzionali:

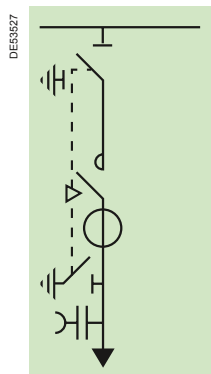
- **unità:**
 - ☐ contatti ausiliari sul sezionatore
 - ☐ protezione a microprocessore tipo Sepam
 - ☐ 2 trasformatori di tensione fase-fase o 3 trasformatori di tensione fase-terra
 - ☐ resistenza antiferrisonanza
 - ☐ blocchi a chiave aggiuntivi
 - ☐ resistenza anticondensa 50 W
- ☐ sistema sbarre superiori trifase 800 A
- ☐ sistema sbarre superiore trifase 1250 A
- ☐ kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
- ☐ monitoraggio termico per 24 kV
- ☐ mitigazione arco interno
- **contattore:**
 - ☐ interblocco meccanico

- fusibili a percussore tipo DIN

Contattore in SF6 (avviamento motori diretto)

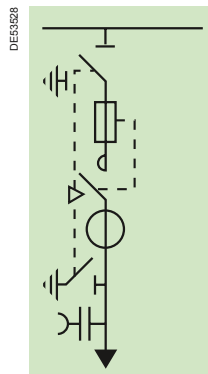
CRM

Unità contattore



CRM

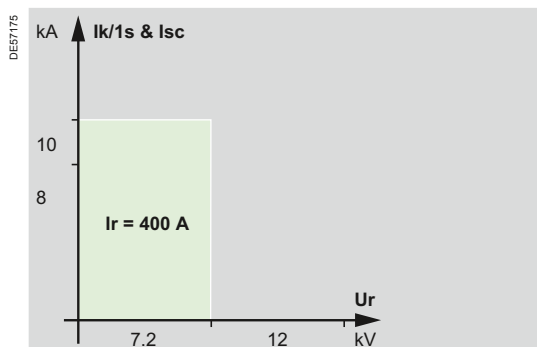
Unità contattore con fusibili



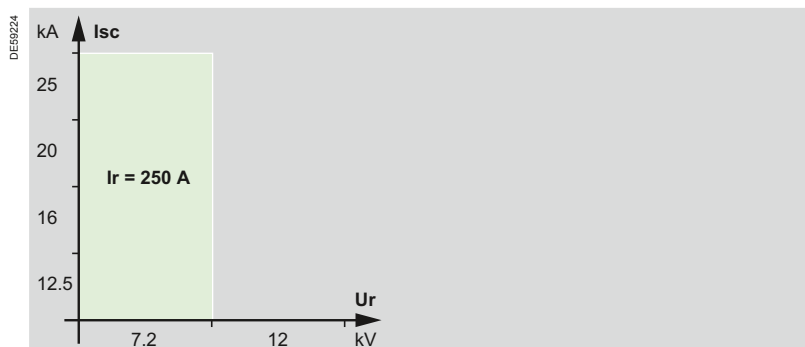
Gamma

24 kV

Caratteristiche elettriche



24 kV



Unità base:

- contattore SF6
- sezionatore e sezionatore di terra a monte del contattore
- sezionatore di terra a valle del contattore
- sistema di sbarre trifase
- contattore comando con ritenuta elettrica o contattore con aggancio meccanico
- sezionatore comando CS
- da uno a tre trasformatori di corrente
- contatti ausiliari sul contattore
- piastre di ammarco cavi unipolari
- indicatore di presenza tensione
- contamanovre sul contattore
- vano aggiuntivo BT
- blocco a chiave sul sezionatore di linea in posizione di chiuso
- blocco a chiave sul sezionatore di terra in posizione di chiuso
- blocco a chiave sul contattore in posizione di aperto
- LSC2A

- portafusibili per tre fusibili DIN

Accessori opzionali:

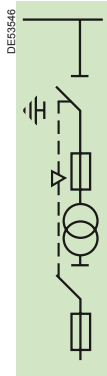
- unità:
 - ☐ contatti ausiliari sul sezionatore
 - ☐ protezione a microprocessore tipo Sepam
 - ☐ 3 trasformatori di tensione fase-terra
 - ☐ resistenza antiferrorisonanza
 - ☐ blocchi a chiave aggiuntivi
 - ☐ resistenza anticondensa 50 W
- ☐ sistema sbarre superiori trifase 800 A
- ☐ sistema sbarre superiore trifase 1250 A
- ☐ kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
- ☐ monitoraggio termico per 24 kV
- ☐ mitigazione arco interno

- contattore:
 - ☐ interblocco meccanico

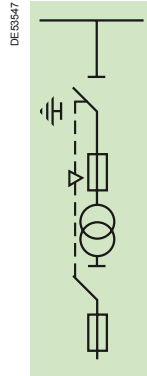
- fusibili a percussore tipo DIN

CM

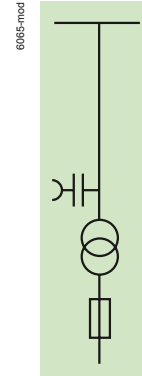
Unità di misura

**CM2**

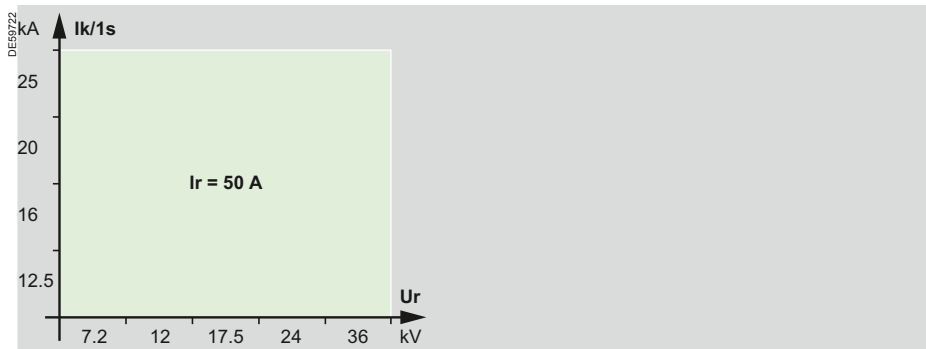
Unità di misura

**CMK**

Unità di misura

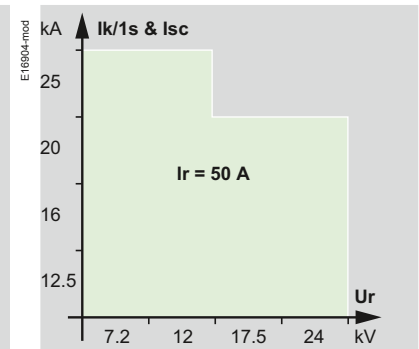
**Gamma**

24 - 36 kV

Caratteristiche elettriche

24 - 36 kV

24 kV

**Unità base:**

- sezionatore e sezionatore di terra a monte dei fusibili
- sistema di sbarre trifase
- comando CS
- sezionatore circuiti BT
- fusibili BT
- tre fusibili tipo Fusarc CF
- blocco a chiave sul sezionatore di terra in posizione di chiuso
- resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
- LSC2A

- tre trasformatori di tensione fase-terra
- resistenza antiferrorisonanza

- due trasformatori di tensione fase-fase

- indicatori presenza tensione
- sistema di sbarre
- fusibili BT
- cella BT 100 mm
- 3 trasformatori di tensione fase-terra
- LSC1

Accessori opzionali:

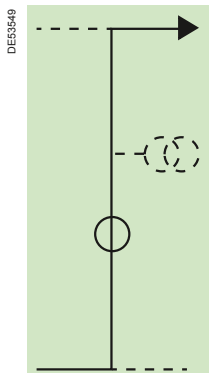
- contatti ausiliari
- blocchi a chiave aggiuntivi
- disp. di segnalazione meccanica e contatto ausiliario di segnalazione intervento fusibili
- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- sistema di sbarre superiore trifase 800 A
- cassetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)
- resistenza anticondensa 50 W per 24 kV
- canalina superiore per 24 kV
- vano aggiuntivo BT

- mitigazione arco interno

- resistenza anticondensa 50 W
- vano aggiuntivo BT
- sistema di sbarre superiore trifase 800 A
- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
- cassetto arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)

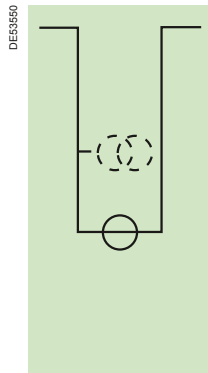
GBC-A

Unità per misura corrente e/o tensione
Risalita sbarre



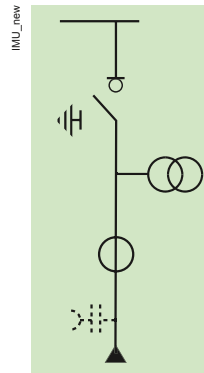
GBC-B

Unità per misura corrente e/o tensione



IMU

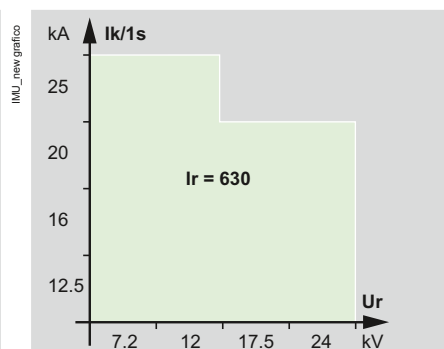
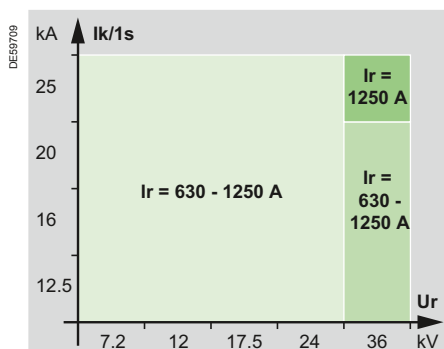
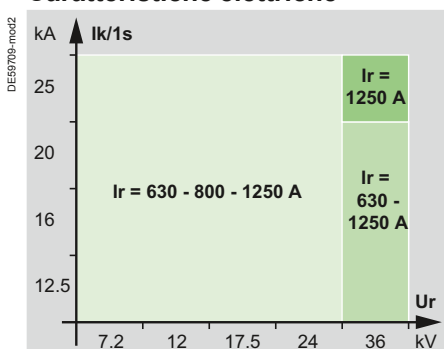
Unità arrivo/partenza
con misura



Gamma

24 - 36 kV

Caratteristiche elettriche



Unità base:

- n° 2/3 trasformatori di corrente per 24 kV
- n° 3 trasformatori di corrente per 36 kV
- sistema di sbarre
- sistema di sbarre trifase
- resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
- LSC1

- n° 3 trasformatori di tensione fase-terra per 24 kV (GBC-A1) in alternativa
- n° 2 trasformatori di tensione fase-fase per 24 kV (GBC-A2)

- n° 3 trasformatori di tensione fase-terra

- interruttore di manovra sezionatore e sezionatore di terra
- sistema di sbarre trifase
- comando CIT
- blocco a chiave sul sezionatore di messa a terra
- n° 2/3 trasformatori di corrente
- n° 3 trasformatori di tensione fase-terra, in alternativa n° 2 trasformatori di tensione fase-fase
- cella BT 100 mm
- piastre ammarro cavi
- LSC2A

Versione:

- comando CI2»

Accessori opzionali:

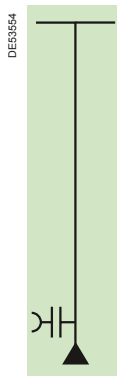
- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- sistema di sbarre superiore trifase 800 A per 24 kV
- canalina superiore per 24 kV
- vano aggiuntivo BT per 24 kV
- resistenza anticondensa 50 W per 24 kV
- mitigazione arco interno

- cassetto arrivo cavi dall'alto per 36 kV (solo fino a 630 A)

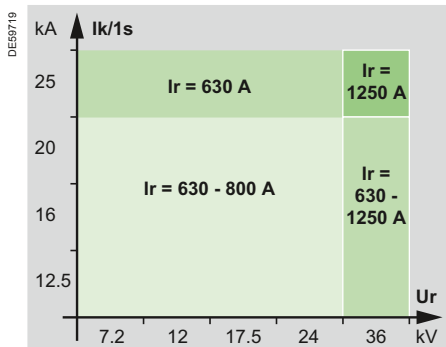
- indicatori di presenza tensione
- contatti ausiliari
- blocchi a chiave aggiuntivi
- sganciatori di apertura e chiusura
- resistenza anticondensa 50 W
- sistema sbarre superiori trifase 800 A
- sistema sbarre superiori trifase 1250 A
- kit ambienti severi per sbarre superiori 630 A 24 kV
- canalina superiore
- vano aggiuntivo BT
- monitoraggio termico per 24 kV
- mitigazione arco interno

GAM2

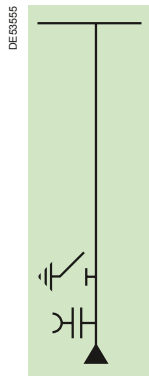
Unità arrivo cavi

**Gamma**

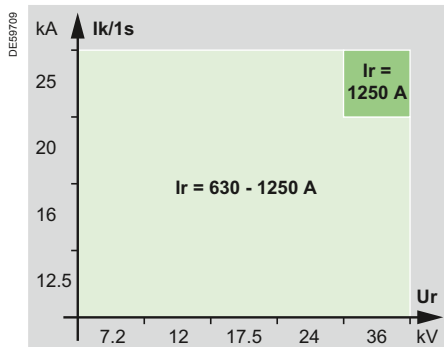
24 - 36 kV

Caratteristiche elettriche**GAM**

Unità arrivo cavi



24 - 36 kV

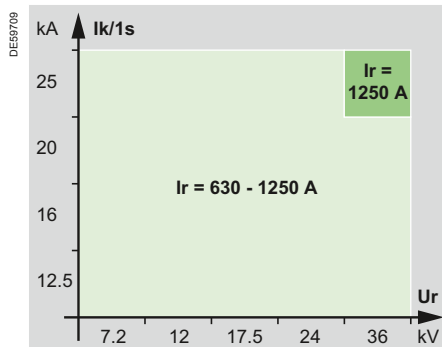
**GBM**

Unità

Risalita sbarre destra/sinistra



24 - 36 kV

**Unità base:**

- sistema di sbarre
- indicatore di presenza tensione
- piastre di ammarro cavi unipolari
- resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
- LSC1

- sezionatore di terra a valle potere di chiusura 25 kA rms
- comando CC per 24 kV
- comando CS per 36 kV

- sistema di sbarre
- sistema di sbarre trifase per risalita sbarre destra/sinistra
- resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
- LSC1

Accessori opzionali:

- rilevatori di guasto Easergy Flair
- amperometro digitale
- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- sistema di sbarre superiore trifase 800 A per 24 kV
- canalina superiore per 24 kV
- vano aggiuntivo BT per 24 kV
- cassonetto arrivo cavi dall'alto per 36 kV (solo fino a 630 A)
- resistenza anticondensa 50 W per 24 kV
- piastre di ammarro due cavi unipolari
- mitigazione arco interno

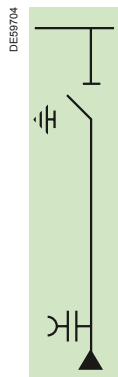
- terna di scaricatori sovratensione per 36 kV (fino a 630 A)
- monitoraggio termico

- contatti ausiliari
- blocchi a chiave
- terna di scaricatori sovratensione per 24 kV (fino a 630 A)

- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- sistema di sbarre superiore trifase 800 A per 24 kV
- canalina superiore per 24 kV
- vano aggiuntivo BT per 24 kV
- cassonetto arrivo cavi dall'alto per 36 kV (solo fino a 630 A)
- mitigazione arco interno

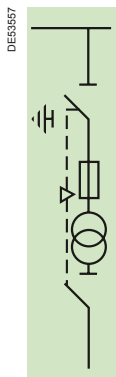
SM

Unità con sezionatore



TM

Unità trasformatore MT/BT per ausiliari



Kit estensione SM6-24

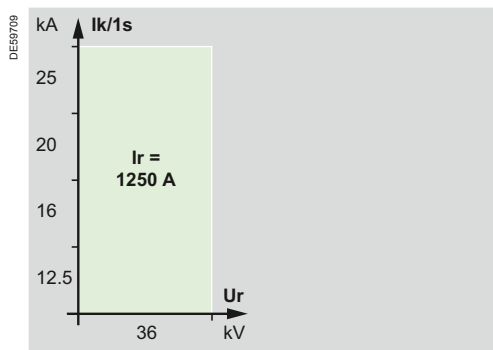
Advance 2014/2018



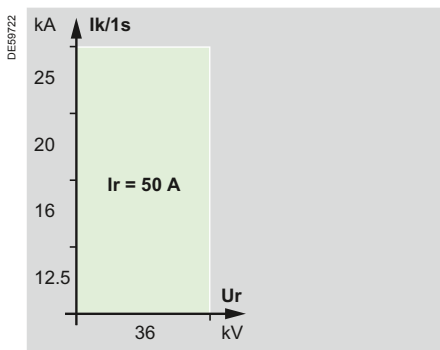
Gamma

36 kV

Caratteristiche elettriche



36 kV



Unità base:

- sezionatore e sezionatore di terra
- sistema di sbarre trifase
- comando CS
- resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
- LSC2A

- piastre di ammarro cavi unipolari
- blocco a chiave sul sezionatore di terra in posizione di aperto

- due fusibili tipo Fuasrc CF 6,3A
- sezionatore circuiti BT
- 1 trasformatore di tensione (fase/fase)

- Adattamento per estensione SM6 Advance 2014/2018

Accessori opzionali:

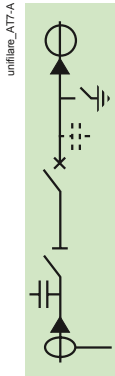
- contatti ausiliari
- blocchi a chiave aggiuntivi
- sistema di sbarre superiore trifase 1250 A
- cassonetto per arrivo cavi dall'alto (solo fino a 630 A)
- mitigazione arco interno

- terna di scaricatori sovratensione per 36 kV (fino a 630 A)

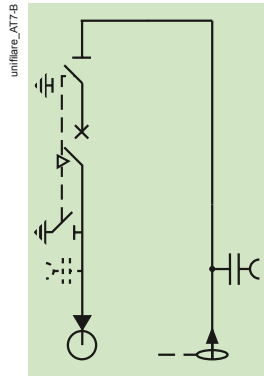
- sistema di segnalazione meccanico e contatti ausiliari per intervento fusibili

Monoblocco AT7-A⁽¹⁾ (non ampliabile)

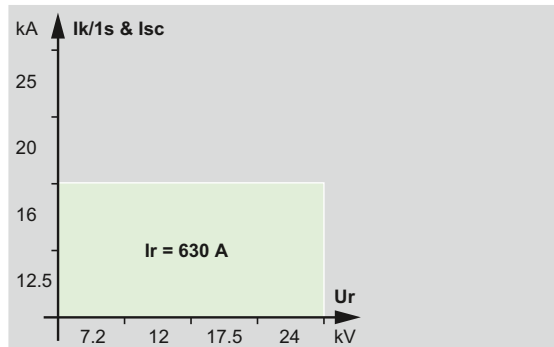
Monoblocco Arrivo più protezione trasformatore tramite interruttore con uscita dall'alto

**Monoblocco AT7-B⁽¹⁾** (non ampliabile)

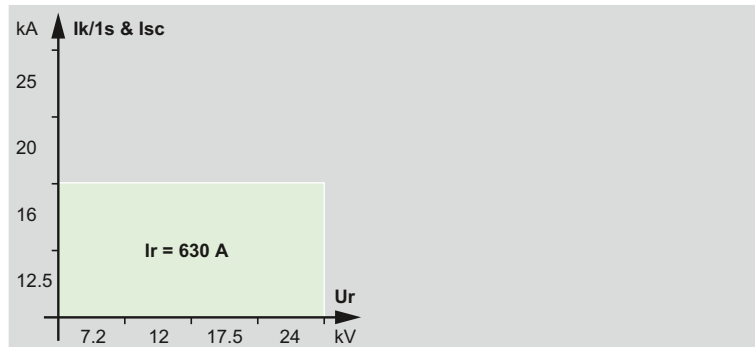
Monoblocco Arrivo più protezione trasformatore tramite interruttore con uscita dal basso

**Gamma**

24 kV

Caratteristiche elettriche (2)

24 kV

**Unità base:**

- interruttore SF1 con comando RI
- sezionatore a monte dell'interruttore
- comando manuale CS
- sistema di sbarre
- blocco a chiave sul sez. in posizione di aperto-chiuso
- blocco a chiave sul sez. di terra aperto-chiuso
- indicatore di presenza tensione sull'arrivo cavi
- 3 trasformatori di corrente multirange LPCT
- 1 trasformatore toroidale
- cassonetto partenza cavi dall'alto con sez. di terra
- pannello per Sepam S20-S40
- piastre di ammarco cavi unipolari
- leva di manovra
- contatti ausiliari sull'interruttore
- LSC2A

- interruttore SF1 con comando RI
- sezionatore a monte dell'interruttore
- comando manuale CS
- sistema di sbarre
- blocco a chiave sul sez. in posizione di chiuso
- blocco a chiave sui sezionatori di terra in chiuso
- blocco a chiave sull'interruttore in posizione di aperto
- indicatore di presenza tensione sull'arrivo cavi
- 3 trasformatori di corrente multirange LPCT
- 1 trasformatore toroidale
- canale risalita cavi MT in ingresso
- vano BT per Sepam S20-S40
- piastre di ammarco cavi unipolari
- leva di manovra
- contatti ausiliari sull'interruttore
- LSC2A

Versione:

- n° 3 trasformatori di tensione fase-terra
- resistenza antiferrisonanza

Accessori opzionali:

- **unità:**
 - ☐ contatti ausiliari sul sezionatore
 - ☐ contatti ausiliari sul sezionatore di terra
 - ☐ indicatore di presenza tensione sulla partenza cavi
 - ☐ resistenza anticondensa
 - ☐ monitoraggio termico
- **interruttore:**
 - ☐ comando motorizzato completo di sganciatori
 - ☐ sganciatori di apertura e chiusura
 - ☐ bobina di minima tensione
 - ☐ contamanovre per comando manuale
 - ☐ riarmo meccanico sganciatore a mancanza di tensione

- **unità:**
 - ☐ contatti ausiliari sul sezionatore
 - ☐ contatti ausiliari sul sezionatore di terra
 - ☐ indicatore di presenza tensione sulla partenza cavi
 - ☐ resistenza anticondensa
 - ☐ monitoraggio termico
- **interruttore:**
 - ☐ comando motorizzato completo di sganciatori
 - ☐ sganciatori di apertura e chiusura
 - ☐ bobina di minima tensione
 - ☐ contamanovre per comando manuale
 - ☐ riarmo meccanico sganciatore a mancanza di tensione

(1) Solo in versione non a tenuta arco interno (2) Per prestazioni superiori, consultare Schneider Electric

Caratteristiche delle unità funzionali

I comandi delle apparecchiature sono centralizzati sul pannello frontale dell'unità. La tabella a lato riporta i diversi tipi di comando. Le velocità di azionamento non dipendono dall'operatore, tranne che per il comando tipo CS.

Unità	Tipo di comando					
	Interruttore/sezionatore					Interruttore
	CIT	CI1	CI2	CS	CC	RI
IM, IMB, IMP, IMU	■	□	□			
IMC	■	□	□			
PM	■	□	□ ⁽¹⁾			
QM		■	□ ⁽²⁾			
QMC, QMB	■	□				
CM, CM2, CRM, CVM				■		
DM1-A, DM1-D, DM1-P, DM1-R, DM1-G, DM1-J, DM2, DMVL-A, DMVL-D				■		■
DM1-A ⁽³⁾				■	■	■
NSM-cavi, NSM-sbarre			■			
GAM 24 kV					■	
SM, TM, GAM 36 kV				■		

■ Forniti di serie

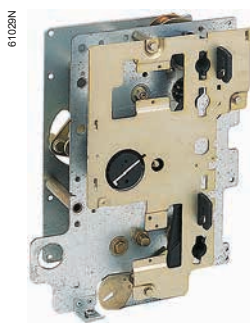
□ Altra possibilità

⁽¹⁾ Solo 36 kV

⁽²⁾ Standard su QM 24 kV

⁽³⁾ Versione 1250A

Tipi di azionamento	CIT		CI1		CI2			CS	
Applicazioni unità	Interruttore di manovra-sezionatore Interruttore di manovra-sezionatore con fusibili		Interruttore di manovra-sezionatore combinato con fusibili		Interruttore di manovra-sezionatore combinato con fusibili			Sezionatore	
Commutazione circuito principale	Chiusura	Apertura	Chiusura	Apertura	Armamento del comando	Chiusura	Apertura	Chiusura	Apertura
Azionamento manuale	Leva	Leva	Leva	Pulsante	Leva	Pulsante	Pulsante	Leva	Leva
Azionamento elettrico (opzione)	Motore	Motore	Motore	Bobina	Motore	Bobina	Bobina	N/A	N/A
Velocità di azionamento	da 1 a 2 s	da 1 a 2 s	da 4 a 7 s	35 ms	da 4 a 7 s	55 ms	35 ms	N/A	N/A
Applicazioni in rete	Telecontrollo gestione rete		Telecontrollo protezione trasformatore		Telecontrollo gestione rete, esigenze di riconfigurazione rapida (alim. generatore, loop)			N/A	
Sezionatore di terra	Chiusura	Apertura	Chiusura	Apertura	N/A	Chiusura	Apertura	Chiusura	Apertura
Comando manuale	Leva	Leva	Leva	Leva	Leva	Leva	Leva	Leva	Leva



Comando a doppia funzione CIT

• Funzione interruttore di manovra-sezionatore

Apertura e chiusura indipendente tramite leva o motorizzazione.

• Funzione sezionatore di terra

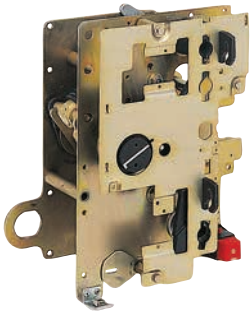
Apertura e chiusura indipendente tramite leva di manovra.

L'energia necessaria per la manovra è ottenuta comprimendo una molla che dopo il passaggio per il punto morto provoca l'apertura o la chiusura dell'apparecchiatura.

• Accessori a richiesta

- contatti ausiliari 1NA + 1NC + 1CO su IMS
- contatti ausiliari supplementari 1NA su IMS; 1NA + 1NC su sezionatore di terra
- segnalazione meccanica intervento fusibili nell'unità PM.
- motorizzazione completa di contatti ausiliari 1NA + 1NC + 1CO su IMS

61030N



Comando tipo CI1 a doppia funzione

- **Funzione interruttore di manovra-sezionatore**

- apertura e chiusura indipendente tramite leva o motorizzazione.

L'energia necessaria per la manovra è ottenuta comprimendo una molla che dopo il passaggio per il punto morto provoca l'apertura o la chiusura dell'apparecchiatura.

- apertura indipendente realizzata tramite pulsante (O) o sganciatore.

- **Funzione sezionatore di terra**

Apertura e chiusura indipendente tramite leva di manovra.

L'energia necessaria per la manovra è ottenuta comprimendo una molla che dopo il passaggio per il punto morto provoca l'apertura o la chiusura dell'apparecchiatura.

- **Accessori a richiesta**

- contatti ausiliari 1NA + 1NC + 1CO su IMS
- contatti ausiliari supplementari 1NA su IMS; 1NA + 1NC su sezionatore di terra
- intervento fusibili 1NA
- segnalazione meccanica intervento fusibili nell'unità QM.

- **Sganciatori di apertura**

- a lancio di corrente,
- motorizzazione completa di contatti ausiliari 1NA + 1NC + 1CO su IMS

Comando tipo CI2 a doppia funzione

- **Funzione interruttore di manovra-sezionatore**

- chiusura indipendente realizzata in due tempi:

- 1 - armamento del comando tramite leva o motorizzazione,
- 2 - liberazione dell'energia immagazzinata attraverso pulsante (I) o sganciatore a lancio di corrente.

- apertura indipendente realizzata tramite pulsante (O) o sganciatore.

- **Funzione sezionatore di terra**

Apertura e chiusura indipendente tramite leva di manovra.

L'energia necessaria per la manovra è ottenuta comprimendo una molla che dopo il passaggio per il punto morto provoca l'apertura o la chiusura dell'apparecchiatura.

- **Accessori a richiesta**

- contatti ausiliari 1NA + 1NC + 1CO su IMS
- contatti ausiliari supplementari 1NA su IMS; 1NA + 1NC su sezionatore di terra
- intervento fusibili 1NA
- sganciatore di apertura
- motorizzazione completa di:
 - contatti ausiliari 1NA + 1NC + 1CO su IMS
 - sganciatore di apertura
 - sganciatore di chiusura

Comando tipo CS a doppia funzione

- **Funzioni sezionatore e sezionatore di terra**

Apertura e chiusura dipendente dall'operatore tramite leva di manovra.

- **Contatti ausiliari**

- contatti ausiliari unità DM1/DM2/AT7 1NA + 1NC + 1CO su sezionatore
- contatti ausiliari supplementari unità DM1/DM2/AT7 1NA su sezionatore; 1NA + 1NC su sezionatore di terra
- contatti ausiliari unità CRM senza TV 2NA + 2NC su sezionatore
- contatti ausiliari supplementari unità CRM senza TV 1NA su sezionatore; 1NA + 1NC su sezionatore di terra
- contatti ausiliari unità CRM con TV 1NA + 2NC su sezionatore
- contatti ausiliari unità CM/CM2 2NA + 1NC su sezionatore
- contatti ausiliari unità CVM 2NA + 2NC su sezionatore
- contatti ausiliari supplementari su CVM 1NC su sezionatore; 1NA + 1NC su sezionatore di terra

- **Segnalazioni meccaniche**

Intervento fusibili nell'unità CM, CM2 e TM.

Comando tipo CC a funzione singola

- **Funzione sezionatore di terra**

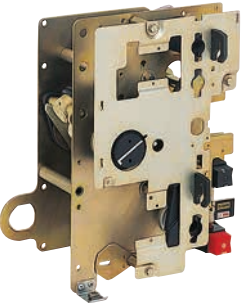
Apertura e chiusura indipendente dall'operatore tramite leva di manovra.

L'energia necessaria per la manovra è ottenuta comprimendo una molla che dopo il passaggio per il punto morto provoca l'apertura o la chiusura dei contatti.

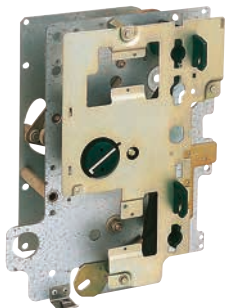
- **Contatti ausiliari**

Sezionatore di terra 1NA + 1NC.

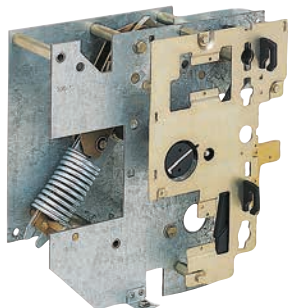
61031N



61032N



61033N





Comando tipo RI per interruttori SF 24 kV e 36 kV e Evolis 24 kV laterale

- **Funzione interruttore**

- chiusura indipendente realizzata in due tempi.

Armamento del comando tramite leva o motorizzazione

Liberazione dell'energia immagazzinata attraverso pulsante (I) o sganciatore a lancio di corrente.

- apertura indipendente realizzata tramite pulsante (O) o sganciatori.

- **Contatti ausiliari**

- interruttore 2NA + 2NC + 1CO,

- molle cariche 1NA.

- **Segnalazioni meccaniche**

Contamanovre.

- **Sganciatori di apertura**

- Mitop,

- a lancio di corrente,

- a mancanza di tensione.

- **Sganciatore di chiusura**

- a lancio di corrente

- **Motorizzazione completa di**

- sganciatore di apertura

- sganciatore di chiusura

- relé antirichiusura

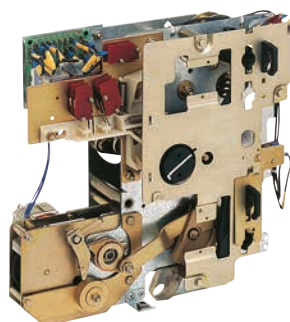
- contamanovre meccanico

- **riarmo meccanico sganciatore a mancanza di tensione**

Combinazioni possibili con gli sganciatori di apertura

Tipo di sganciatore	SFset		SF1				
	Combinazioni		Combinazioni				
	1	2	1	2	3	4	5
Mitop	■	■					
Sganciatore di apertura	■		■			■	
Sganciatore di apertura doppia				■			■
Relè di minima tensione		■			■	■	■

61036N



Motorizzazione e sganciatori per unità interruttore

I comandi CIT, CI1 e CI2 possono essere motorizzati.

Un		DC				AC (50 Hz)*	
Alimentazione	(V)	24	48	110	125	120	230
Motorizzazione							
	(W)	200					
	(VA)					200	
Tempo di caric. CIT		da 1 a 2 (s)				da 1 a 2 (s)	
Tempo di caric. CI1, CI2		da 4 a 7 (s)				da 4 a 7 (s)	
Sganciatori di apertura							
A lancio di corrente	(W)	200	250	300	300		
	(VA)					400	750
Tempo di risposta	(ms)	35				35	
Sganciatore di chiusura							
A lancio di corrente	(W)	200	250	300	300		
	(VA)					400	750
Tempo di risposta	(ms)	55				55	

* Per altre frequenze consultateci.

Motorizzazione e sganciatori per unità SF6 e interruttori Evolis 24 kV laterali

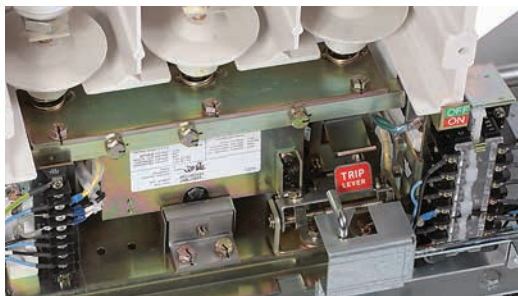
Il comando RI può essere equipaggiato con motore caricamolle.

Un		DC					AC (50 Hz)*		
Alimentazione	(V)	24	48	110	125	220	120	230	
Motorizzazione									
	(W)	300							
	(VA)						380		
Tempo di caricam.	(s)	15					15		
Sganciatori di apertura									
Mitop	(W)	3							
	Tempo di risposta	(ms)	30					30	
A lancio di corrente	(W)	85							
	(VA)						180		
	Tempo di risposta	(ms)	45					45	
A mancanza di tensione all'eccitazione	(W)	160							
	(VA)						280	550	
	di tenuta	(W)	10						
	(VA)						50	40	
	Tempo di risposta	(ms)	55					55	
Sganciatore di chiusura									
A lancio di corrente	(W)	85							
	(VA)						180		
	Tempo di risposta	(ms)	65					65	

* Per altre frequenze consultateci.

PE57164





Contatti ausiliari per contattore in vuoto

I contatti ausiliari sono di tipo a commutazione con punto comune.

Sono disponibili i seguenti blocchi di contatti:

- 3NA + 3NC per versione con ritenuta elettrica (contatti aggiuntivi facoltativi 3NA + 3NC),
- 5NA + 6NC per versione con aggancio meccanico.

Caratteristiche contatti ausiliari

Tensione di esercizio	Min 48 V	
	Max 480 V	
Corrente nominale		10 A
Potere di interruzione	Vdc	60 W (L/R 150 ms)
	Vac	700 VA (fatt. di potenza 0,35)

Caratteristiche dello sganciatore di apertura (per versione con aggancio meccanico)

Alimentazione (Vdc)	48	125	250
Consumo (W)	470	680	640
Tempo di risposta (ms)	20-40	20-41	20-40

Trasformatori di corrente per SM6 24 kV

Tabella di sintesi per unità

Unità	CRM	CVM	DM1-R AT7-A AT7-B	DM1-A	DM1-P	DM1-G	DMI-J	DM2	DMVL-A	DMVL-D	GBC-A	IMU	DM1-A	GBC-A GBC-B
TA tipo	630 A											1250 A		
ARJP1	■	■												
ARJP2	■	■												
ARJP3													■	■
ARM3				■	■	■	■	■	■	■	■	■		
ARM4				■	■	■	■	■	■	■	■	■		
CS300				■		■								
TLP130		■	■	■					■					

61040N



Trasformatore tipo ARJP1/N2F

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-2
- un avvolgimento primario
- doppio avvolgimento secondario per misura e protezione.

Corrente di breve durata massima ammissibile Ith (kA)

I _{1n} (A)	10	20	30	50	75	100	150	200
I _{th} (kA)	1,2	2,4	3,6	6	10	10	10	10
t (s)	1							
Misura	5 A	15 VA - classe 0,5						
e protezione	5 A	2,5 VA - 5P20						

61042N



Trasformatore tipo ARJP2/N2F

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-2
- un avvolgimento primario
- doppio avvolgimento secondario per misura e protezione.

Corrente di breve durata massima ammissibile Ith (kA)

I _{1n} (A)	50	100	200	400	600
I _{th} (kA)	25				
t (s)	1				
Misura	5 A	10 VA classe 0,5	15 VA classe 0,5	15 VA classe 0,5	15 VA classe 0,5
e protezione	5 A	2,5 VA 5P20	2,5 VA 5P20	5 VA 5P20	7,5 VA 5P20

61044N



Trasformatore tipo ARJP3/N2F

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-2
- un avvolgimento primario
- doppio avvolgimento secondario per misura e protezione.

Corrente di breve durata massima ammissibile Ith (kA)

I _{1n} (A)	1000	1250
I _{th} (kA)	25	
t (s)	1	
Misura	1 A	30 VA - classe 0,5
e protezione	1 A	10 VA - 5P20
Misura	5 A	30 VA - classe 0,5
e protezione	5 A	10 VA - 5P20

PEG0535



ARM4

Trasformatore tipo ARM4

- caratteristiche secondo norma IEC 61869-2
- un avvolgimento primario o doppio avvolgimento primario
- fino a tre avvolgimenti secondari per misura e protezione
- tensione nominale max 7,2 - 12 - 17,5 - 24kV
- corrente nominale primaria fino a 630A (per unità SM6)
- correnti secondarie 5A o 1A
- versione con un avvolgimento secondario: ARM4/N1F
- versione con due avvolgimenti secondari: ARM4/N2F
- versione con tre avvolgimenti secondari: ARM4/N3F

61041N



Trasformatore tipo ARM3/N1F

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-2
- singolo avvolgimento primario
- un avvolgimento secondario per misura e protezione.

Corrente di breve durata massima ammissibile Ith (kA)

I _{1n} (A)	25	50	100	200	300	300
I _{th} (kA)	16	25				
t (s)	1					
Misura e protezione	5 A	7,5 VA - 5P10	2,5 VA - 5P30, 7,5 VA - 5P10 cl. 1			10 VA - 5P30

Trasformatore tipo ARM3/N2F

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-2
- doppio avvolgimento primario
- doppio avvolgimento secondario per misura e protezione.

Corrente di breve durata massima ammissibile Ith (kA)

I _{1n} (A)	25/50	50/100	100/200	200/400	300/600
I _{th} (kA)	12,5/25	21	25		
t (s)	1				
Misura e protezione	5 A	7,5 VA			
		cl. 0,5			
	5 A	5 VA 5P10	5 VA - 5P15		5 VA - 5P15
			2 VA - 5P30		1 VA - 5P30

CS300



Trasformatori di corrente tipo CS300

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-2
- avvolgimento primario a barra passante
- un avvolgimento secondario per protezione
- da installare sull'interruttore SF

I _{1n} (A)	300
I _{th} (kA)	16
t (s)	1
Misura e protezione	1 A
	1 VA 5P30

PE57162



Trasformatori di corrente LPCT (Low Power Current Transformer) TLP130

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 60044-8
- multirange
- tensione di uscita diretta per misura e protezione
- connettore secondario RJ45-8 pti
- livello di isolamento 0,72 kV
- diametro interno 130 mm.

Corrente primaria nominale min.	5 A
Corrente primaria nominale	100 A
Corrente primaria nominale est.	1250 A
Uscita secondario nominale	22,5 mV
Classe di precisione per misura	0,5
Classe di precisione per protezione	5P
Fattore limite precisione	250
Corrente termica di breve durata	25 kA 1 s
Tensione max (U _m)	0,72 kV
Tensione nomin. di tenuta alla frequenza di esercizio	3 kV

Trasformatori di corrente per SM6 36 kV

PE5722



Trasformatore di corrente ARM6T

Per unità DM1-A, DM1-D, DM2, IMC,
GBC-A, GBC-B

Trasformatore tipo ARM6T/N1 o N2

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-2
- doppio avvolgimento primario
- doppio avvolgimento secondario per misura e protezione.

Corrente di breve durata massima ammissibile Ith (kA)

I _{1n} (A)	50-100	75-150	100-200	150-300	200-400	300/600	1000/1250
I _{th} (kA)	16 - 20						25
t (s)	1						1
Misura e protezione	5 A	7,5 VA - 15 VA - classe 0,5					30 VA - classe 0,5
	5 A	2,5 VA - 5 VA - 5P20					10 VA - 5P20

PE58391



Trasformatore di corrente ARM9T

Per unità DM1-A, DM1-D, DM2

Trasformatore tipo ARM9T

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-2
- doppio avvolgimento primario
- doppio avvolgimento secondario per misura e protezione.

Corrente di breve durata massima ammissibile Ith (kA)

I _{1n} (A)	1000/1250	
I _{th} (kA)	40	
t (s)	1	
Misura e protezione	5 A	30 VA - classe 0,5
	5 A	10 VA - 5P20

PE57162



LPCT

Trasformatori di corrente LPCT (Low Power
Current Transformer) per unità DM1-A

Trasformatore tipo TLP 130, TLP 190

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 60044-8
- multirange
- tensione di uscita diretta per misura e protezione
- connettore secondario RJ45-8 pt
- livello di isolamento 0,72 kV
- diametro interno 130 o 190 mm
- nelle unità SM6-36, il TLP 130 può essere utilizzato per 630 A, il TLP 190 fino a 1250 A.

	TLP 130	TLP 190
Corrente primaria nominale min.	5 A	5 A
Corrente primaria nominale est.	1250 A	2500 A
Uscita secondario	22,5 mV - 100 A	22,5 mV - 100 A
Classe di precisione per misura	0,5	0,5
Classe di precisione per protezione	5P	5P
Fattore limite precisione	250	400
Corrente termica di breve durata	25 kA 1 s	40 kA 1 s
Tensione max (U _m)	0,72 kV	0,72 kV
Tensione nomin. di tenuta alla frequenza di esercizio	3 kV	3 kV

Trasformatori di tensione per SM6 24 kV

Tabella di sintesi per unità

TV tipo	Unità CM CMK	CM2	CRM	CVM	AT7-B DM1-G	DM1-P DM1-J	DMVL-A DMVL-D	GBC-A GBC-B IMU DM2	DM1-A 1250 A
VRQ2/S2	■		■		■	■	■	■	■
VRQ2/S3						■	■		
VRC2/S1F		■						■	
VRC1/S1				■					
VRFR-n/S1				■					



Trasformatore tipo VRQ2/S2 (fase/massa) 50 o 60 Hz

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-3.

Tensione nominale (kV)	12 kV	24 kV			
Tensione primaria (kV)	10/√3	15/√3	20/√3	22/√3	23/√3
Tensione secondaria (V)	100/√3				
Potenza termica nominale (VA)	200				
Prestazione nominale 1° secondario	15 VA cl. 0,5				
Prestazione nominale 2° secondario	50 VA cl. 0,5 - 3P				

Trasformatore tipo VRQ2/S3 (fase/massa) 50 o 60 Hz

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-3.

Tensione nominale (kV)	12 kV	24 kV			
Tensione primaria (kV)	10/√3	15/√3	20/√3	22/√3	23/√3
Tensione secondaria (V)	100/√3				
Potenza termica nominale (VA)	200				
Prestazione nominale 1° secondario	5 VA cl. 0,2				
Prestazione nominale 2° secondario	5 VA cl. 0,2				
Prestazione nominale 3° secondario	50 VA cl. 0,5 - 3P				

Trasformatore tipo VRFR-n/S1 (fase/massa) 50 o 60 Hz

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-3.

Tensione nominale (kV)	17,5	
Tensione primaria (kV)	10/√3	15/√3
Tensione secondaria (V)	100/√3	
Potenza termica nominale (VA)	250	
Classe di precisione	0,5	
Prestazione nominale per un avvolgimento primario (VA)	30	



Trasformatore tipo VRC2/S1F (fase/fase) 50 o 60 Hz

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-3.

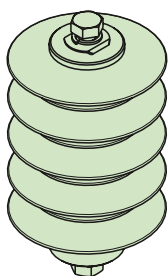
Tensione nominale (kV)	24				
Tensione primaria (kV)	10	15	20	22	23
Tensione secondaria (V)	100				
Potenza termica nominale (VA)	500				
Prestazione nominale	15 VA cl. 0,5 - 3P				

Trasformatori di tensione per SM6 24 kV

DES2402



DES9408



Trasformatore tipo VRC1/S1 (fase/fase) 50 o 60 Hz

- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-3.

Tensione nominale (kV)	7,2				
Tensione primaria (kV)	3,3	5	5,5	6	6,6
Tensione secondaria (V)	110	100	110	100	110
Potenza termica nominale (VA)	300				
Classe di precisione	0,5				
Prestazione nominale per un avvolgimento primario (VA)	100				

Limitatori di sovratensione

Per unità IMP, GAM, DM1-A, DMVL-A

In (A)	630				
Un (kV)	7,2	10	12	17,5	24
Corrente nominale di scarica	10 kA				
Classe di scarica	1				

Trasformatori di tensione per SM6 36 kV

PE5723



Trasformatore di tensione VRF3

Per unità CM, GBC-A, GBC-B, DM1-A

Trasformatore tipo VRF3/S2 (fase/massa)

- un avvolgimento primario
- un secondario
- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-3

Tensione nominale (kV)	36	
Tensione primaria (kV)	$30\sqrt{3}$	$33\sqrt{3}$
Tensione secondaria (V)	$100\sqrt{3}$	$100\sqrt{3}$ o $110\sqrt{3}$
Potenza termica nominale (VA)	450	
Prestazione nominale 1° secondario	30-50 VA cl. 0,5	
Prestazione nominale 2° secondario	50 VA 3P	

PE5724



Trasformatore di tensione VRC3

Per unità CM2

Trasformatore tipo VRC3/S1 (fase/fase)

- un avvolgimento primario
- un secondario
- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-3

Tensione nominale (kV)	36	
Tensione primaria (kV)	30	33
Tensione secondaria (V)	100	100 o 110
Potenza termica nominale (VA)	700	
Classe di precisione	0,5	
Prestazione nominale per un avvolgimento primario (VA)	50-100	

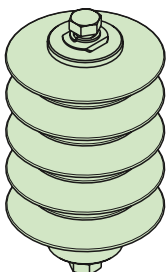
Per unità TM

Trasformatore tipo VRC3/S1 (fase/fase)

- un avvolgimento primario
- un secondario
- caratteristiche secondo norma CEI-EN 61869-3

Tensione nominale (kV)	36	
Tensione primaria (kV)	30	33
Tensione secondaria (V)	220	
Potenza termica nominale (VA)	1000	

DES408



Limitatori di sovratensione

Per unità IM, DM1-A, SM, GAM2

In (A)	630
Un (kV)	36
Corrente nominale di scarica	10 kA
Classe di scarica	1



Presentazione

I Fusarc CF costituiscono un'ampia gamma di fusibili ad alto potere d'interruzione. Sono del tipo per uso combinato e vengono impiegati per proteggere i circuiti di distribuzione di media tensione dagli effetti dinamici e termici provocati dai corto-circuiti con correnti più elevate della corrente minima di interruzione del fusibile.

I fusibili Fusarc CF garantiscono una protezione sicura contro i guasti rilevanti che possono prodursi sia sui circuiti media tensione che sui circuiti bassa tensione. La protezione può essere aumentata combinando i fusibili con sistemi di protezione bassa tensione o con un relè di sovracorrente.

Caratteristiche fondamentali

- alto potere d'interruzione
- alta limitazione di corrente
- interruzione sicura delle correnti critiche
- bassa sovratensione d'interruzione
- bassa dissipazione di potenza
- nessuna manutenzione né invecchiamento/usura
- uso interno o esterno
- con percussore

Norme

I fusibili Fusarc sono progettati e prodotti in conformità con le seguenti norme:

- CEI EN 60282-1
- DIN 43625

Garanzia di qualità

I fusibili Fusarc CF sono prodotti in conformità alle direttive di qualità imposte dal possesso del Certificato Sistema Qualità ISO-9001/EN29001.

Prove

I fusibili Fusarc CF sono sottoposti, oltre alle prove prescritte dalle normative, alle seguenti prove particolari:

- **prova di tenuta:**

per verificare la tenuta stagna dei fusibili Fusarc CF, questi vengono immersi in un bagno d'acqua calda (80° C) per 5 minuti.

- **resistenza elettrica:**

per essere sicuri che alla fine del processo di fabbricazione i fusibili garantiscano le prestazioni desiderate, si procede alla misura della resistenza a freddo di ogni singolo fusibile, per verificarne i valori in base alle caratteristiche nominali.



Zone di funzionamento di un fusibile.

Definizioni

Un: tensione nominale

È la più elevata tensione tra le fasi (espressa in kV) della rete sulla quale potrà essere installato il fusibile.

In: corrente nominale

È il valore della corrente che il fusibile è in grado di sopportare continuativamente senza riscaldamento anomalo (in genere 65° C di sovratemperatura per i contatti).

I3: corrente minima d'interruzione

È il valore minimo della corrente che provoca la fusione e l'interruzione del fusibile. Per i nostri fusibili questi valori sono compresi tra 3 e 5 volte il valore di In.

Nota: Non è sufficiente per un fusibile fondere per interrompere il passaggio della corrente. Per correnti inferiori a I3, il fusibile fonde ma può non provocare l'interruzione della corrente. L'arco resta mantenuto fino a che un ulteriore intervento esterno non interrompe la corrente.

È quindi fondamentale evitare la sollecitazione di un fusibile nella zona compresa tra In e I3.

I2: correnti critiche (correnti che creano condizioni vicine alla massima energia d'arco)

Il valore di I2 varia tra 20 e 100 volte il valore di In, in base al tipo di fusibile. Se il fusibile può interrompere questa corrente può anche garantire l'interruzione della corrente nella zona compresa tra I3 e I1.

I1: corrente massima d'interruzione

È la corrente presunta di guasto che il fusibile è in grado di interrompere. Questo valore è molto elevato per i nostri fusibili, da 20 a 63 kA.

Nota: è necessario assicurarsi che la corrente di corto-circuito della rete sia minore o uguale alla corrente I1 del fusibile utilizzato.

Curve

Curve di limitazione di corrente

La gamma dei fusibili Fusarc CF è particolarmente adatta alla protezione dei trasformatori contro i corto-circuiti.

Se si sceglie un fusibile Fusarc CF con corrente nominale corretta i corto-circuiti non raggiungeranno mai il loro valore massimo.

A titolo di esempio si può osservare alla pag. 136 che, dato un corto-circuito con corrente presunta di 5 kA, in un'installazione non protetta il valore di picco della corrente sarebbe di 12,5 kA.

Se avessimo utilizzato un fusibile Fusarc CF con intensità nominale di 16 A, il valore massimo istantaneo raggiunto sarebbe stato di ~1,5 kA.

Curve tempo/corrente

Queste curve caratteristiche indicano che, per ciascun tipo di fusibile, ad ogni valore di corrente RMS è associato un tempo di fusione o di pre-arco.

Un'attenta selezione degli elementi di fusione e un'accurata progettazione, oltre a rigorosi controlli industriali, garantiscono che non venga superato un margine del ±10%, più basso quindi di quanto previsto dalle norme IEC.

In sede di progettazione dei fusibili Fusarc CF, si è preferito avere una corrente di fusione relativamente alta a 0,1 sec., allo scopo di sopportare le correnti di inserzione dei trasformatori e, al tempo stesso, una corrente di fusione bassa a 10 sec., per garantire una interruzione rapida in caso di guasto. Nelle pagine seguenti sono riportate le caratteristiche tempo/corrente dei fusibili Fusarc CF.

Fusibili Fusarc CF

Caratteristiche elettriche

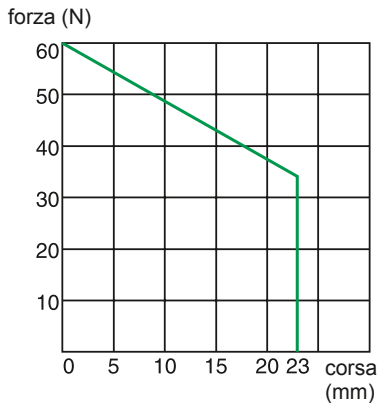
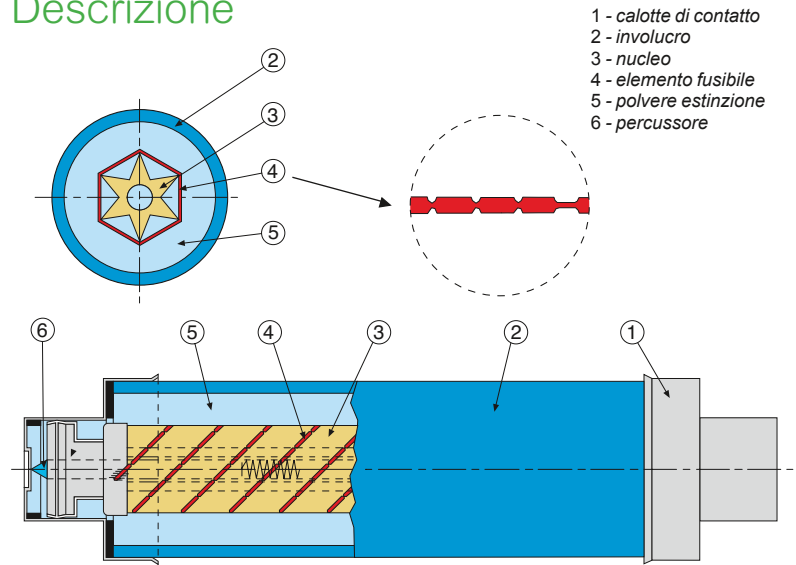


Figura 1: questo grafico mostra il valore della forza rilasciata dal percussore in base alla lunghezza della corsa.

Descrizione



Calotte di contatto (1)

In associazione con l'involucro formano un insieme che deve rimanere integro prima, durante e dopo l'interruzione della corrente.

Per questo devono resistere alle sollecitazioni meccaniche e garantire la tenuta stagna soprattutto nei confronti delle sovrappressioni sviluppate dall'arco. Devono inoltre garantire nel tempo la stabilità dei componenti interni.

Involucro (2)

Questa parte del fusibile deve resistere alle sollecitazioni specifiche qui di seguito indicate (in relazione a quanto sopra):

- **sollecitazioni termiche:** l'involucro deve sopportare i rapidi aumenti di temperatura che si sviluppano durante il processo di estinzione dell'arco.
- **sollecitazioni elettriche:** l'involucro deve sopportare la tensione di ritorno dopo l'interruzione.
- **sollecitazioni meccaniche:** l'involucro deve sopportare l'aumento di pressione prodotto dall'espansione della sabbia quando si verifica l'interruzione.

Nucleo (3)

Si tratta di un cilindro in ceramica circondato da alette, sul quale è avvolto l'elemento fusibile. All'interno del cilindro, isolati dagli elementi fusibili, sono alloggiati il filo di comando del percussore ed il percussore stesso.

Elemento fusibile (4)

È l'elemento principale del fusibile. Deve essere realizzato con materiali a bassa resistività, non soggetti all'usura del tempo. I fusibili Fusarc CF sono composti da elementi fusibili sia in argento puro che in rame argentato (a seconda dei calibri) con una configurazione scelta con cura e ottenuta con numerose prove, in grado quindi di garantire i risultati desiderati.

Polvere di estinzione (5)

La polvere di estinzione è costituita da sabbia di quarzite molto pura (oltre il 99,7%), priva di composti metallici e umidità. La sabbia, con il processo di vetrificazione assorbe l'energia sviluppata dall'arco formando con l'elemento fusibile un composto isolante, detto folgorite.

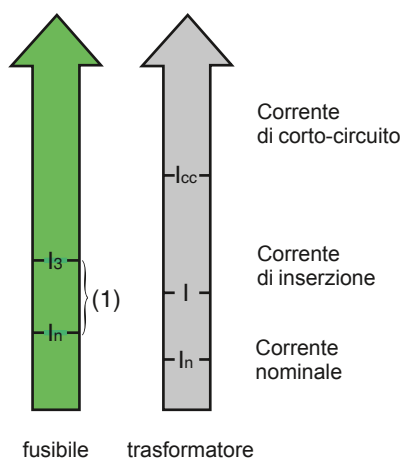
Percussore (6)

È il dispositivo meccanico che indica il corretto funzionamento del fusibile. Fornisce inoltre l'energia necessaria ad azionare un apparecchio d'interruzione associato.

Il percussore è comandato da un filo ad alta resistenza in Ni-Cr che, in seguito alla fusione dell'elemento fusibile, fonde anch'esso e libera il percussore. È molto importante che il filo di comando non provochi l'intervento anticipato del percussore e che non interferisca nemmeno nel processo d'interruzione.

I percussori installati sui ns. fusibili sono di "tipo medio"; la figura 1 illustra le loro caratteristiche forza/corsa.

Guida alla scelta e all'impiego fusibili per la gamma SM6



(1) In questa zona di corrente occorre eliminare qualsiasi sovraccarico con i dispositivi di protezione BT o con un interruttore MT dotato di relè di sovracorrente.

Generalità

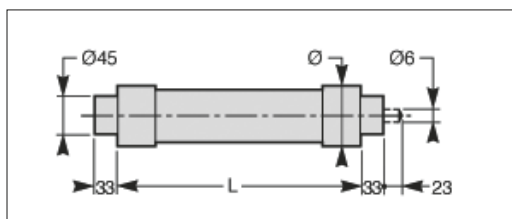
In base alle loro caratteristiche i diversi tipi di fusibili garantiscono una corretta protezione ad un'ampia varietà di apparecchi media tensione (trasformatori, motori, condensatori).

È necessario e molto importante tenere sempre in mente i seguenti punti:

- La tensione nominale U_n del fusibile deve essere uguale o maggiore della tensione di rete.
- La corrente I del fusibile deve essere uguale o maggiore della corrente di corto-circuito della rete.
- Bisogna tenere sempre conto delle caratteristiche dell'apparecchio che si desidera proteggere.

Importante: anche se è intervenuto uno solo dei 3 fusibili, si consiglia di cambiarli tutti perchè anche gli altri due potrebbero aver subito danni.

Fusarc-CF (DIN 43.625)



Protezione dei trasformatori

Un trasformatore impone ad un fusibile tre sollecitazioni principali. Per questo i fusibili devono essere in grado di:

- ... **soportare, senza intervento intempestivo, il picco di corrente dovuto all'inserzione di un trasformatore.**

Si deve verificare che la corrente di fusione del fusibile a 0,1 sec. sia maggiore di 12 volte la corrente nominale del trasformatore.

$$I_f(0,1 \text{ s.}) > 12 \times I_n \text{ trasform.}$$

- ... **interrompere la corrente conseguente ad un guasto al circuito secondario del trasformatore.**

Un fusibile dedicato alla protezione di un trasformatore deve intervenire prima che la corrente di corto-circuito, prevista per il trasformatore (I_{cc}) possa danneggiarlo.

$$I_f(2 \text{ s.}) < I_{cc}$$

Inoltre si deve verificare che la corrente di corto-circuito sia maggiore della corrente minima di interruzione I_3 del fusibile.

$$(I_n \text{ trasform.} / U_{cc}) > I_3$$

- ... **soportare la corrente nominale in servizio continuo, oltre agli eventuali sovraccarichi.**

Per poter fare questo, la corrente nominale del fusibile deve essere superiore a 1,4 volte la corrente nominale del trasformatore.

$$I_n \text{ fusibile} > 1,4 I_n \text{ trasform.}$$

PEE7161



Scelta della corrente nominale

Per poter scegliere correttamente la corrente nominale del fusibile per la protezione del trasformatore, occorre conoscere e tenere in considerazione:

- **le caratteristiche del trasformatore**
 - tensione di esercizio (kV)
 - potenza (P in kVA)
 - tensione di corto-circuito (U_{cc} in %)
 - corrente nominale
- **le caratteristiche dei fusibili**
 - caratteristiche tempo/corrente ($I_f 0,1s$ e $I_f 2s$)
 - corrente minima d'interruzione (I_3)
- **le condizioni d'installazione e d'impiego**
 - a giorno, in unità isolate in aria oppure in gas SF₆, ecc.
- **la presenza o meno di sovraccarichi permanenti.**

Il codice colore è legato alla tensione nominale del fusibile

Corrente nominale in A, impiego senza sovraccarico a $-5^{\circ}\text{C} < t < 40^{\circ}\text{C}$.

⚠ Consultateci per sovraccarichi e impiego a temperature superiori a 40°C .

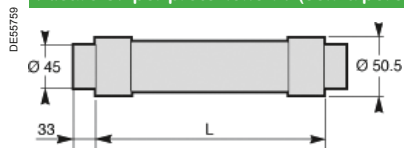
Fusibile tipo	Tensione nominale (kV)	Calibro del trasformatore (kVA)																Tensione nominale (kV)	
Fusarc CF (caso generale per QM, secondo norma CEI-EN 62271-105)																			
	3,3	16	25	40	50	50	80	80	100	125	125	160 ⁽¹⁾ 200 ⁽¹⁾						7.2	
	5	10	16	31,5	40	40	50	63	80	80	125	125	160 ⁽¹⁾						
	5,5	10	16	31,5	31,5	40	50	50	63	80	100	125	125	160 ⁽¹⁾	160 ⁽¹⁾				
	6	10	16	25	31,5	40	50	50	63	80	80	125	125	160 ⁽¹⁾	160 ⁽¹⁾				
	6,6	10	16	25	31,5	40	50	50	63	80	80	100	125	125	160 ⁽¹⁾			12	
	10	6,3	10	16	20	25	31,5	40	50	50	63	80	80	100	100	125 ⁽¹⁾	200 ⁽¹⁾		
	11	6,3	10	16	20	25	25	31,5	40	50	50	63	80	100	100	125 ⁽¹⁾	160 ⁽¹⁾		
	13,8	6,3	10	16	16	20	25	31,5	31,5	40	50	50	63	80	80	100 ⁽¹⁾	125 ⁽¹⁾ 125 ⁽¹⁾		
	15	6,3	10	10	16	16	20	25	31,5	40	50	50	63	80	80	100 ⁽¹⁾	125 ⁽¹⁾ 125 ⁽¹⁾	17,5	
	20	6,3	6,3	10	10	16	16	25	25	31,5	40	40	50	50	63	80	100 ⁽¹⁾ 125 ⁽¹⁾		24
	22	6,3	6,3	10	10	10	16	20	25	25	31,5	40	40	50	50	80	80		
Fusarc CF per trasformatori a secco ⁽²⁾																			
	30					10		10	16	20	25	31,5	31,5	50	50	63	63	36	
	31,5					10		10	16	20	25	25	31,5	50	50	63	63		
	33					6,3		10	16	20	25	25	31,5	40	50	50	63		
	34,5					6,3		10	16	20	25	25	31,5	40	50	50	63		
Fusarc CF per trasformatori con isolamento in olio ⁽²⁾																			
	30					10		10	16	20	25	31,5	31,5	40	40	50	63	36	
	31,5					10		10	16	20	25	31,5	31,5	40	40	50	63		
	33					10		10	16	20	25	25	31,5	31,5	40	40	50		
	34,5					10		10	16	20	25	25	31,5	31,5	40	40	50		

(1) Consultateci

(2) Questa tabella è realizzata in accordo alle caratteristiche tecniche dei nostri trasformatori, le caratteristiche dei trasformatori e dei fusibili possono cambiare a seconda dei produttori e delle norme.

Scelta dei fusibili

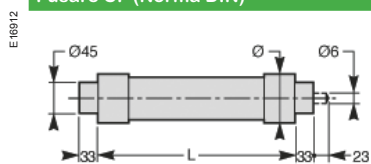
Fusarc CF per protezione TV (senza percussore)



Referenza	Tensione di isolamento (kV)	Tensione di esercizio (kV)	Taglia (A)	Corrente max. d'interruz. I1 (kA)	Corrente min. d'interruz. I3 (A)	Resistenza a freddo ⁽¹⁾ (m Ohm)	L lunghezza (mm)	Ø diametro (mm)	Peso (kg)
03812873NA	12	6/12	1	63	9,5	3834	292	50,5	1,2
03812897NA	24	10/24	1	40	9,5	4815	442	50,5	1,6

⁽¹⁾ I valori di resistenza sono indicati con una tolleranza di $\pm 10\%$ per una temperatura ambiente di 20°C.
Fusibili protezione trasformatori sono realizzati senza il percussore come indicati nel disegno

Fusarc CF (Norma DIN)



Referenza	Tensione di isolamento (kV)	Tensione di esercizio (kV)	Taglia (A)	Corrente max. d'interruz. I1 (kA)	Corrente min. d'interruz. I3 (A)	Resistenza a freddo (1) (m Ohm)	Potenza dissipata (W)	L lunghez. (mm)	Ø diam. (mm)	Peso (kg)
03812868NQ	3,6	3 / 3,6	250	50	2000	0,626	58	292	86	3,4
03812869NN	7,2	3 / 7,2	125	50	650	3,4	88	292	86	3,4
03812869NO			160		1000	2,2	87			
03812869NP			200		1400	1,8	95			
03812872NQ			250		2200	0,96	95	442	86	5
03812872NZ	12	6/12	6,3	63	36	283,4	16	292	50,5	1,2
03812873NB			10		39	165,5	18			
03812873NC			16		50	106	37			
03812873ND			20		62	82	42			
03812873NE			25		91	56	52			
03812873NF			31,5		106	40	59			
03812873NG			40		150	28	74			
03812873NH			50		180	18,5	70		76	3,2
03812873NI			63		265	14,8	82			
03812873NL			80		280	11,1	102			
03812873NM			100		380	8	120			
03812884NN	17,5	10 / 17,5	125	40	650	5,3	143	442	86	5
03812884NO			160		1000	3,5	127			
03812884NP			200		1400	2,7	172			
03812887NA			6,3	40	36	369,3	21	367	50,5	1,5
03812887NB	24	10/24	10		39	212,2	25			
03812887NC			16		50	132	46			
03812887NE			25		91	71	66			
03812887NF			31,5		106	51	74			
03812887NG			40		150	35	94			
03812887NH			50	31,5	180	23,4	93		76	3,9
03812887NI			63		265	19,4	121			
03812887NL			80		330	13,5	145			
03812887NM			100		450	11	192		86	4,6
03812897NZ	24	10/24	6,3	40	36	455	25	442	50,5	1,7
03812897NB			10		39	257,5	31			
03812897NC			16		50	158	58			
03812897ND			20		62	123	67			
03812897NE			25		91	88	79			
03812897NF			31,5		106	61	96			
03812897NG			40		150	44,5	119			
03812897NH			50	31,5	180	33,6	136		76	4,5
03812897NI			63		265	25,2	144			
03812897NL			80		330	18	200			
03812897NM			100		450	13,5	240		86	5,7
03812907NA	36	20 / 36	6,3	40	36	714	39	537	50,5	1,9
03812907NB			10		39	392,2	50			
03812907NC			16		50	252	98			
03812907NE			25		91	133	133			
03812907NF			31,5	20	106	103	171		76	5,4
03812907NG			40		150	70	207			
03812907NH			50		200	47	198		86	6,5
03812907NI			63		250	35	240			

⁽¹⁾ I valori di resistenza sono indicati con una tolleranza di $\pm 10\%$ per una temperatura ambiente di 20°C.

Caratteristiche delle unità funzionali

La corrente nominale dei fusibili installati nelle unità dipende dai seguenti criteri:

- corrente nominale motore I_n
- corrente di avviamento I_d
- la frequenza degli avviamenti.

La corrente nominale dei fusibili viene calcolata in modo tale che una corrente pari al doppio della corrente di avviamento non provochi la fusione del fusibile per un periodo uguale al tempo di avviamento.

Nella tabella a lato sono riportate le correnti nominali dei fusibili da utilizzare in base ai seguenti criteri:

- avviamento diretto DOL
- $I_d/I_n \leq 6$
- $pf = 0,8$ ($P \leq 500$ kW) o $0,9$ ($P > 500$ kW)
- $\eta = 0,9$ ($P \leq 500$ kW) o $0,94$ ($P > 500$ kW).

I valori indicati si riferiscono a fusibili Fusarc (secondo norma DIN 43-625).

Esempio:

Consideriamo un motore 950 kW a 5 kV.

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \eta \cdot pf} = 130 \text{ A}$$

$$I_d = 6 \times I_n = 780 \text{ A}$$

Selezionare il valore successivo più alto, es. 790 A.

Per 5 avviamenti di 5 secondi all'ora scegliere fusibili da 200 A.

Nota: lo stesso motore non sarebbe protetto per 12 avviamenti all'ora dal momento che la tensione di esercizio max per i fusibili da 250 A è uguale a 3.3 kV.

Scelta dei fusibili per unità CRM

Il codice colore è legato alla tensione nominale del fusibile.

Corrente di avv. (A) Id/In = 6	Durata avviamento (s)						Tensione max di esercizio (kV)
	5		10		20		
	Numero di avviam. all'ora						
	6	12	6	12	6	12	
1410	250						
1290	250	250	250				
1140	250	250	250	250	250		
1030	250	250	250	250	250	250	3.3
890	250	250	250	250	250	250	
790	200	250	250	250	250	250	
710	200	200	200	250	250	250	
640	200	200	200	200	200	250	
610	200	200	200	200	200	200	6.6
540	160	200	200	200	200	200	
480	160	160	160	200	200	200	
440	160	160	160	160	160	200	
310	160	160	160	160	160	160	
280	125	160	160	160	160	160	
250	125	125	125	160	160	160	
240	125	125	125	125	125	160	
230	125	125	125	125	125	125	
210	100	125	125	125	125	125	
180	100	100	100	100	100	125	
170	100	100	100	100	100	100	11

Scelta dei fusibili per unità CVM

Tensione di esercizio (kV)	Corrente di avv. (A) Id = 6 x Ie	Corrente nominale (servizio continuo) (A) Ie	Durata avviamento (s)					
			5		10		30	
			Numero di avviam. all'ora					
			3	6	3	6	3	6
3.3	1100	183	250	250	250			
	942	157	250	250	250	250	250	250
	785	131	200	200	200	200	200	250
6.6	628	105	160	160	160	200	200	200
	565	94	160	160	160	160	160	160
	502	84	125	160	160	160	160	160
	439	73	125	125	125	160	160	160
	377	63	100	125	100	125	125	160
	314	52	100	100	100	100	100	125
	251	42	100	100	100	100	100	100
	188	31	80	100	100	100	100	100
	126	21	50	50	63	80	80	80

Metodo di scelta dei fusibili:

- se $I_d \geq 6 \times I_e$, utilizzare I_d per la scelta dei fusibili
- se $I_d < 6 \times I_e$, utilizzare I_e per la scelta dei fusibili.

Nota:

Fusibili lunghezza 292 mm (fusibili Fusarc).

Fusibili solo per protezione contro i cortocircuiti.

Per fusibili 250 A è necessario ritardare l'apertura del contattore.

Protezione, controllo e monitoraggio

Protezione, controllo e monitoraggio

Sommario

Protezione	82
Sepam guida alla scelta	82
VIP 400	85
Sepam 10 con sensori Cra e CRb	86
Protezione e sensori tabella di scelta	87
Sensori di misura multi-range LPCT	88
Trip Circuit Supervision	89
Rilevatori di guasto	90
Amperometro	92
Rilevatore di arco elettrico Vamp	93
Controllo	94
Controllo motorizzazione	94
Gestione sistema di distribuzione	95
Monitoraggio termico Easergy TH110	96
Easergy T200S per 24 kV	98
Automatismi	99
Comunicazione e monitoraggio protocollo IEC61850 e GOOSE	101

Protezione

Guida alla scelta delle unità Sepam per tutte le applicazioni

Le gamma di relè di protezione e misura Sepam è destinata alla protezione delle macchine elettriche e delle reti di distribuzione elettrica, degli impianti industriali e delle cabine.

L'offerta comprende una gamma completa, semplice ed affidabile di soluzioni, composta da cinque famiglie di prodotto: Sepam serie 10, 20, 40, 60 e 80.

Una gamma adatta alle vostre applicazioni

- Protezione delle cabine (arrivi, partenze e sbarre).
- Protezione dei trasformatori.
- Protezione dei motori e dei generatori.

Semplicità

Facile da installare

- Unità base leggera e compatta.
- Moduli opzionali con montaggio su guida DIN collegati con cavi precablati.
- Software di regolazione PC intuitivo e potente per l'utilizzo di tutte le funzioni e possibilità offerte dalle unità Sepam.

Intuitivo

- Interfaccia di dialogo Uomo-Macchina semplice ed intuitiva con accesso diretto ai dati.
- Dati di esercizio locali disponibili nella lingua dell'utente.

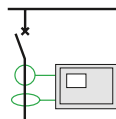
Misura precisa e diagnostica dettagliata

- Misura di tutti i valori elettrici necessari.
- Controllo dello stato dell'apparecchiatura: sensori e circuito di sgancio, stato dell'apparecchiatura.
- Oscillografia.
- Autodiagnostica dell'unità Sepam e watchdog.

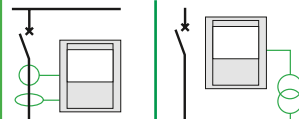
Flessibilità ed evolutività

- Possibilità di aggiunta di moduli opzionali per poter ampliare e far evolvere progressivamente nel tempo il vostro impianto.
- Aggiunta di moduli opzionali in qualsiasi momento.
- Semplicità di collegamento e messa in servizio con procedura di configurazione dei parametri.

Serie 10



Serie 20



Protezioni

Corrente	■	■ ■	
Tensione			■ ■
Frequenza			■ ■
Specifiche	Massima corrente di fase e di terra	Guasto interrutt.	Disaccoppiamento per derivata di frequenza

Applicazioni

Cabina	10A, 10B	S20 S24	
Sbarre			B21 B22
Trasformatore tipo	10A, 10B	T20 T24	
Motore		M20	
Generatore			
Condensatore			

Caratteristiche

Ingressi logici	4	da 0 a 10	da 0 a 10
Uscite logiche	7	da 4 a 8	da 4 a 8
Sonde di temperatura		da 0 a 8	da 0 a 8
Canale			
Corrente	3I + Io	3I + Io	
Tensione			3V + Vo
LPCT ⁽¹⁾		■	
Porte di comunicaz.	1	da 1 a 2	da 1 a 2
Protocollo IEC61850		■	■
Controllo			
Matrice ⁽²⁾		■	■
Editor di equazione logica			
Logipam ⁽³⁾			
Altro			
Batteria di backup	Batteria al litio ⁽⁴⁾		
Cartuccia di memoria con impostazioni			

⁽¹⁾ LPCT: trasformatore di corrente conforme alla norma CEI-EN 60044-8.

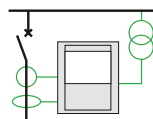
⁽²⁾ Matrice di controllo per assegnazione semplice dalle funzioni di protezione, comando e monitoraggio.

⁽³⁾ Linguaggio a contatti Logipam (ambiente di programmazione PC) per un uso completo delle funzioni di Sepam serie 80.

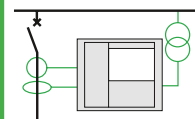
⁽⁴⁾ Batteria standard al litio 1/2 formato AA, 3,6 sostituibile dal fronte.

□ Conformi CEI 0-16.

Serie 40



Serie 60



Protezioni

Corrente	■	■	■	■	■	■
Tensione	■	■	■	■	■	■
Frequenza	■	■	■	■	■	■
Specifiche		Massima corrente di terra direzionale	Massima corrente di fase e di terra direzionale		Massima corrente di terra direzionale	Massima corrente di fase e di terra direzionale

Applicazioni

Sottostazione	(S40)	(S41)	S43	(S42)	S60	S62
Sbarre						
Trasformatore	T40			T42	T60	T62
Motore		M41			M61	
Generatore	G40				G60	G62
Condensatore					C60	

Caratteristiche

Ingressi logici	da 0 a 10	da 0 a 28
Uscite logiche	da 4 a 8	da 4 a 16
Sonde di temperatura	da 0 a 16	da 0 a 16
Canale		
Corrente	3 I + I _o	3 I + I _o
Tensione	3V, 2U + V _o	3V, 2U + V _o o V _{nt}
LPCT ⁽¹⁾	■	■
Porte di comunicazione	da 1 a 2	da 1 a 2
Protocollo IEC61850	■	■
Controllo		
Matrice ⁽²⁾	■	■
Editor di equazione logica	■	■
Logipam ⁽³⁾		
Altro		
Batteria di backup	48 ore	Batteria al litio ⁽⁴⁾
Cartuccia di memoria con impostazioni		■

⁽¹⁾ LPCT: trasformatore di corrente conforme alla norma CEI-EN 60044-8.

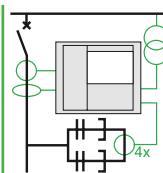
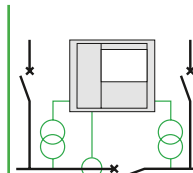
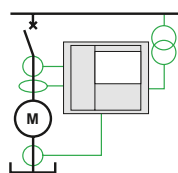
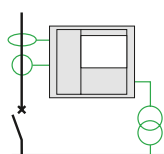
⁽²⁾ Matrice di controllo per assegnazione semplice dalle funzioni di protezione, comando e monitoraggio.

⁽³⁾ Linguaggio a contatti Logipam (ambiente di programmazione PC) per un uso completo delle funzioni di Sepam serie 80.

⁽⁴⁾ Batteria standard al litio 1/2 formato AA, 3,6 sostituibile dal fronte.

□ Conformi CEI 0-16.

Serie 80



Protezioni

Corrente	■	■	■	■	■	■	■
Tensione	■	■	■	■	■	■	■
Frequenza	■	■	■	■	■	■	■
Specifiche		Massima corrente di terra direzionale	Massima corrente di fase e di terra derivata di frequenza	Disaccoppia- mento per fase e di terra derivata di frequenza	Differenziale trasformatore e trasformatore- macchina	Differenz. macchina	Protezione tensione e frequenza per sbarre di distribuzione

Applicazioni

Sottostazione	(S80)	(S81)	(S82)	(S84)			
Sbarre	B80					B83	
Trasformatore tipo		(T81)	(T82)		(T87)		
Motore		M81			M88	M87	
Generatore			G82		G88	G87	
Condensatore							C86

Caratteristiche

Ingressi logici	da 0 a 42	da 0 a 42	da 0 a 42	da 0 a 42
Uscite logiche	da 5 a 23	da 5 a 23	da 5 a 23	da 5 a 23
Sonde di temperatura	da 0 a 16	da 0 a 16	da 0 a 16	da 0 a 16
Canale				
Corrente	3I + 2 x Io	2 x 3I + 2 x Io	3I + Io	2 x 3I + 2 x Io
Tensione	3V + Vo	3V + Vo	2 x 3V + 2 x Vo	3V + Vo
LPCT (1)	■	■	■	■
Porte di comunicazione	da 2 a 4	da 2 a 4	da 2 a 4	da 2 a 4
Protocollo IEC61850	■	■	■	■
Controllo				
Matrice (2)	■	■	■	■
Editor di equazione logica	■	■	■	■
Logipam (3)	■	■	■	■
Altro				
Batteria di backup	Batteria al litio (4)	Batteria al litio (4)	Batteria al litio (4)	Batteria al litio (4)
cartuccia di memoria con impostazioni	■	■	■	■

(1) LPCT: trasformatore di corrente conforme alla norma CEI-EN 60044-8.

(2) Matrice di controllo per assegnazione semplice delle funzioni di protezione, comando e monitoraggio.

(3) Linguaggio a contatti Logipam (ambiente di programmazione PC) per un uso completo delle funzioni di Sepam serie 80.

(4) Batteria standard al litio 1/2 formato AA, 3,6 sostituibile dal fronte.

□ Conformi CEI 0-16.

Relè VIP 400

- VIP 400 è un relè autonomo alimentato tramite rilevatori di corrente che non richiede quindi alimentazione ausiliaria per azionare uno sganciatore



Applicazioni

- Relè di protezione sottostazione MT arrivo o partenza
- Protezione trasformatore BT/MT.

Caratteristiche generali

VIP 4xx: relè di protezione autoalimentato

VIP 400 relè alimentato dai rilevatori di corrente e non richiede quindi alimentazione ausiliaria.

VIP 410 relè con doppia alimentazione, è possibile alimentare il relè dai rilevatori di corrente e/o con alimentazione ausiliaria. L'alimentazione ausiliaria serve per aumentare la sensibilità sui guasti di terra e per la comunicazione Modbus.

VIP 4xx permette di assicurare l'azionamento:

- della protezione contro le sovracorrenti e i guasti di terra
- della protezione termica (sovraccarico)
- delle funzioni di misura della corrente

Unità di protezione e sensore per VIP 4xx

Tensione nominale	Ur	0.72 kV
Tensione di isolamento	Ud	3 kV - 1 min.
Corrente di breve durata massima ammissibile	Ith (kA)	25
Tempo di risposta	t (s)	3
Corrente primaria nominale	I1n	CUa, CGa 0-200A CUB, CGB 0-630A
Tensione secondaria	Vs	22.5 mV a 100 A
Carico nominale		< 2 kΩ
Protezione misura	Classe di precisione	CI 1.0 5P30



Sepam serie 10

Sepam serie 10 con rilevatori CRa/CRb per protezione trasformatore

Le unità di protezione Sepam serie 10 controllano le correnti di fase e/o di terra. Sono disponibili in due versioni per rispondere ad un'ampia gamma di esigenze:

- **10B:** Sepam serie 10B per la protezione contro sovraccarichi, guasti di fase e guasti di terra.
- **10A:** Sepam serie 10A che, oltre alle protezioni del modello B, offre una porta di comunicazione, un numero maggiore di ingressi e uscite e funzioni di monitoraggio e protezione supplementari.

Regolazione delle unità Sepam serie 10

Is: la corrente di fase può essere regolata direttamente in base al calibro del trasformatore e alla tensione d'impiego.

Io: la soglia della corrente di terra può essere regolata in base alle caratteristiche della rete.

Valori di regolazione della corrente di fase Is

Tensione d'impiego (kV)	Calibro del trasformatore (kVA)																			
	50	75	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3000	3500	
3			19	24	31	38	48	61	77	96	121	154	192	241	308	385	481	577		
3.3				22	28	35	44	55	70	87	110	140	175	219	280	350	437	525		
4.2					22	27	34	43	55	69	87	110	137	172	220	275	344	412	481	
5.5						21	26	33	42	52	66	84	105	131	168	210	262	315	367	
6						19	24	30	38	48	61	77	96	120	154	192	241	289	337	
6.6							22	28	35	44	55	70	87	109	140	175	219	262	306	
10									23	29	36	46	58	72	92	115	144	173	202	
11									21	26	33	42	52	66	84	105	131	157	184	
13.8										21	26	33	42	52	67	84	105	126	146	
15										19	24	31	38	48	62	77	96	115	135	
20												23	29	36	46	58	72	87	101	
22												21	26	33	42	52	66	79	92	

Legenda tipo di rilevatori

CRa 200/1 CRb 1250/1

Tabella di scelta dell'unità di protezione e del rilevatore

Scelta delle unità di protezione

Tipo di protezione	Codice	Unità di protezione						
		Sepam					VIP	
		serie 10	serie 20	serie 40	serie 60	serie 80	400 ⁽¹⁾	410 ⁽¹⁾
Massima corrente trifase	50 - 51	■	■	■	■	■	■	■
Massima corrente di terra	50N - 51N	■	■	■	■	■	■	■
Massima corrente di terra direzionale	67N			■	■	■		
Minima tensione	27			■	■	■		
Massima tensione	59			■	■	■		
Immagine termica	49	■	■	■	■	■		
Massima tensione residua	59N			■	■	■		
Massima corrente inversa	46		■	■	■	■		
Avviamento prolungato / blocco rotore	51LR		■	■	■	■		
Controllo del numero di avviamenti	66		■	■	■	■		
Minima corrente di fase	37		■	■	■	■		
Comunicazione		■	■	■	■	■		

(1) Curve di intervento DT, EI, SI, VI e RI.

Rilevatore di corrente per unità Sepam serie 10 per SM6-24

Tipo	Dimensioni (mm)			Weight (kg)	Rapp. di trasf.	Classe di precisione		Sepam 10
	Ø esterno	Ø interno	Spessore (senza blocco)					
CRa	143.5	81	37.5	2.18	1/200	± 2% da 10 A a 100 A ± 1% da 100 A a 1600 A	Su carico 5.7 Ω (cal. x 1)	■
						± 1% da 10 A a 10 kA	Su carico 0.67 Ω (cal. x 4)	
CRb	143.5	81	37.5	1.26	1/1250	± 1% da 10 A a 11 kA	Su carico 5.7 Ω (cal. x 1)	■
						± 1% da 10 A a 25 kA	Su carico 0.67 Ω (cal. x 4)	

Applicazioni
standard

Sepam serie 20

Applicazioni
complesse

Sepam serie 40

Applicazioni
personalizzate

Sepam serie 60 e 80

Sensori TLP130, TLP160, TLP190 per unità
di protezione Sepam serie 20, 40, 60, 80

I sensori LPCT sono sensori di misura multi-range (tipo Low Power Current Transformer) conformi con la norma CEI-EN 60044-8.

Questi sensori permettono la misura della corrente nominale tra 5 A e 1250 A, con un rapporto 100 A / 22,5 mV.

Le unità di protezione Sepam serie 20, 40, 60 e 80 sono il cuore dei sensori di misura multi-range LPCT.

Le unità Sepam serie 20, 40, 60 e 80 eseguono le seguenti funzioni:

- acquisizione delle correnti di fase misurate dai sensori LPCT
- utilizzo delle misurazioni da parte delle funzioni di protezione
- intervento del dispositivo di interruzione in caso di rilevamento guasto.

Vantaggi

- **Catena di protezione permanente con sensori di misura delle correnti di fase da 5 A a 1250 A**

- Facile installazione e messa in servizio:

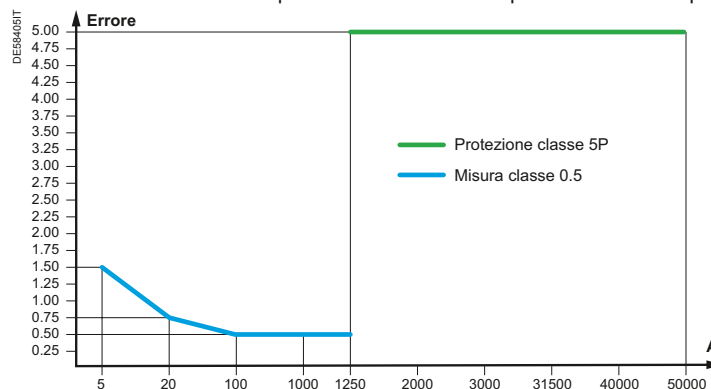
- installazione dei sensori LPCT
TLP130, TLP160 e TLP190 sono installati sui cavi MT
- sensore LPCT collegato direttamente alle unità Sepam serie 20, 40, 60 e 80
- accessori disponibili per testare la catena di protezione con LPCT mediante l'iniezione di una corrente secondaria.

- utilizzi della gamma di sensori LPCT

funzione di misura e protezione LPCT con garanzia di precisione fino alla corrente di cortocircuito.

In base al tipo di impiego dei sensori LPCT:

- da 5 A a 1250 A con rispetto dei limiti di errore imposti dalla classe di precisione 0,5
- da 1250 A a 50 kA con rispetto dei limiti di errore imposti dalla classe di precisione 5P.



- **Funzioni di integrazione ottimizzate:**

- misura delle correnti di fase nominali impostate con il micro-switch
- monitoraggio del sensore LPCT da parte delle unità Sepam serie 20, 40, 60 e 80 (rilevamento interruzioni di fase).

Collegamenti

1 sensore LPCT, equipaggiato di un cavo precabato con connettore RJ45 da collegare direttamente alla scheda **3**

2 unità di protezione Sepam serie 20, 40, 60 e 80

3 Scheda interfaccia di adattamento della tensione fornita dai sensori LPCT, con microswitch di impostazione della corrente nominale.

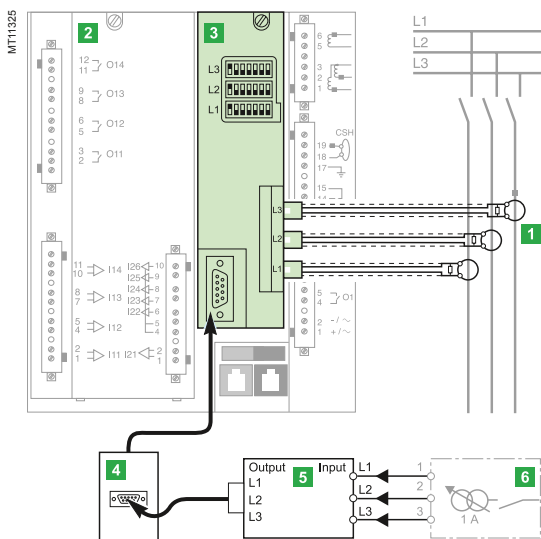
- scheda CCA671 per serie 60 e 80
- scheda CCA670 per serie 20 e 40.

Test e iniezione di corrente

4 Presa test CCA613 montata ad incasso sul fronte dell'unità e dotata di un cavo di collegamento lunghezza 3-m da collegare al connettore della presa test CCA670 (Sub D 9-pin)

5 Interfaccia ACE917 d'iniezione corrente utilizzata per testare la catena di protezione LPCT con una scatola di iniezione standard

6 Morsettiera d'iniezione standard 1A.





Supervisione e controllo dei circuiti di apertura a lancio di corrente

I circuiti di apertura che agiscono sulla bobina di minima tensione sono intrinsecamente sicuri: qualunque anomalia sul circuito di apertura determina l'apertura dell'interruttore associato, in favore della sicurezza ma a scapito della continuità di servizio.

Al fine di aumentare la sicurezza anche dei circuiti di apertura a lancio di corrente, realizzati con relè di protezione con funzione data logger, la funzione **Trip Circuit Supervision** (TCS) di Schneider Electric garantisce:

- **Autodiagnosi dell'efficienza del relè di protezione**
- **Controllo e supervisione della bobina di apertura a lancio di corrente**
- **Controllo e supervisione del circuito di apertura**

Con il sistema TCS, oltre che al monitoraggio dell'efficienza della bobina di apertura, il relè di protezione Sepam è in grado di supervisionare e controllare anche l'efficienza e la continuità del circuito di apertura. In caso di distacco o interruzione di un filo, a servizio della bobina di apertura o della segnalazione al relè di protezione dello stato dell'interruttore, il relè di protezione è in grado di rilevare l'anomalia e renderla evidente segnalando il mal funzionamento.

Nelle unità funzionali di SM6 e AT7 con funzione data logger, tutti i circuiti ausiliari per la gestione della bobina di sgancio sono realizzati per assicurare la funzionalità Trip Circuit Supervision.

La segnalazione dell'eventuale malfunzionamento o interruzione del circuito di apertura sarà disponibile sia localmente in morsettiera ausiliaria, sia tramite eventuale scheda di comunicazione del relè verso un sistema di supervisione. In aggiunta il relè ha sempre disponibile, in morsettiera ausiliaria e tramite comunicazione, anche il controllo e la segnalazione della propria funzionalità.

La funzione **Trip Circuit Supervision** di Schneider Electric **rende molto più sicuro il circuito d'apertura a bobina a lancio di corrente**, realizzati con Data Logger in conformità a CEI 0-16.

Segnalazione Watch-Dog

Le unità funzionali dotate di funzione TCS, sono dotate di segnalazione Watch Dog. Tramite un contatto disponibile in morsettiera è possibile segnalare localmente o a distanza il corretto stato di funzionamento del relè di protezione.

Rilevatori di guasto

Flair 21D, 22D e 23DM

Flair 21D, 22D, 23DM è una gamma completa di rilevatori per la localizzazione dei guasti, in formato DIN, autoalimentati e integrabili automaticamente alla rete.

Si tratta di prodotti che utilizzano tecnologie all'avanguardia e che permettono di rilevare il passaggio delle correnti di guasto sulle linee MT con sistemi a neutro impedenza, isolato e messo a terra

- Autoalimentati, assicurano il rilevamento e la segnalazione permanente del passaggio della corrente di guasto
- Non richiedono regolazione e sono immediatamente funzionanti (permettono inoltre diverse regolazioni manuali)
- Compatti con dimensioni conformi DIN che ne facilitano l'installazione in quadri e cabine MT
- Efficienti e smart, offrono la funzione digitale amperometro/ massimo valore medio
- Completati, la versione Flair 23DM integra un sofisticato relè di segnalazione presenza/ assenza tensione con funzione comunicazione RJ45 Modbus



Applicazioni e caratteristiche principali

La gamma di rilevatori di guasto Flair consente di migliorare la qualità di servizio della vostra rete permettendo una rapida localizzazione dei guasti ottimizzando la produttività e l'affidabilità del vostro impianto.

- Segnalazione guasti tra le fasi e tra fase e terra
- Visualizzazione delle impostazioni
- Visualizzazione delle fasi con guasto a terra
- Visualizzazione della corrente di carico, dei valori di picco e della frequenza
- Segnalazione guasto di fase e rilevamento tensione (Flair 23DM)
- Comunicazione RJ45 (solo Flair 23DM).

I rilevatori di guasto Flair sono affidabili e facili da utilizzare.

- Regolazione automatica sul posto
- Segnalazione guasto con LED o indicatore luminoso esterno
- 15 anni di vita per la batteria del Flair 22D
- Rilevamento guasti più preciso se il Flair 22D o 23DM viene collegato ad un sistema di segnalazione presenza tensione (VPIS)
- Possibilità di premontaggio in fabbrica nei quadri o di installazione sul posto
- Facile integrazione sul posto senza bisogno di rimuovere i cavi MT utilizzando un sensore di corrente split-type

Funzioni di rilevamento guasto

Rilevamento sovracorrente

- Modalità di regolazione automatica delle soglie di rilevamento guasto
- Modalità di regolazione manuale per superamento soglie e parametri speciali:
 - Flair 21D: 4 soglie di rilevamento da 200 A a 800 A, ogni 200 A, selezionabili con gli appositi microinterruttori
 - Flair 22D e Flair 23DM: 8 soglie di rilevamento da 100 A a 800 A, ogni 50 A, incrementi configurabili con i tasti sul fronte.
- Tempo di rilevamento guasto:
 - Flair 21D: 40 ms
 - Flair 22D e Flair 23DM (configurabile con i tasti sul fronte):
 - Tipo A da 40 a 100 ms con incrementi di 20 ms
 - Tipo B da 100 a 300 ms con incrementi di 50 ms.

Rilevamento guasto a terra

Il rilevatore controlla le tre fasi per rilevare eventuali variazioni di corrente (di/dt), applicando una temporizzazione di 70 s per la conferma del guasto da parte del dispositivo di protezione a monte.

- Modalità di regolazione automatica delle soglie di rilevamento guasto
- Modalità di regolazione manuale per superamento soglie e parametri speciali:
 - Flair 21D: 6 soglie di rilevamento da 40 a 160 A, regolabili con gli appositi microinterruttori
 - Flair 22D e Flair 23DM (configurabili con i tasti sul fronte):
 - Tipo A da 20 a 200 A, con incrementi di 10 A
 - Tipo B da 5 a 30 A con incrementi di 5 A e da 30 a 200 A con incrementi di 10 A.
- Funzione inrush: evita rilevamenti non necessari in caso di accensione grazie ad una temporizzazione di 3 s alla messa in tensione della rete.

La funzione Temporizzazione di picco può essere disattivata mediante configurazione del Flair 22D e 23DM.

Funzione di segnalazione guasto

Segnalazione

Alla conferma del rilevamento del guasto si accende il dispositivo di segnalazione.

- Segnalazione guasto con LED rosso sul pannello frontale
- Segnalazione guasto di fase (terra) su display LCD
- Possibilità di segnalazione a distanza del guasto con indicatore luminoso esterno
- Attivazione di un contatto di segnalazione al sistema SCADA.

Reset segnalazione

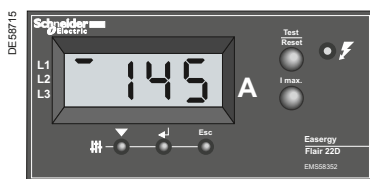
- Reset automatico su ritorno di corrente (temporizzazione configurabile sui rilevatori Flair 22D e Flair 23DM)
- Reset manuale con pulsante sul fronte
- Reset tramite ingresso Reset esterno
- Reset con temporizzazione: fissa (4 ore) per Flair 21D e regolabile con i tasti sul fronte (da 2 a 16 ore) per Flair 22D e Flair 23DM.

La gamma di rilevatori di guasto Flair 21D, 22D, 23DM integra un sistema di rilevamento composto da indicatori e TA dedicati. I TA sono essere installati intorno ai cavi MT.

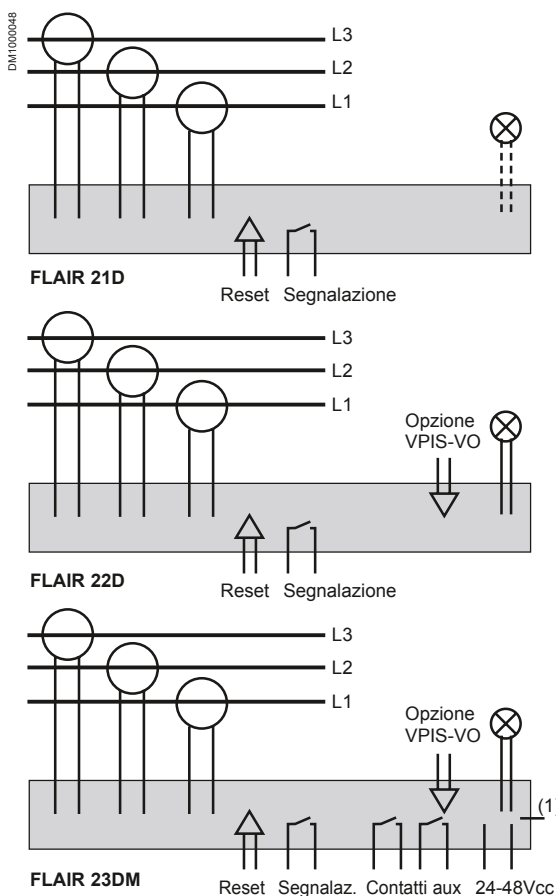
Visualizzazione

- La corrente di carico è visualizzata permanentemente
- In caso di rilevamento guasto viene indicata la fase con presenza guasto
- Con i tasti del pannello frontale è possibile visualizzare in successione i valori di regolazione e le misure

Tabella di scelta



Schemi di collegamento



(1) Com RS485

		Flair		
		Flair 21D	Flair 22D	Flair 23DM
Alimentazione	Autoalimentato	■	■	■
	Doppia alimentazione		■ (1)	■
Rilevamento	Sovracorrente		■	■
	Guasto a terra		■	■
Visualizzazione (LCD a 4 cifre)	Amperometro		■	■
	Amperometro di massima corrente		■	■
	Interfaccia SCADA (relè)		■	■
	Indicatore luminoso esterno		■	■
	Reset esterno		■	■
	Configurazione estesa (tastiera)		■	■
Comunicazione	Contatti ausiliari			■
	Porta di comunicazione seriale			■

(1) Con batteria al litio

Caratteristiche dei prodotti

Modello Descrizione

Rilevatore presenza guasto autoalimentato

Flair 21D	Rilevatore autoalimentato
	Indicatore luminoso esterno alimentato da batteria (BVP)

Rilevatore presenza guasto con doppia alimentazione

Flair 22D	Rilevatore autoalimentato e con batteria al litio
	Indicatore luminoso esterno alimentato dal Flair (BVE)
	Opzione TA omopolare (configurazione tipo B)
	Interfaccia con VPIS-VO possibile per conferma guasto per assenza tensione

Rilevatore presenza guasto con doppia alimentazione e segnalazione presenza/assenza tensione

Flair 23DM	Rilevatore con alimentazione esterna 24-48 Vdc e autoalimentato
	Indicatore luminoso esterno alimentato dal Flair (BVE)
	Opzione TA omopolare (configurazione tipo B o C)
	Rilevatore presenza e assenza tensione (come per VD23)
	Interfaccia con VPIS-VO necessaria per rilevamento presenza tensione

Applicazioni standard

Flair 21D	Non richiede manutenzione né regolazione del rilevatore
Flair 22D	Rilevatore di guasto per reti con corrente di carico molto bassa (< 2 A) con possibilità di regolazioni manuali
Flair 23DM	Adatto alle applicazioni di Automazione delle linee. Trasmissione misure di corrente, segnalazione passaggi guasto e interruzioni della tensione al sistema SCADA tramite porta di comunicazione seriale. L'associazione delle funzioni indicatore di guasto e rilevatore di tensione lo rende ideale per l'utilizzo con i sistemi di trasferimento automatico ATS (Automatic Transfer System)

- Tecnologia all'avanguardia: Amp 21D è adatto alle applicazioni di gestione delle reti Media Tensione.
- Autoalimentato: Amp 21D assicura la visualizzazione costante delle correnti.
- Compatto e Formato DIN: Amp 21D è perfettamente integrabile nei quadri MT.
- Efficiente ed economico: Amp 21D utilizza i TA di segnalazione guasto
- Performante: Amp 21D visualizza correnti di fase e massimi valori di corrente.

Funzioni

- Visualizzazione di 3 correnti di fase: I1, I2, I3. Gamma: da 3 A a 630 A
- Visualizzazione delle 3 massime correnti di fase: I1, I2, I3. Gamma: da 3 a 630 A.

Visualizzazione

- Visualizzazione della corrente
 - scorrimento continuo in successione dei valori L1, L2, L3.
- Visualizzazione valori massimi
 - accesso alla visualizzazione dei valori massimi premendo il pulsante dedicato
 - scorrimento continuo in successione dei valori M1, M2, M3
 - reset di tutti i valori massimi premendo contemporaneamente due pulsanti

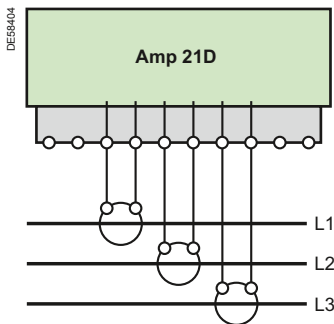
Collegamenti, montaggio

Dimensioni ridotte

- Formato DIN: 93 x 45 mm
- Morsetti.

Sensori di corrente

- TA a nucleo apribile per montaggio su cavi MT.



L'unità SM6 permette di montare l'amperometro Amp 21D su tutti gli scomparti in ingresso

Dati tecnici

Applicazione

Frequenza	50 Hz e 60 Hz
Corrente di carico	Corrente minima ≥ 3 A

Misura

Gamma	Correnti di fase	da 3 a 630 A (risoluzione 1 A)
	Precisione ($I < 630$ A)	$\pm (2\% + 2 \text{ cifre})$
Reset valori max	Manuale sull'apparecchio	Sì

Alimentazione

Autoalimentazione	Tramite sensori di corrente	I carico ≥ 3 A
Batteria		No
Alimentazione ausiliaria		No

Visualizzazione

Display	LCD 4 cifre
Corrente per fase	Sì (risoluzione 1 A)
Corr. max per fase	Sì

Sensori

TA fase	3 TA a nucleo apribile
---------	------------------------

Altro

Test	Sì
------	----

Rilevatore di arco elettrico Vamp

Funzione

Il rilevatore di arco elettrico permette di ottimizzare la sicurezza del personale riducendo al minimo i rischi di danni alle apparecchiature causati dai guasti dovuti all'innesco di archi elettrici.

L'unità di protezione Vamp permette il rilevamento di un arco interno su un impianto assicurando l'apertura dell'interruttore situato a monte del guasto.

Vamp 121



Vamp 120



Funzioni

- Intervento solo su rilevamento della luce generata dall'innesco d'arco
- Fino a 10 rilevatori di arco
- Contatto di sgancio singolo
- Tempo di funzionamento 9 ms (incluso attivazione relè di uscita)
- Soluzione semplice e vantaggiosa
- Automonitoraggio
- Ingresso binario per blocco o reset dell'unità (programmabile)
- Contatto aux di segnalazione programmabile (opzione)
- Relè moltiplicatore di scatto 4NO + 4NC (opzione)
- Alimentazione ausiliaria 24 Vdc

- Intervento solo su rilevamento della luce generata dall'innesco d'arco
- Fino a 4 rilevatori di arco
- Selettività di sgancio su 2 zone
- Tempo di funzionamento 7 ms (incluso attivazione relè di uscita)
- Soluzione semplice e vantaggiosa
- Automonitoraggio
- Ingresso binario per reset dell'unità
- Contatto aux di segnalazione sgancio
- Relè moltiplicatore di scatto 4NO + 4NC (opzione)
- Ingresso digitale per attivazione combinata I> + L> (opzione)
- Alimentazione ausiliaria 19-256 Vdc
40-256 Vac

Rilevatori

Sensore

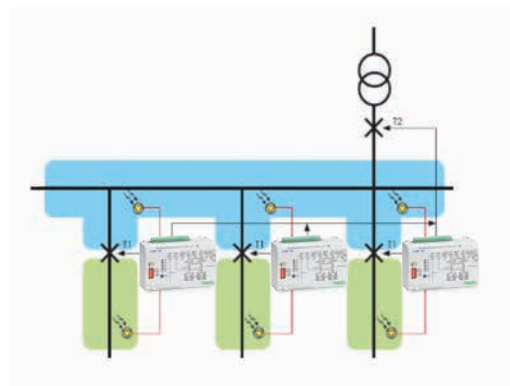
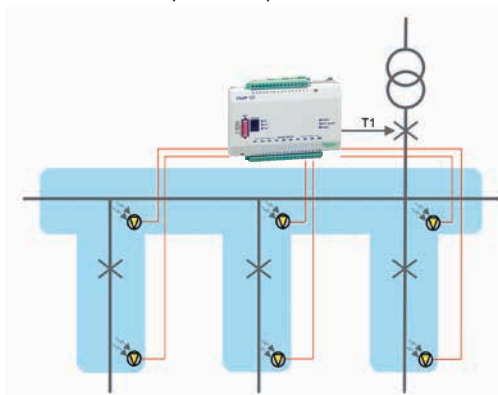
- Automonitoraggio
- Lunghezza cavo regolabile da 6 a 20 m

Sensore portatile

- Per aumentare la sicurezza sul lavoro, l'operatore può indossare un sensore da agganciare all'apparecchio

Vantaggi

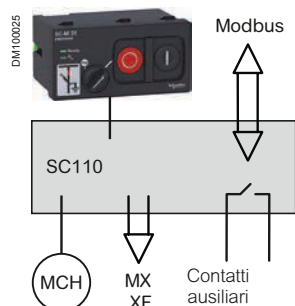
- Sicurezza del personale.
- Riduzione delle perdite di produzione.
- Maggior durata dei quadri.
- Costi di assicurazione ridotti.



Il controller SC110 è un dispositivo elettronico intelligente progettato per il controllo ed il monitoraggio di tutti i componenti dedicati al comando a distanza delle unità centrali.

Comprende tutte le funzioni necessarie a garantire un telecomando affidabile:

- Interblocco elettrico
- Supervisione comando a distanza
- Pannello frontale per utilizzo in locale
- Comunicazione Modbus integrata e design "Plug and play" rendono il controller SC110 e l'impianto di comando a distanza:
 - facile da utilizzare
 - facile da aggiornare.



Il controller SC110 è installato nella cella Bassa Tensione dell'unità funzionale. Controlla e sorveglia tutti i contatti ausiliari necessari alle manovre elettriche..

Controllore intelligente universale SC110

Il controller SC110 è un dispositivo compatto con ingressi e uscite digitali progettato per il monitoraggio di tutti i componenti associati al controllo elettrico dell'unità centrale: MCH, MX, XF, contatti ausiliari.

Può essere associato ad un pannello di comando (SC-MI).

Funzione di controllo apparecchio

- Comando bobina e motore
- Informazioni sullo stato del sezionatore: sezionatore e sezionatore di messa a terra
- Interblocchi elettrici integrati: funzioni antipompaggio e anti-reflex
- Funzione interblocco esterno
- Blocco del comando elettrico dopo intervento (opzionale)
- Comunicazione Modbus per comando a distanza tramite trasmissione dati

Monitoraggio sezionatore

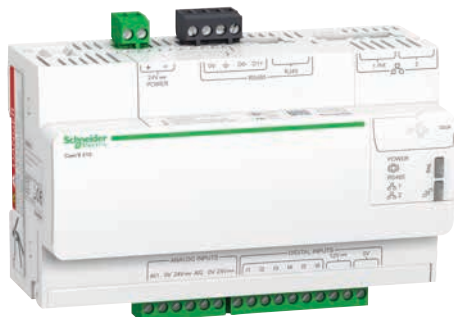
- Informazioni di diagnostica: consumo motore, ecc.
- Stato contatti interruttore ausiliario
- Registro eventi cronodati
- Comunicazione Modbus per segnalazione a distanza delle informazioni di monitoraggio

Tipi di SC110	SC110-A	SC110-E
24-60 Vdc	•	
110 Vdc/Vac - 240Vac/250Vdc		•
Comunicazione in rete	•	•

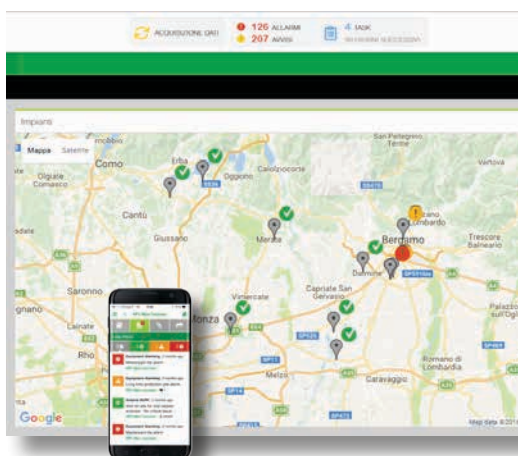
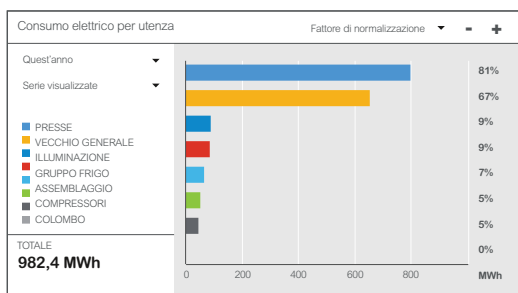
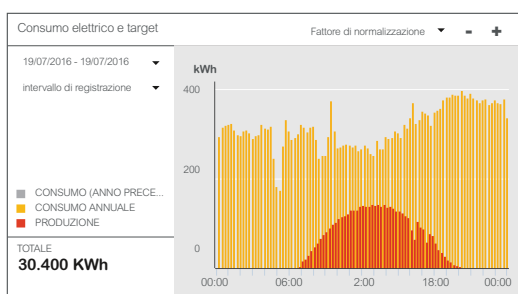
Pannello di comando SC-MI	SC-MI 10	SC-MI 20
Pulsanti On/Off	•	•
Interruttore Remote/local (locale/distanza)		•

Gestione sistema di distribuzione

PB114327



Registratore dati Energy Server Com'X 510



Energy Server Com'X510

Una passerella con web server integrato per consultare facilmente, senza software aggiuntivi, l'andamento dei consumi energetici e il monitoraggio continuo degli allarmi del proprio impianto.

Grazie alle pagine web precaricate il Gateway Com'X 510 permette di visualizzare a distanza i parametri in tempo reale e i dati storici in forma grafica con qualsiasi web-browser da un dispositivo in rete.

Gestione Energetica



Analisi delle prestazioni energetiche ed individuazione degli sprechi sulla base dei dati dell'impianto con istogrammi di confronto su anno, mese, settimana o giorno.

Visualizzazione in tempo reale dei dati, esportazione o invio dei dati in automatico via e-mail in formato di scambio standard csv.



Valutazione dei parametri elettrici permette di ottimizzazione profili di carico e l'utilizzo dell'energia.

Individuazione dei picchi di consumo e consumi divisi per fasce orarie.



Allocazione dei costi energetici

Distribuzione dei consumi energetici su diversi centri di costo e identificazione dei costi energetici per unità prodotta.

Archiviazione in locale fino a 3,5 Gb e possibilità di estendere l'archiviazione su altre piattaforme.

Gestione Operativa



Controllo e monitoraggio di apparecchiature

Monitoraggio dei principali parametri elettrici, degli stati di funzionamento e della presenza di allarmi del sistema di distribuzione elettrica e dei parametri ambientali della cabina elettrica.



Notifica e continuità di servizio

Allarmi su malfunzionamenti, sovraccarichi o superamento di soglie di consumo. Geolocalizzazione e visualizzazione dello stato degli asset.



Diagnostica e manutenzione ottimizzata

Con un controllo continuo è possibile programmare la manutenzione nel momento più opportuno per ottenere una miglior capacità produttiva del proprio impianto, questo permette anche di ottimizzare i costi della manutenzione.

- Ethernet TCP/IP
- Modbus
- Collegamento diretto

Gestione Energetica

Gestione Operativa



PM109538



PM109523



Easergy TH110

Monitoraggio termico continuo

I collegamenti elettrici dei prodotti di Media Tensione sono uno dei punti più critici delle sottostazioni MT soprattutto per le installazioni on site quali:

- Collegamento dei cavi MT

Cavi allentati e difettosi causano un aumento della resistenza in punti localizzati che possono generare guasti fino alla perdita completa dell'unità funzionale o dell'intero quadro di media tensione.

La manutenzione preventiva può essere complicata in condizioni d'impiego severe anche a causa di un'accessibilità e visibilità dei contatti limitata.

Il monitoraggio continuo della temperatura è il modo più corretto per rilevare in tempo collegamenti difettosi.

Sensore di temperatura Easergy TH110

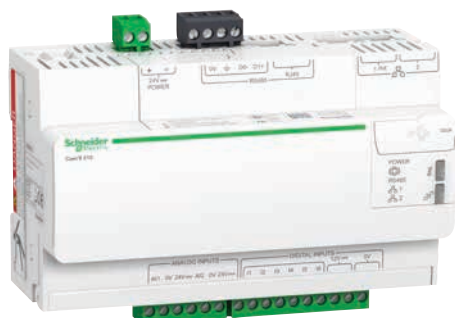
Easergy TH110 fa parte della nuova generazione di sensori intelligenti **wireless** per il **monitoraggio continuo della temperatura di tutti i collegamenti critici installati on-site e che consente di:**

- Prevenire fuori servizi e fermi impianti non programmati
- Migliorare la sicurezza di operatori e apparecchiature
- Ottimizzare la manutenzione predittiva

Grazie alle sue dimensioni compatte e alla comunicazione **wireless** Easergy TH110 permette un'installazione facile e capillare in tutti i punti critici senza alcuna conseguenza sulle prestazioni dei vostri interruttori MT.

Grazie al protocollo di comunicazione **Zigbee Green Power**, Easergy Th110 assicura una comunicazione affidabile e resistente adatta a creare soluzioni che assicurano interoperabilità e una facile evoluzione dell'IIoT (**Industrial Internet of Things**).

Easergy TH110 è autoalimentato dalla corrente dell'unità su cui è installato e può assicurare prestazioni elevate grazie alle funzioni di monitoraggio preciso della temperatura a diretto contatto con il punto di misura.



Registratore dati Energy Server Com'X 510

Energy Server Com'X 510

Com'X 510 è il cuore del sistema MT-BT Smart con cui rendere intelligente la distribuzione elettrica di media e di bassa tensione.

Il sistema MT-BT Smart rende possibile ottimizzare la gestione energetica e operativa degli impianti, grazie a soluzioni connesse e sicure, in grado di soddisfare le esigenze dei clienti in conformità alle normative di cyber security.

È possibile realizzare il:

- monitoraggio continuo del funzionamento dell'impianto
- manutenzione ottimizzata grazie ad un controllo continuo
- massimizzazione della continuità di servizio

L'Energy Server Com'X 510 realizza Web server, Data logger, Gateway

- Ethernet TCP/IP
- Modbus
- Collegamento diretto



Vantaggi

- Senza batteria
- Comunicazione wireless
- Elevate prestazioni
- A contatto con il punto di misura
- Facile installazione
- Dimensioni compatte
- Monitoraggio e allarme a distanza

Dispositivo di monitoraggio sottostazione

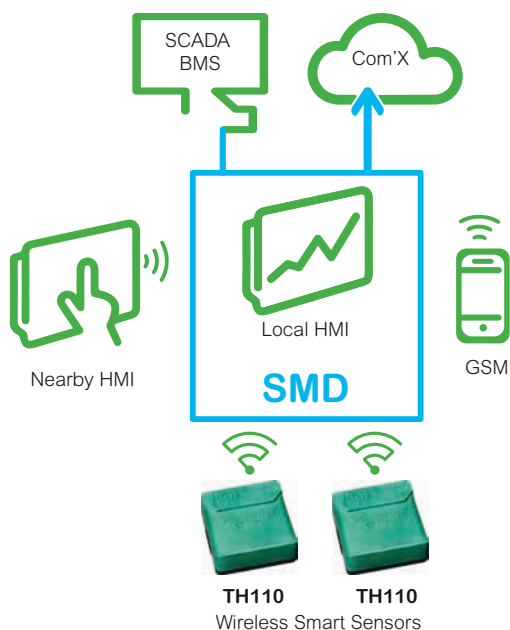
Easergy TH110 è collegato al dispositivo SMD di monitoraggio sottostazione che raccoglie i dati per le funzioni di segnalazione in locale, di analisi delle informazioni e di comando e controllo.

Algoritmi specifici di monitoraggio permettono di rilevare eventuali superamenti delle soglie regolate in base alle caratteristiche specifiche dell'impianto anche in funzione di carichi variabili o di comportamenti anomali con la comparazione delle fasi.

Il monitoraggio e la segnalazione allarmi a distanza assicurano una **tranquillità** totale **grazie alla connessione remota** a SCADA o Services, l'accesso alle applicazioni Cloud e ai servizi digitali e allarmi via SMS o applicazione mobile.

Caratteristiche

Alimentazione	Autoalimentato. Energia recuperata dal circuito elettrico.
Corrente minima di attivazione	5 A
Precisione	+/- 1°C
Gamma	-25 °C / +115°C
Comunicazione Wireless	ZigBee Green Power 2,4 GHz
Dimensione - Peso	31 x 31 x 13 mm - 15 g



PE15074



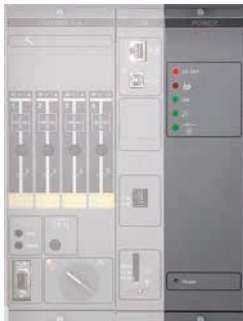
Easergy T200S per 24 kV: cassonetto BT per l'unità di controllo

PE56421



Comando e segnalazioni

PE56423



Alimentazione di emergenza

PE15078



TA a nucleo apribile

PE15079



Batterie

PE57787



VD23

Easergy T200S per scomparto NSM

Easergy T200S è un'unità di controllo per sottostazioni MT per reti di distribuzione secondarie che permette il controllo della commutazione di 2 linee e la gestione a distanza della commutazione.

Easergy T200S può controllare e commutare 2 linee o 1 linea ed un generatore di back-up.

Easergy T200S è integrato nell'unità SM6 per la commutazione delle alimentazioni MT tramite lo scomparto NSM.

Easergy T200S è un'interfaccia multifunzionale "plug e play" che integra tutte le funzioni necessarie al monitoraggio, al comando e al telecontrollo delle cabine MT:

- **Acquisizione dati:** posizione degli interruttori-manovra sezionatori, rilevazione di guasto, valori correnti, ecc.
- **Trasmissione:** comandi di apertura e chiusura degli interruttori di manovra-sezionatori
- **Telecontrollo:** dialogo attraverso vari protocolli di trasmissione.
- **Alimentazione:** unità di alimentazione integrata in grado di manovrare le motorizzazioni delle linee.

Unità funzionale per applicazioni Media Tensione

Integra un semplice pannello per il comando locale e la gestione dei comandi elettrici (locale/a distanza) e la visualizzazione degli stati di funzionamento dell'apparecchiatura.

Integra inoltre un dispositivo di rilevamento guasti di corrente di fase ed omopolari con soglie configurabili.

Collegamento "Plug e play"

Easergy T200S può essere collegata direttamente al sistema di trasmissione dati.

Integra una batteria protetta che garantisce diverse ore di continuità di servizio in caso di interruzione dell'alimentazione ausiliaria, alimentando l'unità Easergy T200S e i comandi dell'apparecchiatura MV.

Per facilitare l'installazione i trasformatori di corrente sono di tipo a nucleo apribile.

Compatibile con tutti i sistemi di telecontrollo SCADA

Easergy T200S può dialogare con i seguenti protocolli standard:

- Modbus seriale e IP
- DPN3 seriale e IP
- IEC 870-5-101/104.

Gli standard di trasmissione sono: RS232, RS485, PSTN, FSK, FFSK, GSM/GPRS.

Altri sistemi disponibili su richiesta. Trasmettitore/ricevitore di radio frequenza non fornito.

Relè di rilevamento tensione

Il relè **VD23** fornisce informazioni precise sulla presenza o assenza di tensione.

Associato ad un dispositivo tipo VPIS-Voltage Output, il VD23 viene utilizzato soprattutto nelle applicazioni di distribuzione critiche o che richiedono sicurezza.

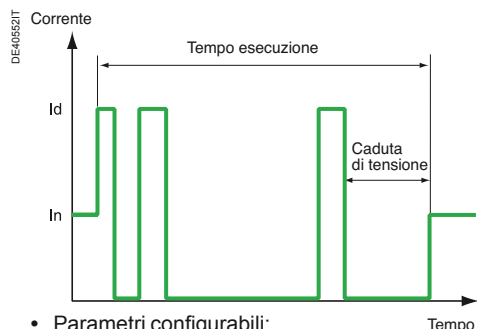
Sono possibili diverse combinazioni di rilevamento tensione:

- 3 Ph-N e tensione residua: V1 + V2 + V3 + V0
- 3 Ph-N o Ph-Ph tensione: V1 + V2 + V3 o U12 + U13 + U23
- 1 Ph-N o Ph-Ph o tensione residua: V1, V2, V3, U12, U13, U23, V0.

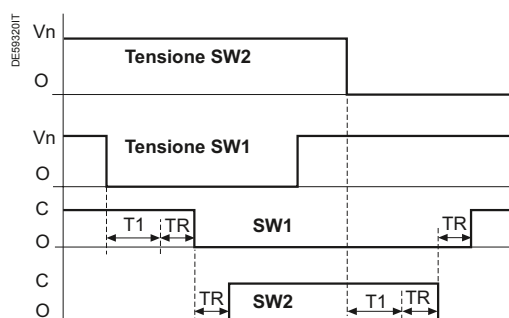
Il VD23 permette di visualizzare la tensione della linea MT (in % della tensione di servizio), di attivare l'uscita relè R1 per monitorare una perdita di tensione almeno su 1 fase e di attivare l'uscita relè R2 per monitorare una presenza di tensione almeno su 1 fase.

- Alimentazione ausiliaria: da 24 a 48 Vcc
- Montaggio: formato compatto DIN, montato nello stesso alloggiamento dell'indicatore di guasto (formato DIN, integrato nell'apparecchiatura), morsetto di collegamento precablato con il dispositivo VPIS-Voltage Output
- **Compatibile con tutti i sistemi di messa a terra del neutro.**

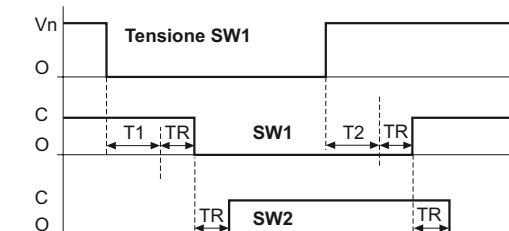
Automatismi



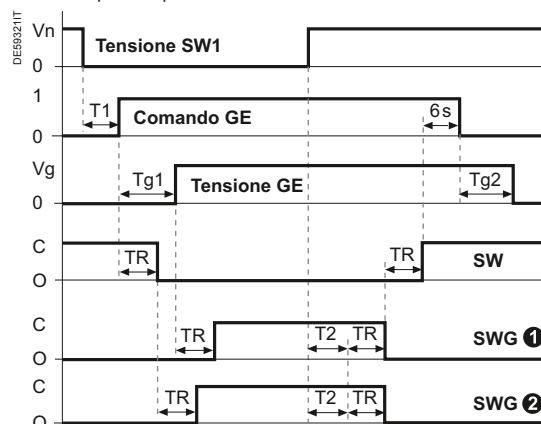
- Parametri configurabili:
 - Numero di guasti: da 1 a 4
 - Tempo di esecuzione: da 20 s a 4 min configurabile in intervalli di 5 s
 - Automatismo ON/OFF.



ATS Reti - Modo Semi Automatico
(parallelo su ritorno automatico)
TR: tempo di risposta della commutazione



ATS Reti - Modo Automatico
(senza parallelo su ritorno automatico)
TR: tempo di risposta della commutazione



ATS Generatore - SW Modo Auto
(Senza messa in parallelo su ritorno)
TR: Tempo di risposta interruttore
Tg1: Tempo di avviamento generatore (60 s max)
Tg2: Tempo di arresto Generatore
Caso ①: Chiusura linea generatore in seguito all'accensione del generatore (opzione configurabile)
Caso ②: Chiusura linea generatore in seguito al comando di avviamento del generatore (opzione configurabile)

Le unità Easergy T200S sono preconfigurate in fabbrica e non è richiesta alcuna programmazione successiva.

- Questi sistemi possono essere accesi o spenti (on/off) dal pannello operatore locale e disattivati utilizzando il configuratore.
- Gli interruttori sono controllabili manualmente nelle seguenti circostanze:
 - automatismo spento
 - interruttore in modalità di comando locale.

Sezionatore (SEC)

L'automatismo provoca l'apertura dell'interruttore di manovra-sezionatore in seguito ad un numero predefinito di guasti (da 1 a 4) successivi al buco di tensione del ciclo di richiusura dell'interruttore a monte.

- L'automatismo conta il numero di volte che viene rilevata una corrente di guasto seguita da una caduta di tensione e trasmette un comando di apertura se:
 - l'interruttore di manovra-sezionatore è chiuso
 - il guasto è stato eliminato
 - non è presente l'alimentazione della linea MT.
- L'automatismo viene resettato allo scadere della temporizzazione.

Commutazione automatica ATS

Il sistema di commutazione automatica esegue il controllo e la gestione automatica delle alimentazioni della rete di distribuzione MT secondaria.

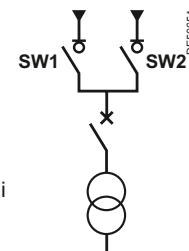
L'interruttore ATS è disponibile in due versioni:

ATS versione Rete: comando di due linee MT.

L'interruttore ATS versione Rete richiede l'utilizzo del relè VD23 per il rilevamento presenza/assenza tensione.

ATS versione Generatore: controllo di una linea di rete e di una linea generatore.

Nota: L'ATS è disponibile solo sulle vie 1 e 2 di ciascun modulo di CONTROLLO. L'ATS versione Generatore è disponibile solo sul primo modulo di CONTROLLO (vie da 1 a 4).



Modalità di funzionamento

La modalità di funzionamento può essere selezionata dal web server dell'unità T200.

Modo SW1→SW2 o SW2→SW1 (o SW→SWG con ATS Generatore):

Il sistema di commutazione automatica esegue una sola commutazione dalla linea prioritaria alla linea di riserva rimanendo su questa linea.

Modo semi-automatico SW1↔SW2 (o SW↔SWG con ATS Generatore):

In caso di mancanza di tensione sulla linea utilizzata in quel momento il sistema commuta sull'altra linea dopo un ritardo T1. L'automatismo non effettua una commutazione di ritorno tranne in caso di caduta di tensione sulla nuova linea attiva.

Modo automatico SW1 o SW2 (o Auto SW con ATS Generatore):

Dopo una commutazione il ritorno alla linea prioritaria si verifica solo quando viene ripristinata la tensione MT su quella linea. La linea prioritaria può essere definita in base allo stato di un ingresso digitale dedicato.

Sequenze di commutazione:

ATS Rete: in caso di mancanza di tensione sulla linea normale il sistema commuta aprendo la linea normale dopo un ritardo T1 e chiudendo quindi la linea di riserva. In modalità Auto l'automatismo non effettua una commutazione di ritorno fino a quando manca la tensione sulla linea in servizio (SW2).

Questa logica può essere utilizzata in caso di due linee in arrivo indipendenti tra loro e normalmente in tensione. La commutazione avviene solo se manca tensione sulla linea utilizzata in quel momento.

ATS Generatore: se la tensione manca sulla linea, la commutazione avviene con l'invio del comando di apertura della linea, contemporaneamente al comando di avviamento del generatore, dopo una temporizzazione T1.

La parte restante della sequenza di commutazione dipende dalla gestione della chiusura della linea del generatore (opzione configurabile):

- Caso di chiusura della linea generatore dopo un comando di avvio: dopo il comando di avvio generatore il comando di chiusura viene inviato alla linea generatore senza attendere l'avvio del generatore stesso.
- Caso di chiusura della linea generatore dopo l'avviamento del generatore: Il comando di chiusura della linea generatore viene inviato solo al rilevamento della tensione del generatore.

Parametri configurabili:

- ON/OFF sistema di trasferimento automatico
- Modi operativi: Semi-Auto, Auto SW1, Auto SW2, SW1 → SW2, SW2 → SW1
- T1: da 0 ms a 2 min. con intervalli di 100 ms
- T2: da 0 s a 30 min. con intervalli di 5 s
- Attivazione/disattivazione trasferimento su rilevamento guasto:
- Selezione rilevamento presenza tensione: DI4 o VD23
- Canale collegato al generatore: SW1 o SW2
- Tipo di sistema di trasferimento automatico: Rete o Generatore
- Controllo manuale attivo/disattivo con ATS in funzione
- Messa in parallelo attiva/disattiva in modalità automatica e/o manuale
- Scelta del tipo di commutazione generatore: immediata o su rilevamento Accensione generatore

Messa in parallelo su ritorno automatico

Un'opzione configurabile mediante software permette di attivare o disattivare la messa in parallelo delle linee in seguito al ritorno automatico alla linea principale (in modo "Auto").

L'attivazione della messa in parallelo deve essere confermata dall'attivazione di un ingresso digitale dedicato.

Disattivazione della messa in parallelo: il ritorno automatico alla linea prioritaria comporta inizialmente l'apertura della linea di riserva e, in seguito alla sua apertura, la chiusura della linea prioritaria.

Attivazione della messa in parallelo: il ritorno automatico alla linea prioritaria comporta inizialmente la chiusura della linea prioritaria e, in seguito alla sua chiusura, l'apertura della linea di riserva.

Condizioni di commutazione

Il sistema commuta solo se tutte le seguenti condizioni sono verificate:

- Controllo automatico inserito
- SW1 aperto e SW2 chiuso o SW1 chiuso e SW2 aperto
- Assenza della corrente di guasto sulle due linee (solo in caso di blocco con opzione rilevamento guasto attivata)
- Blocco automatismo escluso
- Sezionatore di terra di entrambe le linee aperto
- Assenza tensione MT sulla linea attiva
- Presenza tensione MT sull'altra linea.

La commutazione di ritorno all'altra linea in modo automatico avviene se:

- La linea prioritaria è aperta
- La tensione MT sulla linea prioritaria è presente per un tempo T2.

Collegamenti generatore

I relè nel T200S permettono il collegamento al generatore (solo versione ATS Generatore). Per realizzare il collegamento procedere come segue (vedere schema a lato):

- **Tensione:** contatto chiuso con generatore avviato, da collegare ai due morsetti disponibili (non effettuare il collegamento se il rilevamento della tensione è effettuato da un relè VD23)
- **Avviamento:** Comando di avviamento generatore da collegare ai morsetti **C** e **B**
- **Arresto:** Comando di arresto generatore da collegare ai morsetti **D** e **B**.

Rilevamento presenza tensione

Il rilevamento presenza tensione sulla linea che gestisce il generatore può essere eseguito:

- da un ingresso logico dedicato
- o da un relè VD23 (tramite cavo).

Impostazione funzionamento forzato del (override) generatore (solo ATS generatore)

Per le prove di routine o esigenze di controllo dei costi è possibile forzare il funzionamento del generatore in modo manuale, a distanza (dal supervisore) o in locale (attivazione tramite ingresso logico dedicato).

Terminata l'esecuzione dell'override l'automatic transfer system torna alla modalità di funzionamento iniziale ovvero al modo attivo prima dell'override dei parametri (ON o OFF). Durante l'override l'interruttore è impostato su "ON" per le linee 1 e 2.

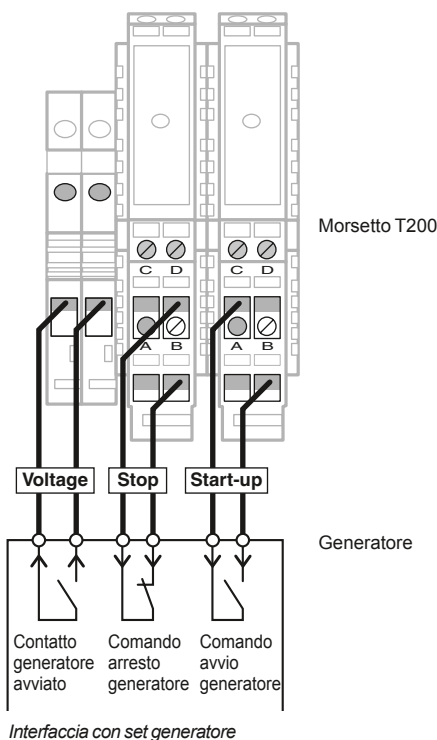
Blocco commutazione

Un ingresso logico dedicato permette di bloccare la commutazione se si verifica un problema su uno dei dispositivi interessati dalla commutazione. Questo ingresso è in genere collegato all'interruttore a valle. In questo caso i comandi in locale e a distanza non sono più possibili.

Gestione specifica del generatore

- Alla commutazione del generatore, se quest'ultimo non si avvia il sistema di commutazione attende per un tempo massimo di 60 s prima di interrompere la commutazione quindi:
 - in modo SW → SWG: il sistema di commutazione automatico è bloccato e deve essere resettato (dal pannello di controllo) per riavviare l'apparecchio.
 - in modo SW ↔ SWG o in mono Auto: il sistema di commutazione resta attivo. Al ritorno di tensione sulla linea il sistema chiede una commutazione di ritorno e il comando di arresto del generatore viene dato 6 s dopo quando viene conclusa la sequenza di commutazione.

DE56006



Interfaccia con set generatore

Disponibili anche architetture evolute con comunicazione IEC61850 e protocollo GOOSE per avere configurazioni ridondanti e comunicazioni ethernet ad anello che assicurano un'elevata affidabilità e la riconfigurazione automatica della rete in caso di guasti sulla rete



Collegamenti

Collegamenti

Sommario

Collegamenti con cavi dry-type per SM6-24	104
Collegamento cavi dal basso per SM6-24	105
Posizione dei cavi	105
Profondità dei cunicoli cavi	106
Esempio di cunicolo cavi	108
Ammaraggio unità	110
Esempi e dimensioni cavedio	111
Collegamenti con cavi dry-type per SM6-36	112
Collegamento cavi dal basso per SM6-36	113
Posizione dei cavi	113



La durata nel tempo delle apparecchiature delle cabine BT/MT dipende da tre fattori chiave:

- **corretta realizzazione dei collegamenti**
Le terminazioni termorestringenti o autoestinguenti garantiscono facilità d'installazione ed una conseguente maggior durata nel tempo. Questo tipo di connessioni facilitano l'utilizzo in ambienti inquinati e in condizioni ambientali severe.

- **impatto dell'umidità relativa**

L'utilizzo di un dispositivo anticondensa è essenziale in condizioni climatiche ad elevato tasso di umidità e con grandi sbalzi di temperatura.

- **controllo della ventilazione**

La dimensione delle griglie di ventilazione deve essere adatta alla potenza dissipata dalla cabina. Devono essere installate solo nell'area trasformatore.

I cavi di alimentazione sono collegati:

- ai codoli predisposti
- ai portafusibili inferiori
- ai connettori dell'interruttore-sezionatore.

I cavi con capocorda bimetallico possono avere:

- capicorda circolare per cavi $\leq 240 \text{ mm}^2$
- capicorda quadrati solo per cavi $> 240 \text{ mm}^2$.

I capocorda sono realizzati con pressatura a freddo

L'esperienza Schneider Electric consiglia di scegliere questa tecnologia ovunque sia possibile per assicurare una maggior durata nel tempo.

Sezione massima ammessa per i cavi:

- 630 mm^2 per unità arrivo e partenza 1250 A
- 240 mm^2 per unità arrivo e partenza 630 A
- 120 mm^2 per unità contattore
- 95 mm^2 per unità trasformatore con fusibili.
- per unità 630 A con cavi uguali o superiori a 300 mm^2 consultateci.

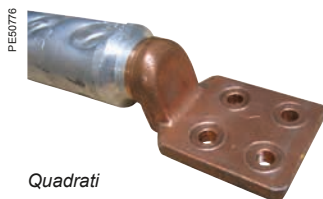
L'accesso allo scomparto è impedito da un interblocco ed è possibile solo con sezionatore di terra chiuso.

La profondità ridotta dello scomparto facilita il collegamento di tutte le fasi.

Il codolo per il collegamento dei cavi MT per le unità AT7-A e QM hanno un bullone $\varnothing 10$, tutte le altre unità hanno bulloni $\varnothing 12$ con coppia di serraggio 50 mN.



Circolare



Quadrati

Cavi unipolari a secco

Terminazioni a secco corte

Caratt. elettriche	Tipo capocorda	Sezione mm^2	Produttori	Numero di cavi	Note
da 3 a 24 kV 630 A	Circolare	da 35 a 240 mm^2	Tutte le marche di cavi a freddo: Silec, 3M, Pirelli, Raychem, ecc.	1 o 2 per fase	Per sezioni maggiori e altri tipi di cavi o capocorda consultateci
da 3 a 24 kV 1250 A	Circolare	da 35 a 630 mm^2	Tutte le marche di cavi a freddo: Silec, 3M, Pirelli, Raychem, ecc.	1 o 2 per fase $\leq 400 \text{ mm}^2$	Per sezioni maggiori e altri tipi di cavi o capocorda consultateci
	Rettangolare	$> 300 \text{ mm}^2$ ammessa		$400 < 1 \leq 630 \text{ mm}^2$ per fase	

Cavi tripolari a secco

Terminazioni a secco corte

Caratt. elettriche	Tipo capocorda	Sezione mm^2	Produttori	Numero di cavi	Note
da 3 a 24 kV 630 A	Circolare	da 35 a 240 mm^2	Tutte le marche di cavi a freddo: Silec, 3M, Pirelli, Raychem, ecc.	1 per fase	Per sezioni maggiori e altri tipi di cavi o capocorda consultateci
da 3 a 24 kV 1250 A	Circolare	da 35 a 630 mm^2	Tutte le marche di cavi a freddo: Silec, 3M, Pirelli, Raychem, ecc.	1 per fase	Per sezioni maggiori e altri tipi di cavi o capocorda consultateci

Nota:

- I morsetti coperti da un ripartitore di campo possono essere quadrati
- Unità PM/QM, capicorda con occhio $\varnothing 30 \text{ mm max}$

Collegamento cavi dal basso per SM6 24 kV

Posizione dei cavi

Altezza di collegamento cavi misurata da terra (mm)

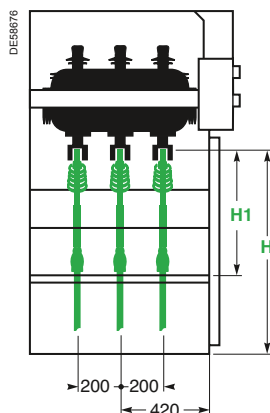
	630 A	1250 A
	H/H1	H/H1
IM, IMP, NSM	945/550	
IMU	330/310	
QM	400/380	
DM1-A	430/410 ⁽¹⁾	320/300 ⁽²⁾
DM1-P, DMVL-A	430/410 ⁽¹⁾	
DM1-R	370/350 ⁽¹⁾	
CRM, CVM	430/410	
GAM	470/450	620/600
GAM2	760/540	
AT7-A lato arrivo	370/350	
AT7-A lato uscita	380/360	
AT7-B lato arrivo	1870/410	
AT7-B lato uscita	430/410	
Cassonetto arrivo cavi dall'alto	590/570	

H: lunghezza del cavo dal suolo al punto di connessione
H1: altezza dal punto di ammarco al punto di connessione del cavo

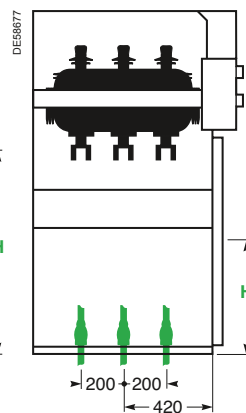
Nota 1: possibile montaggio pozzetto (h 100 mm)
per terminazioni con altezza > 420 mm.

Nota 2: possibile montaggio pozzetto (h 330 mm).

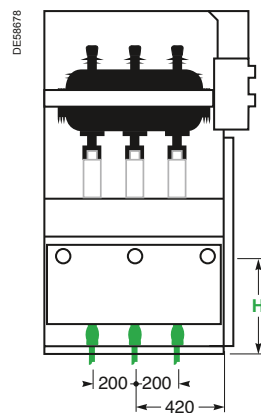
IM, IMP, NSM-cavi,
NSM-sbarre,



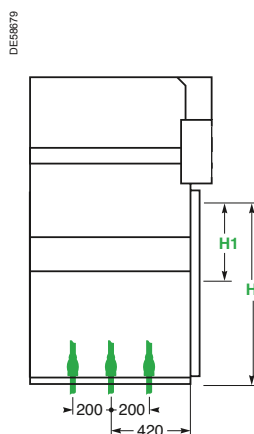
QM



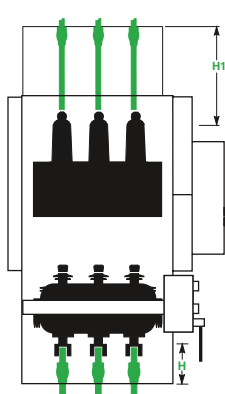
CRM, CVM



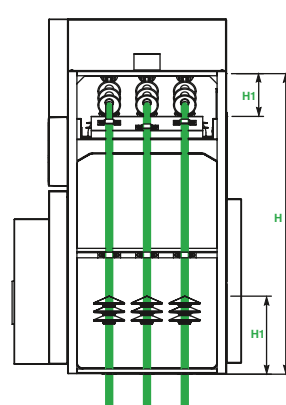
GAM, GAM2



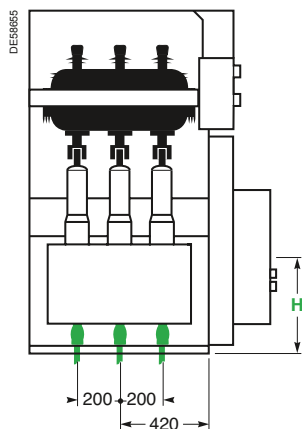
AT7-A



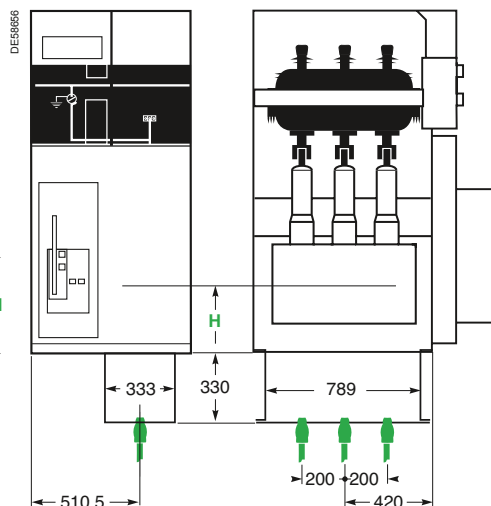
AT7-B



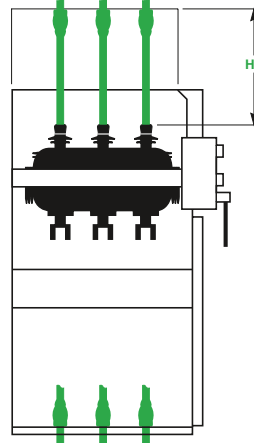
DM1-A, DM1-P, DMVL-A
(630 A)



DM1-A (1250 A)

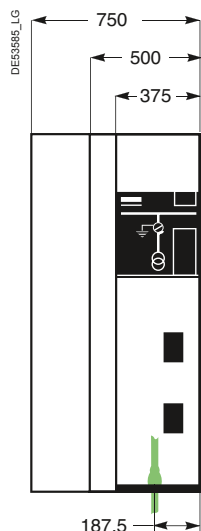


Cassonetto arrivo cavi dall'alto



Collegamento cavi dal basso per SM6-24

Profondità dei cunicoli cavi



Arco interno Basic 12.5 kA 1s, IAC: A-FL

Uscita/Ingresso cavi dal basso

- **Con cunicolo:** la profondità del cunicolo **P** per il passaggio dei cavi è indicata nella tabella sottostante per cavi unipolari a secco (per cavi tripolari consultateci).
- **Con base di rialzo:** per ridurre la profondità **P** o evitare cavedi, posizionare le unità su basi in cemento da 400 mm.
- **Con pavimento flottante:** la profondità del cavedio **P** è indicata nella tabella sottostante per i cavi più comunemente utilizzati.

Per cavi unipolari		Unità fino a 630 A	Unità 1250 A	
Sezione cavo (mm ²)	Raggio di curvatura (mm)		GAM	DM1-A ⁽¹⁾
Profondità P (mm) tutte le direzioni				
50	370	400		
70	400	430		
95	440	470		
120	470	500		
150	500	550		
185	540	670		
240	590	730		
400	800		1000	1350
630	940		1000	1350

⁽¹⁾ Deve essere installato un pozzetto metallico di profondità 350 mm.

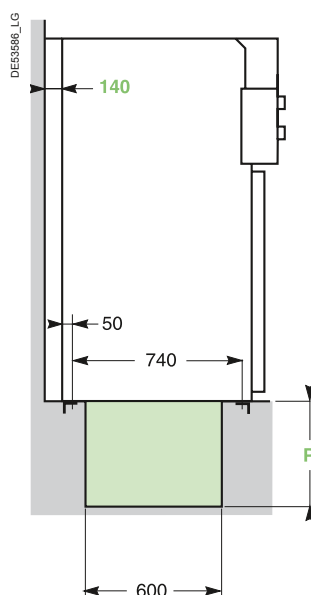
Nota: nel determinare la profondità **P** dei cunicoli singoli prendere in considerazione l'unità e i cavi che richiedono maggior profondità.
Per i cunicoli doppi prendere in considerazione la profondità di ogni unità e le direzioni dei cavi.

Esempi di cunicoli passaggio cavi

Unità 630 A

IM

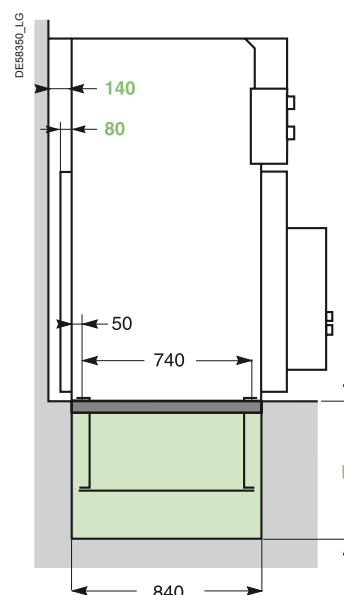
Per cavi unipolari e tripolari



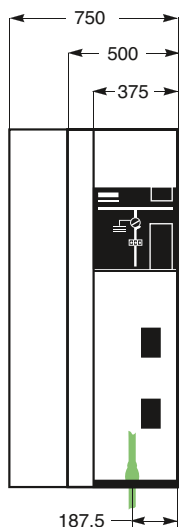
Unità 1250 A

DM1-A

Per cavi unipolari



Nota 1: Unità illustrate senza pannelli laterali



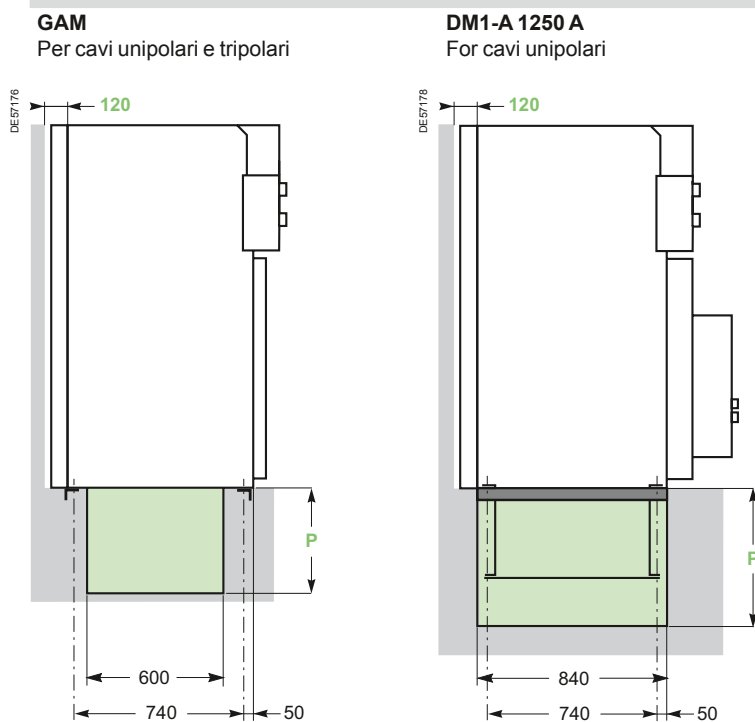
Arco interno Advance 12,5 kA 1 s, IAC: AFLR
16 kA 1 s, IAC: AFLR
20 kA 1 s, IAC: AFLR

Uscita/Ingresso cavi dal basso (tutte le unità)

- **Con cunicolo** la profondità del cunicolo **P** per il passaggio dei cavi è indicata nella tabella sottostante per cavi unipolari a secco (per cavi tripolari consultateci).
- **Con base di rialzo:** per ridurre la profondità **P** o evitare cavedi, posizionare le unità su basi in cemento da 400 mm.
- **Con pavimento flottante:** la profondità del cavedio è indicata nella tabella sottostante per i cavi più comunemente utilizzati.

	630 A						1250 A		
IAC	Tutte le unità ...		Altri scomparti				GAM	DM1A	
			CVM		DM1A, DM1P, DM1R, DMVLA				
	12.5 kA/1s	16 kA/1s	12.5 kA/1s	16 kA/1s	12.5 kA/1s		16 kA/1s	12-16 kA/1s	
Sez. cavo (mm ²)	Profondità P (mm)								
S < 120	330	550	330	550	330		550	—	—
120 < S < 240	330	550	—	—	Direzione cavo verso lato opposto interruttore: 330	Direzione cavo verso lato l'interruttore: 450	550	—	—
S > 400	—	—	—	—	—	—	—	1000	1400

Esempi cunicoli passaggio cavi



Nota 1: Unità illustrate senza pannelli laterali

Collegamento cavi dal basso per SM6-24

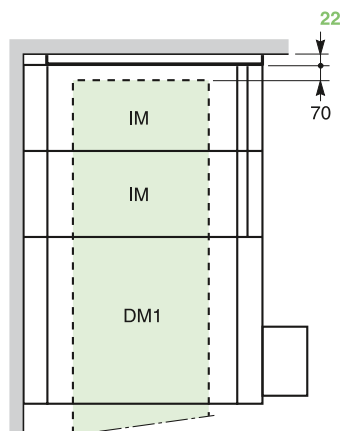
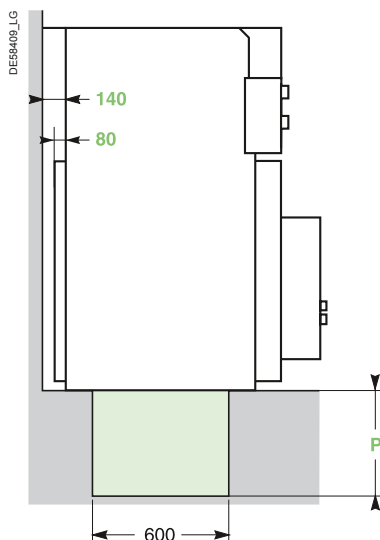
Esempi di cunicolo cavi

Arco interno Basic 12.5 kA 1s, IAC: A-FL

Unità unità illustrate senza pannelli laterali

Unità 630 A

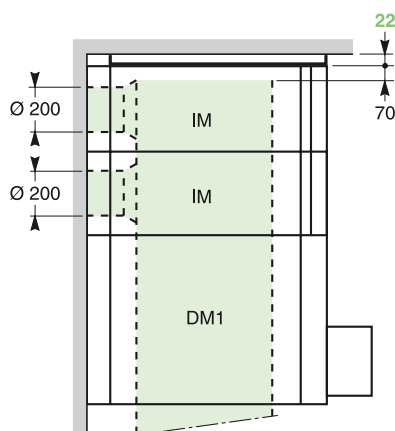
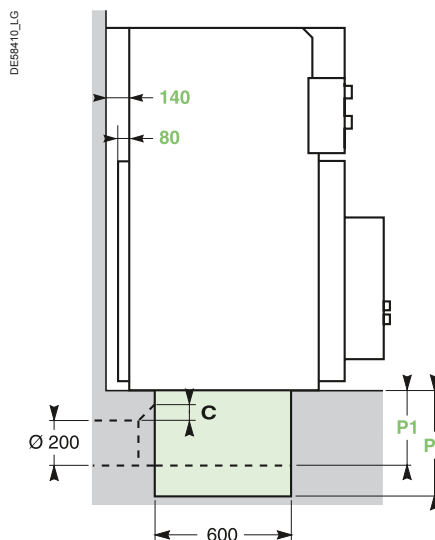
Ingresso o uscita cavi lato destro o sinistro



Dimensioni richieste (mm)

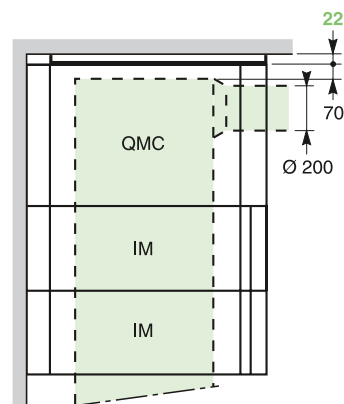
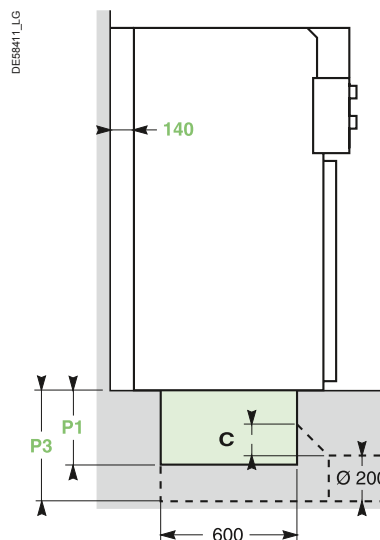
Unità 630 A

Ingresso o uscita cavi
con cunicolo posteriore



Unità 630 A

Ingresso o uscita cavi
con cunicolo frontale



Nota 1: per collegamento con tubi la smussatura C deve essere: P1/P2 = 75 mm o P2/P3 = 150 mm.

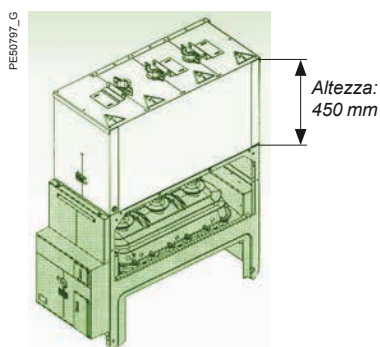
Nota 2: consultare il capitolo "Esempi di installazione".

Arrivo cavi dall'alto

Applicabile su tutte le unità 630 A della gamma, se non presente il cassonetto BT con collegamento realizzato con cavi dry-type e cavi unipolari.

Attenzione:

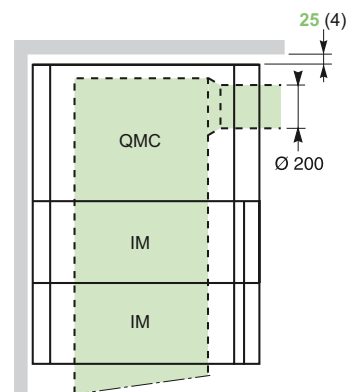
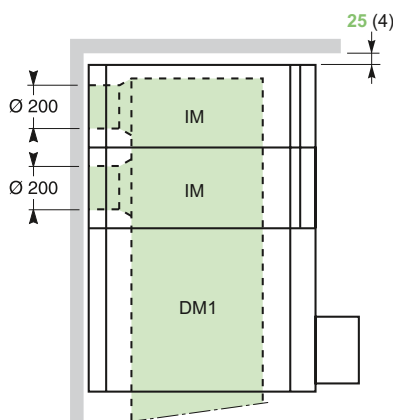
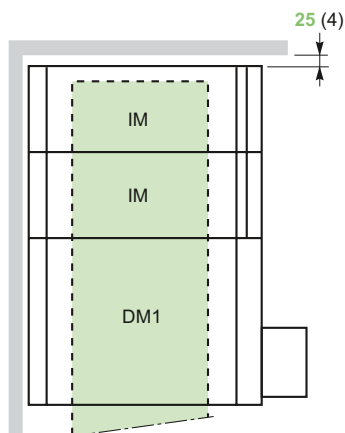
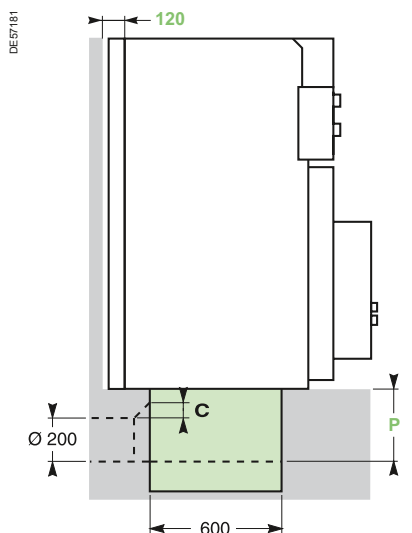
- Non disponibile per scomparto sbarre.
- Non disponibile a 1250 A.
- Disponibile solo fino a IAC A-FL 12,5 kA 1 s



Arco interno Advance 12,5 kA 1 s, IAC: AFLR 16 kA 1 s, IAC: AFLR 20 kA 1 s, IAC: AFLR

Unità 630 A

Ingresso o uscita cavi posteriore
con canaline



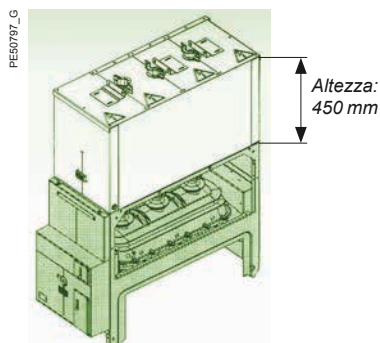
Dimensioni richieste (mm)

Nota 1: per collegamento con tubi la smussatura C deve essere 75 mm.

Nota 2: consultare il capitolo "Esempi di installazione".

Nota 3: Unità illustrate senza pannelli laterali

Nota 4: 50 mm in caso di sfogo dall'alto con condotto



Arrivo cavi dall'alto

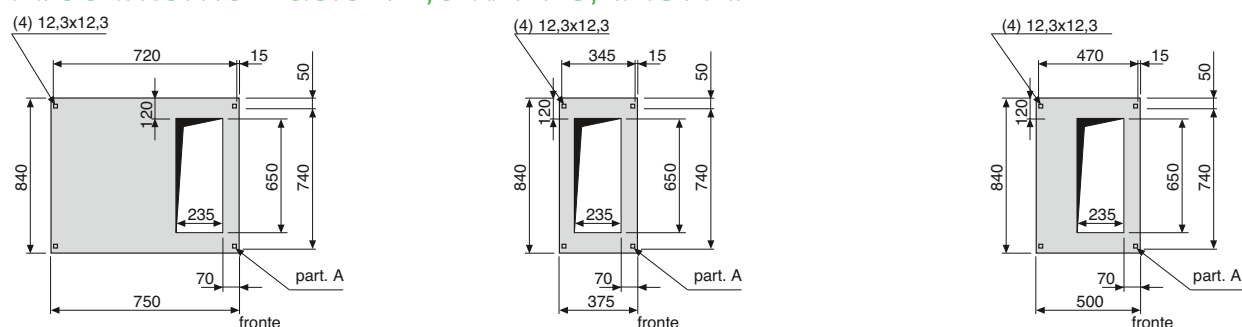
Applicabile su tutte le unità 630 A se non presente il cassetto BT con collegamento realizzato con cavi dry-type e cavi unipolari..

Attenzione:

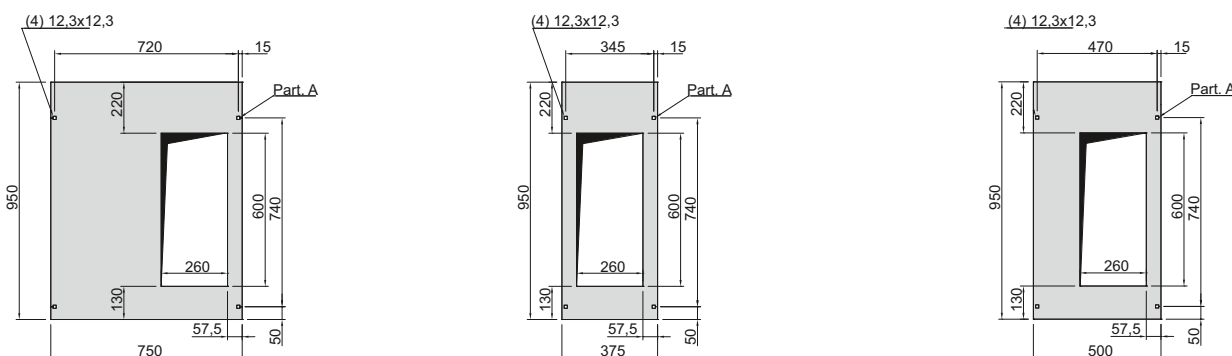
- Non disponibile per scomparto sbarre.
- Non disponibile nella versione 1250 A.
- Disponibile solo fino a IAC A-FLR 12,5 kA 1 s

Collegamento cavi dal basso per SM6 24 kV Ammarraggio Unità

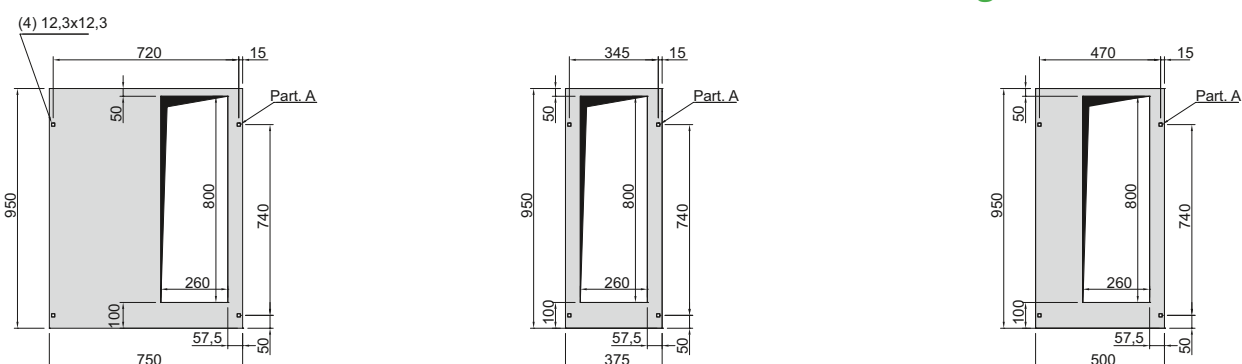
Arco interno Basic 12,5 kA 1 s, IAC: AFL



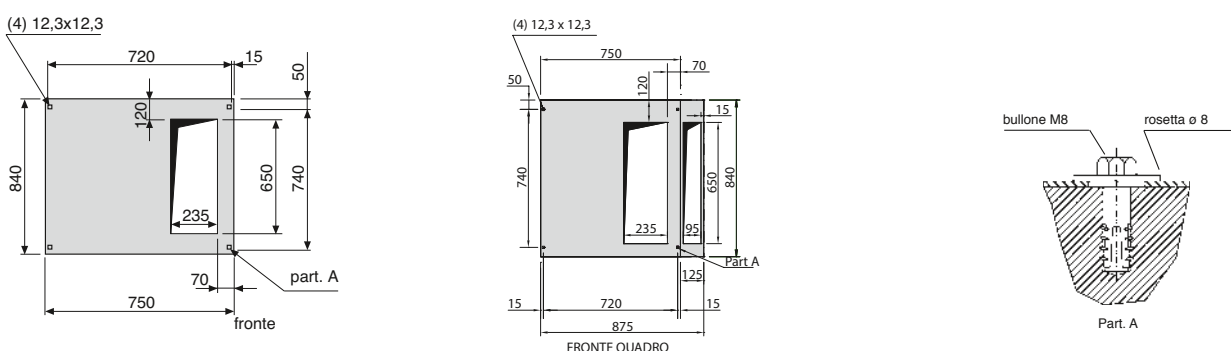
Arco interno Advance 12,5 kA 1s, IAC: AFLR 16 kA 1s, IAC: AFLR con sfogo dall'alto 20 kA 1s, IAC: AFLR



Arco interno Advance 16 kA 1s, IAC: AFLR con sfogo dal basso



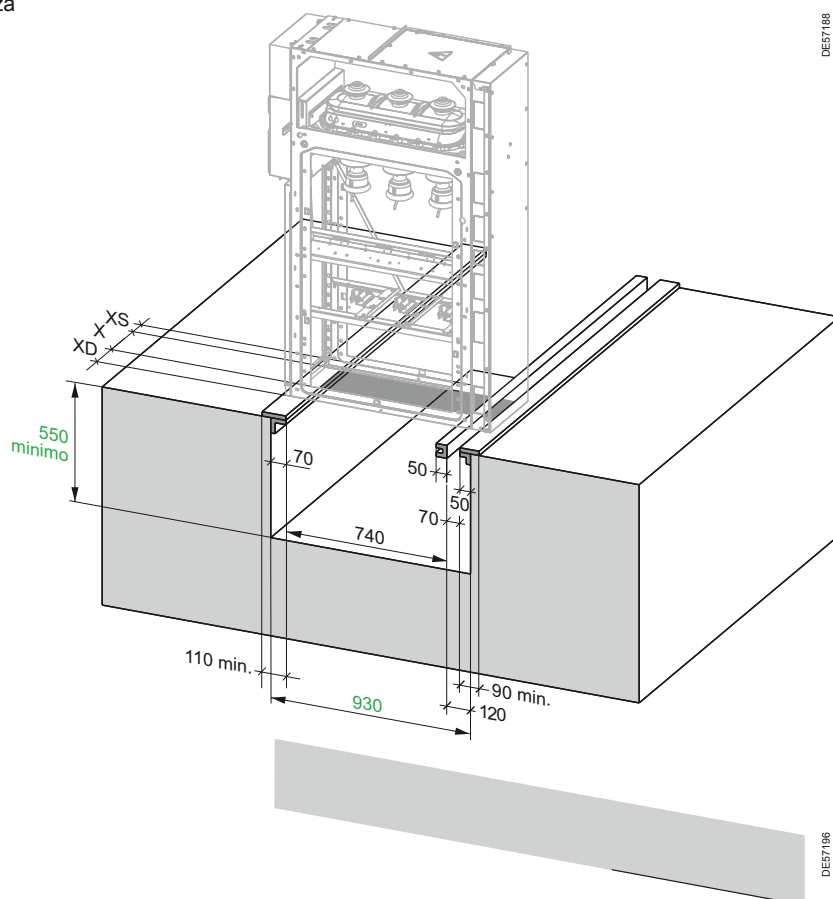
Monoblocco AT7-A, AT7-B



Arco interno Advance 12,5 kA 1 s, IAC: AFLR
16 kA 1 s, IAC: AFLR
20 kA 1 s, IAC: AFLR

- Posizionamento della feritoia (X) per l'evacuazione dal basso ed il passaggio cavi dipende dalla larghezza dell'unità:

Posizione dei fori di fissaggio a pavimento delle unità



- La posizione dei fori di fissaggio **b** dipende dalla larghezza dell'unità:

All'altezza

Larghezza

2150 minimo

4 x M8

330 minimo

b

100

50

740

600

Cavi unipolari		Unità 630 A	
Sez. cavo (mm ²)	Raggio di curvatura (mm)	IM, IMC, QM, PM, DM1-A, GAM, GAM2, SM, TM	
		Profondità P (mm)	
		P1	P2
1 x 35	525	350	550
1 x 50	555	380	580
1 x 70	585	410	610
1 x 95	600	425	625
1 x 120	630	455	655
1 x 150	645	470	670
1 x 185	675	500	700
1 x 240	705	530	730

Nota: nel determinare la profondità P dei cunicoli prendere in considerazione l'unità e i cavi che richiedono maggior profondità.

La durata nel tempo delle apparecchiature delle cabine BT/MT dipende da tre fattori chiave:

■ corretta realizzazione dei collegamenti

Le terminazioni termorestringenti o autoestinguenti garantiscono facilità d'installazione ed una conseguente maggior durata nel tempo. Questo tipo di connessioni facilitano l'utilizzo in ambienti inquinati e in condizioni ambientali severe.

■ impatto dell'umidità relativa

L'utilizzo di un dispositivo di anticondensa è essenziale in condizioni climatiche ad elevato tasso di umidità e con grandi sbalzi di temperatura.

■ controllo della ventilazione

La dimensione delle griglie di ventilazione deve essere adatta alla potenza dissipata dalla cabina. Devono essere installate solo nell'area trasformatore.

I cavi di alimentazione sono collegati:

- ai codoli predisposti
- ai portafusibili inferiori
- ai connettori dell'interruttore-sezionatore.

I cavi con capocorda bimetallico hanno:

- capicorda circolare per cavi ≤ 240 mm².

I capocorda sono realizzati con pressatura a freddo

L'esperienza Schneider Electric consiglia di scegliere questa tecnologia ovunque sia possibile per assicurare una maggior durata nel tempo.

Sezione massima ammessa per i cavi:

- 2 x (1 x 240 mm²) per unità arrivo e partenza 1250 A
- 240 mm² per unità arrivo e partenza 630 A
- 95 mm² per unità trasformatore con fusibili.

L'accesso allo scomparto è impedito da un interblocco ed è possibile solo con sezionatore di terra chiuso.

La profondità ridotta dello scomparto facilita il collegamento di tutte le fasi.

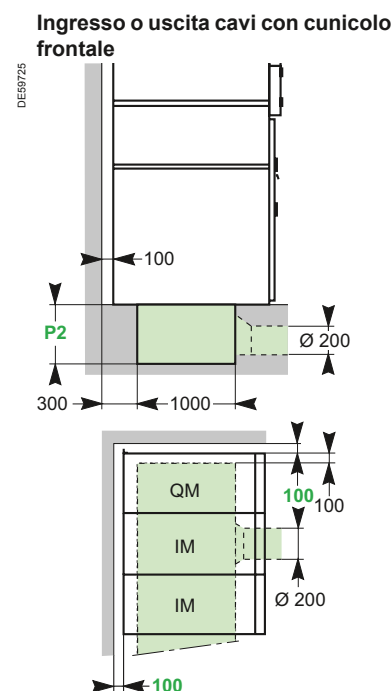
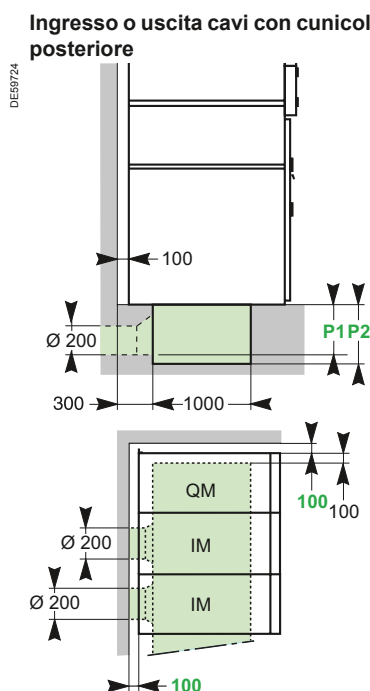
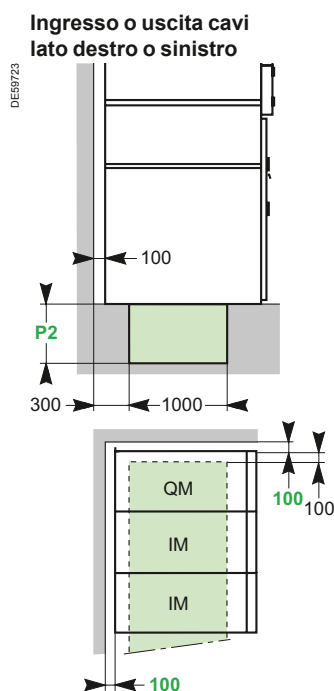
Il codolo per il collegamento dei cavi MT per le unità QM ha un bullone Ø 10, tutte le altre unità hanno bulloni Ø 12 con coppia di serraggio 50 mN.

Uscita/Ingresso cavi dal basso

Collegamento di tutte le unità con cunicolo

- nella tabella a lato sono indicate le misure di profondità P dei cunicoli per i cavi più comunemente utilizzati.

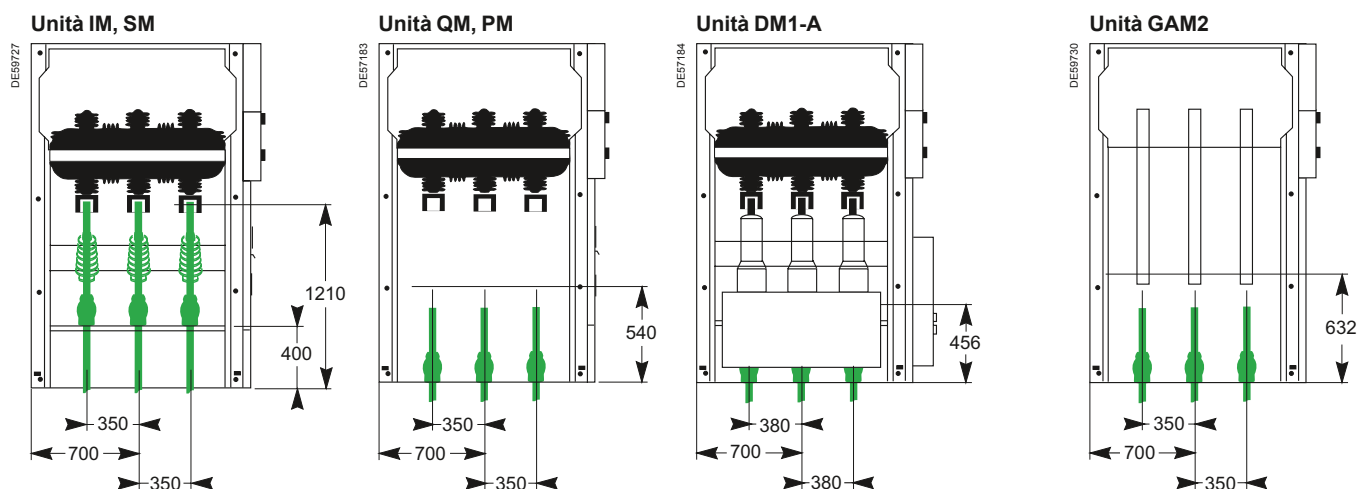
Esempi cunicoli passaggio cavi



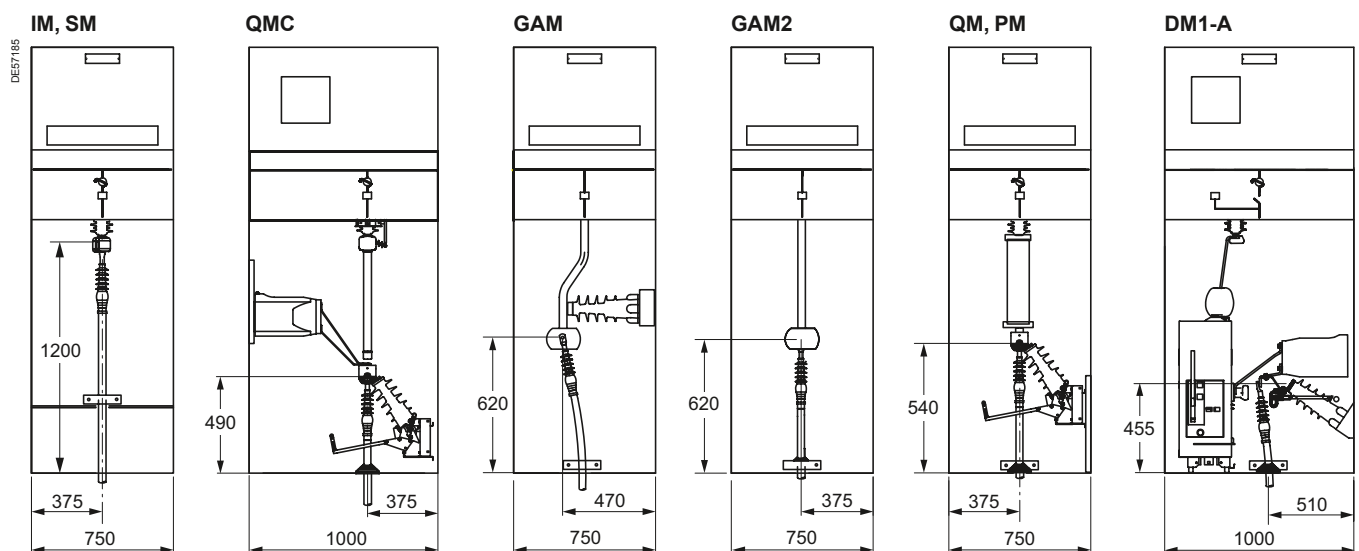
Collegamento cavi dal basso per SM6 36 kV

Posizione dei cavi

Vista laterale

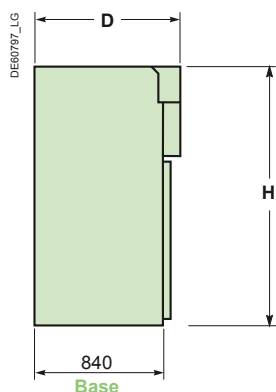


Vista frontale



Installazione

Dimensioni e pesi per SM6-24	116
Dimensioni e pesi unità AT7	117
Dimensioni unità per SM6-24	118
Genio civile per SM6-24	120
Esempi di installazione per SM6-24	121
Dimensioni e pesi per SM6-36	123
Genio civile per SM6-36	124
Esempi di installazione per SM6-36	125



Arco interno Basic 12.5 kA 1s, IAC: A-FL

Dimensioni e pesi

Unità	Altezza H (mm)	Larghezza (mm)	Profondità D (mm)	Peso (kg)
IM,IMB	1600	375	940	130
IMP	1600	500	940	160
QM	1600	375	940	140
IMU	1600	750	940	200
CVM, CRM	2050 ⁽¹⁾	750	940	400
DM1-A, DM1-D, DM1-P, DM1-G, DM1-J, DM1-R, DM2, DMVL-A, DMVL-D	1600	750	1220	410
CMK	1600	375	940	180
CM	1600	375	940	200
CM2	1600	500	940	220
GBC-A	1600	750	940	300
NSM-cavi, NSM-sbarre	2050 ⁽¹⁾	750	940	270
GBM	1600	375	940	130
GAM2	1600	375	940	130
GAM	1600	500	1020	170
DM1-A, DM1-D (1250 A)	1600	750	1220	430

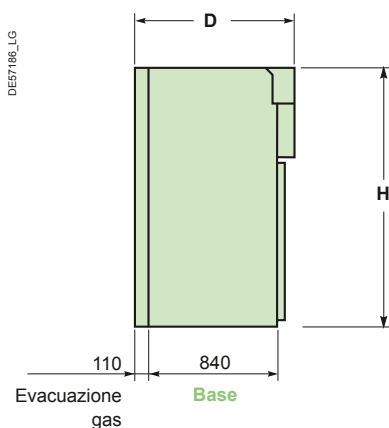
⁽¹⁾ unità già corredata di cella BT (1600 + 450 mm).

In funzione della necessità aggiungere in altezza:

- 90 mm per canalina superiore BT
- 90 mm per pannello sepam 1000
- 450 mm per cella BT
- 450 mm per cassonetto arrivo cavi dall'alto.
- 350 mm per zoccolo di rialzo (senza protezione arco interno).

Arco interno Advance 12,5 kA 1 s, IAC: AFLR 16 kA 1 s, IAC: AFLR 20 kA 1 s, IAC: AFLR

Dimensioni e pesi



Unità	Altezza H (mm)	Larghezza (mm)	Profondità D (mm)	Peso (kg)
IM,IMB	1600	375	1050	130
IMP	1600	500	1050	160
QM	1600	375	1050	140
IMU	1600	750	1050	200
CVM, CRM	2050 ⁽¹⁾	750	1050	400
DM1-A, DM1-D, DM1-P, DM1-G, DM1-J, DM1-R, DM2, DMVL-A, DMVL-D	1600	750	1250	410
CMK	1600	375	1050	180
CM	1600	375	1050	200
CM2	1600	500	1050	220
GBC-A	1600	750	1050	300
NSM-cavi, NSM-sbarre	2050 ⁽¹⁾	750	1050	270
GBM	1600	375	1050	130
GAM2	1600	375	1050	130
GAM	1600	500	1050	170
DM1-A, DM1-D (1250 A)	1600	750	1250	430

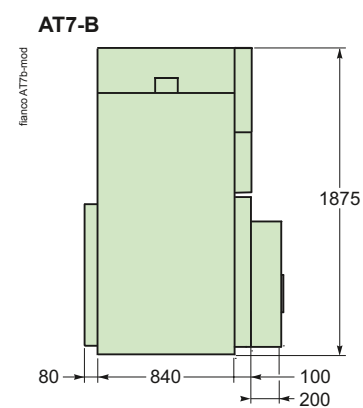
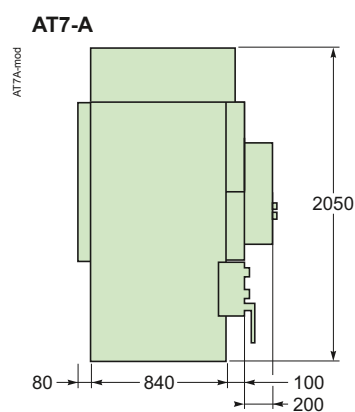
⁽¹⁾ unità già corredata di cella BT (1600 + 450 mm).

In funzione della necessità aggiungere in altezza:

- 90 mm per canalina superiore BT
- 90 mm per pannello sepam 1000
- 400 mm per condotto evacuazione gas dall'alto
- 450 mm per cella BT
- 450 mm per cassonetto arrivo cavi dall'alto.

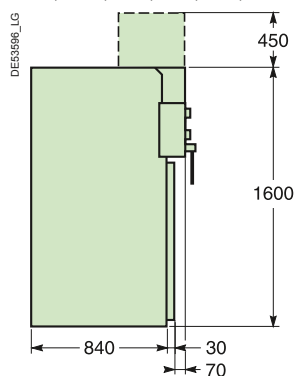
Dimensioni e pesi

Tipo di unità	altezza (mm)	larghezza (mm)	profondità (mm)	peso (kg)
monoblocco AT7-A	2050	750	1220	430
monoblocco AT7-B	1875	875	1220	390

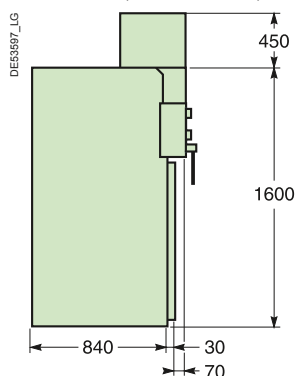


Arco interno Basic 12.5 kA 1s, IAC: A-FL

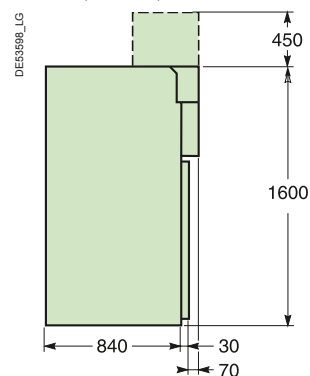
IM, IMB, IMP, QM, CM, CM2



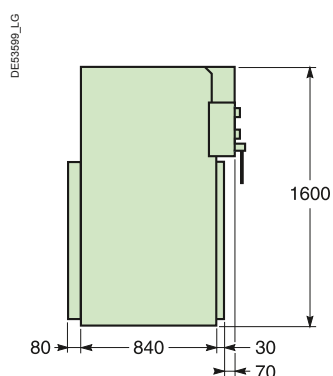
NSM-cavi, NSM-sbarre, CRM, CVM



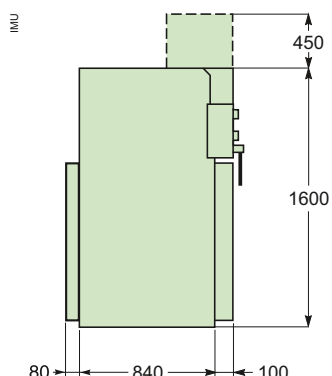
GBM, GAM2, CMK



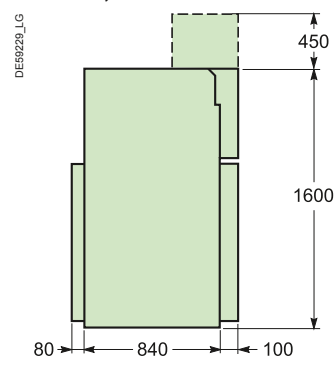
GAM



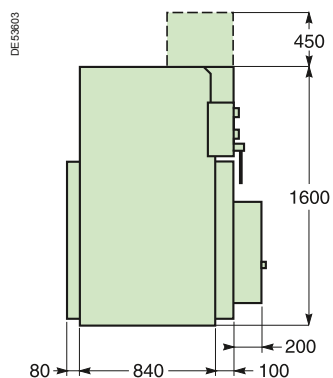
IMU



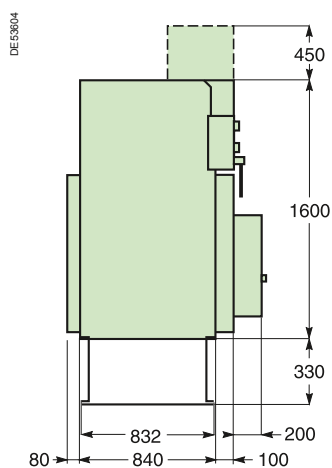
GBC-A, GBC-B



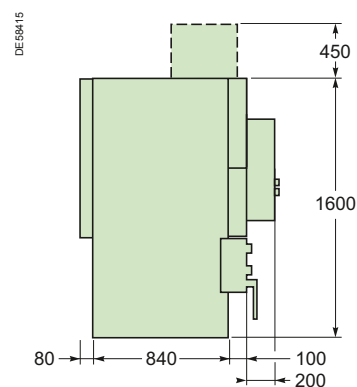
DMVL-A, DMVL-D, DM1-A, DM1-P, DM1-G, DM1-J, DM2 630 A



DM1-A, 1250 A

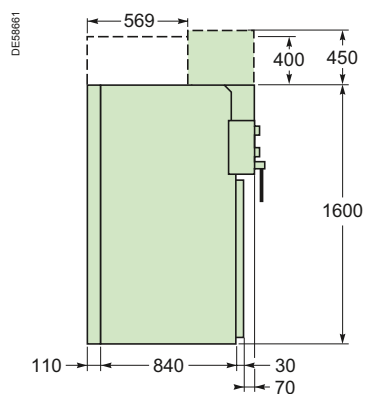


DM1-R

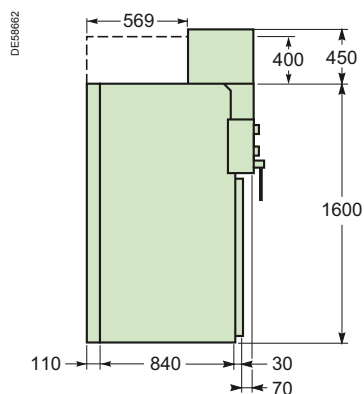


Arco interno Advance 12,5 kA 1 s, IAC: AFLR
16 kA 1 s, IAC: AFLR
20 kA 1 s, IAC: AFLR

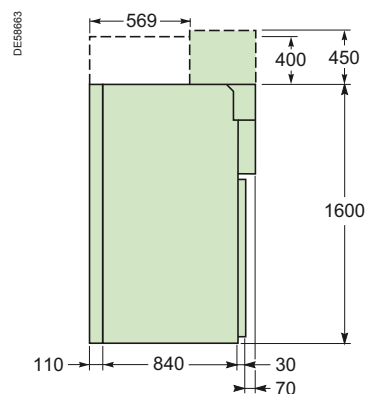
IM, IMB, IMP, QM, CM, CM2



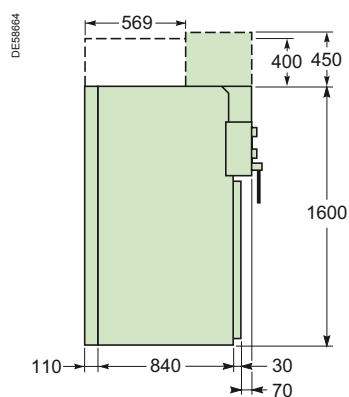
NSM-cavi, NSM-sbarre, CRM, CVM



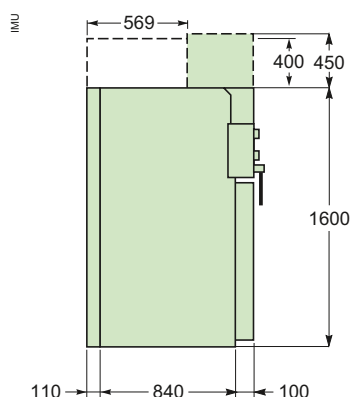
GBM, GAM2, CMK



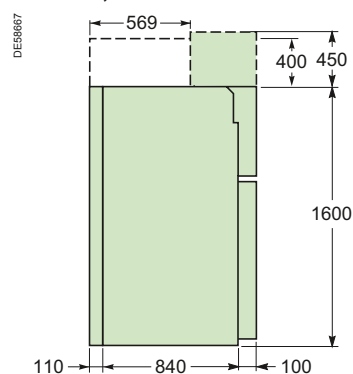
GAM



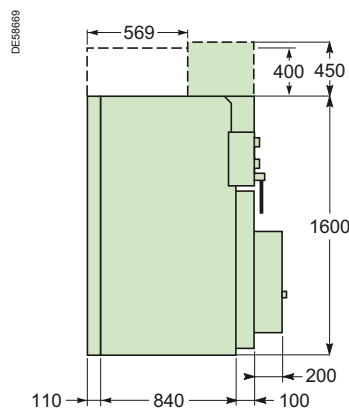
IMU



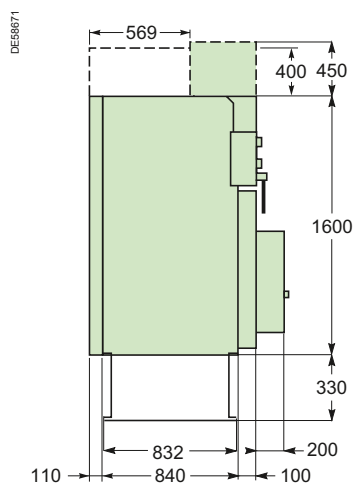
GBC-A, GBC-B



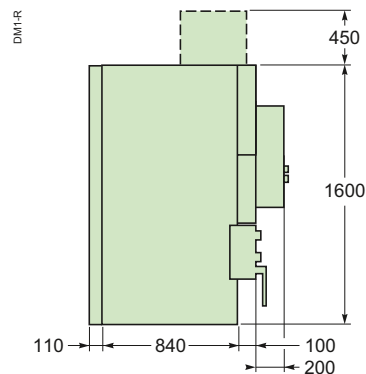
DMVL-A, DMVL-D, DM1-A, DM1-P, DM1-G, DM1J, DM2



DM1-A 1250 A



DM1-R

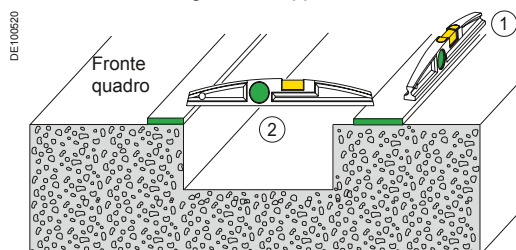


Preparazione del pavimento

Per assicurare la tenuta d'arco interno il fissaggio a pavimento deve essere realizzato rispettando i seguenti requisiti:

- Linearità: 2 mm / 3 m (part.1)
- Planarità: 3 mm massimo (part.2)

Tutti gli elementi che permettono l'evacuazione dei gas (condotto, involucro, ecc.) devono essere in grado di supportare un carico di 250 kg/m².



Fissaggio delle unità

Tra loro

Le unità componenti un quadro sono fissate le une alle altre tramite viteria fornita di serie. L'accoppiamento delle sbarre si effettua tramite chiave dinamometrica regolata a 28 mN.

Al suolo

■ per quadri composti da un massimo di tre unità, i quattro angoli del quadro devono essere fissati a pavimento utilizzando:

- tasselli M8 (non forniti)
- viti fissate con cemento

■ per quadri composti da più di tre unità è necessario fissare a pavimento ogni singola unità.

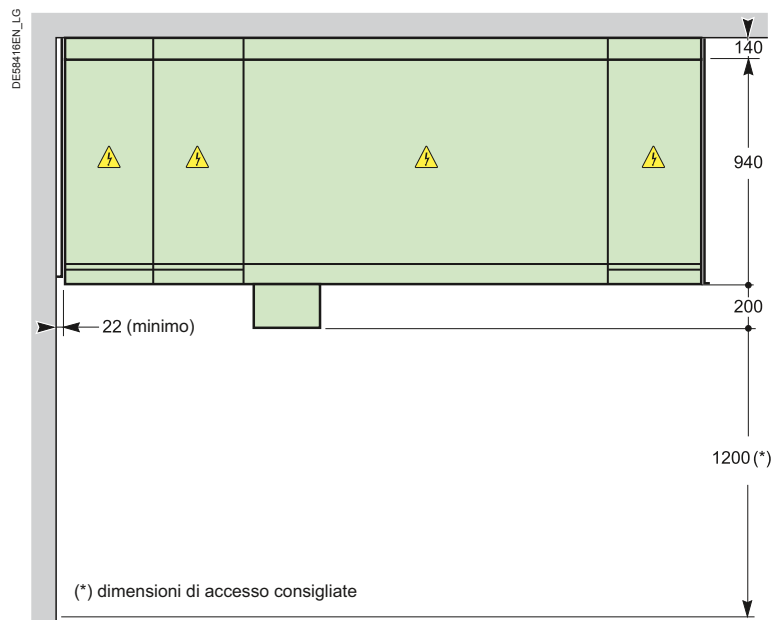
■ nelle unità interruttore o contattore gli elementi di fissaggio devono essere installati sul lato opposto all'apparecchiatura.

Cabina prefabbricata

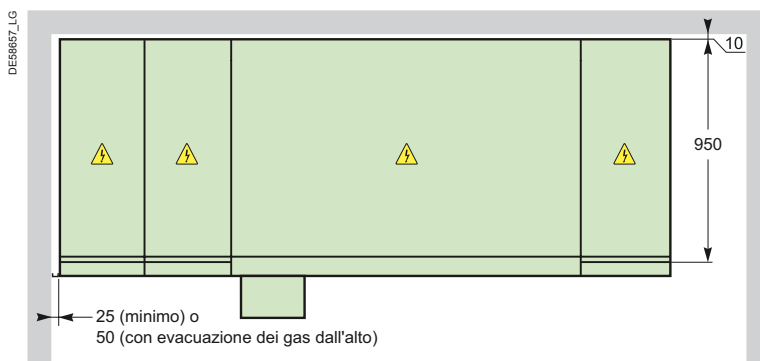


Posizione delle unità in una cabina

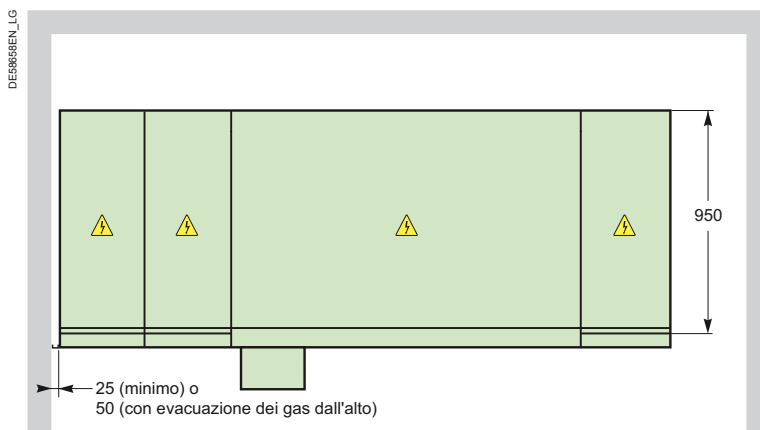
Installazione a parete di un quadro IAC 12.5 kA 1s: A-FL



Installazione a parete di un quadro IAC 12,5, 16, 20 kA 1 s: A-FLR



Installazione in isola di un quadro IAC: 12,5, 16, 20 kA 1 s: A-FLR



Nota: quote in millimetri

Condotto di sfogo gas

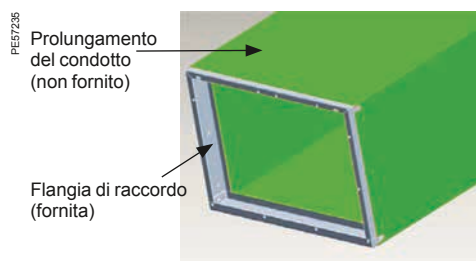
Per permettere l'evacuazione dei gas dall'alto è necessario installare un condotto da fissare alla flangia di raccordo sulla destra o sinistra del quadro.

Per assicurare la protezione IP3X sulla flangia all'estremità del condotto deve essere installato il flap fornito.

L'estremità del condotto dovrà bloccare l'entrata di acqua, polveri, umidità, animali, ecc. permettendo al contempo l'evacuazione dei gas in un'area dedicata attraverso un dispositivo posto all'estremità esterna del condotto di sfogo (non fornito).

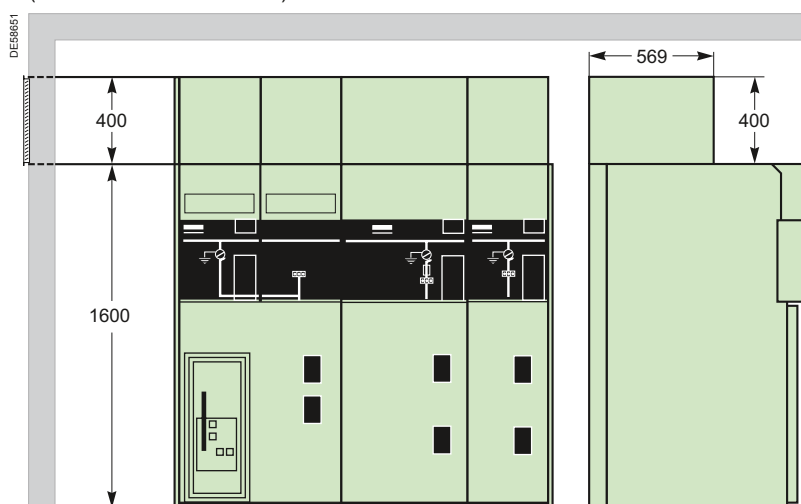
Esempio di condotto di sfogo gas

Il condotto di evacuazione deve essere realizzato in metallo di spessore adeguato a garantire la tenuta a pressioni elevate e gas caldi.



Con evacuazione in alto a sinistra

(altezza soffitto ≥ 2150 mm)



Nota: quote in millimetri.

Dimensioni e pesi

Unità	Altezza (mm)	Larghezza (mm)	Profondità (1) (mm)	Peso (kg)
IM, SM	2250	750	1400 (3)	310
IMC, IMB	2250	750	1400 (2)	420
QM, PM, QMB	2250	750	1400 (3)	330
QMC	2250	1000	1400 (3)	420
DM1-A	2250	1000	1400 (2)	600
DM1-D	2250	1000	1400 (2)	560
GIM	2250	250	1400	90
DM2	2250	1500	1400 (2)	900
CM, CM2	2250	750	1400 (2)	460
GBC-A, GBC-B	2250	750	1400 (3)	420
GBM	2250	750	1400 (3)	260
GAM2	2250	750	1400 (3)	250
GAM	2250	750	1400 (3)	295

(1) Le misure di profondità si riferiscono alla superficie del pavimento.

(2) La profondità con estensione vano BT diventa 1615 mm.

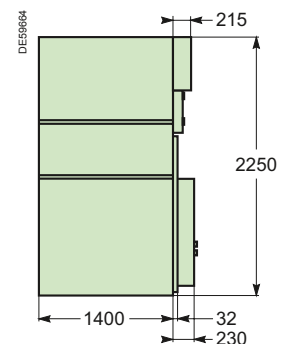
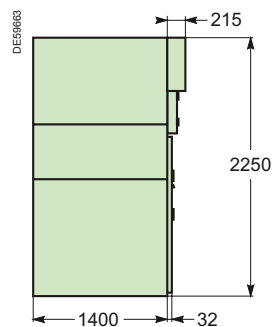
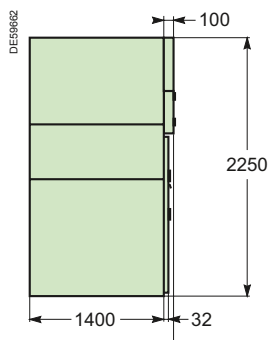
(3) La profondità con vano BT standard diventa 1500 mm.

Dimensioni

Unità CM, CM2

Unità DM1-A, DM1-D,
DM2

Unità IM, SM, IMC, QM, PM, IMB,
GBM, GAM, GAM2, GBC-A, GBC-B
QMB, QMC



Preparazione del pavimento

Le unità possono essere installate su normali pavimenti in cemento, con o senza cunicolo per passaggio cavi in funzione della sezione e della tipologia di cavo utilizzato.

I lavori da realizzare sono gli stessi per tutte le unità.

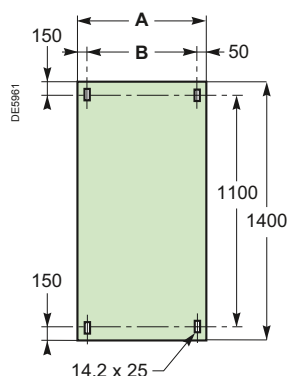
Fissaggio delle unità

Tra loro

Le unità componenti un quadro sono fissate le une alle altre tramite viteria fornita di serie. L'accoppiamento delle sbarre si effettua tramite chiave dinamometrica regolata a 28 mN.

Al suolo

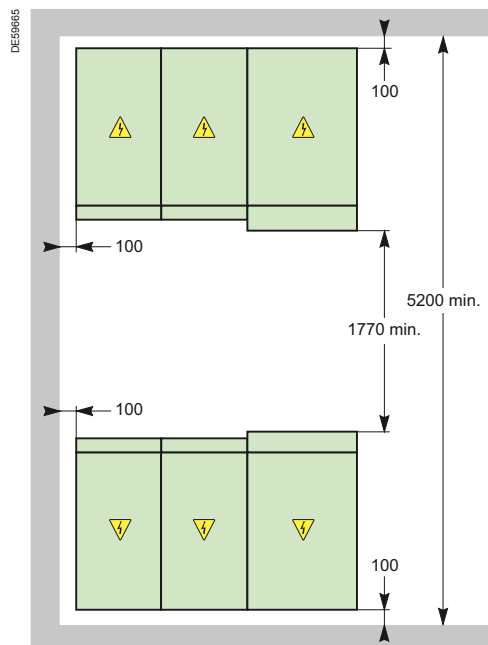
- per quadri composti da tre unità, i quattro angoli del quadro devono essere fissati a pavimento utilizzando:
 - tasselli ad espansione (non forniti)
 - viti fissate con cemento
- per quadri composti da più di tre unità il numero e la posizione dei punti di fissaggio dipende dai criteri e sistemi costruttivi locali
- la posizione dei fori di fissaggio dipende dalla larghezza delle unità.



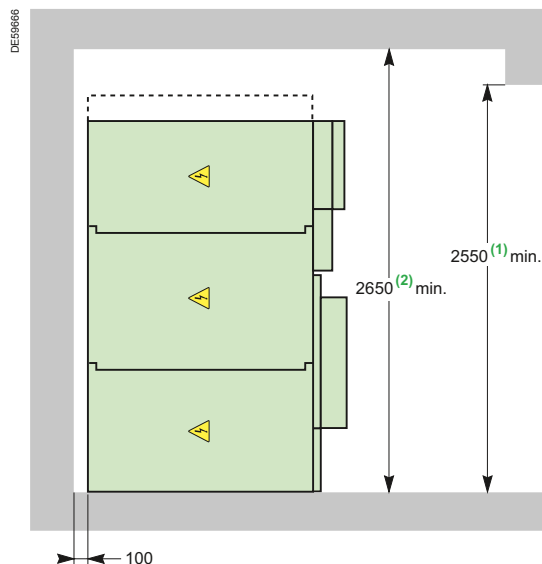
Unità	A (mm)	B (mm)
IM, IMC, IMB, QM, PM, SM, CM, CM2, TM GBC-A, GBC-B, GBM, GAM2, IMB, GAM, QMB	750	650
DM1-A, DM1-D, QMC	1000	900
DM2	1500	1400
GIM	250	150

Distanze dalle pareti

Vista dall'alto



Vista laterale

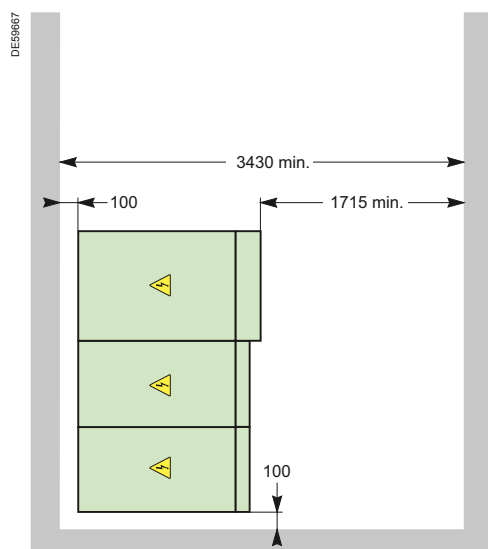


Dimensioni minime richieste (mm)

(1) In caso di unità con arrivo dall'alto: necessari 2730 mm

(2) In caso di unità con arrivo dall'alto: necessari 2830 mm

Vista dall'alto



Servizi Schneider Electric

ProDiag Breaker	128
ProDiag Corona	129
ProDiag Fuse	130

PEG0051



Cosa è ProDiag Breaker?

ProDiag Breaker è uno strumento di diagnosi di Schneider Electric.

ProDiag Breaker confronta i parametri meccanici ed elettrici misurati durante il funzionamento degli interruttori con i dati raccolti nei nostri impianti di produzione. Questo consente di verificare lo stato dell'apparecchiatura e di anticipare e prevenire possibili guasti. **ProDiag Breaker** misura, registra e visualizza i parametri elettrici principali degli interruttori MT e BT in termini di apertura, chiusura e operazioni di carica molle. Tutti i dati raccolti vengono confrontati automaticamente con i valori impostati nel software per vedere se quanto misurato rientra nei criteri di accettazione del prodotto e che ne assicurano il buon funzionamento. Sull'interruttore vengono eseguite due prove, una con il valore di tensione ausiliaria minima e una a tensione nominale. Viene generato un report, che Schneider Electric consegnerà al cliente, da usare come strumento per definire le azioni correttive necessarie, sia di manutenzione, riparazione o sostituzione.

ProDiag Breaker è parte di un piano di manutenzione preventiva.

La verifica degli interruttori tramite ProDiag Breaker comprende:

- Verifica del comando meccanico.
- Misurazione e confronto della reale resistenza di contatto con quella specificata dal produttore.
- Misurazione e confronto della resistenza di isolamento.
- Valutazione generale dello stato e delle condizioni dell'interruttore in base ai dati acquisiti.

Inoltre, **ProDiag Breaker Circuit Breaker** analizzando la combinazione della curva tempo/intervento con la curva di corrente della bobina e i contatti di fase rileva eventuali difetti, quali:

- Usura degli agganci e del comando meccanico.
- Bobine difettose.
- Usura meccanica e indurimento delle grasse lubrificanti.
- Ammortizzatori difettosi.
- Funzionamento difettoso della simultaneità contatti (apertura / chiusura).

Alcuni programmi di manutenzione prevedono lo smontaggio del comando meccanico dell'interruttore per verificare la sua condizione. **ProDiag Breaker** utilizzando segnali rilevati dal funzionamento dell'interruttore, riduce i costi di manutenzione rispetto ai normali programmi di controllo manuali dell'interruttore.

Come con ProDiag Breaker posso ridurre i costi?

- ProDiag Breaker riduce significativamente il tempo necessario per identificare potenziali difetti in un interruttore, utilizzando l'analisi operativa piuttosto che ispezione e/o re-sets meccanici.
- Il software analizza i dati acquisiti e identifica la parte con specifici problemi.
- La normale vita operativa di un dispositivo è aumentata da una tempestiva analisi diagnostica di quando e cosa necessario riparare.
- Lo strumento comprende sia hardware che software e risulta essere un efficiente programma di manutenzione predittiva.

Risultati

ProDiag Breaker fornisce un report sullo stato completo dell'interruttore, dettagliando: tempo di chiusura / apertura, simultaneità contatti, rimbalzo e resistenza, chiusura meccanica e sforzo d'apertura.

Questo report consente di definire e ottimizzare il piano di manutenzione del cliente.

Obiettivi ProDiag Breaker

La vostra priorità è migliorare l'affidabilità del vostro impianto:

- per migliorare la continuità di servizio,
- per ridurre al minimo i tempi di manutenzione e riparazione
- per una manutenzione efficiente

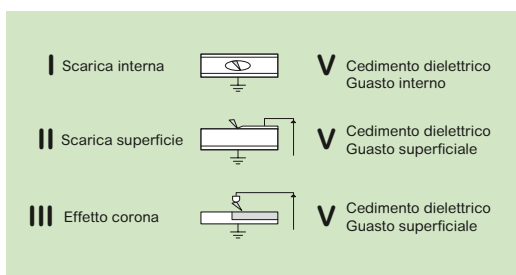
Solo per gli apparecchi che lo richiedono e quando necessario (manutenzione condizionale preventiva)



PE00530



DE0709



Obiettivi ProDiag Corona

La vostra priorità: Veloce ispezione delle apparecchiature elettriche senza fuori servizio dell'impianto.

Sicurezza (del personale e del patrimonio)

- Migliorare l'affidabilità della vostra installazione:
- Ottimizzazione delle durata di vita dell'installazione & dei costi

Prevenzione dei rischi da:

- Scariche parziali e arco interno
- Degrado Dielettrico
- Incendi

Cosa è ProDiag Corona?

ProDiag Corona è uno strumento di diagnosi di Schneider Electric.

ProDiag Corona rileva le scariche parziali nelle unità di media tensione.

- Per scarica parziale si intende una scarica elettrica che interessa solo una parte del dielettrico esistente fra due conduttori.
- Una scarica parziale può determinare danni al materiale isolante circostante a causa dell'erosione dello stesso. Le scariche parziali possono manifestarsi in condizioni di normale esercizio a seguito di invecchiamento precoce causato da fattori climatici, termici o eccessive sollecitazioni dielettriche.

ProDiag Corona, attraverso i VIS (Voltage Indicator System) comunemente montati sui quadri di media tensione, analizza il segnale elettrico primario. Le misure sono realizzate tramite un sensore elettronico e i dati vengono trasmessi al software ProDiag Corona per valutare il livello di criticità dell'apparecchiatura controllata. Viene generato un report, che Schneider Electric consegnerà al cliente, da usare come strumento per definire le azioni di correzioni necessarie, sia di manutenzione, riparazione o sostituzione.

ProDiag Corona non è uno strumento di certificazione.

ProDiag Corona esegue la verifica delle apparecchiature sotto tensione, senza necessità di fuori servizio dell'apparecchiatura.

Questo sistema permette di controllare le più comuni tipologie di scariche parziali:

- Scariche parziali interne
- Scariche parziali superficiali
- Effetto corona

La diagnostica **ProDiag Corona** può essere realizzata sulla maggior parte delle apparecchiature di media tensione presenti sul mercato e dotate di VIS (Voltage Indicator System).

Come con ProDiag Corona posso ridurre i costi?

ProDiag Corona riduce significativamente il tempo necessario per identificare i potenziali difetti di un'apparecchiatura elettrica senza necessità di fuori servizio.

Un'attività di diagnostica programmata aiuta a prevenire eventuali guasti sull'apparecchiatura incrementandone la normale vita utile operativa.

ProDiag Corona è uno strumento per anticipare i guasti e evitare il rischio di archi interni e interruzioni intempestive.

- Lo strumento comprende sia hardware che software e risulta essere un mezzo per un efficiente programma di manutenzione predittiva.

Risultati

ProDiag Corona fornisce un rapporto completo della cabina elettrica, dettagliando: ventilazione, filtraggio aria, calcolo del "due point", livello di criticità delle apparecchiature, raccomandazioni del costruttore sulla potenziale manutenzione, riparazione e riabilitazione.

Questo report consente di definire e ottimizzare il piano di manutenzione del cliente.

ProDiag Corona viene eseguita grazie ad apparecchiature di prova XDP2 tecnologia NDB.

ProDiag Fuse

Diagnostica dello stato dei fusibili di Media Tensione

PE0032



Necessità cliente

Le installazioni elettriche di media tensione protette con sezionatori associati a fusibili devono essere regolarmente verificate (corretto assemblaggio, parametri elettrici ecc...) per confermare che le loro caratteristiche corrispondano alle specifiche originali del costruttore. Una regolare diagnosi delle caratteristiche dei fusibili (parametri elettrici, resistenza) in accordo con le raccomandazioni del costruttore è necessaria per assicurare la continuità di servizio dell'installazione di distribuzione elettrica, necessità di primaria importanza per i nostri clienti.

La soluzione di diagnostica **ProDiag Fuse** può essere impiegata su sezionatori MT associati a fusibili sui quali non è mai stato realizzato alcun intervento di manutenzione negli ultimi quattro anni (in condizioni ambientali e di funzionamento normali, meno di quattro anni se le apparecchiature operano in condizioni ambientali e di funzionamento severe).

Lo scopo di **ProDiag Fuse** (soluzione hardware e software proprietaria) è di mitigare i rischi sui sezionatori MT e sulle apparecchiature equipaggiate da fusibili interessate da guasti o derive che possono causare effetti indesiderati.

Il risultato dell'invecchiamento del fusibile è la distruzione dei filamenti che può portare a instabilità termica, scariche parziali, completa distruzione del sezionatore MT, delle apparecchiature o addirittura della cabina elettrica.

Benefici per il cliente

ProDiag Fuse aiuta i clienti a visualizzare, scoprire, conoscere i sezionatori associati a fusibili che sono invecchiati e usurati rispetto le specifiche originali del costruttore.

ProDiag Fuse verifica le prestazioni dei fusibili utilizzati nei quadri di media tensione. Grazie a **ProDiag Fuse**, i responsabili della manutenzione possono implementare, gestire e arricchire i loro piani di manutenzione.

I tecnici Schneider redigono in sito un rapporto completo di conformità o non conformità dei fusibili verificati e impiegati nei quadri di media tensione. Se un fusibile è dichiarato non conforme, Schneider Electric suggerirà un piano correttivo che include la sostituzione dei fusibili per ristabilire le caratteristiche originali dell'impianto in termini di sicurezza e continuità di servizio.

Il cliente può migliorare il suo piano di manutenzione preventiva con queste azioni correttive nel momento più conveniente per ogni apparecchio di Distribuzione Elettrica.

"Valore unico per il cliente rispetto agli strumenti standard di mercato "

Le misure dei parametri elettrici (resistenza, ecc. ...) dei fusibili associati a un sezionatore MT sono rilevati in sito del cliente tramite una specifica apparecchiatura e trasmessi al software di **ProDiag Fuse** in uso al tecnico Schneider Electric. I valori sono confrontati con quelli contenuti nel database dei principali costruttori di fusibili.

L'obiettivo è quello di determinare se le misure registrate sono comprese all'interno dei criteri di accettazione della gamma, al limite o fuori, al fine di determinare la conformità o meno del fusibile verificato.

Come produttore di apparecchiature di distribuzione elettrica, Schneider Electric ha la competenza per sviluppare e investire su specifici strumenti di test, software proprietari, metodologie di prova e raccogliere affidabili misure sui fusibili MT.

ProDiag Fuse misura un maggior numero di parametri rispetto agli strumenti standard di mercato. Esso offre la miglior diagnostica disponibile per i fusibili dei quadri di media tensione.

Scopo Schneider Electric: Fusibili Schneider Electric e quelli dei principali costruttori

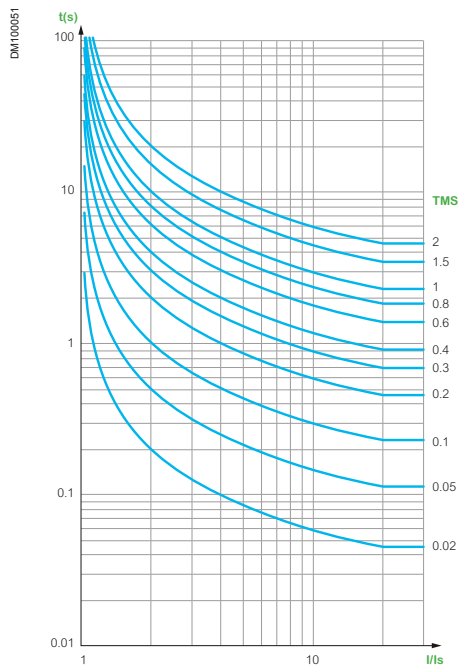
Appendici

Curve d'intervento VIP 400	134
Fusibili Fusarc CF	136

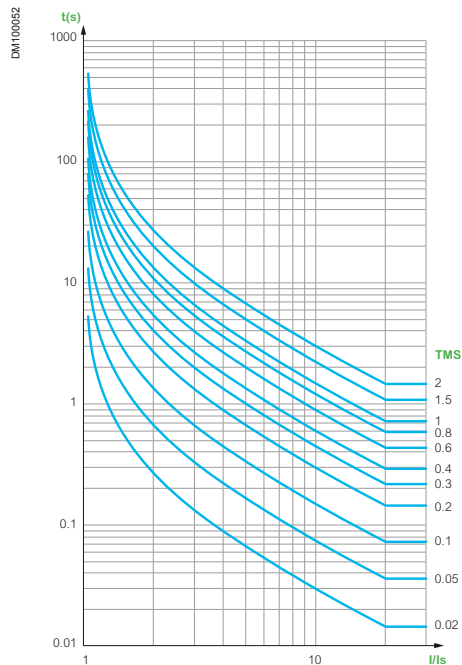
Curve di intervento VIP

Curve di intervento VIP 400

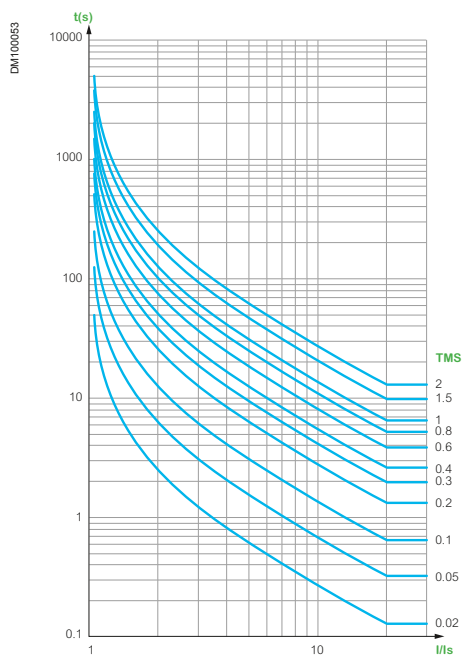
**Curva IEC a Tempo Inverso
(IEC/SIT o IEC/A)**



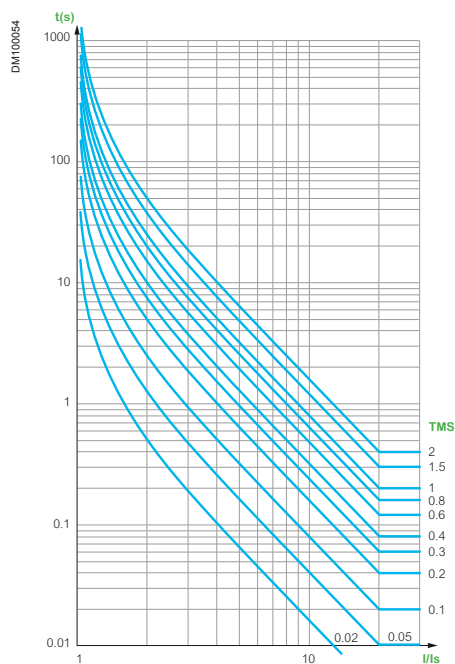
**Curva IEC a Tempo Molto Inverso
(IEC/VIT o IEC/B)**



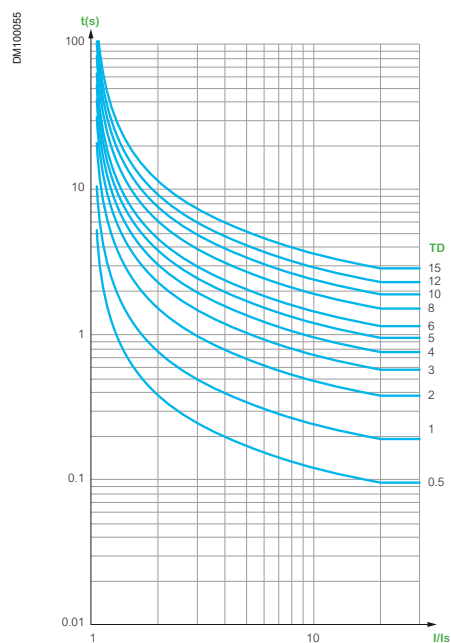
**Curva IEC a Tempo Molto Inverso
(IEC/LTI)**



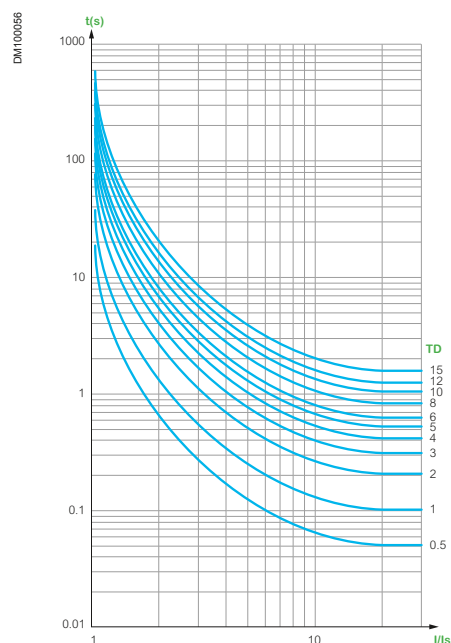
**Curva IEC a Tempo Estremamente Inverso
(IEC/EIT o IEC/C)**



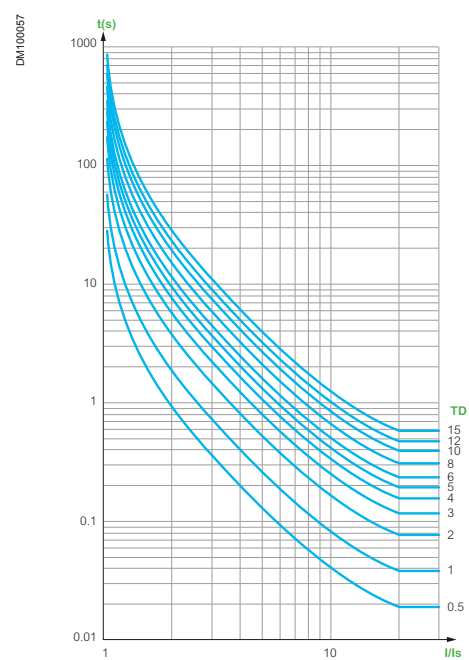
**Curva IEEE a Tempo Moderatamente Inverso
(IEEE/MI o IEC/D)**



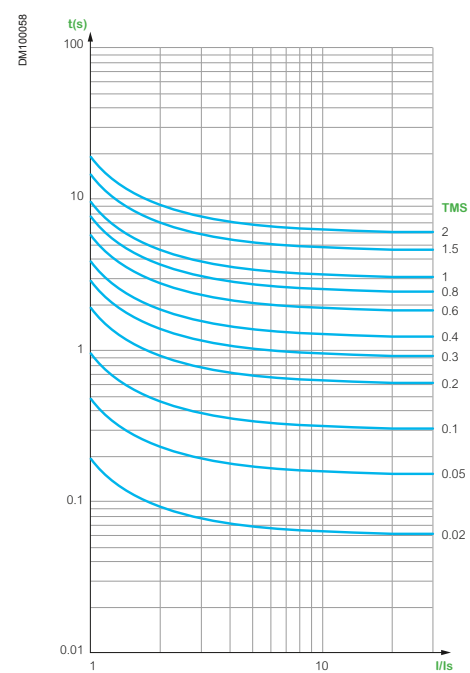
**Curva IEEE a Tempo Molto Inverso
(IEEE/VI o IEC/E)**



**Curva IEEE a Tempo Estremamente Inverso
(IEEE/EI o IEC/F)**



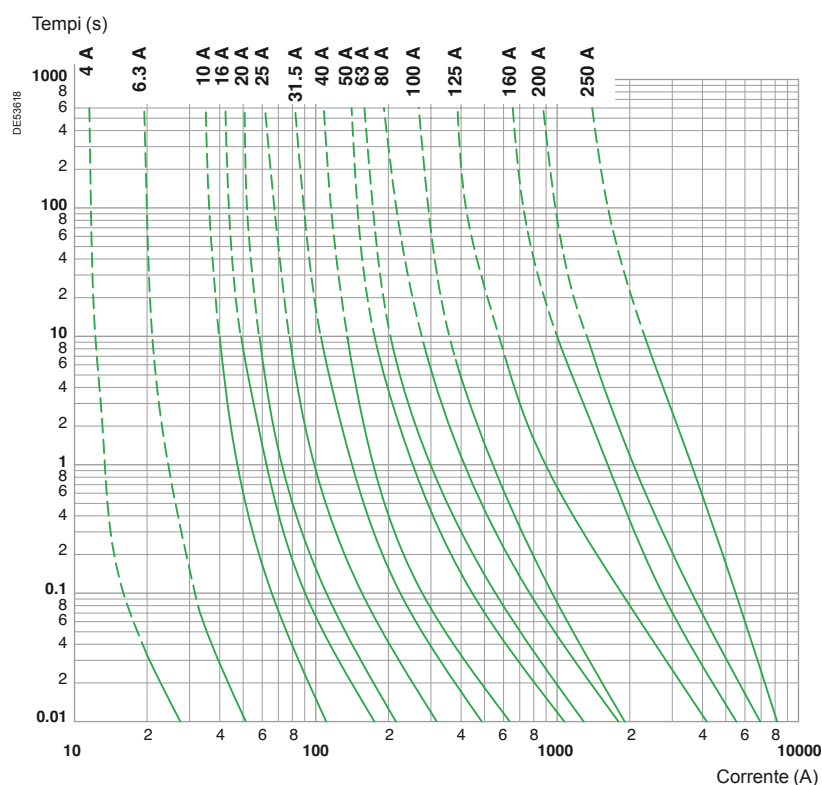
Curva RI



Fusibili Fusarc CF

Curve di fusione e di limitazione

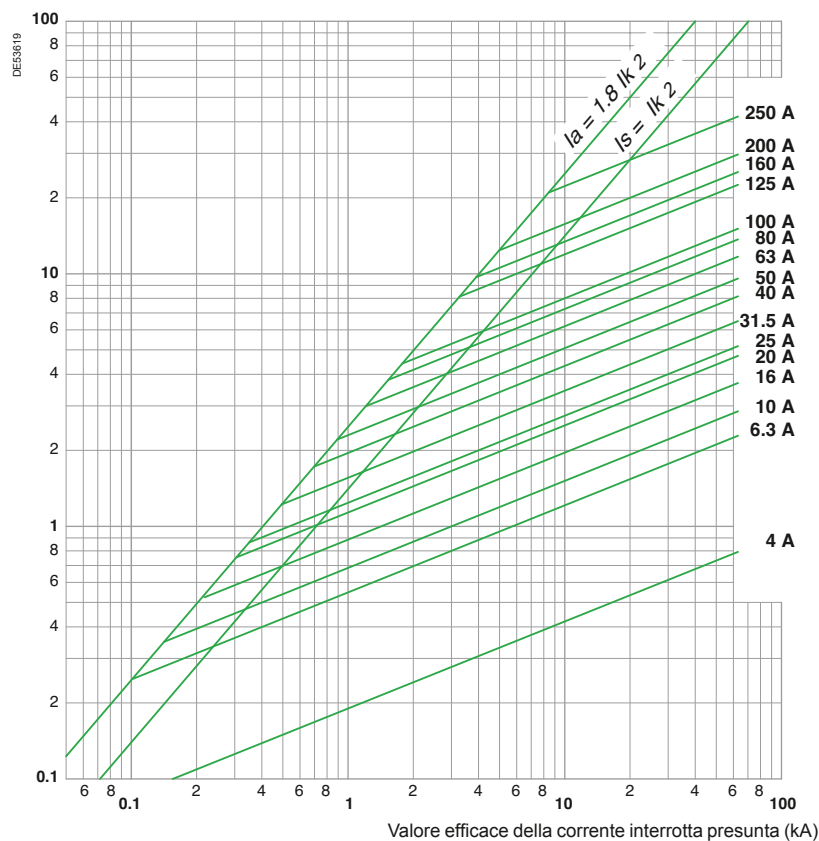
Curva di fusione 3.6 - 7.2 - 12 - 17.5 - 24 - 36 kV



Curva di limitazione 3.6 - 7.2 - 12 - 17.5 - 24 - 36 kV

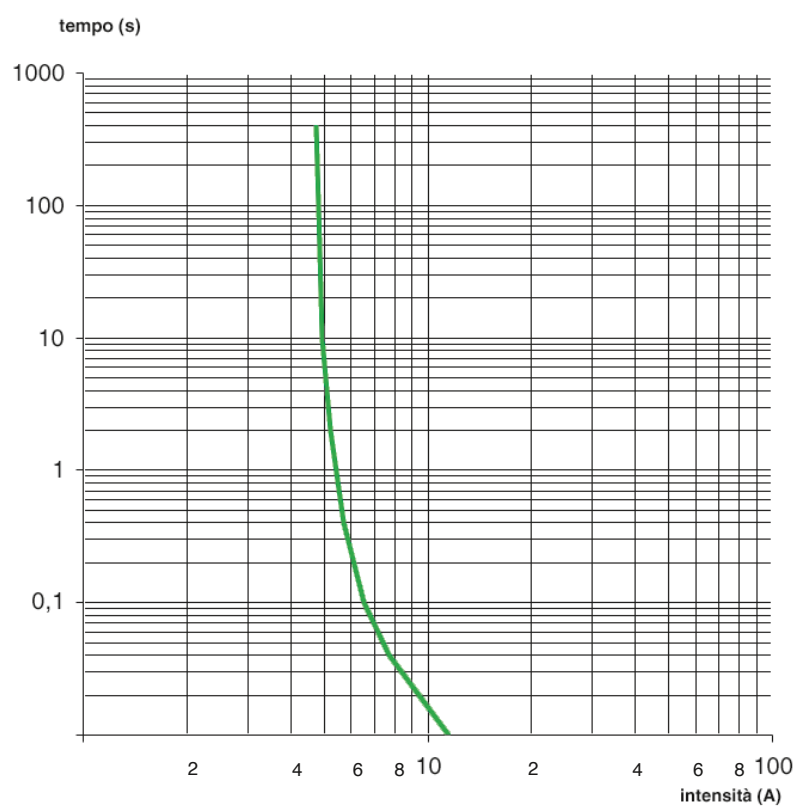
Valore max istantaneo della corrente limitata interrotta (kA picco)

Il diagramma riporta il valore massimo istantaneo della corrente limitata interrotta in funzione del valore efficace della corrente che avrebbe potuto stabilirsi in assenza del fusibile.



Curve di fusione fusibili protezione TV

Curva di fusione Fusarc CF 1A



L'organizzazione commerciale Schneider Electric

Aree

Nord Ovest

- Piemonte (escluse Novara e Verbania)
- Valle d'Aosta
- Liguria (esclusa La Spezia)
- Sardegna

Lombardia Ovest

- Milano, Varese, Como
- Lecco, Sondrio, Novara
- Verbania, Pavia, Lodi

Lombardia Est

- Bergamo, Brescia, Mantova
- Cremona, Piacenza

Nord Est

- Veneto
- Friuli Venezia Giulia
- Trentino Alto Adige

Emilia Romagna - Marche (esclusa Piacenza)

Toscana - Umbria (inclusa La Spezia)

Centro

- Lazio
- Abruzzo
- Molise
- Basilicata (solo Matera)
- Puglia

Sud

- Calabria
- Campania
- Sicilia
- Basilicata (solo Potenza)

Sedi

Via Orbetello, 140
10148 TORINO
Tel. 0112281211 - Fax 0112281311

Via Stephenson, 73
20157 MILANO
Tel. 0299260111 - Fax 0299260325

Via Circonvallazione Est, 1
24040 STEZZANO (BG)
Tel. 0354152494 - Fax 0354152932

Centro Direzionale Padova 1
Via Savelli, 120
35100 PADOVA
Tel. 0498062811 - Fax 0498062850

Via G. di Vittorio, 21
40013 CASTEL MAGGIORE (BO)
Tel. 0517081111 - Fax 051708222

Via Pratese, 167
50145 FIRENZE
Tel. 0553026711 - Fax 0553026725

Via Vincenzo Lamaro, 13
00173 ROMA
Tel. 0672652711 - Fax 0672652777

SP Circumvallazione Esterna di Napoli
80020 CASAVATORE (NA)
Tel. 0817360611 - 0817360601 - Fax 0817360625

Uffici

Centro Val Lerone
Via Val Lerone, 21/68
16011 ARENZANO (GE)
Tel. 0109135469 - Fax 0109113288

Via Gagarin, 208
61100 PESARO
Tel. 0721425411 - Fax 0721425425

Via delle Industrie, 29
06083 BASTIA UMBRA (PG)
Tel. 0758002105 - Fax 0758001603

S.P. 231 Km 1+890
70026 MODUGNO (BA)
Tel. 0805360411 - Fax 0805360425

Via Trinacria, 7
95030 TREMESTIERI ETNEO (CT)
Tel. 0954037911 - Fax 0954037925

Schneider Electric S.p.A.
Sede Legale e Direzione Centrale
Via Circonvallazione Est, 1
24040 STEZZANO (BG)
www.schneider-electric.com




Centro Supporto Cliente
Tel. 011 4073333

Life Is On

Schneider
Electric

In ragione dell'evoluzione delle Norme e dei materiali, le caratteristiche riportate nei testi e nelle illustrazioni del presente documento si potranno ritenere impegnative solo dopo conferma da parte di Schneider Electric.

	<p align="center">COMUNE DI SASSARI</p> <p align="center">PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO MISTO EOLICO-FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 13103,37 kW IN LOCALITA' CAMPANEDDA COMUNE DI SASSARI DENOMINATO "CAMPANEDDA IBRIDO"</p> <p align="center">PD-R13_ DISCIPLINARE TECNICO PRESTAZIONALE</p>	<p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p>
		<p align="center">PD- R13_Disciplinare tecnico prestazionale</p>
		<p align="center">Pag. 338</p>

9. Cabine prefabbricate

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 1 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare

STANDARD BOX DISTRIBUZIONE – STANDARD BOX SATELLITE – STANDARD BOX CLIENTE

Il presente documento è di proprietà intellettuale della società e-distribuzione S.p.A.; ogni riproduzione o divulgazione dello stesso dovrà avvenire con la preventiva autorizzazione della suddetta società la quale tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

This document is intellectual property of e-distribuzione S.p.A.; reproduction or distribution of its contents in any way or by any means whatsoever is subject to the prior approval of the above mentioned company which will safeguard its rights under the civil and penal codes.

Edizione	Data	Natura della modifica
07.1	10/02/2012	Errata Corrige: Modifiche redazionali Introdotta Sistema passacavi da parete per cavi antenne
08	15/09/2016	<p>Riduzione dimensione del foro a pavimento per quadri MT compatti in SF₆</p> <p>Introduzione altezza massima box</p> <p>Rimozione dalla dotazione di cabina dei passacavi</p> <p>Introduzione specifiche tecniche aggiornate/di nuova edizione DS918 - DS920 – DY3021</p> <p>Introduzione nella dotazione di cabina dell'armadio rack (DY3005) e del supporto QBT (DS3055)</p> <p>Modifica della dimensione del sistema passacavo per cavi temporanei</p> <p>Introduzione disegno costruttivo telaio per quadri BT con fissaggio sia inferiore che superiore</p> <p>Introduzione inserti per fissaggio quadro rack</p> <p>Introduzione prove di tipo e accettazione sullo spessore zincatura telaio per quadri BT</p> <p>Introduzione della verifica di isolamento degli elementi metallici accessibili dall'esterno</p> <p>Introduzione prova di accettazione provini cls</p> <p>Introduzione prova sclerometrica non distruttiva del cls indurito</p> <p>Introduzione richiesta di certificato di conformità impianto elettrico (D.M. 22 gennaio 2008, n.37)</p> <p>Introduzione della documentazione di tipo C "cabine box da terzi"</p>
09	Settembre 2021	<p>Adeguamento al D.M. 17 gennaio 2018</p> <p>Introduzione Standard Box Satellite</p> <p>Introduzione Standard Box Cliente</p> <p>Introduzione Standard Box Cliente Rid</p> <p>Introduzione impiego cls fibrorinforzato</p> <p>Adeguamento normativa CPR per cavi impianto elettrico</p> <p>Adeguamento alla UNI EN ISO 1461 per elementi zincati</p> <p>Introduzione lampada di emergenza</p> <p>Introduzione tavolino</p> <p>Introduzione pittura pavimento</p>

	Emissione	Collaborazioni	Verifiche	Approvazione
Unità	DIS-ESM-PCS-STD		DIS-ESM-PCS-STD	DIS-ESM-PCS
	S. Di Cesare		L. Giansante	G. Valtorta

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 2 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>



**STANDARD BOX DISTRIBUZIONE
STANDARD BOX CLIENTE RID**



STANDARD BOX SATELLITE



STANDARD BOX CLIENTE

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 3 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

Descrizione	Tipologia	Matricola
Standard Box Distribuzione con porte vetroresina	DG2061/1	227280
Standard Box Distribuzione con porte acciaio zincato	DG2061/2	227282
Standard Box Distribuzione con porte acciaio inox	DG2061/3	227283
Standard Box Satellite con porte vetroresina	DG2061/4	220015
Standard Box Satellite con porte acciaio zincato	DG2061/5	220014
Standard Box Satellite con porte acciaio inox	DG2061/6	220012
Standard Box Cliente con porte vetroresina	DG2061/7	220008
Standard Box Cliente con porte acciaio zincato	DG2061/8	220003
Standard Box Cliente con porte acciaio inox	DG2061/9	220002
Standard Box Cliente Rid con porte vetroresina	DG2061/10	220011
Standard Box Cliente Rid con porte acciaio zincato	DG2061/11	220010
Standard Box Cliente Rid con porte acciaio inox	DG2061/12	220009

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 4 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

INDICE

1. SCOPO DELLE PRESCRIZIONI	8
2. CAMPO DI APPLICAZIONE	8
3. NORME E PRESCRIZIONI RICHIAMATE NEL TESTO	8
4. CARATTERISTICHE TECNICHE ED ELEMENTI COSTRUTTIVI COMUNI	10
4.1 ALLESTIMENTI ELETTROMECCANICI	11
4.2 LAYOUT	13
4.2.1 Standard Box Distribuzione	13
4.2.2 Standard Box Satellite	14
4.2.3 Standard Box Cliente	15
4.2.4 Standard Box Cliente Rid	16
4.3 Caratteristiche strutturali	17
4.3.1 Verifiche strutturali	17
4.3.2 Caratteristiche dei materiali	19
4.4 Copertura	20
4.5 Sistema di ventilazione	20
4.6 Pareti	21
4.6.1 Pareti Standard Box Distribuzione	21
4.6.2 Pareti Standard Box Satellite	22
4.6.3 Pareti Standard Box Cliente	23
4.6.4 Pareti Standard Box Cliente Rid	23
4.7 Pavimento	23
4.7.1 Pavimento Standard Box Distribuzione	23
4.7.2 Pavimento Standard Box Satellite	24
4.7.3 Pavimento Standard Box Cliente	24
4.7.4 Pavimento Standard Box Cliente Rid	25
4.8 Basamento	25

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 5 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

4.8.1 Basamento Standard Box Distribuzione	25
4.8.2 Basamento Standard Box Satellite	26
4.8.3 Basamento Standard Box Cliente	26
4.8.4 Basamento Standard Box Cliente Rid	26
4.9 Finiture	26
4.10 Impianto elettrico di illuminazione e servizi ausiliari	27
4.10.1 Impianto elettrico di illuminazione e servizi ausiliari Standard Box Distribuzione	27
4.10.2 Impianto elettrico di illuminazione e servizi ausiliari Standard Box Satellite	28
4.10.3 Impianto elettrico di illuminazione e servizi ausiliari Standard Box Cliente	28
4.10.4 Impianto elettrico di illuminazione e servizi ausiliari Standard Box Cliente Rid	28
4.11 Impianto di messa a terra	29
4.12 Targa identificazione e schema di sollevamento	30
4.13 Dotazioni di cabina	30
4.13.1 Dotazioni di cabina Standard Box Distribuzione	30
4.13.2 Dotazioni di cabina Standard Box Satellite	35
4.13.3 Dotazioni di cabina Standard Box Cliente	35
4.13.4 Dotazioni di cabina Standard Box Cliente Rid	36
5. PROVE	38
5.1 Prove di tipo	38
5.1.1 Esame a vista	38
5.1.2 Verifica dimensionale	39
5.1.3 Verifica delle caratteristiche del calcestruzzo e dell'acciaio	39
5.1.4 Verifica della resistenza meccanica degli inserti	40
5.1.5 Verifica delle connessioni di terra	40
5.1.6 Verifica di isolamento degli elementi metallici accessibili dall'esterno	40

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 6 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

5.1.7	Verifica del comportamento del box durante la fase di sollevamento	40
5.1.8	Prova di carico statico sul pavimento della cabina	41
5.1.9	Prova di carico statico sulla plotta di copertura del vano di accesso al basamento	42
5.1.10	Prova di carico statico sulla plotta del vano misure (per Standard Box Cliente e Standard Box Cliente Rid)	43
5.1.11	Verifica del grado di protezione esterno	43
5.1.12	Verifica contenimento eventuale fuoriuscita olio	43
5.1.13	Verifica dello spessore della zincatura a caldo del telaio quadro BT	43
5.2	Prove di accettazione	44
5.2.1	Controllo della corrispondenza costruttiva al prototipo approvato	44
5.2.2	Verifica delle caratteristiche del calcestruzzo e dell'acciaio utilizzato sulla scorta di prove eseguite presso Laboratori Ufficiali	44
5.2.3	Verifica della resistenza meccanica degli inserti	45
5.2.4	Verifica delle connessioni di terra	45
5.2.5	Verifica isolamento degli elementi metallici accessibili dall'esterno	45
5.2.6	Verifica dello spessore della zincatura a caldo del telaio quadro BT	45
6.	FORNITURA ED OTTENIMENTO TCA (TECHNICAL CONFORMITY ASSESSMENT)	45
7.	ESECUZIONE DELLE PROVE	45
8.	RIPETIZIONE DELLE PROVE DI TIPO	46
9.	DOCUMENTAZIONE TCA	46
9.1	Documentazione avvio iter TCA	46
9.2	Dossier di TCA	46
9.2.1	Documentazione di tipo A	47
9.2.2	Documentazione di tipo B	48
9.2.3	Documentazione di tipo C (fornitura terzi)	48
9.3	Attestazione finale ottenimento TCA	48

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 7 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

10. DOCUMENTAZIONE MANUFATTI CEDUTI AD E-DISTRIBUZIONE DA TERZI	48
11. TRASPORTO	49
12. MONTAGGIO	49
13. GARANZIE	49
14. ELABORATI ARCHITETTONICI E PARTICOLARI COSTRUTTIVI	50
14.1 Standard box	50
14.2 Standard Box Satellite	71
14.3 Standard box Consegna Cliente	75
14.4 Standard box Consegna Cliente Rid	83

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 8 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

1. SCOPO DELLE PRESCRIZIONI

Le presenti prescrizioni hanno lo scopo di definire le caratteristiche geometriche e costruttive dei seguenti prefabbricati in c.a.:

- Standard Box Distribuzione per la trasformazione MT/BT;
- Standard Box Satellite per l'ampliamento del quadro MT di cabina primaria;
- Standard Box Cliente per la connessione di clienti MT alla rete elettrica e-distribuzione;
- Standard Box Cliente Ridotto per la connessione di clienti MT alla rete elettrica e-distribuzione.

Altresì il presente documento definisce le modalità di esecuzione delle prove per la verifica delle caratteristiche tecniche e gli adempimenti a cui sono soggette le forniture in opera dei suddetti prefabbricati.

2. CAMPO DI APPLICAZIONE

Le presenti prescrizioni si applicano ai box prefabbricati in calcestruzzo armato per apparecchiature elettriche, valide per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.

Per altitudini superiori dovranno essere eseguite progettazioni strutturali ad hoc secondo le norme vigenti.

3. NORME E PRESCRIZIONI RICHIAMATE NEL TESTO

Leggi e D.M.

- Legge 5 Novembre 1971 n. 1086: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"
- Legge 2 Febbraio 1974 n. 64: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
- D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380: "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia"
- D.M. 17 gennaio 2018: NTC 2018 "Norme tecniche per le costruzioni"
- D.M. 22 gennaio 2008, n.37: "Disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno di edifici"
- D.M. 19 maggio 2010: modifica degli allegati al D.M. 22 gennaio 2008, n.37
- Regolamento Europeo UE 305/2011 – Regolamento prodotti da costruzione - CPR
- Norma UNI EN ISO 1461: "Zincatura a caldo"

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 9 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

- Norma CEI EN 60529: “Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)”
- Norma UNI EN 12504-2:2001: “Prove non distruttive su cls”
- Norma EN 10088-1: 2005: “Lista degli acciai inossidabili”
- Norma CEI EN 50522:2011-07: “Messa a terra di impianti con tensione superiore a 1 kV”
- Scala RAL-F2: “Reichsausschuss für Lieferbedingungen” - Scala di colori

Specifiche tecniche:

- Specifiche tecniche DS918 – DS919 – Porte metalliche/VTR
- Specifiche tecniche DS926 – DS927 – Finestre metalliche/VTR
- Specifica tecnica DS988 – Serratura porta
- Specifica tecnica GSCL001 – Quadro Servizi Ausiliari
- Specifica tecnica DY3021 – Lampade
- Specifica tecnica GSCL003 – Interruttori automatici BT
- Specifica tecnica GST001 – Trasformatori
- Specifica tecnica GSM001 – Quadri MT con IMS
- Specifica tecnica GSCM004 – Quadri MT con ICS
- Specifica tecnica GSCL002 – Quadri BT
- Specifica tecnica DS3055 – Telaio supporto Quadri BT
- Specifica tecnica DY3005/1 – Rack
- Specifica tecnica DS920 – Passacavi
- Specifiche tecniche DC1003 – Conduttore a corda di rame
- Specifiche tecniche DM915 – Morsetto portante per conduttore di terra
- Specifiche tecniche DM1203 – Morsetto bifilare a compressione
- Specifiche tecniche DM1204 – Capocorda a compressione
- Specifiche tecniche DR1015 – Paletto in ferro in profilato d'acciaio
- Specifiche tecniche DR1020 – Capocorda a compressione diritto
- Specifiche tecniche DR1040 – Dispersori di terra componibili di profondità
- Documento GSCG002 – Technical Conformity Assessment - TCA

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 10 di 90
	Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare. STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE	DG2061 Ed.09 del Settembre 2021

4. CARATTERISTICHE TECNICHE ED ELEMENTI COSTRUTTIVI COMUNI

I manufatti prefabbricati DG2061 devono essere costruiti secondo quanto prescritto dalla Legge 5 Novembre 1971 n.1086 “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”, dalla Legge n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche", dal D.M. 17 gennaio 2018 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti “Norme tecniche per le Costruzioni”.

I manufatti prefabbricati DG2061 devono essere realizzati da elementi componibili prefabbricati in calcestruzzo armato vibrato o a struttura monoblocco, tali da garantire pareti interne lisce senza nervature e una superficie interna costante lungo tutte le sezioni orizzontali.

Il calcestruzzo utilizzato per la realizzazione degli elementi costituenti i box deve essere additivato con fluidificanti-impermeabilizzanti al fine di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità.

I manufatti realizzati devono assicurare verso l'esterno un grado di protezione IP 33 Norme CEI EN 60529. A tale scopo le porte e le finestre utilizzate devono essere del tipo omologato e-distribuzione.

Tutte le cabine, indipendentemente dalla tipologia costruttiva, devono poter essere sollevate complete di apparecchiature ad eccezione del trasformatore.

Per completare il montaggio del manufatto DG2061 e per l'ingresso cavi, deve essere realizzato un basamento prefabbricato (basamento raccolta olio) da interrare in opera, come definito nel § 4.8 e nelle figure del §14, ai quali si rimandano per ogni ulteriore dettaglio dimensionale o costruttivo. Gli elementi metallici, come serramenti, porte e finestre accessibili dall'esterno, non devono essere collegati all'impianto di terra in applicazione del provvedimento M1.1. della norma CEI EN 50522.

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 11 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

4.1 Allestimenti elettromeccanici

	STANDARD BOX DISTRIBUZIONE		STANDARD BOX SATELLITE
Dimensioni interne in mm	5530 x 2300 x 2300/2600 (LxPxH)		6520 x 2300 x 2300/2600 (LxPxH)
Impiego Tipico	Sezionamento di reti in cavo sotterraneo e/o trasformazione		Estensione quadro MT di Cabina Primaria
Max n. linee MT	4		6
Tipologie quadri MT	Quadri isolati in SF ₆ (GSM001)	Quadri isolati in SF ₆ (GSCM004)	Quadri isolati in SF ₆ (GSCM004)
Configurazioni linee MT e trasformatore	2LE+1T (L=1400 mm) 3LE+1T (L=1750 mm) 3LE (L=1050 mm) 4LE+1T (L=2100 mm) 4LE (L=1750 mm)	1T+2CBL (L=1500 mm) 1T+3CBL (L=1950 mm) 3CBL (L=1350 mm) 1T+4CBL (L=2400 mm) 4CBL (L=1800 mm)	1T+2CBL (L=1500 mm) 1T+3CBL (L=1950 mm) 3CBL (L=1350 mm) 1T+4CBL (L=2400 mm) 4CBL (L=1800 mm)
Max n. linee BT	8		2
Taglie interruttori BT	125-250-350-630 A (GSCL003)		125 A (GSCL003)
Potenza Trasformatore	160-250-400-630 kVA (GST001)		160 kVA (GST001)
Tipologie telai BT	Rack servizi ausiliari (DY3005 + GSCL001)		Stazione di energia (DV7077 + DV970) + TPT (DMI B 000002) + Rack servizi ausiliari (DY3005 + GSCL001)

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 12 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

	STANDARD BOX CLIENTE		STANDARD BOX CLIENTE RID	
Dimensioni interne in mm	6520 x 2300 x 2300/2600 (LxPxH)		5530 x 2300 x 2300/2600 (LxPxH)	
Impiego Tipico	Connessione di clienti MT alla rete elettrica e-distribuzione			
Max n. linee MT	3			
Tipologie quadri MT	Quadri isolati in SF ₆ (GSM001/GSCM004)		Quadri isolati in SF ₆ (GSM001/GSCM004)	
Configurazioni linee MT e trasformatore	3LE+1T+1M (L=2450 mm)	3LE+1M+1AT (L=2100 mm) 4LE+1M+1AT (L=2650 mm) 3CBL+1M+1AT (L=2400 mm) 4CBL+1M+1AT (L=2850 mm)	3LE+1T+1M (L=2450 mm)	3LE+1M+1AT (L=2100 mm) 4LE+1M+1AT (L=2650 mm) 3CBL+1M+1AT (L=2400 mm) 4CBL+1M+1AT (L=2850 mm)
	3LE+1M+1AT (L=2100 mm)		3LE+1M+1AT (L=2100 mm)	
	4LE+1T+1M (2900 mm)		4LE+1T+1M (2900 mm)	
	4LE+1M+1AT (L=2650 mm)		4LE+1M+1AT (L=2650 mm)	
	1T+3CBL+1M (L=2650 mm)		1T+3CBL+1M (L=2650 mm)	
	3CBL+1M+1AT (L=2400 mm)		3CBL+1M+1AT (L=2400 mm)	
	4CBL+1M+1AT (L=2850 mm)		4CBL+1M+1AT (L=2850 mm)	
Max n. linee BT	8		-	
Taglie interruttori BT	125-250-350-630 A (GSCL003)		-	
Potenza Trasformatore	160-250-400-630 kVA (GST001)		-	
Tipologie telai BT	Rack servizi ausiliari (DY3005 + GSCL001)			

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 13 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

4.2 Layout

4.2.1 Standard Box Distribuzione

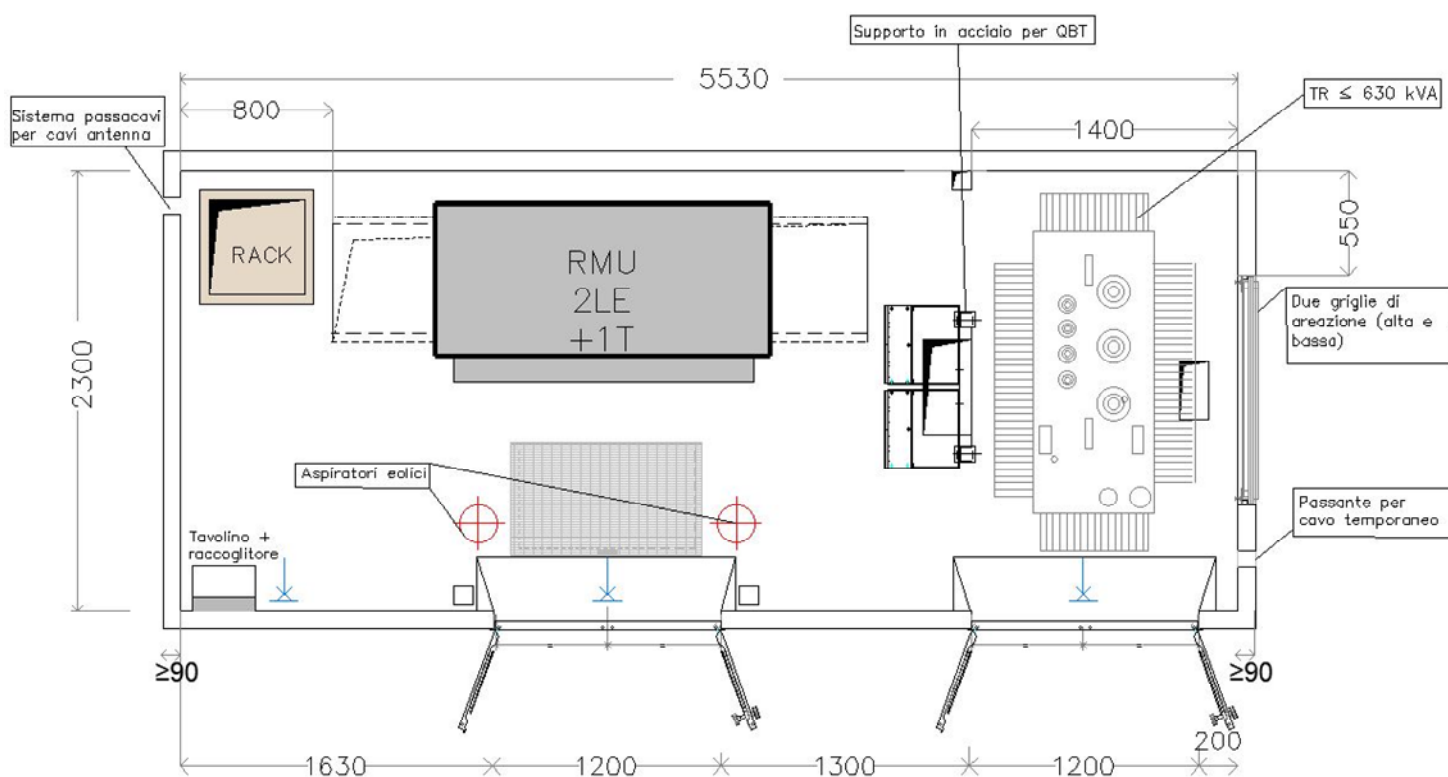


Figura 1 - Pianta dimensionale e funzionale Standard Box Distribuzione (esempio installazione RMU 2LE+1T) – Ulteriori dimensioni nel §14.1

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 14 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

4.2.2 Standard Box Satellite

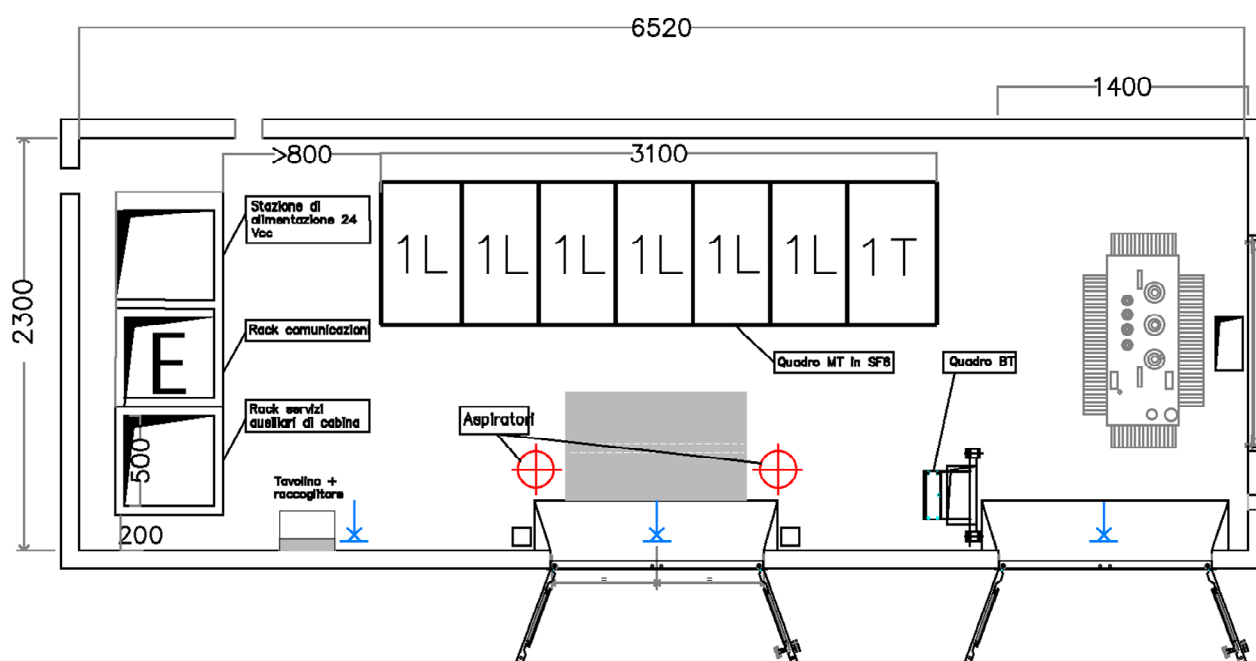


Figura 2 - Pianta dimensionale e funzionale Standard Box Satellite – Ulteriori dimensioni nel §14.2

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 15 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

4.2.3 Standard Box Cliente

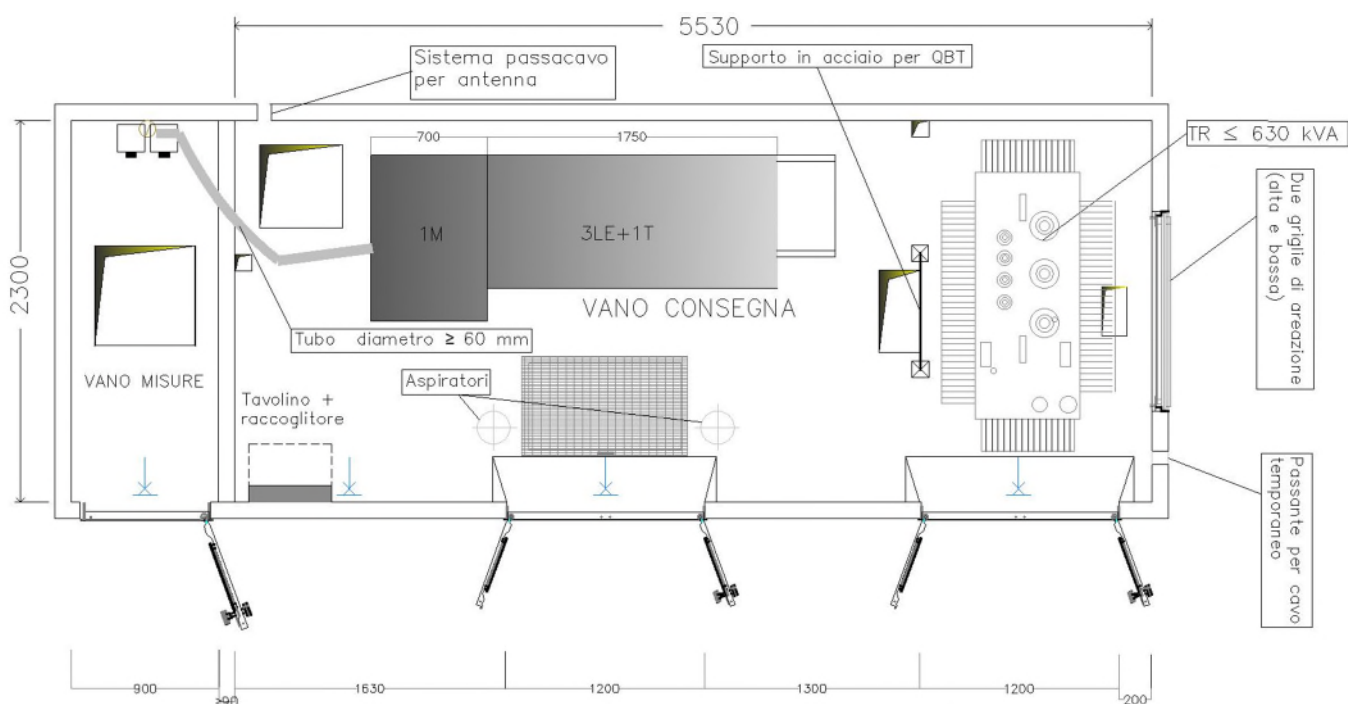


Figura 3 - Pianta dimensionale e funzionale Standard Box Cliente – Ulteriori dimensioni nel §14.3

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 16 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

4.2.4 Standard Box Cliente Rid

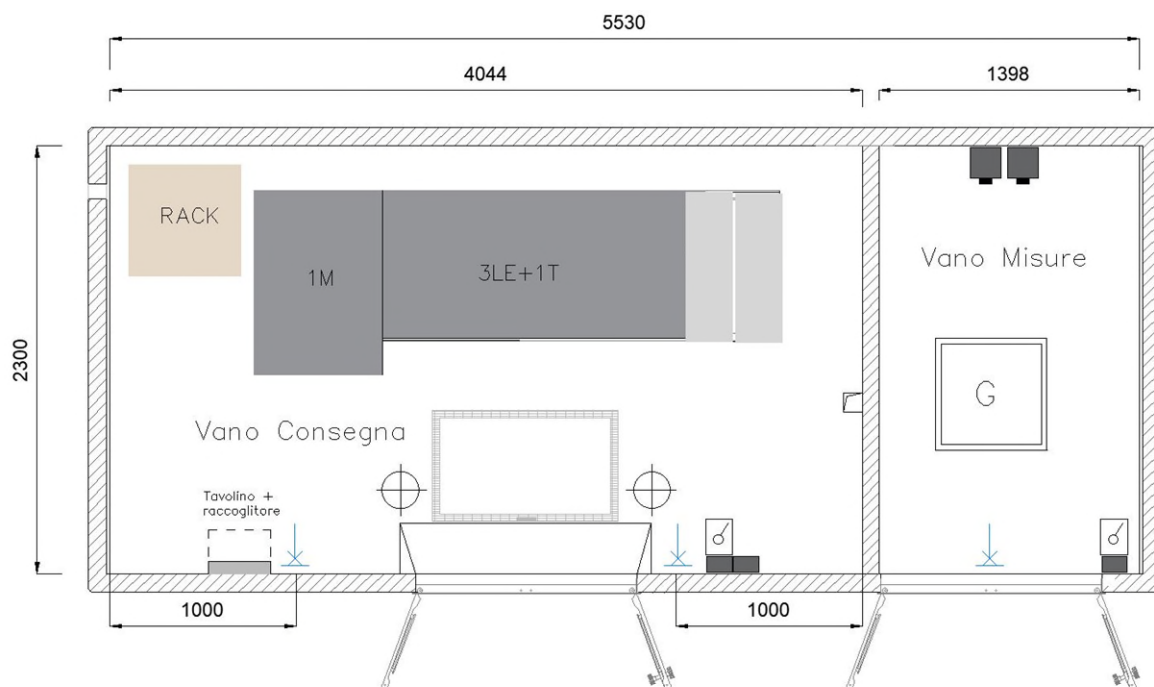


Figura 4 - Pianta dimensionale e funzionale Standard Box Cliente Rid – Ulteriori dimensioni nel §14.4

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 17 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

4.3 Caratteristiche strutturali

4.3.1 Verifiche strutturali

Di seguito la definizione delle azioni sulla costruzione da considerare nel progetto in merito ai carichi di neve e vento ed all'azione sismica e le caratteristiche dei materiali (calcestruzzo e acciaio d'armatura) da impiegare.

I carichi da considerare nel progetto della struttura sono:

- pressione del vento pari a $p=190 \text{ daN/m}^2$, corrispondente ai seguenti parametri: altitudine 1000 m s.l.m.m.; macrozonazione: zona 4; periodo di ritorno: $T_R=50$ anni.
- carico neve sulla copertura pari a $q_{sd}=480 \text{ daN/m}^2$ (carico neve $q_{SK} = 320 \text{ daN/mq}$) corrispondente ai seguenti parametri: altitudine 1000 m s.l.m.m.; macrozonazione: zona I; periodo di ritorno: $T_R=50$ anni; coefficiente di esposizione: $C_E=1,0$ (topografia normale); coefficiente di forma: $\mu_i=0,8$ (copertura piana).
- azione sismica; per quanto concerne la valutazione dell'azione sismica, a seconda delle modalità costruttive adottate, si possono impiegare diverse metodologie di calcolo.

Nel caso di metodo di analisi lineare, gli spettri di progetto elastici di base, da utilizzare per la definizione delle azioni sismiche, saranno quelli derivanti dai seguenti parametri:

Vita Nominale(Anni)	50 anni
Classe d'uso	II
Categoria sottosuolo	D
Coefficiente amplificazione topografica	1,4
Lat. (ED50)	37,11972° N
Long. (ED50)	14,93992° E

Per la definizione dello spettro di progetto allo SLV, è possibile assumere uno dei seguenti comportamenti strutturali ai sensi del par. 7.2.2 del DM 17 gennaio 2018:

- Comportamento non dissipativo.

Il fattore di comportamento q non potrà essere superiore a 1,5 e comunque dovrà rispettare quanto riportato nell'espressione [7.3.2] del DM 17 gennaio 2018.

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 18 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

In accordo al par. 7.4.1 del DM 17 gennaio 2018, le verifiche devono essere condotte secondo il capitolo 4.1 dello stesso, senza alcun requisito aggiuntivo, a condizione che in nessuna sezione si superi il momento resistente massimo in campo sostanzialmente elastico, come definito al par. 4.1.2.3.4.2 del DM.

Devono inoltre essere applicate le regole generali contenute nel paragrafo 7.4.5 del DM 17 gennaio 2018.

- Comportamento strutturale dissipativo.

La struttura dovrà essere progettata considerando la classe di duttilità Bassa. Il fattore di comportamento dovrà essere definito dal progettista in accordo al par. 7.3.1 del DM 17 gennaio 2018.

In accordo al par. 7.4.1 del DM 17 gennaio 2018 la struttura dovrà essere concepita e dimensionata in modo tale che, sotto l'azione sismica relativa allo SLV, essa dia luogo alla formazione di un meccanismo dissipativo stabile fino allo SLC, nel quale la dissipazione sia limitata alle zone a tal fine previste. La capacità delle membrature e dei collegamenti deve essere valutata in accordo con le regole dei paragrafi. dal 7.1 al 7.3 del DM 17 gennaio 2018, integrate dalle regole di progettazione e di dettaglio descritte dai paragrafi. dal 7.4.4 al 7.4.6 del DM.

In accordo al par. 7.4.5 del DM 17 gennaio 2018, vale inoltre in ogni caso che:

- per la trasmissione di forze orizzontali tra parti della struttura non è mai consentito confidare sull'attrito conseguente ai carichi gravitazionali, salvo in presenza di dispositivi espressamente progettati per tale scopo.
- I dispositivi meccanici di collegamento tra gli elementi strutturali (nonché quelli impiegati per il sollevamento del box) dovranno essere qualificati secondo le procedure di cui al par. 11.8 del DM 17 gennaio 2018. In particolare, come disposto al par. C11.8.6 della Circolare n.7 del 21 gennaio 2019, devono essere dotati di Marcatura CE nel caso esista una norma europea armonizzata o di un "Certificato di Valutazione Tecnica". Per i dispositivi meccanici di collegamento, dove non esiste una norma europea armonizzata e nelle more dell'emanazione di apposita Linea Guida per il rilascio del Certificato di Valutazione Tecnica da parte del CSLLPP, è possibile far realizzare tali elementi da appositi centri di trasformazione dotati di certificato CE ai sensi delle norme armonizzate UNI EN 1090-1 ovvero di apposita denuncia di attività rilasciata dal STC.

d) sollecitazioni dovute al sollevamento ed al trasporto del box completo di apparecchiature (escluso il trasformatore).

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 19 di 90
	Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare. STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE	DG2061 Ed.09 del Settembre 2021

e) carichi mobili e permanenti sul pavimento della cabina come da prove indicate nel § 5.1.8.

Per quanto concerne la valutazione del copriferro occorre considerare un ambiente aggressivo e quindi determinarlo seguendo i criteri di cui al prospetto seguente (Circolare 21 Gennaio 2019, n 7):

		Barre da c.a. Elementi a piastra		Barre da c.a. Altri elementi		Cavi da c.a.p. Elementi a piastra		Cavi da c.a.p. Altri elementi	
C _{min}	C ₀	C ≥ C ₀	C _{min} ≤ C ≤ C ₀	C ≥ C ₀	C _{min} ≤ C ≤ C ₀	C ≥ C ₀	C _{min} ≤ C ≤ C ₀	C ≥ C ₀	C _{min} ≤ C ≤ C ₀
C28/35	C40/50	25	30	30	35	35	40	40	45

Le verifiche strutturali saranno eseguite secondo le prescrizioni delle vigenti Norme per le costruzioni in calcestruzzo armato in zona sismica, nelle condizioni più conservative. In caso di richiesta di installazione dei manufatti in particolari siti, con azione del vento e composizione geologica al di fuori dei parametri sopra descritti, verrà richiesto un calcolo ad hoc secondo le Norme vigenti.

4.3.2 Caratteristiche dei materiali

Il calcestruzzo utilizzato deve essere conforme alla Norma Europea UNI-EN 206-1 con i requisiti sottoelencati:

- classe di resistenza a compressione C32/40;
- classe di esposizione (UNI11104) XC4;
- diametro massimo aggregato 20 mm;
- classe di contenuto in cloruri Cl 0,40;
- rapporto acqua/cemento max 0.60

Le armature devono avere i requisiti sottoelencati:

- barre ad aderenza migliorata B450C saldabile;
- rete e tralicci elettrosaldati B450A o B450C.

Nel caso di struttura a pannelli la realizzazione dell'unione ed i collegamenti fra elementi prefabbricati deve essere conforme al p.to 4.1.10.5.2 del D.M. 17 Gennaio 2018.

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 20 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

Nel caso di impiego di calcestruzzo fibrorinforzato (FRC), come stabilito dal §11.2.12 del D.M. 17 Gennaio 2018 e successivamente come da precisazione del S.T.C del Consiglio Superiore dei LL.PP., è possibile impiegare per uso non strutturale un quantitativo di fibre al di sotto della soglia indicata (0.3% in volume) al fine di migliorare le fasi di scassero e di limitare la formazione delle microfessurazioni.

L'impiego delle fibre comporta comunque l'obbligo del rispetto della vigente normativa del settore, ed in presenza di norme armonizzate, il possesso della marcatura CE per le fibre stesse. A tal fine è inoltre necessario che la produzione di tale calcestruzzo fibrorinforzato ad uso non strutturale avvenga all'interno di un sistema opportunamente calibrato con un processo industrializzato dotato di idonei impianti.

I Costruttori che intendono produrre le cabine in oggetto dovranno presentare in sede di TCA tutta la documentazione attestante quanto sopra descritto.

4.4 Copertura

La copertura deve essere opportunamente ancorata alla struttura e garantire un coefficiente medio di trasmissione del calore minore di $3,1 \text{ W/}^\circ\text{C m}^2$.

La copertura sarà a due falde - lati corti - ed avrà una pendenza del 2% su ciascuna falda e dovrà essere dotata per la raccolta e l'allontanamento dell'acqua piovana, sui lati lunghi, di due filari di canalette in VTR di spessore di 3 mm.

La copertura deve essere inoltre protetta da un idoneo manto impermeabilizzante prefabbricato costituito da membrana bitume-polimero, flessibilità a freddo -10° C , armata in filo di poliestere e rivestita superiormente con ardesia, spessore 4 mm (esclusa ardesia), che sormonta la canaletta.

La copertura stessa, fermo restando le altre caratteristiche geometriche e meccaniche, potrà essere fornita a una/due falde con pendenza come richiesto dalle Autorità competenti – Comuni, Sovrintendenze Beni Culturali ed ambientali etc. - prevedendo un rivestimento in cotto o laterizio (coppi o tegole) oppure in pietra naturale o ardesia. Il costruttore dovrà redigere un progetto ad hoc, timbrato e firmato da un progettista iscritto all'albo, sottoporlo all'approvazione dell'e-distribuzione territoriale e presentarlo all'Amministrazione Regionale competente per territorio.

4.5 Sistema di ventilazione

Sulla copertura dovranno essere installati due aspiratori eolici in acciaio inox, del tipo con cuscinetto a bagno d'olio, posizionati come indicato nelle fig.1-2-3-4.

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 21 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

L'acciaio inox deve essere del tipo AISI 304 (acciaio al Cr-Ni austenitico) come da UNI EN 10088-1:2005.

Gli aspiratori devono avere un diametro minimo di 250 mm e devono essere dotati di rete antinsetto di protezione removibile con maglia 10 mm x 10 mm e di un sistema di bloccaggio antifurto; ad installazione avvenuta, devono garantire una adeguata protezione contro l'introduzione di corpi estranei e la penetrazione di acqua.

Oltre agli aspiratori eolici, la ventilazione all'interno del box è integrata da due finestre di aerazione in resina o in acciaio (DS 927 – DS 926).

Gli aspiratori eolici e le finestre di aerazione devono essere isolati elettricamente dall'impianto di terra (come da CEI EN 50522:2011-07) e dall'armatura incorporata nel calcestruzzo. La prova d'isolamento va effettuata durante la verifica di isolamento degli elementi metallici accessibili dall'esterno (§ 5.1.6/5.2.5).

4.6 Pareti

4.6.1 Pareti Standard Box Distribuzione

Le pareti devono essere realizzate in conglomerato cementizio vibrato, adeguatamente armate di spessore non inferiore a 9 cm.

L'armatura e lo spessore dovranno essere quelli previsti D.M. 17 Gennaio 2018; in particolare si dovrà prevedere una doppia armatura.

Durante la fase di getto, posizionati come indicato negli elaborati grafici, devono essere incorporati gli inserti di acciaio, necessari per il fissaggio della struttura di sostegno dei quadri BT (sia a pavimento che a copertura), per il fissaggio del quadro rack e per l'impianto di messa a terra.

Tali inserti, chiusi sul fondo, devono essere saldati alla struttura metallica e facenti filo con la superficie della parete, del pavimento o della copertura.

Gli inserti devono avere la filettatura ben pulita, ingrassati e corredati di tappi in plastica.

Non devono essere effettuati fori per eventuali fissaggi tramite tasselli alle pareti, in modo da conservare intatte le proprietà costruttive delle pareti stesse.

Per quanto riguarda il fissaggio della struttura di sostegno dei quadri BT sulla copertura, dovendo garantire la verticalità del sostegno stesso, saranno accettate soluzioni alternative alle boccole come ad esempio inserti scorrevoli, purché siano sempre collegati all'armatura ed annegati nel cls, e che la soluzione rimanga sempre a filo con la superficie

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 22 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

interna della copertura. La soluzione adottata sarà messa al vaglio in sede di TCA (technical conformity assessment – valutazione tecnica di conformità – GSCG002).

Sulla parete di fronte al Rack, come descritto negli elaborati grafici, devono essere installati il tavolino porta pc (fissato a parete tramite boccole predisposte annegate al cls) e il portadocumenti a parete (fissato tramite mastice e/o boccole annegate predisposte) descritti nell'elenco della dotazione di cabina.

Sulla parete lato finestre si dovrà fissare un passante in materiale plastico, annegato nel calcestruzzo in fase di getto, per consentire il passaggio di cavi elettrici temporanei.

Tale passante deve avere un diametro interno minimo di 150 mm, deve essere dotato di un dispositivo di chiusura/apertura funzionante solo con attrezzi speciali e deve garantire la tenuta anche in assenza di cavi.

Sul retro è previsto un sistema passacavo a parete (minimo 150 mm) con la possibilità di sigillare cavi precablati (sono previsti 4 cavi da 10 mm) per antenna.

L'altezza interna del manufatto deve essere compresa tra 2300 mm e 2600 mm.

Nel manufatto standard box devono essere installate due porte in resina (DS919) o in acciaio zincato verniciato (DS918) o in acciaio inox (DS918) entrambe complete di serrature (DS988) e due finestre in resina (DS927) o in acciaio zincato verniciato (DS926) o acciaio inox (DS926). Tali componenti devono essere del tipo omologato da e-distribuzione.

Le porte, il relativo telaio ed ogni altro elemento metallico accessibile dall'esterno devono essere elettricamente isolate dall'impianto di terra (CEI EN 50522:2011-07) e dalla armatura incorporata nel calcestruzzo.

La prova d'isolamento va effettuata durante la verifica di isolamento degli elementi metallici accessibili dall'esterno (§ 5.1.6/5.2.5).

Gli accessori interni metallici (telaio porta QBT, tavolino) devono essere collegati a terra.

La prova di continuità va effettuata durante la verifica di continuità dell'impianto di terra (§ 5.1.5/5.2.4).

4.6.2 Pareti Standard Box Satellite

Le pareti devono essere realizzate come nel § 4.6.1, con le differenze dimensionali descritte nel §14.2.

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 23 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

4.6.3 Pareti Standard Box Cliente

Le pareti devono essere realizzate come nel § 4.6.1. Altresì deve essere prevista una parete divisoria tra vano consegna e vano misure, presente anche nel basamento (vedi §14.3), realizzata e progettata strutturalmente assieme al resto delle pareti prefabbricate.

Per l'ingresso nel vano misure deve essere installata una porta a singola anta (80cm) in resina (DS919) o in acciaio zincato verniciato (DS918) o in acciaio inox (DS918) completa di serratura (DS988). Tali componenti devono essere del tipo omologato da e-distribuzione.

4.6.4 Pareti Standard Box Cliente Rid

Le pareti devono essere realizzate come nel § 4.6.1. Altresì deve essere prevista una parete divisoria tra vano consegna e vano misure, presente anche nel basamento (vedi § 14.4), realizzata e progettata strutturalmente assieme al resto delle pareti prefabbricate.

Sulla parete che suddivide i due vani deve essere installata una finestra in resina (DS927) o in acciaio zincato verniciato/acciaio inox (DS926) posizionata come da § 14.4.

4.7 Pavimento

4.7.1 Pavimento Standard Box Distribuzione

Il pavimento a struttura portante deve essere realizzato in conglomerato cementizio vibrato, adeguatamente armato di spessore non inferiore a 10 cm e deve sopportare i seguenti carichi:

- carico permanente, uniformemente distribuito di 600 daN/m²;
- carico mobile lato trasformatore, da poter posizionare, come indicato in fig. 1, di 4500 daN, distribuito su quattro appoggi situati ai vertici di un quadrato di 1 m di lato (§ 5.1.8). La larghezza di questa parte del basamento non deve essere inferiore a 1400 mm;
- carico mobile lato scomparti MT, da poter posizionare come indicato in fig. 1, di 3000 daN, distribuito su quattro appoggi situati ai vertici di un quadrato di 1 m di lato (§ 5.1.8).

È consentita la realizzazione di strutture intermedie tra il pavimento ed il basamento. Tali strutture devono essere realizzate in modo da non impedire il passaggio dei cavi e, se in

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 24 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

acciaio, devono essere zincate a caldo (Norme UNI EN ISO 1461). Altresì deve essere mantenuta la capacità di raccolta olio descritta al § 4.8.1.

Sul pavimento devono essere previste le aperture come da §14.1 e precisamente:

apertura “A” di dimensioni 650 mm x 2800 mm per quadri MT; devono essere forniti n.6 elementi di copertura in VTR;

apertura “B” di dimensioni 300 mm x 150 mm per il trasformatore MT/BT per l’accesso al basamento dei cavi MT;

apertura “C” di dimensioni 1000 mm x 600 mm completa di plotta di copertura removibile in VTR avente un peso inferiore a 25 daN e una capacità portante tale da poter sopportare un carico concentrato in mezzeria di 750 daN;

apertura “D” di dimensioni 500 mm x 250 mm per i quadri BT per l’accesso al basamento dei cavi BT;

apertura “E” di dimensioni 500 mm x 500 mm (con predisposizione fissaggio rack), per il rack (specifica tecnica DY 3005) per l’accesso al basamento dei cavi BT.

Sul bordo dell’apertura “C” per l’accesso al basamento deve essere inserito un punto accessibile sull’armatura della soletta del pavimento, per la verifica della continuità elettrica con la rete di terra.

In prossimità dell’apertura “E” per il rack devono essere installate n.4 boccole filettate annegate nel cls facenti filo con il pavimento utili al fissaggio del quadro rack di cui sopra.

4.7.2 Pavimento Standard Box Satellite

Il pavimento deve essere realizzato come da § 4.7.1, con l’introduzione delle aperture “E” utile all’installazione dei Rack.

4.7.3 Pavimento Standard Box Cliente

Il pavimento deve essere realizzato come nel § 4.7.1, con l’integrazione dell’apertura “F” di dimensioni 600 mm x 600 mm completo di plotta di copertura removibile in VTR avente un peso inferiore a 25 daN e una capacità portante tale da poter sopportare un carico concentrato in mezzeria di 600 daN.

Nel pavimento deve essere inglobato un tubo di diametro esterno (D_e) non inferiore a 60 mm per l’installazione del cavo di collegamento tra il dispositivo di misura energia (contatore) e il quadro MT cliente “M”.

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 25 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

4.7.4 Pavimento Standard Box Cliente Rid

Il pavimento deve essere realizzato come nel § 4.7.1, con l'integrazione dell'apertura "G" di dimensioni 600 mm x 600 mm completo di plotta di copertura removibile in VTR avente un peso inferiore a 25 daN e una capacità portante tale da poter sopportare un carico concentrato in mezzera di 600 daN.

Nel pavimento deve essere inglobato un tubo di diametro esterno (D_e) non inferiore a 60 mm per l'installazione del cavo di collegamento tra il dispositivo di misura energia (contatore) e il quadro MT cliente "M".

4.8 Basamento

4.8.1 Basamento Standard Box Distribuzione

Per la posa in opera del box, sul sito prescelto deve essere prima interrato il basamento d'appoggio prefabbricato in c.a., realizzato in monoblocco o ad elementi componibili, con profondità minima di 500 mm ed estesa su tutta l'area del locale.

Tra il box ed il basamento deve essere previsto collegamento meccanico (come da punto 7.2.1 del D.M. 17 Gennaio 2018) prevedendo un sistema di accoppiamento tale da impedire eventuali spostamenti orizzontali del box stesso ed un sistema di sigillatura al contatto box-basamento, tale da garantire un grado di protezione IP67 come da CEI 60529. La soluzione adottata per il sistema di accoppiamento sarà valutato in sede di TCA (technical conformity assessment – valutazione tecnica di conformità).

Il basamento deve essere dotato di 10 fori di diametro pari a 200 mm per il passaggio dei cavi MT, 8 fori di diametro pari a 200 mm per il passaggio di cavi BT e 4 fori di diametro pari a 200 mm per il passaggio dei cavi per il Rack (DY 3005).

I suddetti fori saranno posizionati ad una distanza dal fondo del basamento tale da consentire il contenimento dell'eventuale olio fuoriuscito dal trasformatore, fissato in un volume corrispondente a 600 litri.

I fori dovranno essere allestiti di flange a frattura prestabilita verso l'esterno e predisposti per l'installazione dei passacavi (foro cilindrico e superficie interna levigata) conformi alla specifica DS920. Tali flange dovranno garantire i requisiti di tenuta stagna e rispondere alle dimensioni descritte nel §14.1.

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 26 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

4.8.2 Basamento Standard Box Satellite

Il basamento deve essere realizzato come nel § 4.8.1, ma con le indicazioni costruttive e dimensionali riportate nel § 14.2.

4.8.3 Basamento Standard Box Cliente

Il basamento deve essere realizzato come nel § 4.8.1, ma con le indicazioni costruttive e dimensionali riportate nel § 14.3.

Devono essere previsti ulteriori n.3 fori sulla parete intermedia come da indicazioni del § 14.3.

4.8.4 Basamento Standard Box Cliente Rid

Il basamento deve essere realizzato come nel § 4.8.1, ma con le indicazioni costruttive e dimensionali riportate nel § 14.4.

Devono essere previsti ulteriori n.3 fori sulla parete intermedia come da indicazioni del § 14.4.

4.9 Finiture

La cabina deve essere rifinita a regola d'arte sia internamente che esternamente.

Qualora vengano impiegati dei giunti di unione delle strutture deve essere previsto un sistema di sigillatura tale da garantire un grado di protezione IP54 come da CEI 60529. Nella documentazione richiesta deve essere fornita la scheda tecnica del sigillante utilizzato.

Le pareti esterne devono essere trattate con rivestimento murale plastico idrorepellente costituito da resine sintetiche pregiate, polvere di quarzo, ossidi coloranti ed additivi che garantiscano il perfetto ancoraggio sul manufatto, resistenza agli agenti atmosferici anche in ambiente industriale e marino, inalterabilità del colore alla luce solare e stabilità agli sbalzi di temperatura (-20°C + 60°C).

Al fine di evitare la produzione di polvere rilasciata nel tempo dal cls del pavimento viene richiesta una pittura di tipo stirolo-acrilica elastomerica (da applicare dopo mano di fissativo) ad elevata e permanente elasticità in modo da ottenere una base del box con caratteristiche di "presa sporco" bassa con resistenza agli alcali.

Dette prescrizioni devono essere presenti nelle schede tecniche dei materiali utilizzati (punto i. del § 9.2.1), corredate dai riferimenti normativi in vigore e dalle eventuali prove

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 27 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

superate come da prescrizione di tali normative.

Il colore del manufatto sarà il RAL 1011 (beige-marrone) della scala RAL-F2. A richiesta, le pareti esterne potranno essere rivestite in listelli di cotto greificato di prima scelta (dimensioni raccomandate 24 mm x 6 mm); le pareti interne ed il soffitto, devono essere tinteggiate con pitture a base di resine sintetiche di color RAL 9010 (bianco puro).

Al basamento deve essere applicata una emulsione bituminosa o primer su tutte le facciate esterne, alla base interna ed alle facciate interne.

L'elemento di copertura, nelle facce verticali visibili, deve essere trattato con lo stesso rivestimento sopracitato, ma con colore RAL 7001 (grigio argento) della scala RAL-F2. Fanno eccezione, ovviamente, le coperture richieste a due falde in cotto, laterizio, pietra o ardesia.

4.10 Impianto elettrico di illuminazione e servizi ausiliari

4.10.1 Impianto elettrico di illuminazione e servizi ausiliari Standard Box Distribuzione

Nel manufatto deve essere previsto un impianto elettrico per la connessione ed alimentazione di tutti gli apparati necessari per il funzionamento della cabina così composto:

- n.1 Rack BT (DY3005);
- n.1 pannello servizi ausiliari SA (GSCL001/3)*;
- n.2 lampade di illuminazione (DY3021);
- n.1 lampada di illuminazione con sistema di emergenza (DY3021);
- n.1 interruttore bipolare IP \geq 42;

l'alimentazione di ognuna delle lampade di illuminazione deve essere realizzata con due cavi unipolari di 2,5 mm² - 0,6/1 kV – classificazione CPR in accordo al Regolamento Europeo UE 305/2011 con livello minimo Euroclasse Cca-s3;d1;a3. Tale

* Alimentazione derivata da linea BT in uscita a valle di trasformazione MT/BT

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 28 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

impianto deve essere posato all'interno di tubi di materiale isolante annegati nel calcestruzzo.

Tutti i componenti dell'impianto devono essere contrassegnati con un marchio attestante la conformità alle norme e l'intero impianto elettrico deve essere corredato da dichiarazione di conformità come da DM 22 gennaio 2008, n.37 modificato dal DM 19 Maggio 2010.

4.10.2 Impianto elettrico di illuminazione e servizi ausiliari Standard Box Satellite

L'impianto elettrico alimentato dal cliente deve essere realizzato come riportato nel § 4.10.1.

4.10.3 Impianto elettrico di illuminazione e servizi ausiliari Standard Box Cliente

L'impianto elettrico alimentato dal cliente deve essere realizzato come riportato nel § 4.10.1, con l'integrazione dell'impianto di illuminazione del vano Cliente, (vedi fig. 2) con le seguenti prescrizioni:

n.1 lampada di illuminazione (DY3021);

n.1 interruttore bipolare IP \geq 42;

l'alimentazione dell'ulteriore lampada di illuminazione deve essere realizzata con due cavi unipolari di 2,5 mm² - 0,6/1 kV – classificazione CPR in accordo al Regolamento Europeo UE 305/2011 con livello minimo Euroclasse Cca-s3;d1;a3; tale impianto deve essere posato all'interno di tubi di materiale isolante annegati nel calcestruzzo.

4.10.4 Impianto elettrico di illuminazione e servizi ausiliari Standard Box Cliente Rid

L'impianto elettrico alimentato dal cliente deve essere realizzato come riportato nel § 4.10.1., con l'integrazione dell'impianto di illuminazione del vano misure, con le seguenti prescrizioni:

n.1 interruttore bipolare IP \geq 42 per l'accensione della lampada nel vano Cliente.

L'alimentazione della lampada e dell'interruttore bipolare vano Cliente deve essere realizzata con due cavi unipolari di 2,5 mm² - 0,6/1 kV – classificazione CPR in

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 29 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

accordo al Regolamento Europeo UE 305/2011 con livello minimo Euroclasse Cca; tale impianto deve essere posato all'interno di tubi di materiale isolante annegati nel calcestruzzo.

L'alimentazione dell'impianto di illuminazione e dei servizi ausiliari *viene derivata dall'impianto BT dell'Utente e predisposto a cura del medesimo* (CEI 0-16 §8.5.8).

4.11 Impianto di messa a terra

Il manufatto deve essere dotato di un impianto di terra di protezione a cui devono essere elettricamente collegate tutte le parti metalliche interne alla cabina. Tale impianto è costituito da una parte interna e una parte esterna al manufatto.

L'impianto di terra esterno viene fornito in opera e deve essere costituito da anello con le dimensioni descritte nel §14. Nel caso in cui sia necessario potenziare l'impianto di terra base ovvero lo stesso non sia realizzabile, questo può essere integrato da dispersori orizzontali (baffi) escludendo l'uso di ulteriori picchetti. Qualora non sia possibile integrare l'impianto di terra mediante dispersori orizzontali (baffi) si può valutare l'opportunità di installare, all'interno dell'anello, uno o più picchetti di profondità conformi alla specifica DR1040.

I dispersori orizzontali vengono realizzati in corda nuda di rame da 35 mm² e collocati sul fondo di una trincea.

Si raccomanda che i dispersori (treccia e picchetti) siano circondati da terra vagliata leggermente costipata. Occorre evitare inoltre il contatto dei dispersori con pietre o ghiaietto che aumenterebbe la resistenza di terra e con il terreno locale che potrebbe corrodere il dispersore.

Per quanto riguarda l'impianto di terra interno, tutte le masse metalliche delle apparecchiature MT e BT devono essere collegate all'impianto di terra interno, in particolare devono essere collegate le masse delle seguenti apparecchiature:

- quadro MT;
- cassone del trasformatore MT/BT;
- rack apparecchiature BT;
- telaio per quadri BT;
- tutte le apparecchiature BT.

La doppia maglia elettrosaldato annegata nel cls e tutti gli inserti metallici previsti devono essere collegati all'impianto di terra.

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 30 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

Il collegamento delle due parti dell'impianto di terra interno/esterno deve essere realizzato con n. 2 blocchetti in acciaio inox annegati nel calcestruzzo o con analogo sistema che abbia le stesse caratteristiche.

I suddetti blocchetti devono essere dotati di boccole filettate a tenuta stagna, per il collegamento delle due parti dell'impianto di terra, facenti filo con la superficie interna ed esterna del basamento.

4.12 Targa identificazione e schema di sollevamento

Esternamente deve essere prevista una targa con il nome e logo del costruttore in materiale non metallico incorporata nel calcestruzzo, non removibile.

All'interno della parete con porta deve essere applicata una targa in materiale non metallico (dimensioni $\geq 10 \times 10 \text{ cm}$), incorporata nel calcestruzzo o efficacemente incollata, contenente le seguenti indicazioni:

- nome del Costruttore;
- sigla assegnata dal Costruttore al box;
- anno di fabbricazione;
- peso del manufatto escluse le apparecchiature;
- schema e modalità di sollevamento della cabina completa di apparecchiature (trasformatore escluso).

4.13 Dotazioni di cabina

I seguenti capitoli costituiscono le dotazioni oggetto di fornitura di ogni tipologia di manufatto.

4.13.1 Dotazioni di cabina Standard Box Distribuzione

La dotazione della cabina Standard Box Distribuzione deve essere la seguente:

- n.2 porte in resina sintetica DS 919 o in acciaio zincato/inox DS 918 complete di serrature DS 988, tutte corredate da TCA e-distribuzione;
- n.2 finestre di aerazione trasformatore in resina sintetica DS 927 o in acciaio zincato/inox DS 926, corredate da TCA e-distribuzione;
- n.2 aspiratori eolici in acciaio inox AISI 304;
- n.6 elementi in VTR per chiusura cunicolo quadri MT (725x250x40)

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 31 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

n.1 plotta in VTR per la copertura del cunicolo di accesso al basamento (1000x600x40);

n.1 passante in materiale plastico per l'uscita cavo di alimentazioni temporanee (\varnothing 150mm);

impianto elettrico compresi un Quadro Servizi Ausiliari GSCL001/3 versione per rack (DY 3005) e n.1 interruttore bipolare IP \geq 42 per accensione illuminazione;

n. 3 lampade di illuminazione DY3021 di cui n.1 di emergenza;

n.1 telaio per quadri BT in acciaio zincato;

n.2 distanziatori per quadri BT DS3055;

n.1 armadio rack DY3005;

fornitura e posa rete di terra interna;

fornitura e posa rete di terra esterna;

n.1 sistema passacavo a parete (\varnothing 150mm) con la possibilità di sigillare cavi precablati (sono previsti 4 cavi da 10mm) per antenna;

Targa esterna con il nome e logo del costruttore in materiale non metallico incorporata nel calcestruzzo, non removibile;

Targa interna in materiale non metallico (dimensioni \geq 100 x 100 mm), incorporata nel calcestruzzo o efficacemente incollata all'interno della parete con porta;

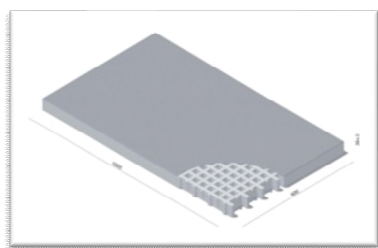
n.4 canaline in vetroresina per uscita acqua piovana;

n.1 tavolino porta pc da muro a ribalta (da installare sulla parete fronte rack) di dimensioni max 350 x max 600 mm, ingombro spessore da chiuso max 100 mm in acciaio zincato

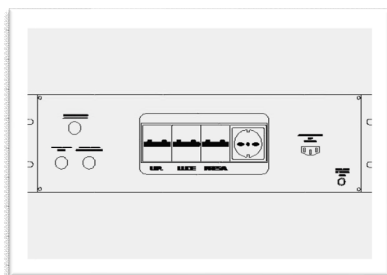
n.1 raccoglitore/portadocumenti a muro;

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 32 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

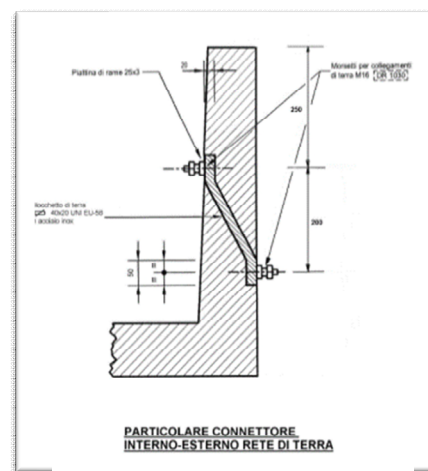
Immagini e disegni di riferimento relativi alla dotazione di cabina:



Plotta di copertura removibile



**Quadro servizi ausiliari
GSCL001/3 – versione Rack**



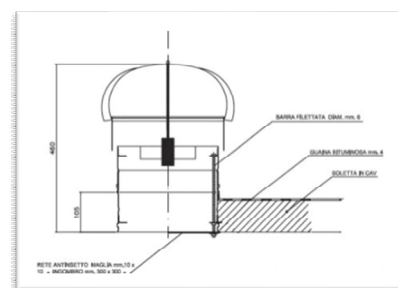
**Connettore interno/esterno
per rete di terra**



Porta DS 919 in VTR



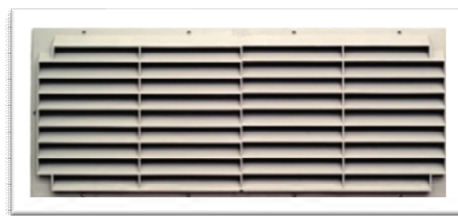
Porta DS 918 Acc. Zinc./inox



Aspiratore eolico



**Passante cavi temporaneo
Ø 150 mm**



Griglia di areazione DS926/927

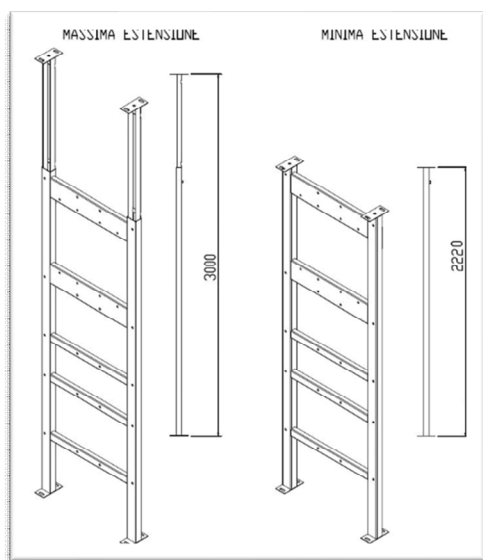
	SPECIFICA TECNICA	Pagina 33 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>



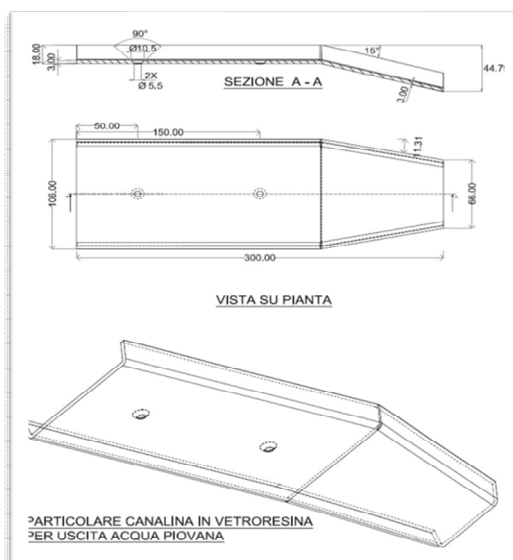
Armadio Rack DY3005/1

NOME DEL COSTRUTTORE	
Sigla assegnata dal Costruttore al BOX	
Anno di FABBRICAZIONE	
PESO DEL MANUFATTO	
SCHEMA E MODALITA' DI SOLLEVAMENTO	
STABILIMENTO DI PRODUZIONE	

Targa di identificazione/Schema di sollevamento

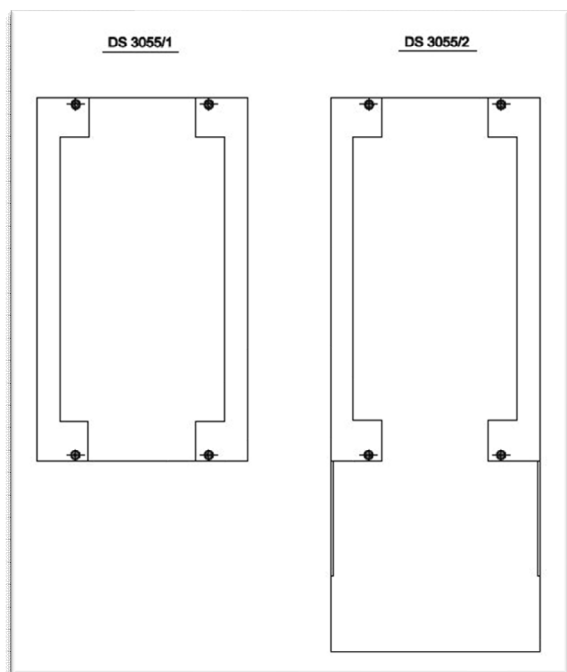


Telaio porta quadri BT



Canaletta uscita acqua piovana

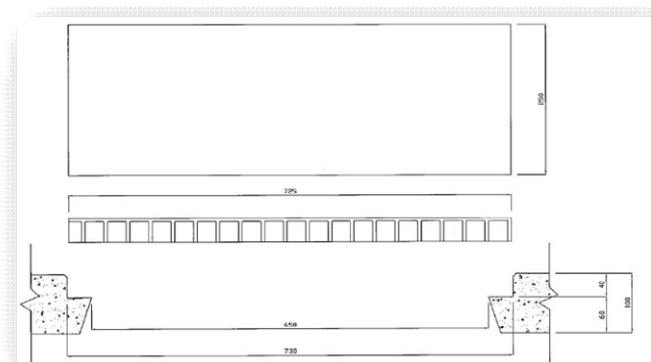
	SPECIFICA TECNICA	Pagina 34 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>



Distanziatore quadri BT DS 3055



Raccoglitore documenti

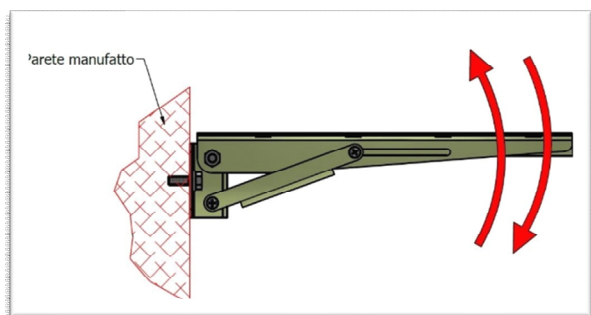


Elementi di copertura cunicolo quadri MT

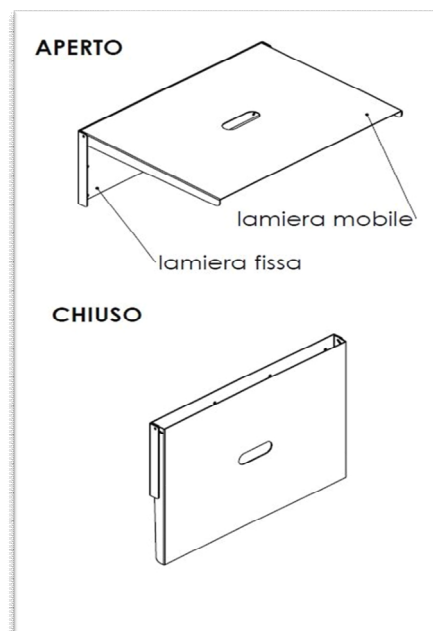


Lampada di illuminazione

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 35 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>



Esempi tavolino a muro ribaltabile



4.13.2 Dotazioni di cabina Standard Box Satellite

Tutte le dotazioni di cabina devono essere le stesse riportate nel § 4.13.1.

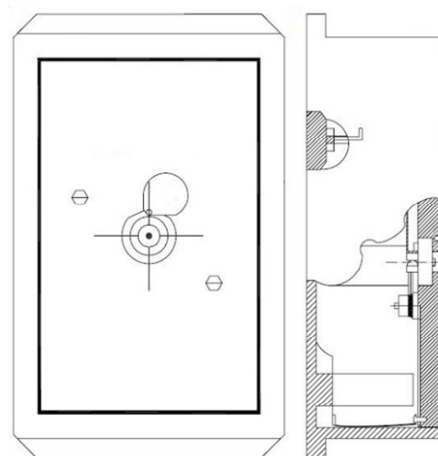
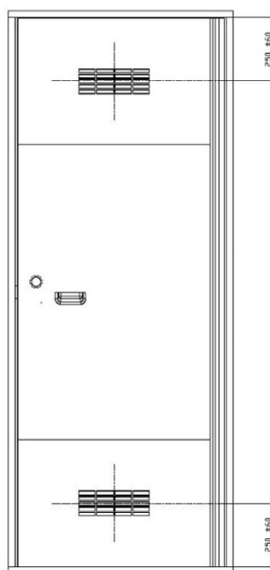
4.13.3 Dotazioni di cabina Standard Box Cliente

Tutte le dotazioni di cabina devono essere le stesse riportate nel § 4.13.1, con l'integrazione riguardo:

- n. 1 porta ad una anta in resina sintetica DS 919 o in acciaio zincato/inox DS 918 complete di serrature DS 988, tutte corredate da TCA e-distribuzione;
- n. 1 interruttore bipolare IP \geq 42 per illuminazione vano Cliente
- n. 1 lampada di illuminazione DY3021 per il vano Cliente
- n. 1 plotta in VTR per la copertura del cunicolo nel vano Cliente (698x698x40 mm)
- n. 1 cassetta portachiavi vano Cliente (misure minime 150x150 mm)

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 36 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

Immagini e disegni di riferimento relativi alla dotazione di cabina per la sola Standard Box Consegna Cliente:



Portachiavi da esterno

**Porta a singola anta da
80cm – DS919/DS918**

4.13.4 Dotazioni di cabina Standard Box Cliente Rid

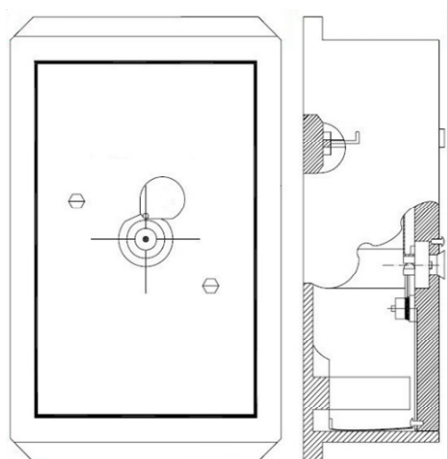
Tutte le dotazioni di cabina devono essere le stesse riportate nel § 4.13.1, con l'integrazione riguardo:

- n. 1 pletta in VTR per la copertura del cunicolo nel vano misure (698x698x40 mm);
- n. 1 interruttore bipolare IP \geq 42 per illuminazione vano misure;

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 37 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

- n. 1 cassetta portachiavi vano misura (misure minime 150 x 150 mm).

Immagini e disegni di riferimento relativi alla dotazione di cabina per la sola Standard Box Cliente Rid:



Portachiavi da esterno

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 38 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

5. PROVE

Tutte le prove devono essere eseguite in accordo con quanto disposto dalla Legge n. 1086 "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato..." e successivi Decreti Ministeriali.

5.1 Prove di tipo

Su ogni tipologia di cabina completamente allestite con porte in acciaio zincato verniciate, devono essere eseguite le seguenti prove di tipo:

- Esame a vista
- Verifica dimensionale
- Verifica delle caratteristiche del calcestruzzo e dell'acciaio utilizzato sulla scorta di prove eseguite presso Laboratori Ufficiali
- Verifica della resistenza meccanica degli inserti
- Verifica delle connessioni di terra
- Verifica di isolamento degli elementi metallici accessibili dall'esterno
- Verifica del comportamento dello Standard Box/Standard Box Consegna Cliente durante la fase di sollevamento
- Prova di carico statico sul pavimento della cabina
- Prova di carico statico sulla plotta di copertura del vano di accesso al basamento
- Prova di carico statico sulla plotta del vano misure (solo per Standard Box Consegna Cliente)
- Verifica del grado di protezione
- Verifica contenimento eventuale fuoriuscita olio
- Verifica dello spessore della zincatura a caldo del telaio di sostegno quadri BT

5.1.1 Esame a vista

L'esame a vista deve verificare che la cabina sia conforme alla presente Specifica Tecnica ed in particolare riguardo a:

- posizionamento degli inserti filettati;

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 39 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

- installazione nel box della porta completa di serratura e finestre di aerazione del tipo omologato e-distribuzione;
- verifica dell'incastro meccanico tra box e basamento;
- verifica degli eventuali appoggi intermedi, tra pavimento e basamento;
- corretto dimensionamento ed esatta posizione delle aperture e fori per il passaggio cavi predisposti nel pavimento del box e nel basamento;
- dotazione di cabina;
- impianto elettrico di illuminazione interna;
- impianto di terra.

Altresì si deve verificare che gli elementi costituenti le strutture siano esenti, in tutte le loro parti, da difetti quali: deformazioni, danneggiamenti, irregolarità nel calcestruzzo che possano nuocere per l'esatto montaggio ed uso del box.

5.1.2 Verifica dimensionale

Consiste nel verificare che siano state rispettate tutte le caratteristiche geometriche e dimensionali riportate nella presente specifica.

Deve essere inoltre verificato che siano state rispettate tutte le caratteristiche geometriche e dimensionali e l'esatta posizione dei fori per il passaggio cavi.

5.1.3 Verifica delle caratteristiche del calcestruzzo e dell'acciaio

Si applica al box e al basamento della cabina.

Per quanto riguarda l'armatura ed il calcestruzzo le prove consistono nel verificare che i materiali utilizzati corrispondano a quelli dichiarati nella documentazione dal costruttore.

Devono essere effettuate prove di rottura, snervamento, allungamento e di piegamento, su provette prelevate per ogni tipo di ferro destinato alla realizzazione dell'armatura.

Per quanto riguarda il calcestruzzo, devono essere effettuate prove di compressione.

I prelievi, per ogni tipo di calcestruzzo omogeneo, devono essere effettuati dall'impianto di betonaggio in normale produzione, a cura del Costruttore.

Per le modalità di prelievo e di confezionamento dei provini in acciaio e in calcestruzzo, nonché per la valutazione dei risultati delle prove, si deve far riferimento a quanto disposto dalla Legge n. 1086 e dal D.M. 17 Gennaio 2018.

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 40 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

5.1.4 Verifica della resistenza meccanica degli inserti

Tale verifica deve essere effettuata sugli inserti M12 presenti nel box.

Ogni inserto deve essere verificato allo sforzo torsionale e a quello di estrazione.

Per la verifica allo sforzo torsionale, ad ogni inserto deve essere avvitata una vite di lunghezza appropriata e serrata a fondo con una coppia di serraggio di 60 Nm.

Per la verifica di resistenza all'estrazione, da effettuarsi sugli stessi inserti, deve essere inserita tra la testa della vite e l'inserto una rosetta di diametro interno maggiore del diametro esterno dell'inserto.

La vite deve avere una lunghezza tale da impegnare l'inserto per una profondità compresa tra 20 mm e 25 mm; essa deve essere avvitata con una coppia di serraggio di 60 Nm.

L'esito della verifica è considerato positivo se ogni inserto, sollecitato dalle coppie applicate come sopra descritto, non presenta alcuno spostamento e non si riscontrano fessurazioni del calcestruzzo adiacente all'inserto stesso.

5.1.5 Verifica delle connessioni di terra

Consiste nella verifica della resistenza elettrica delle connessioni tra i singoli inserti filettati e tra questi e il punto di accesso sull'armatura della soletta del pavimento.

Si effettua applicando una tensione atta a far circolare una corrente non inferiore a 20 A e verificando che il rapporto tra la tensione applicata (espressa in Volt) e la corrente effettiva misurata (espressa in Ampere) non sia maggiore di 0,05 Ohm.

5.1.6 Verifica di isolamento degli elementi metallici accessibili dall'esterno

Consiste nella verifica che tutti gli elementi metallici accessibili dall'esterno, come porta, relativo telaio, finestre e aspiratori eolici, siano isolati dall'impianto di terra e dalla rete annegata nel calcestruzzo.

La verifica si effettua applicando una tensione di 1000V tra la porta e la struttura metallica annegata nel cls, tramite multimetro conforme alle normative vigenti certificato e tarato. La corrente circolante dovrà essere inferiore a 30 mA.

5.1.7 Verifica del comportamento del box durante la fase di sollevamento

Il box caricato da un peso di 3000 daN posizionato al centro del foro QMT, deve essere sollevato fino all'altezza di 0,50 m da terra e tenuto sospeso per 5 minuti, quindi posizionato sul basamento.

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 41 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

Il suddetto ciclo deve essere ripetuto 3 volte.

Alla fine dei cicli, con il box posizionato sul basamento, si deve verificare che gli stessi non abbiano subito alcun danneggiamento, ed in particolare che:

- il calcestruzzo in corrispondenza dei punti di sollevamento non abbia subito lesioni;
- la superficie di appoggio non presenti fessurazioni e deformazioni apprezzabili a vista;
- l'apertura e la chiusura della porta avvengano regolarmente.

5.1.8 Prova di carico statico sul pavimento della cabina

La presente prova viene applicata nelle cabine con TR.

La prova deve essere effettuata sul pavimento del box montato sull'apposito basamento.

Deve essere eseguita applicando due tipologie di carico:

- un carico di 4500 daN ripartito sui quattro appoggi situati ai vertici di un quadrato di 1 m per lato;
- un carico di 3000 daN ripartito sui quattro appoggi situati ai vertici di un quadrato di 1 m per lato.

Gli appoggi devono essere realizzati con n. 4 ruote metalliche di diametro 125 mm e di larghezza 40 mm.

Le prove di carico vanno eseguite almeno in due punti diversi del pavimento, una sul centro della cabina applicando un carico pari a 3000 daN e l'altra sul punto di installazione del trasformatore applicando un carico pari a 4500 daN.

Il tempo di applicazione del carico deve essere quello necessario alla stabilizzazione delle deformazioni, comunque non inferiore a 5 minuti per posizione.

La strumentazione di misura da utilizzare per la prova deve essere costituita da trasduttori di spostamento o da strumentazione equivalente opportunamente certificata e tarata.

Durante l'applicazione del carico ed al termine della prova si devono verificare le seguenti condizioni:

- la struttura deve avere comportamento elastico;
- la freccia massima riscontrata nel punto più critico del pavimento, durante l'applicazione del carico, non deve essere superiore a 3 mm;
- non si devono rilevare lesioni o dissesti alla rimozione del carico.

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 42 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

5.1.8.1 Prova di carico statico sul pavimento della cabina Box Cliente Rid

La prova deve essere effettuata sul pavimento del box montato sull'apposito basamento.

Deve essere eseguita applicando un carico di 3000 daN al centro del vano consegna.

Il carico deve essere ripartito sui quattro appoggi situati ai vertici di un quadrato di 1 m per lato. Gli appoggi devono essere realizzati con n. 4 ruote metalliche di diametro 125 mm e di larghezza 40 mm.

Il tempo di applicazione del carico deve essere quello necessario alla stabilizzazione delle deformazioni, comunque non inferiore a 5 minuti per posizione.

La strumentazione di misura da utilizzare per la prova deve essere costituita da trasduttori di spostamento o da strumentazione equivalente opportunamente certificata e tarata.

Durante l'applicazione del carico ed al termine della prova si devono verificare le seguenti condizioni:

- la struttura deve avere comportamento elastico;
- la freccia massima riscontrata nel punto più critico del pavimento, durante l'applicazione del carico, non deve essere superiore a 3 mm;
- non si devono rilevare lesioni o dissesti alla rimozione del carico.

5.1.9 Prova di carico statico sulla plotta di copertura del vano di accesso al basamento

La prova deve essere effettuata sulla plotta, posizionata sul vano della soletta del pavimento, con il box montato sull'apposito basamento.

Deve essere eseguita applicando un carico di 750 daN concentrato su una sola ruota del carrello descritto al punto 5.1.8.

La prova va eseguita posizionando la ruota del carrello con tale carico al centro della plotta.

Il tempo di applicazione del carico deve essere quello necessario alla stabilizzazione delle deformazioni, comunque non inferiore a 5 minuti.

Durante l'applicazione del carico ed al termine della prova si deve verificare che la struttura presenti comportamento elastico.

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 43 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

5.1.10 Prova di carico statico sulla plotta del vano misure (per Standard Box Cliente e Standard Box Cliente Rid)

La prova deve essere effettuata sulla plotta, posizionata sul vano della soletta del pavimento, con il box montato sull'apposito basamento.

Deve essere eseguita applicando un carico concentrato in mezzzeria di 600daN.

La prova va eseguita posizionando la ruota del carrello con tale carico al centro della plotta.

Il tempo di applicazione del carico deve essere quello necessario alla stabilizzazione delle deformazioni, comunque non inferiore a 5 minuti.

Durante l'applicazione del carico ed al termine della prova si deve verificare che la struttura presenti comportamento elastico.

5.1.11 Verifica del grado di protezione esterno

La prova deve essere effettuata secondo le modalità previste dalla norma CEI EN 60529.

Deve essere verificato il grado di protezione IP33 per porte e finestre. In particolare deve essere verificato sia l'ingresso di corpi solidi estranei sia l'ingresso di acqua nella cabina con le modalità descritte nella norma di cui sopra.

Deve essere inoltre verificato il grado di protezione IP67 per la giunzione tra pareti e basamento. In particolare, deve essere verificato che durante la prova relativa all'ingresso di acqua di cui sopra, non ci siano infiltrazioni tra manufatto e basamento.

5.1.12 Verifica contenimento eventuale fuoriuscita olio

La prova consiste nel riempimento d'acqua del basamento fino all'altezza superiore del foro chiuso dalla flangia a frattura prestabilita.

La prova si ritiene superata se non si rilevano fuoriuscite d'acqua dal basamento dopo 12 ore dal riempimento.

5.1.13 Verifica dello spessore della zincatura a caldo del telaio quadro BT

La verifica si applica al telaio per quadri BT tramite misuratore di spessore certificato e tarato come da UNI EN ISO 1461. Il risultato deve essere uno spessore della zincatura $\geq 55 \mu\text{m}$. Viene accettato altresì il certificato del fornitore del telaio che attesti lo spessore della zincatura.

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 44 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

5.2 Prove di accettazione

Le prove di accettazione, in sede di collaudo, devono essere eseguite su tutti i box forniti dal Costruttore; esse consistono in:

- Controllo della corrispondenza costruttiva al prototipo approvato
- Verifica delle caratteristiche del calcestruzzo e dell'acciaio utilizzato sulla scorta di prove eseguite presso Laboratori Ufficiali
- Verifica della resistenza meccanica degli inserti
- Verifica delle connessioni di terra
- Verifica isolamento degli elementi metallici accessibili dall'esterno
- Verifica dello spessore della zincatura a caldo del telaio quadro BT

5.2.1 Controllo della corrispondenza costruttiva al prototipo approvato

Il controllo deve essere effettuato confrontando le caratteristiche costruttive e dimensionali con quanto riportato nei disegni, nella documentazione di TCA (technical conformity assessment) e nelle fotografie del prototipo, firmati da e-distribuzione.

Il controllo deve comprendere anche le armature del manufatto e del basamento della cabina; la verifica deve essere effettuata in occasione del getto del calcestruzzo al fine di consentire, nella medesima occasione, il prelievo dei campioni di calcestruzzo e di acciaio da utilizzare per le verifiche previste al successivo §5.2.2.

Per quanto riguarda le flange a frattura prestabilita va verificata l'assenza di eventuali forature.

5.2.2 Verifica delle caratteristiche del calcestruzzo e dell'acciaio utilizzato sulla scorta di prove eseguite presso Laboratori Ufficiali

Per quanto riguarda l'armatura ed il calcestruzzo le prove consistono nel verificare che i materiali utilizzati corrispondano a quelli dichiarati nella documentazione dal costruttore.

Devono essere effettuate prove di rottura, snervamento, allungamento e di piegamento, su provette, opportunamente identificate, prelevate per ogni tipo di ferro destinato alla realizzazione dell'armatura di ogni manufatto.

Per quanto riguarda il calcestruzzo, devono essere effettuate prove di compressione su due campioni per ogni manufatto, opportunamente identificati.

I prelievi, per ogni tipo di calcestruzzo omogeneo, devono essere effettuati dall'impianto di betonaggio in normale produzione, a cura del Costruttore.

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 45 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

Per le modalità di prelievo e di confezionamento dei provini di acciaio e di calcestruzzo, nonché per la valutazione dei risultati delle prove, si deve fare riferimento a quanto disposto dalla Legge n. 1086 e dal decreto attuativo D.M. 17 gennaio 2018.

5.2.3 Verifica della resistenza meccanica degli inserti

La prova viene eseguita con le stesse modalità riportate al § 5.1.4.

5.2.4 Verifica delle connessioni di terra

La prova viene eseguita con le stesse modalità riportate al § 5.1.5.

5.2.5 Verifica isolamento degli elementi metallici accessibili dall'esterno

La prova viene eseguita con le stesse modalità riportate al § 5.1.6.

5.2.6 Verifica dello spessore della zincatura a caldo del telaio quadro BT

La prova viene eseguita con le stesse modalità riportate al § 5.1.13

6. FORNITURA ED OTTENIMENTO TCA (technical conformity assessment)

Per ogni tipologia di manufatto l'avvio dell'iter di TCA (technical conformity assessment - valutazione tecnica di conformità) è subordinato al conseguimento da parte dell'azienda richiedente della qualifica Enel per il Gruppo Merceologico FECE09 - Cabine secondarie in c.a.v. con apparecchiature elettriche. L'attestato di qualifica sarà parte integrante della documentazione TCA.

La fornitura di ogni componente è subordinata all'ottenimento della TCA secondo la procedura descritta nel documento GSCG002.

La TCA viene rilasciata da e-distribuzione a seguito dell'accertamento della conformità del prototipo alle specifiche tecniche e del superamento di tutte le prove di tipo previste.

Una volta conseguita la TCA, il Costruttore si impegna a fornire cabine conformi al prototipo approvato. Per i manufatti unificati oggetto di contratto con e-distribuzione devono essere effettuate le prove di accettazione in sede di collaudo.

Il Costruttore che intende apportare modifiche rispetto al tipo approvato tramite TCA, deve preventivamente informare e-distribuzione, che stabilisce quali prove di tipo dovranno essere eventualmente di nuovo eseguite.

7. ESECUZIONE DELLE PROVE

Le prove di tipo e di accettazione prescritte devono essere effettuate presso il Costruttore alla presenza di incaricati di e-distribuzione. A discrezione di e-distribuzione le prove che

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 46 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

non possono essere effettuate presso il Costruttore potranno essere eseguite presso un laboratorio proposto dal Costruttore stesso ed approvato da e-distribuzione.

Per l'esecuzione del collaudo completo dovranno essere trasmessi due distinti avvisi di collaudo:

1. "collaudo intermedio": per l'esecuzione del "Controllo della corrispondenza costruttiva al prototipo approvato" (§ 5.2.1) in occasione del getto del calcestruzzo al fine di consentire, nella medesima occasione, la verifica delle armature e il prelievo dei campioni di calcestruzzo e di acciaio da utilizzare per le verifiche previste. Deve essere sempre rintracciabile, tramite procedura operativa, il giorno della gettata, delle prove sul cubetto e sul ferro utilizzato.
2. "collaudo finale", per l'esecuzione di tutte le restanti prove previste.

La trasmissione degli avvisi di collaudo di cui sopra dovrà avvenire nel rispetto di quanto previsto a tal riguardo nelle "Condizioni di Fornitura" richiamate nel contratto.

Tutte le prove, se non diversamente precisato, sono a carico del Costruttore; restano a carico di e-distribuzione in ogni caso le spese di intervento del proprio personale.

8. RIPETIZIONE DELLE PROVE DI TIPO

Come contrattualmente previsto resta facoltà di e-distribuzione richiedere in qualsiasi momento la ripetizione in tutto o in parte delle prove di tipo a sue spese.

Nel caso di esito negativo di una o più prove e-distribuzione può sospendere o revocare la TCA e disporre l'esecuzione di ulteriori prove e/o accertamenti.

9. DOCUMENTAZIONE TCA

9.1 Documentazione avvio iter TCA

Il Costruttore deve predisporre la richiesta di avvio TCA come descritto nel documento GSCG002 con le integrazioni di cui al paragrafo successivo per approvazione.

9.2 Dossier di TCA

Esso viene distinto in:

- documentazione di tipo A
- documentazione di tipo B
- documentazione di tipo C

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 47 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

9.2.1 Documentazione di tipo A

Essa deve comprendere i documenti non confidenziali, usati per la produzione e gestione del prodotto in oggetto, dai quali è possibile verificare la conformità del manufatto a tutte le specifiche tecniche richieste:

- a) Elenco dei documenti di tipo A, B e C. Tale documento deve essere univocamente classificato e precisamente: sigla di classificazione del documento (coincidente con la sigla assegnata dal Costruttore per la precisa individuazione del box), titolo, n° revisione, data, numero di pagine;
- b) attestato di qualifica Enel per il Gruppo Merceologico FECE09 - Cabine secondarie in c.a.v. con apparecchiature elettriche;
- c) disegni di insieme in scala 1:50 e disegni particolareggiati in scala maggiore che illustrino dimensioni, prospetti e sezioni e tutti gli elementi costruttivi;
- d) relazione tecnica descrittiva del manufatto indicando in particolare materiali impiegati, input dati di calcolo, caratteristiche geometriche e dimensionali ecc;
- e) calcolo di verifica del coefficiente di trasmissione termica sull'elemento di copertura, come richiesto al § 4.4 delle prescrizioni;
- f) attestato di qualificazione della produzione di componenti prefabbricati in ca/c.a.p. in serie dichiarata rilasciata dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici in cui deve venire identificato lo stabilimento di produzione i componenti prodotti ed in particolare il manufatto oggetto della presente specifica; tale attestato va aggiornato secondo la periodicità stabilita dal Ministero dei Lavori Pubblici;
- g) caratteristiche del calcestruzzo e dell'acciaio utilizzato sulla scorta di prove eseguite presso un Laboratorio Ufficiale;
- h) dichiarazione di conformità dell'impianto elettrico come da D.M. 22 gennaio 2008, n.37 modificato dal DM 19 Maggio 2010.;
- i) schede tecniche relative a:
 - fluidificanti-impermeabilizzanti utilizzati per additivare il calcestruzzo;
 - coibentazione e impermeabilizzazione della copertura e del basamento;
 - rivestimento murale - plastico idrorepellente utilizzato per le pareti esterne e pitture per l'interno;
 - componenti costituenti l'impianto di illuminazione interna;
 - dotazioni di cabina (con i relativi dati richiesti nel presente documento);

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 48 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

- plotte in VTR di copertura con valore portante pari a 750 daN
- collegamenti tra elementi strutturali con relativa qualifica del fornitore come da DM 2018 § 4.1.10.5.2.

- l) modalità per il sollevamento, trasporto e messa in opera, comprese le caratteristiche delle attrezzature e dei mezzi impiegati (lunghezza minima delle funi di sollevamento)
- m) disegno della targa di identificazione e schema di sollevamento completa dei dati richiesti;
- n) fascicolo di “Istruzioni per l’installazione, l’esercizio e la manutenzione” che dovrà essere a disposizione all’interno della cabina al momento della consegna.

9.2.2 Documentazione di tipo B

Essa deve comprendere gli eventuali documenti confidenziali, usati per la produzione e gestione del prodotto in oggetto, in cui sono descritti tutti i dettagli di progetto, in modo da identificare il manufatto oggetto della TCA.

9.2.3 Documentazione di tipo C (fornitura terzi)

Essa deve comprendere la documentazione che viene consegnata dal costruttore del manufatto al cliente finale terzo che la consegnerà, a sua volta, ad e-distribuzione al momento della cessione per la connessione alla rete e-distribuzione.

La documentazione consiste in raccolta di disegni di insieme in scala 1:50 che illustrino dimensioni, prospetti e sezioni del manufatto, della copertura e delle pareti, oltre all’elenco completo delle dotazioni di cabina.

9.3 Attestazione finale ottenimento TCA

Al completamento della TCA con esito positivo delle prove di tipo previste, e-distribuzione provvederà a completare l’iter sul portale MLM-TCA. L’eventuale documentazione di tipo B rimarrà presso il Costruttore per essere esibita a richiesta degli incaricati di e-distribuzione.

10. DOCUMENTAZIONE MANUFATTI CEDUTI AD E-DISTRIBUZIONE DA TERZI

Nel caso di cessione da parte di terzi ad e-distribuzione di un manufatto Standard Box Cliente o Standard Box Cliente Rid il costruttore dovrà consegnare agli incaricati e-distribuzione i seguenti documenti:

- a) mail di avvenuto ottenimento TCA;
- b) documentazione di tipo C (§9.2.3).

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 49 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

Tale documentazione dovrà essere impiegata dagli incaricati e-distribuzione per la verifica della conformità del manufatto.

11. TRASPORTO

Il trasporto della cabina, compreso carico presso lo stabilimento e scarico presso il sito di installazione, è a cura e a carico del Costruttore; se il sito di posa non è raggiungibile con automezzi pesanti a pieno carico, il Costruttore prima di iniziare i lavori deve prendere preventivamente accordi con i servizi tecnici di e-distribuzione.

12. MONTAGGIO

La messa in opera della cabina completa degli elementi indicati al § 4.13 e delle opere da effettuarsi sul terreno deve avvenire a cura e a carico del Costruttore alle condizioni contrattuali di fornitura.

Qualora il sito dove si deve installare il manufatto necessiti di opere di particolare rilevanza – es. scavo nella roccia - o risulti non raggiungibile con gli automezzi pesanti a pieno carico, il Costruttore, prima di iniziare i Lavori, deve prendere preventivi accordi con i servizi tecnici di e-distribuzione.

Nel caso si renda necessaria l'occupazione della sede stradale, il Costruttore deve rispettare le norme vigenti alla data in cui ha luogo il montaggio in materia di sicurezza del traffico. Il Costruttore è il solo responsabile di eventuali danni sofferti da persone, animali o cose.

A montaggio ultimato il Costruttore deve provvedere alla sistemazione del terreno circostante, in modo da ripristinare la situazione esistente in loco precedentemente ai lavori.

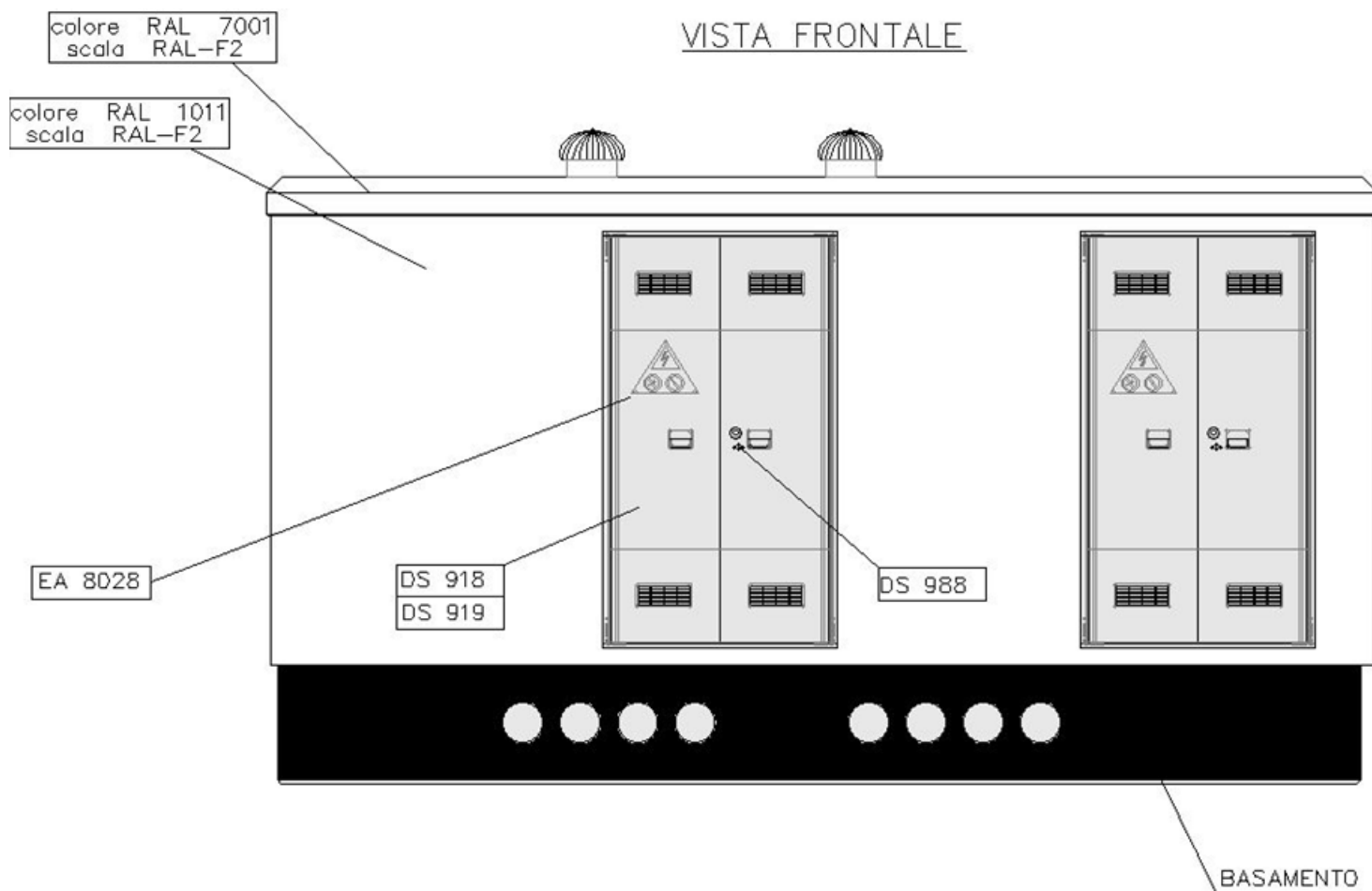
13. GARANZIE

Per quanto riguarda le garanzie riferite al manufatto, viene fatto riferimento alle condizioni contrattuali di fornitura.

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 50 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

14. ELABORATI ARCHITETTONICI E PARTICOLARI COSTRUTTIVI

14.1 Standard box



Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.

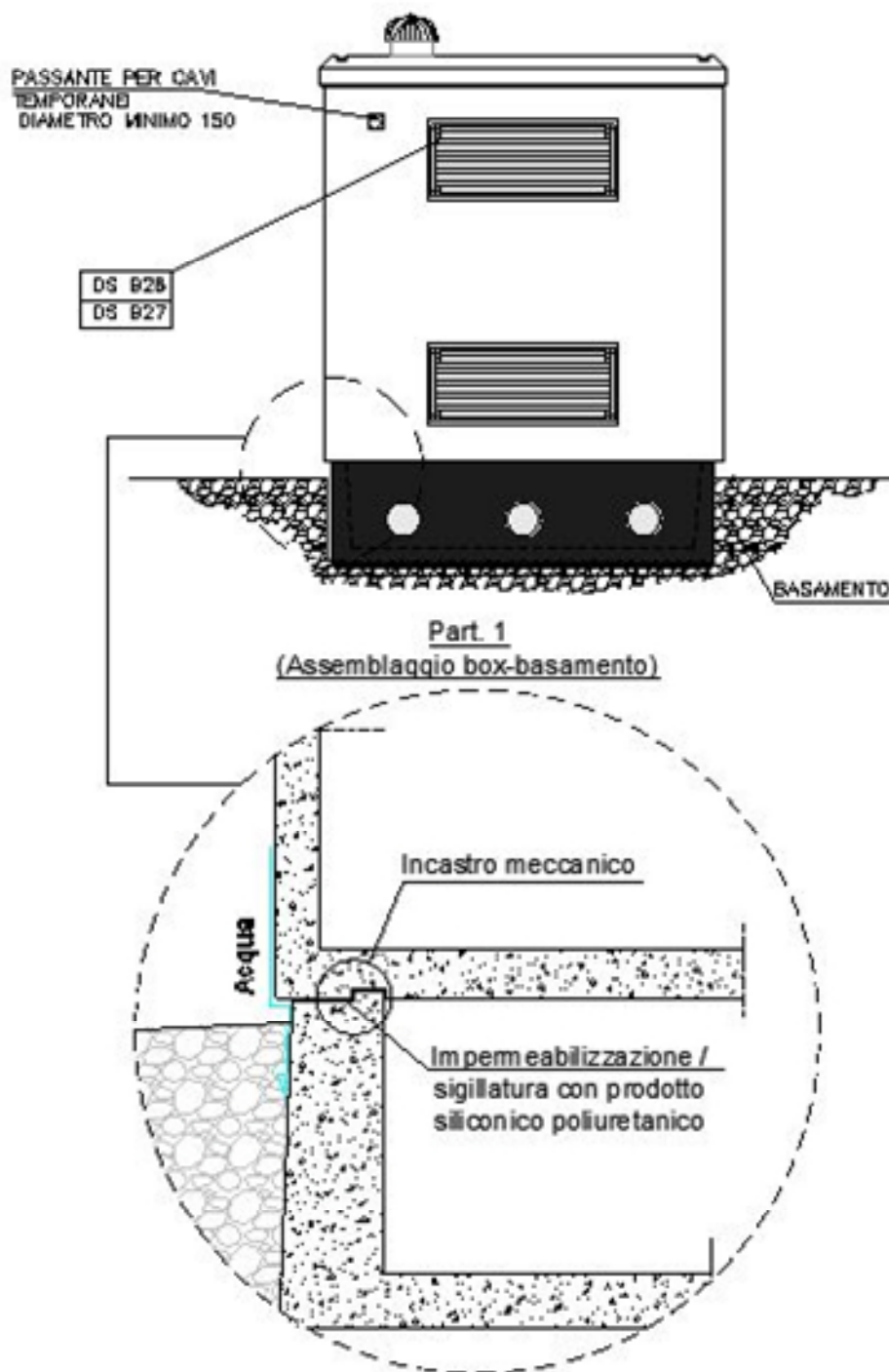
STANDARD BOX DISTRIBUZIONE
STANDARD BOX SATELLITE
STANDARD BOX CLIENTE

DG2061

Ed.09

del

Settembre 2021

VISTA LATERALE DESTRA

Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.

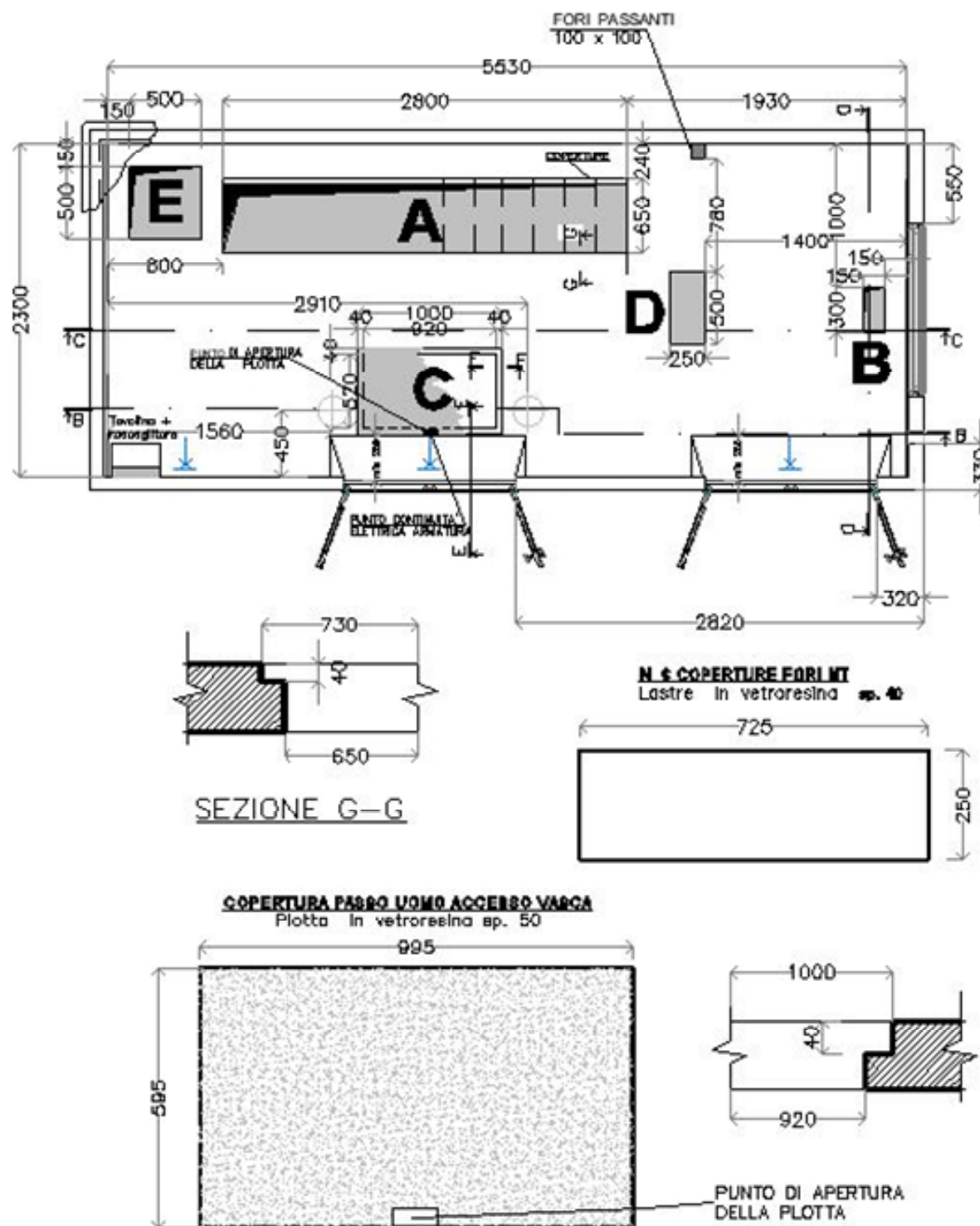
STANDARD BOX DISTRIBUZIONE
STANDARD BOX SATELLITE
STANDARD BOX CLIENTE

DG2061

Ed.09

del

Settembre 2021

PIANTA

Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.

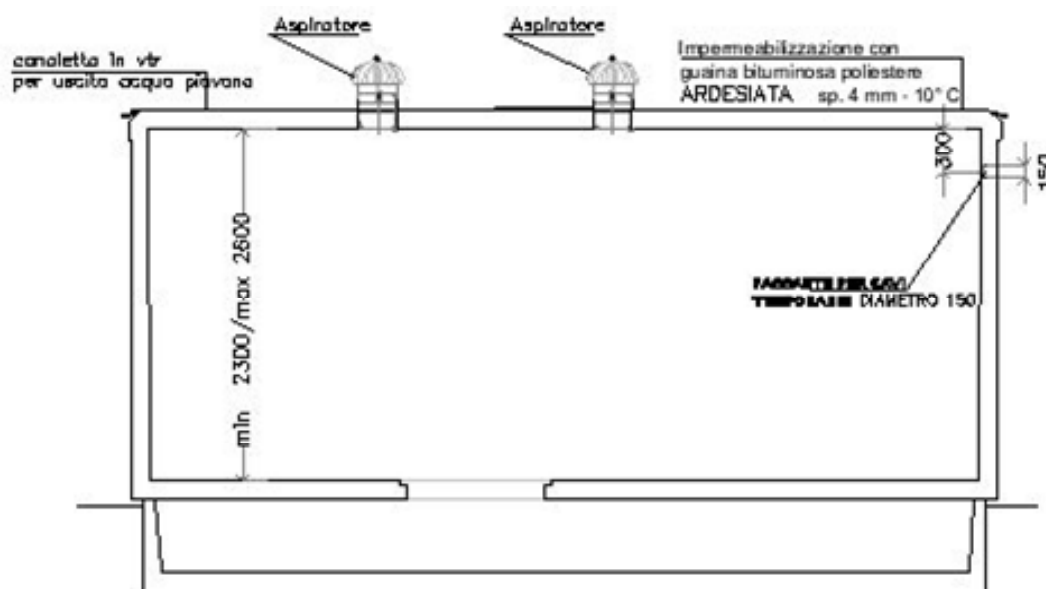
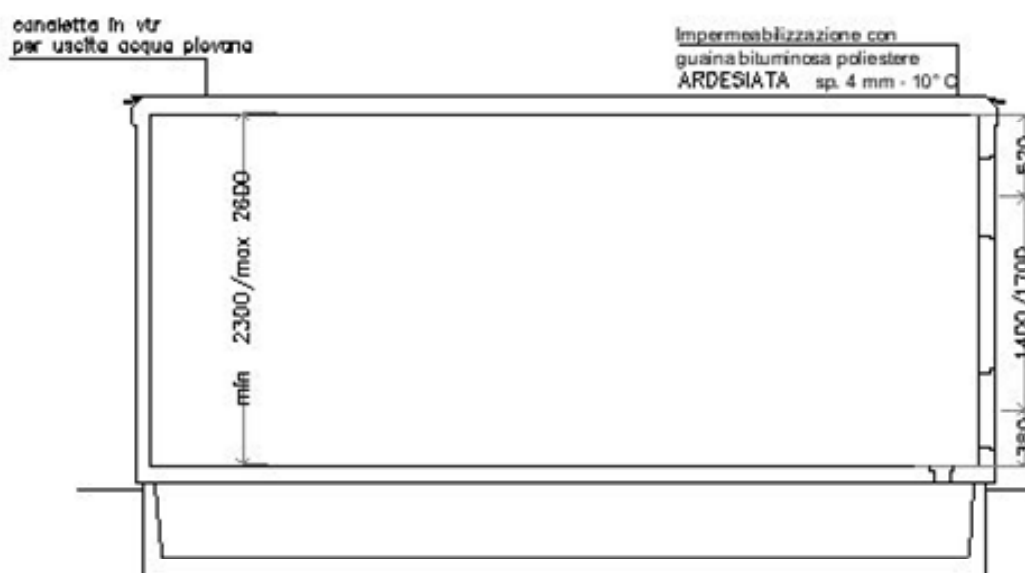
STANDARD BOX DISTRIBUZIONE
STANDARD BOX SATELLITE
STANDARD BOX CLIENTE

DG2061

Ed.09

del

Settembre 2021

SEZIONE B – BSEZIONE C – C

Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.

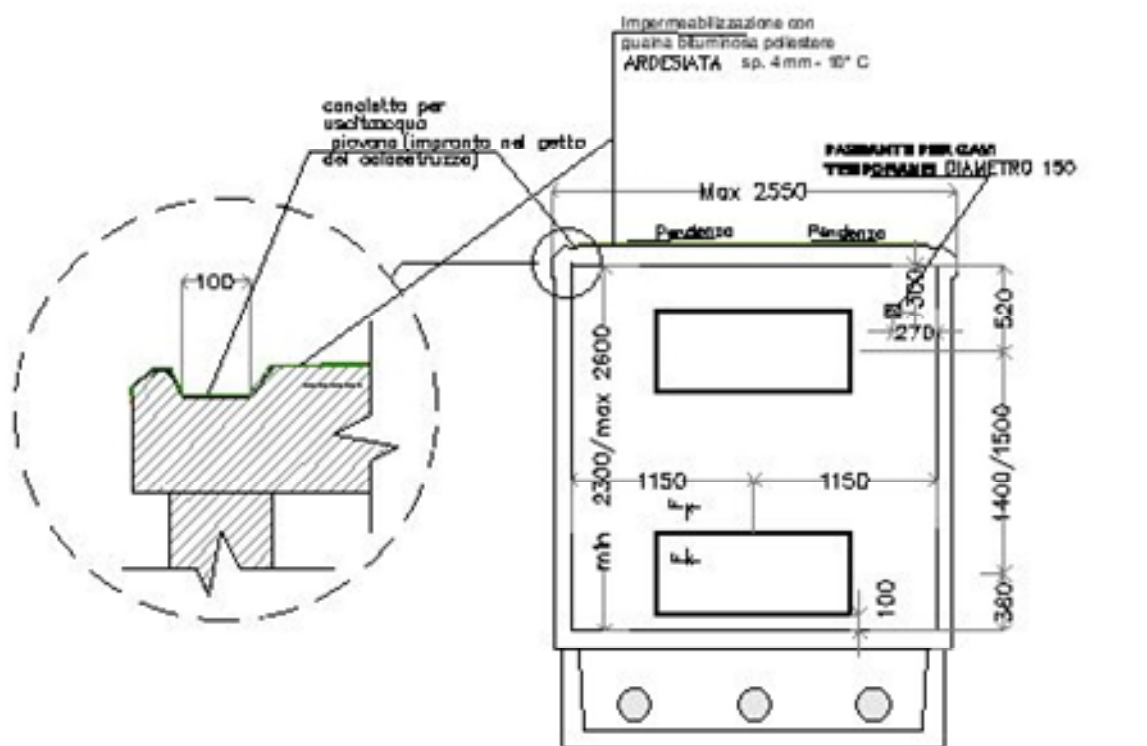
STANDARD BOX DISTRIBUZIONE
STANDARD BOX SATELLITE
STANDARD BOX CLIENTE

DG2061

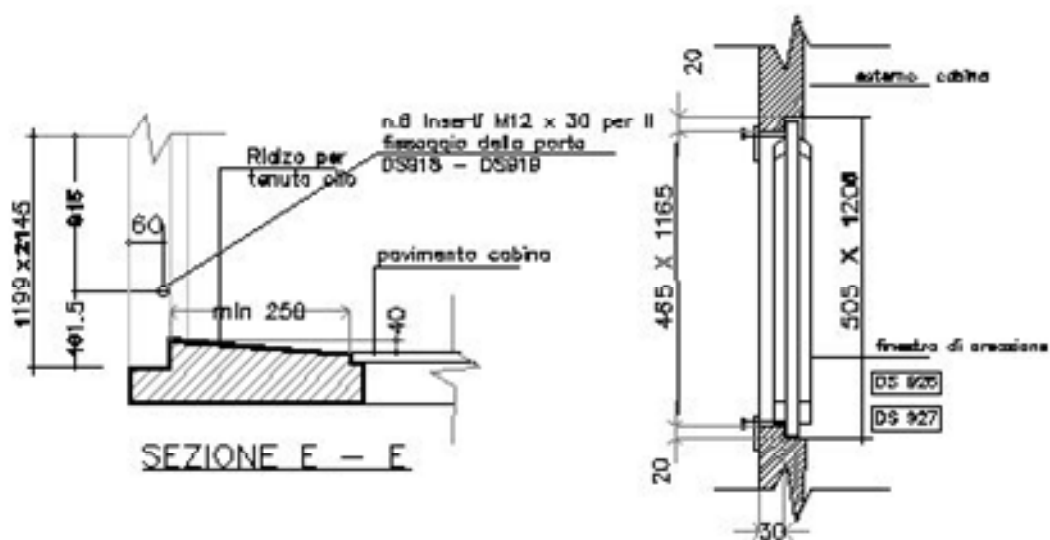
Ed.09

del

Settembre 2021



SEZIONE D - D



SEZIONE E - E

SEZIONE F - F

Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.

STANDARD BOX DISTRIBUZIONE
STANDARD BOX SATELLITE
STANDARD BOX CLIENTE

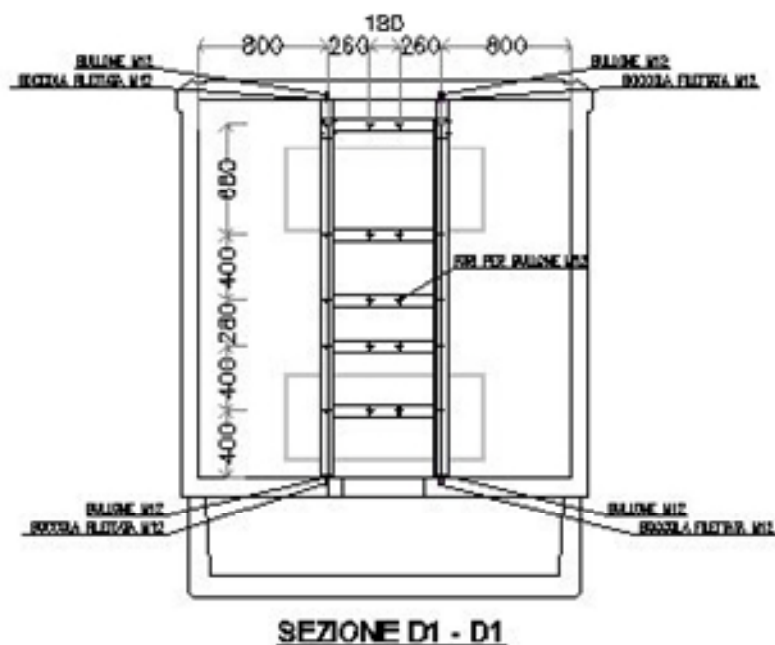
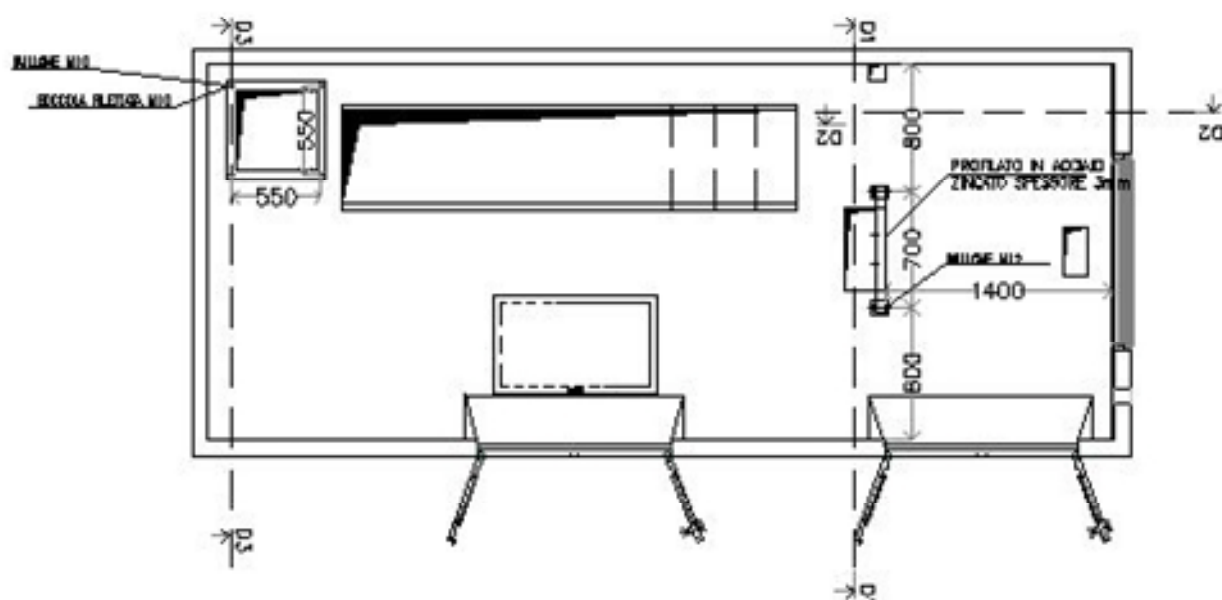
DG2061

Ed.09

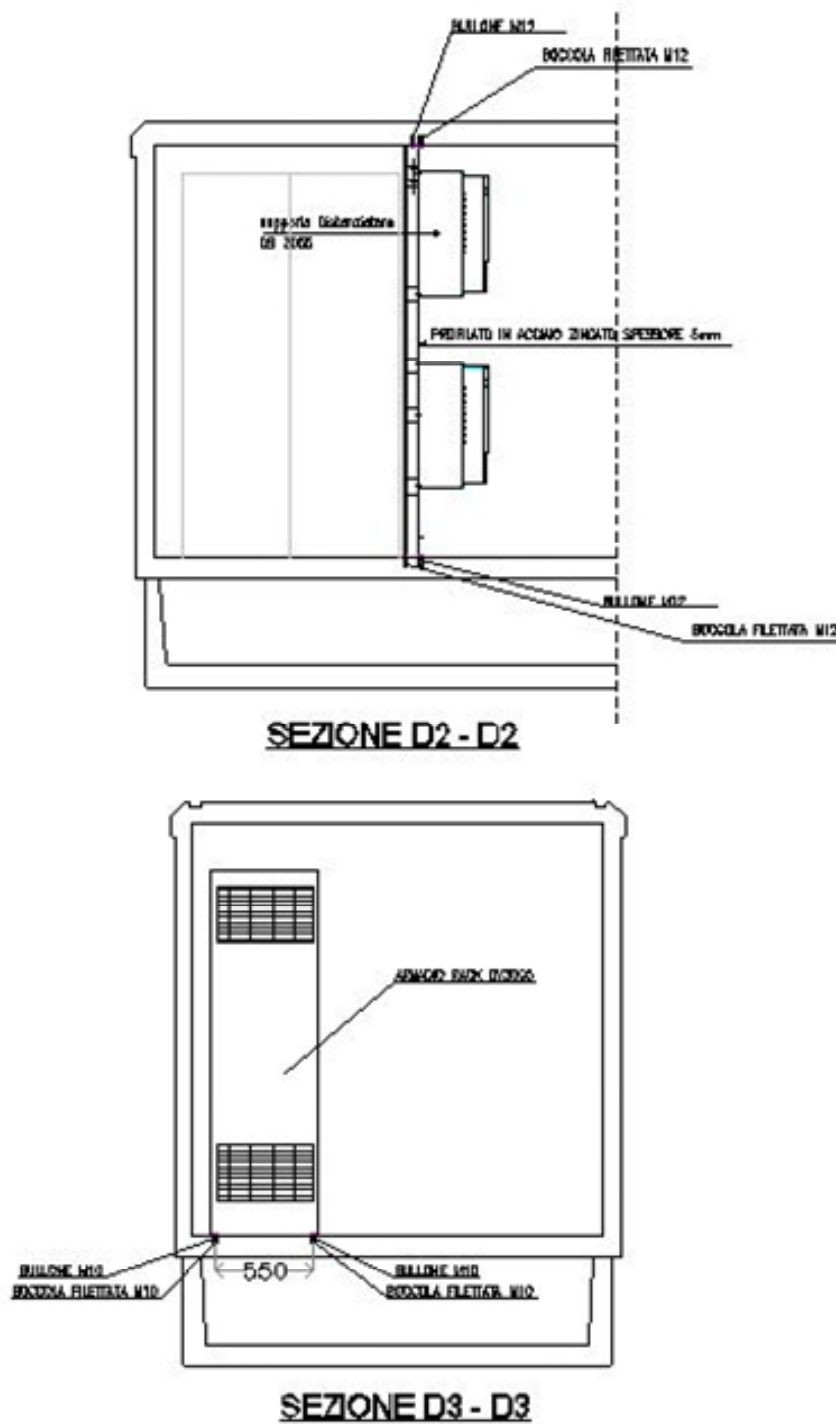
del

Settembre 2021

Particolare Supporto per montaggio quadri BT e quadro rack



	SPECIFICA TECNICA	Pagina 56 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>



Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.

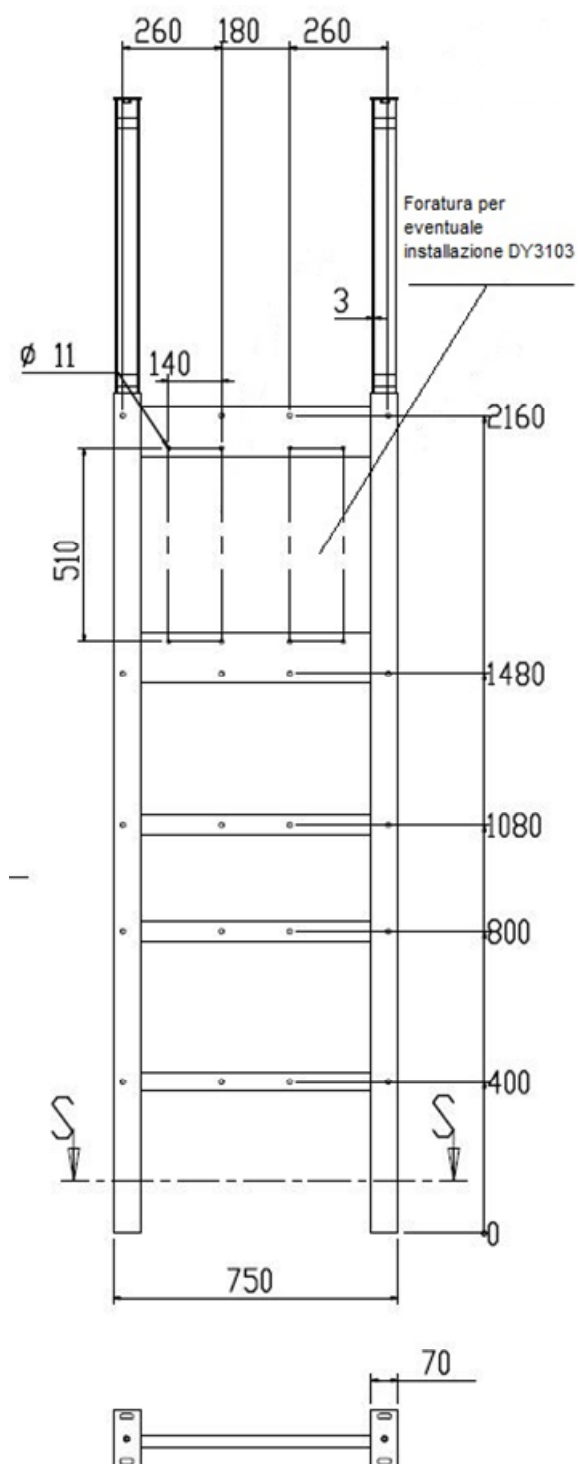
STANDARD BOX DISTRIBUZIONE
STANDARD BOX SATELLITE
STANDARD BOX CLIENTE

DG2061

Ed.09

del

Settembre 2021



Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.

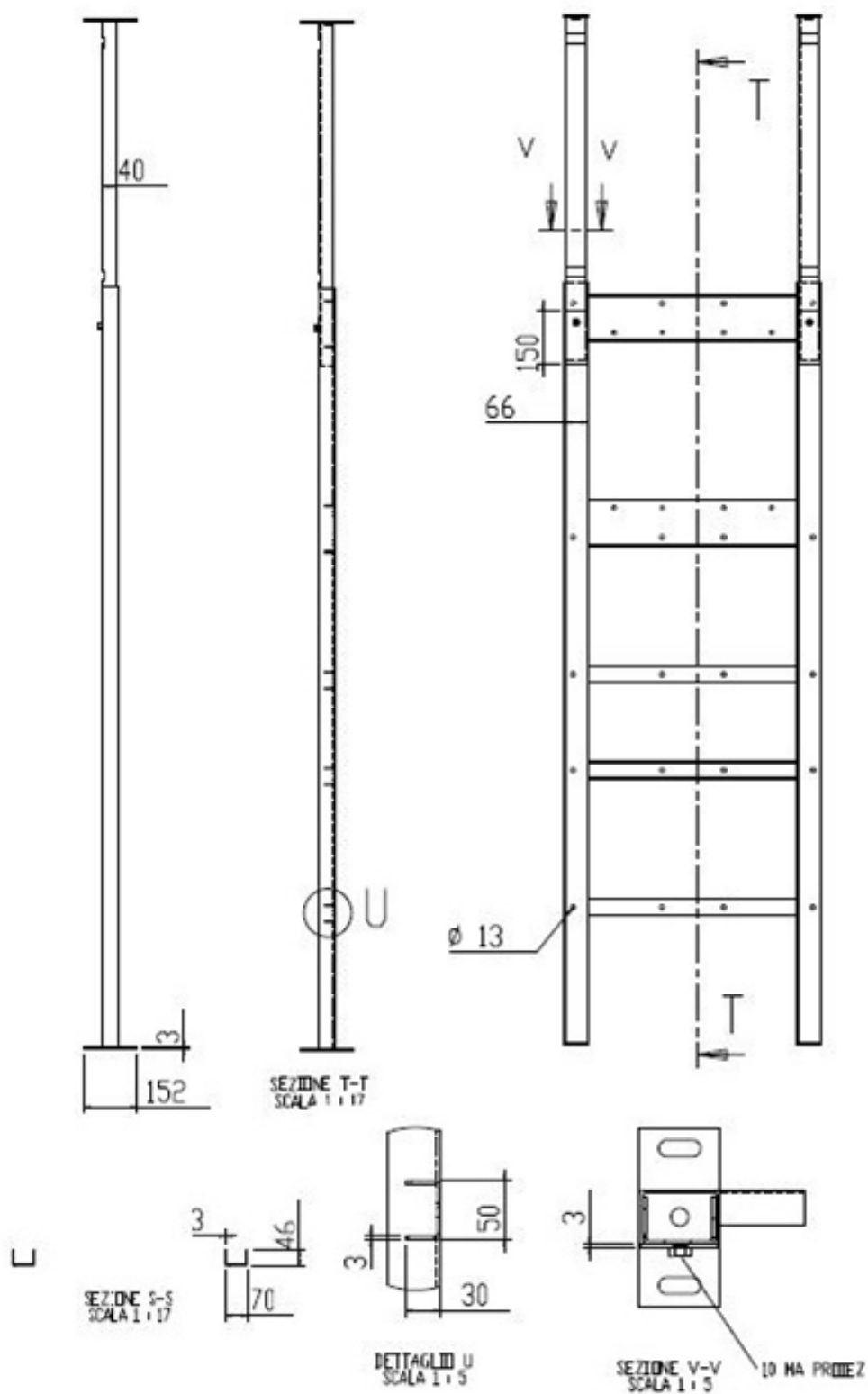
STANDARD BOX DISTRIBUZIONE
STANDARD BOX SATELLITE
STANDARD BOX CLIENTE

DG2061

Ed.09

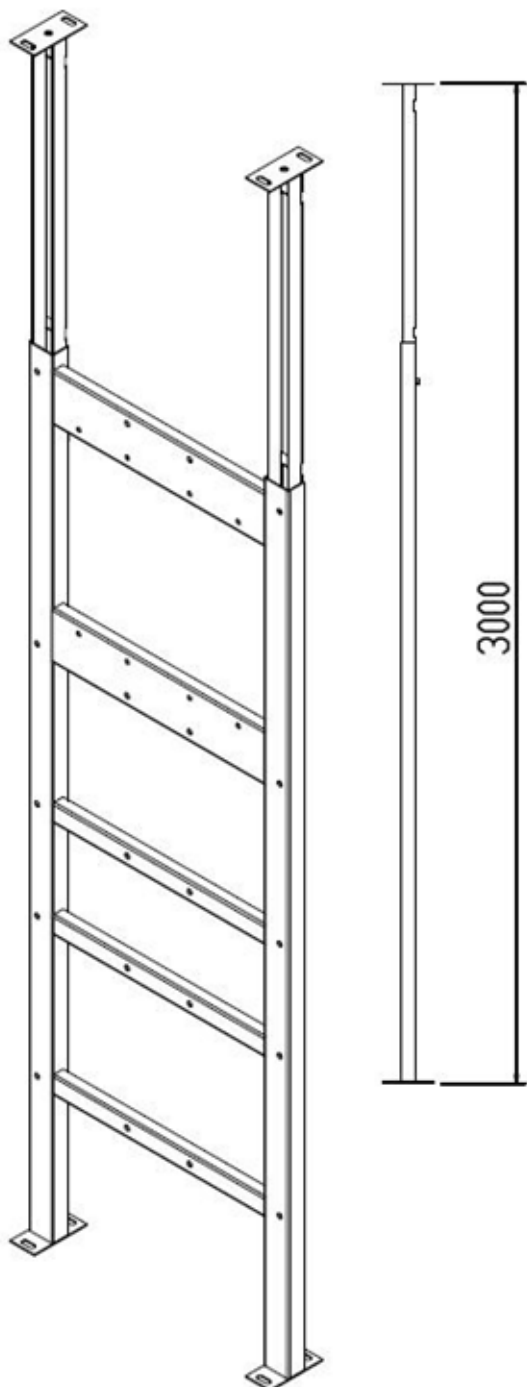
del

Settembre 2021

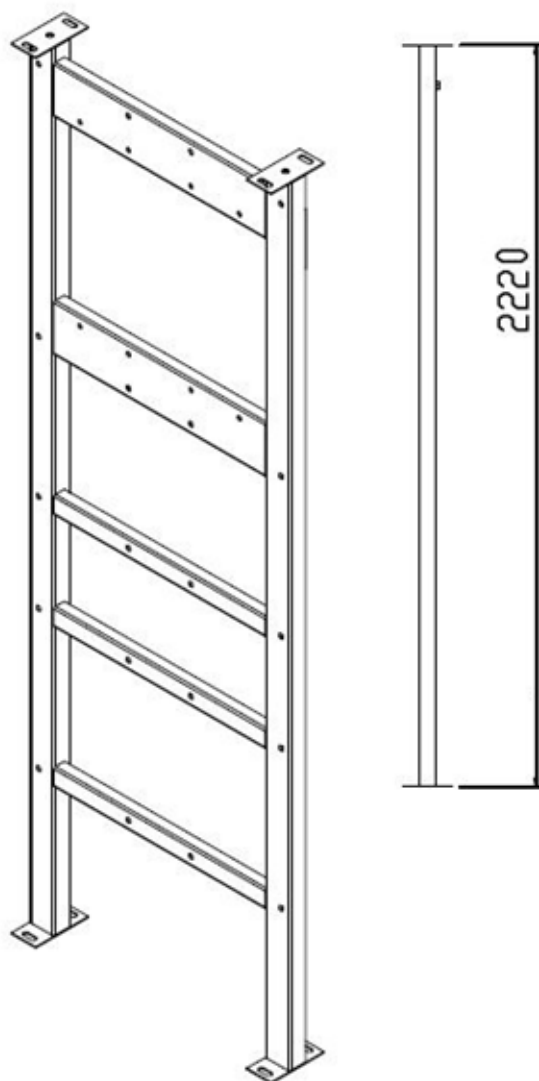


	SPECIFICA TECNICA	Pagina 59 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

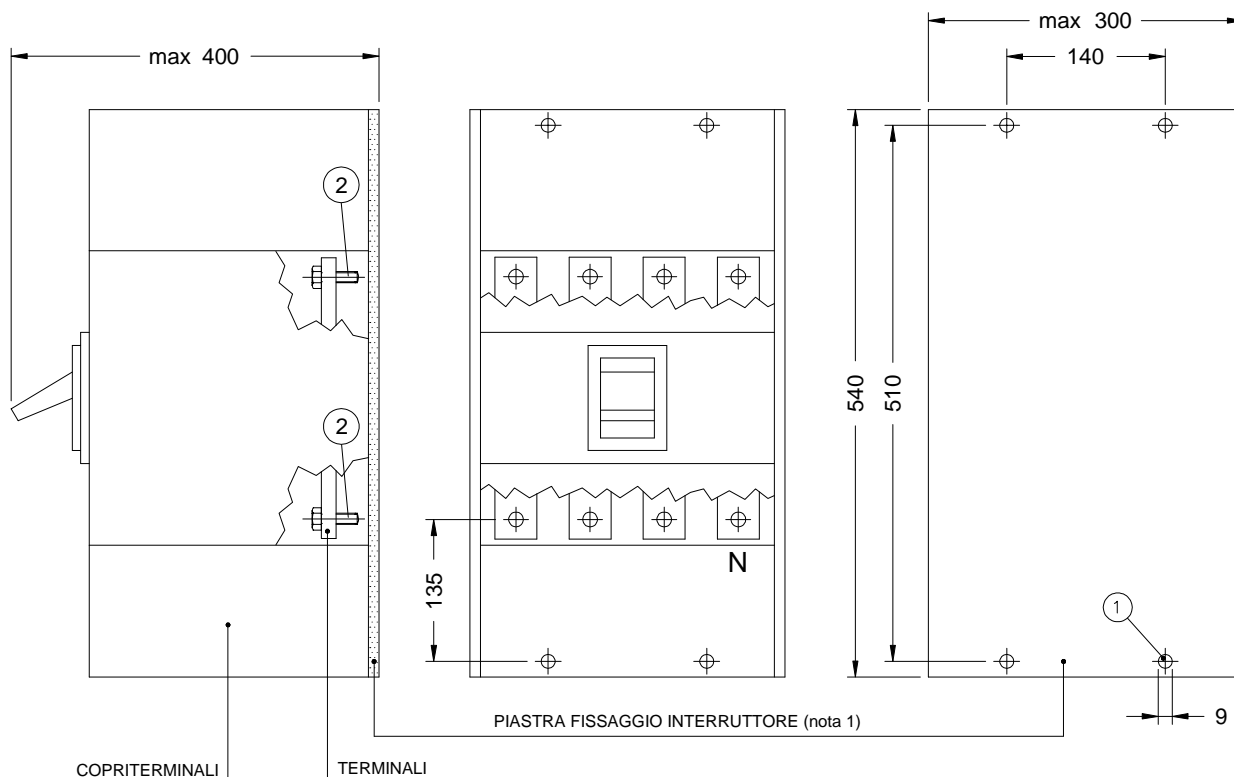
MASSIMA ESTENSIONE



MINIMA ESTENSIONE



	SPECIFICA TECNICA	Pagina 60 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>



- ① n° 4 viti M8x25 complete di dadi e rosette (per applicazione su supporto distanziatore)
- ② Viti M10 oppure M12 con rosette piane ed elastiche, da applicare su capocorda di larghezza massima 31 mm con foro Ø13

Particolare dimensione piastra per interruttori a 630A

Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.

STANDARD BOX DISTRIBUZIONE
STANDARD BOX SATELLITE
STANDARD BOX CLIENTE

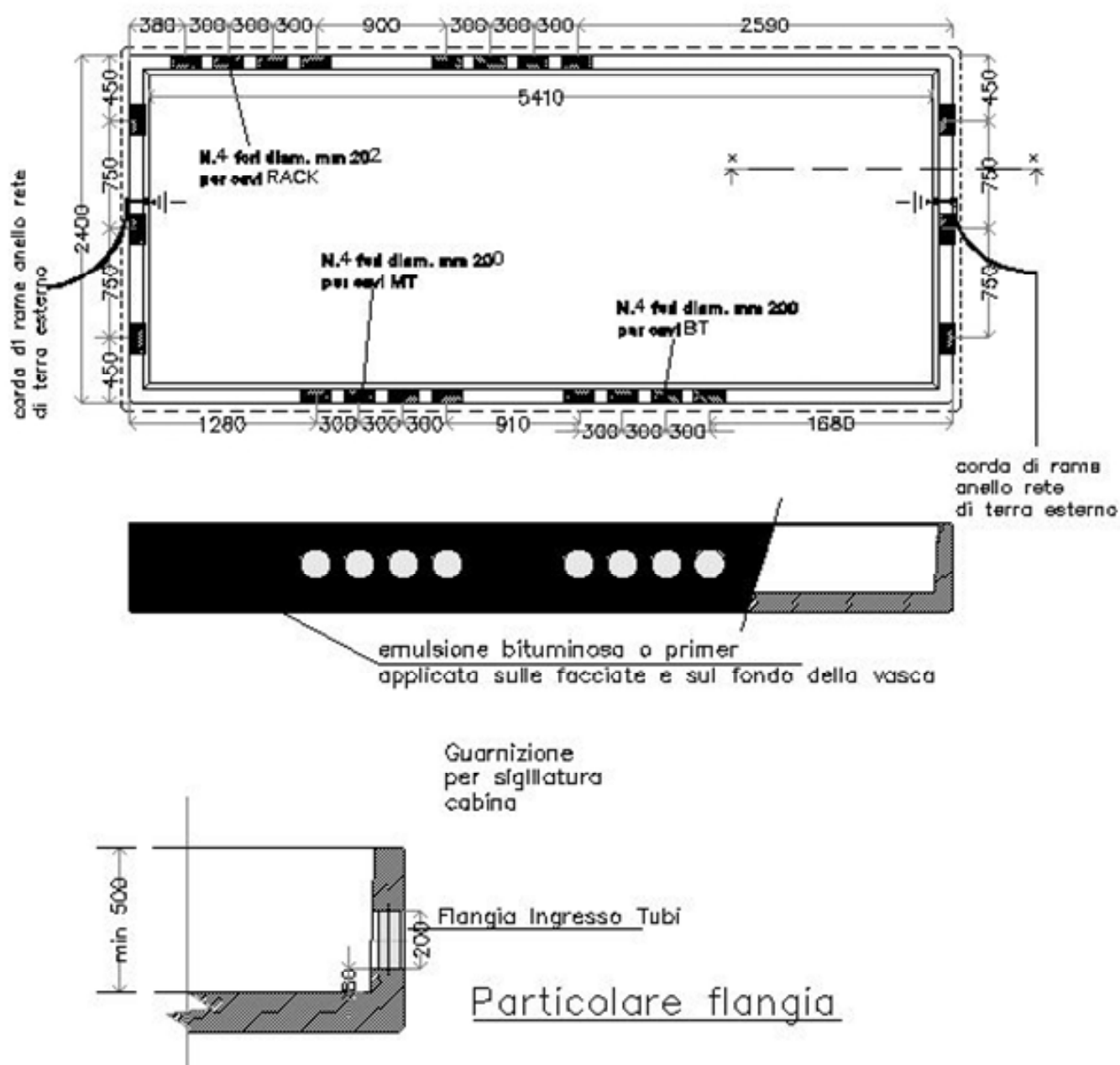
DG2061

Ed.09

del

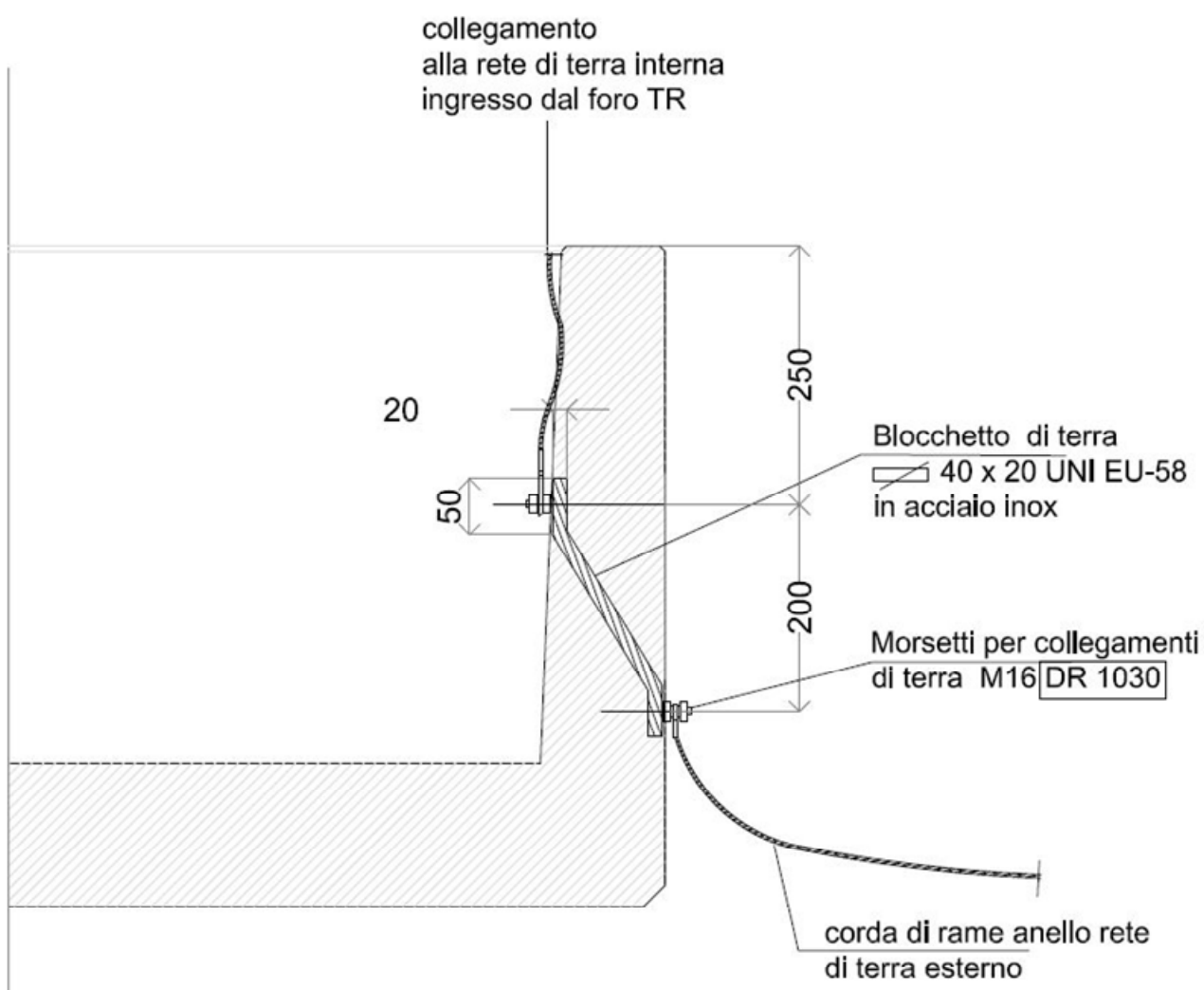
Settembre 2021

BASAMENTO



	SPECIFICA TECNICA	Pagina 63 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

Particolare connettore interno - esterno / rete di terra



Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.

STANDARD BOX DISTRIBUZIONE
STANDARD BOX SATELLITE
STANDARD BOX CLIENTE

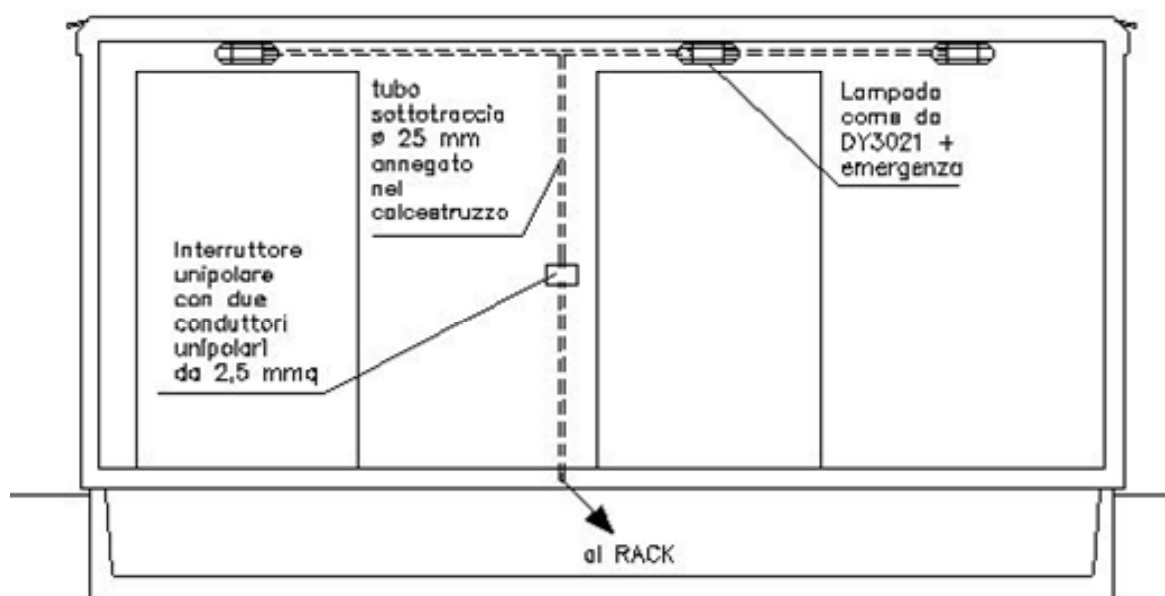
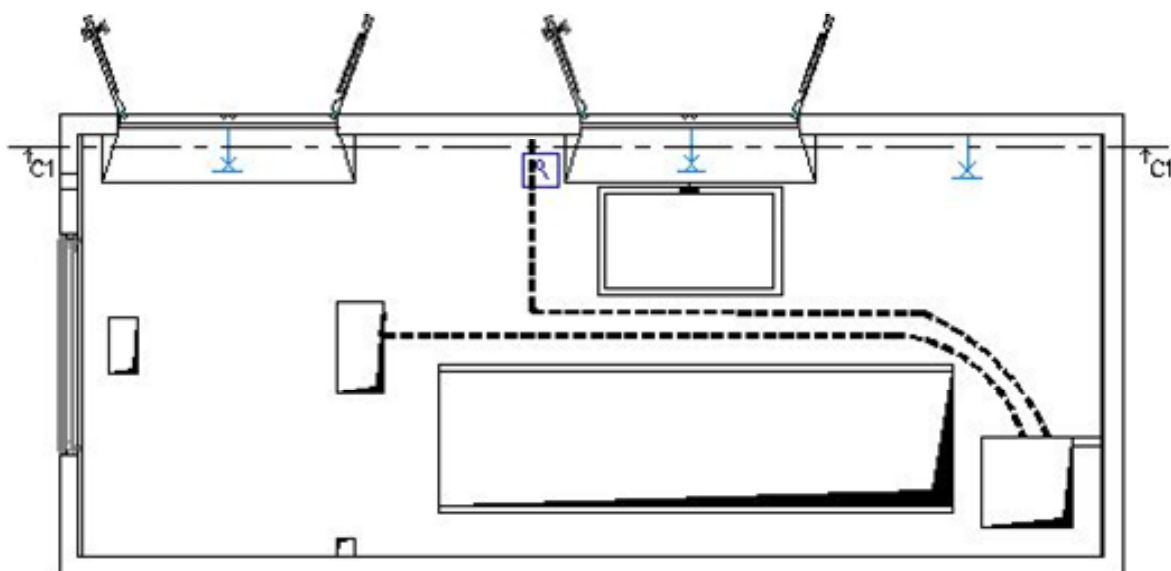
DG2061

Ed.09

del

Settembre 2021

IMPIANTO ELETTRICO



SEZIONE C1 - C1

Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.

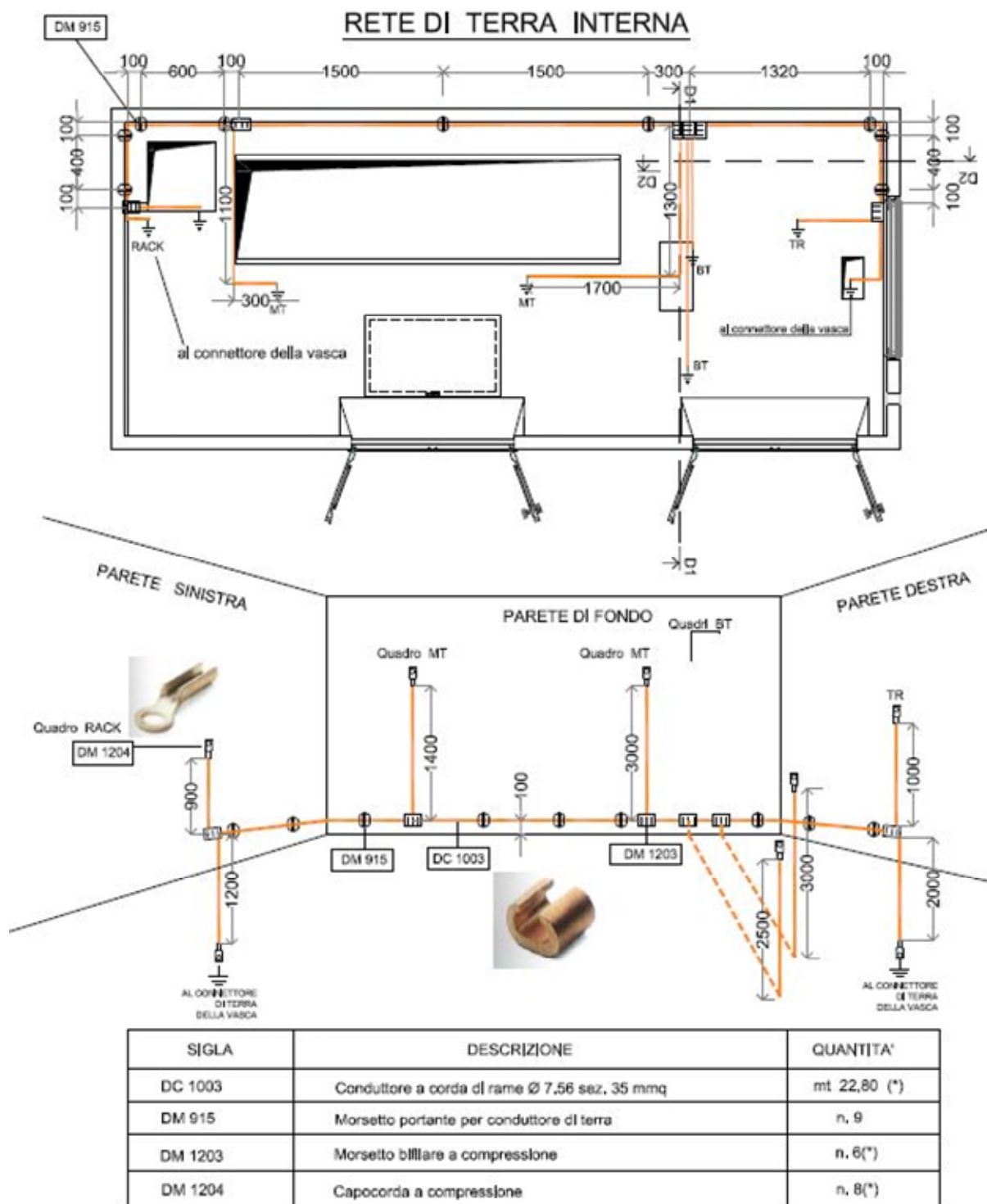
STANDARD BOX DISTRIBUZIONE
STANDARD BOX SATELLITE
STANDARD BOX CLIENTE

DG2061

Ed.09

del

Settembre 2021



(*) N.B. : le quantità di questi materiali devono essere in ogni caso adeguate al numero di quadri BT richiesti in specifica d'ordine

Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.

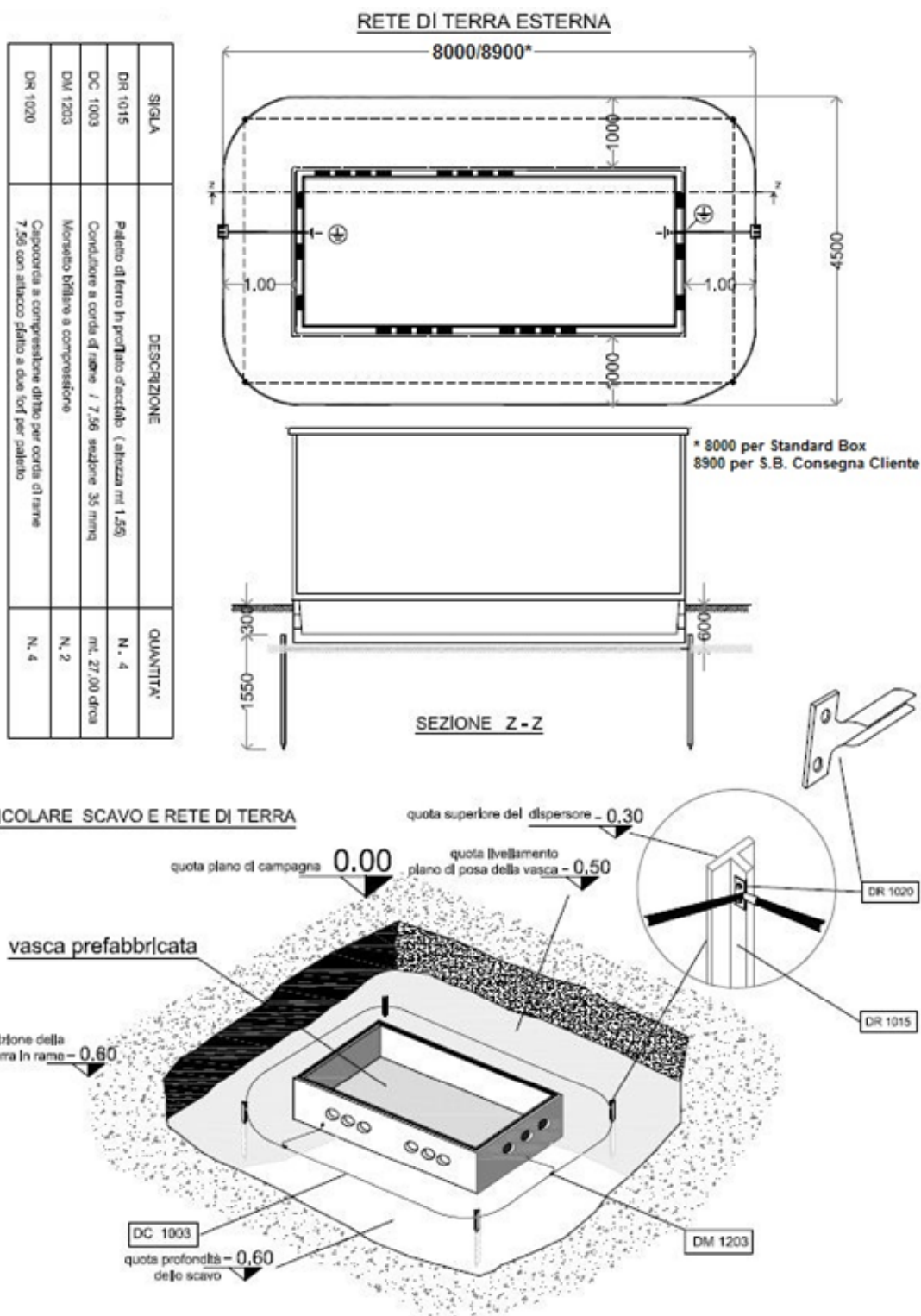
STANDARD BOX DISTRIBUZIONE
STANDARD BOX SATELLITE
STANDARD BOX CLIENTE

DG2061

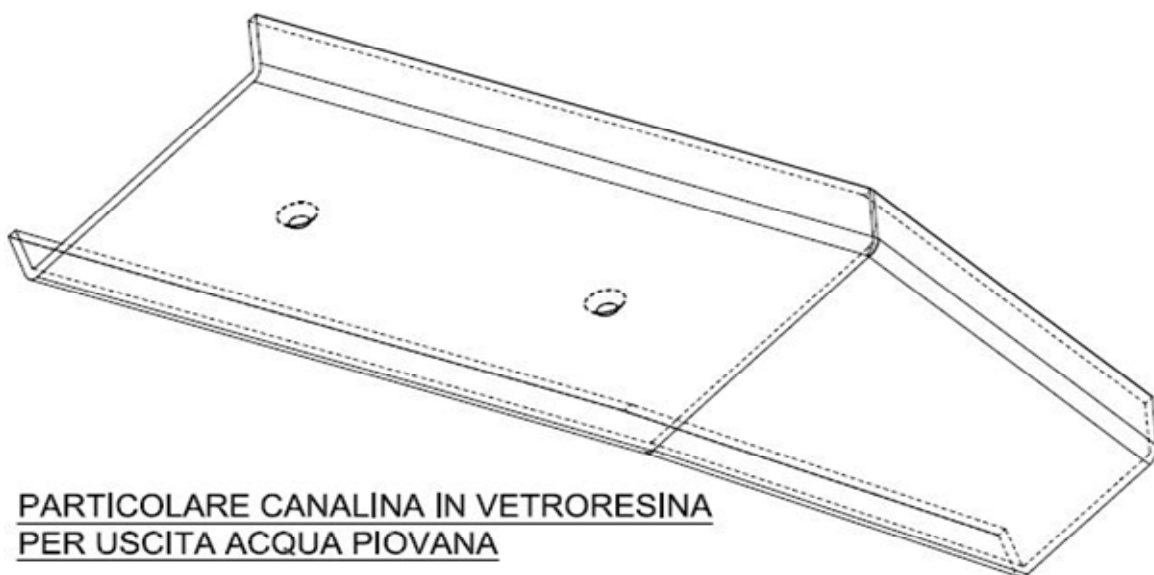
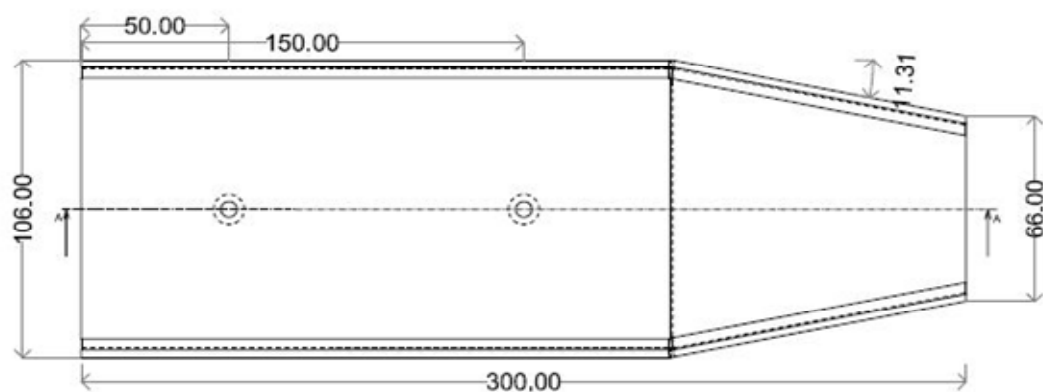
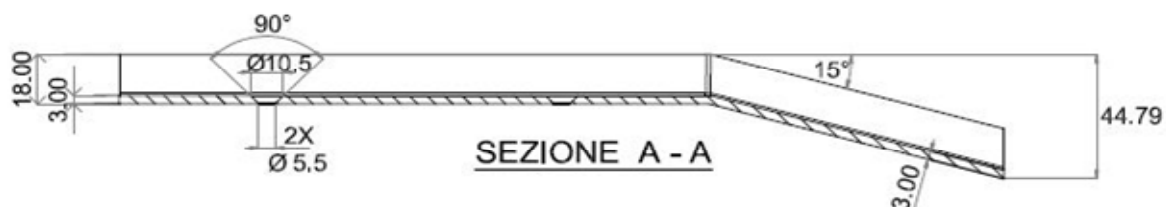
Ed.09

del

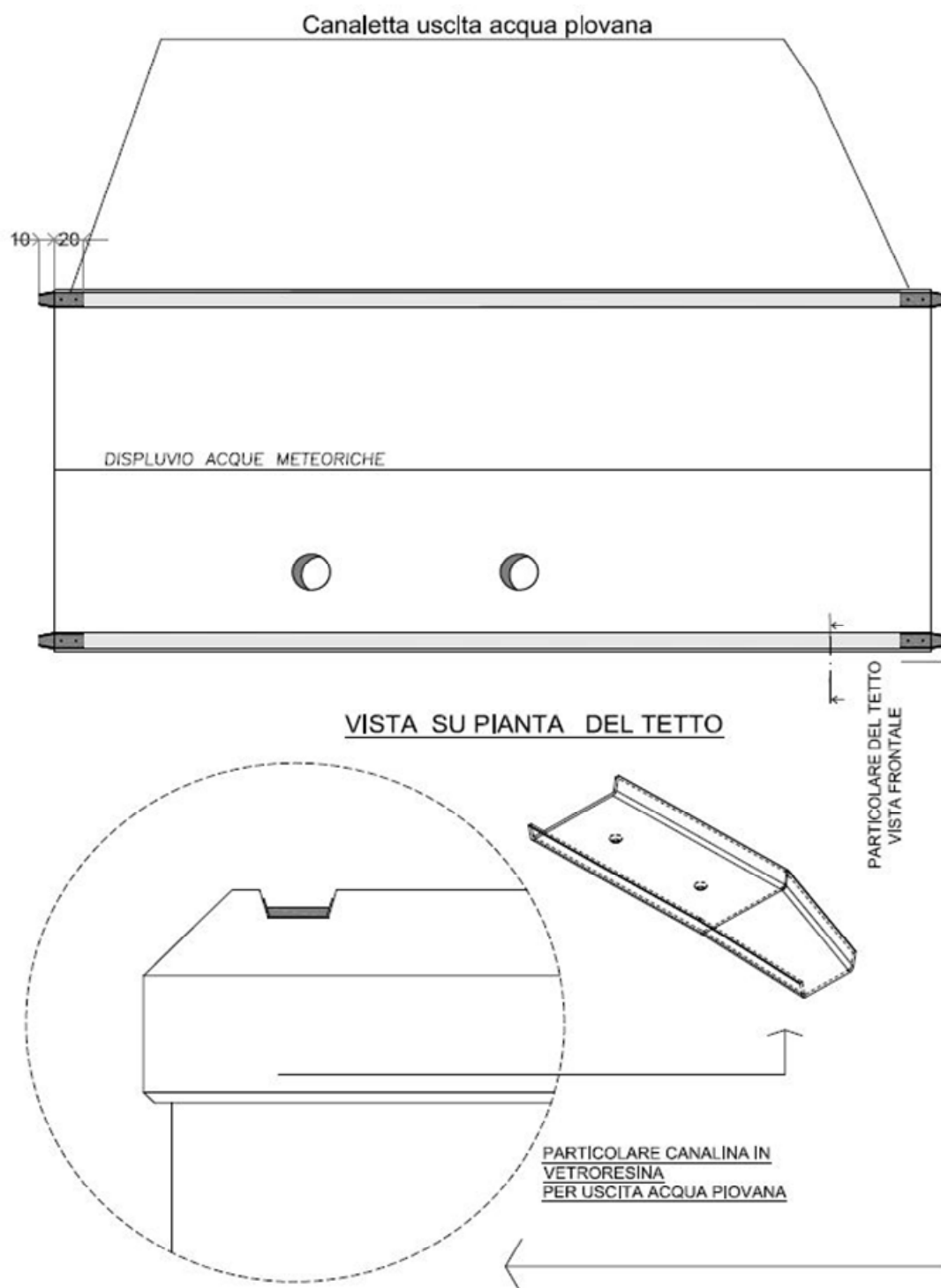
Settembre 2021



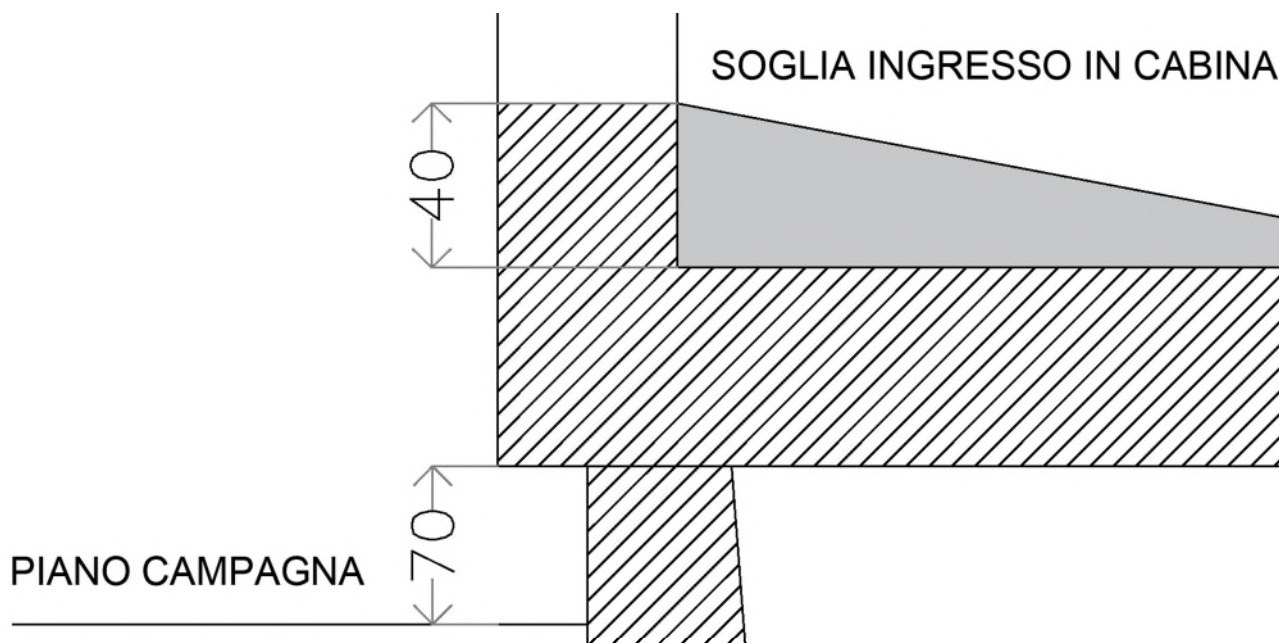
	SPECIFICA TECNICA	Pagina 67 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>



	SPECIFICA TECNICA	Pagina 68 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>



	SPECIFICA TECNICA	Pagina 69 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>



Particolare altezza minima della soglia di ingresso

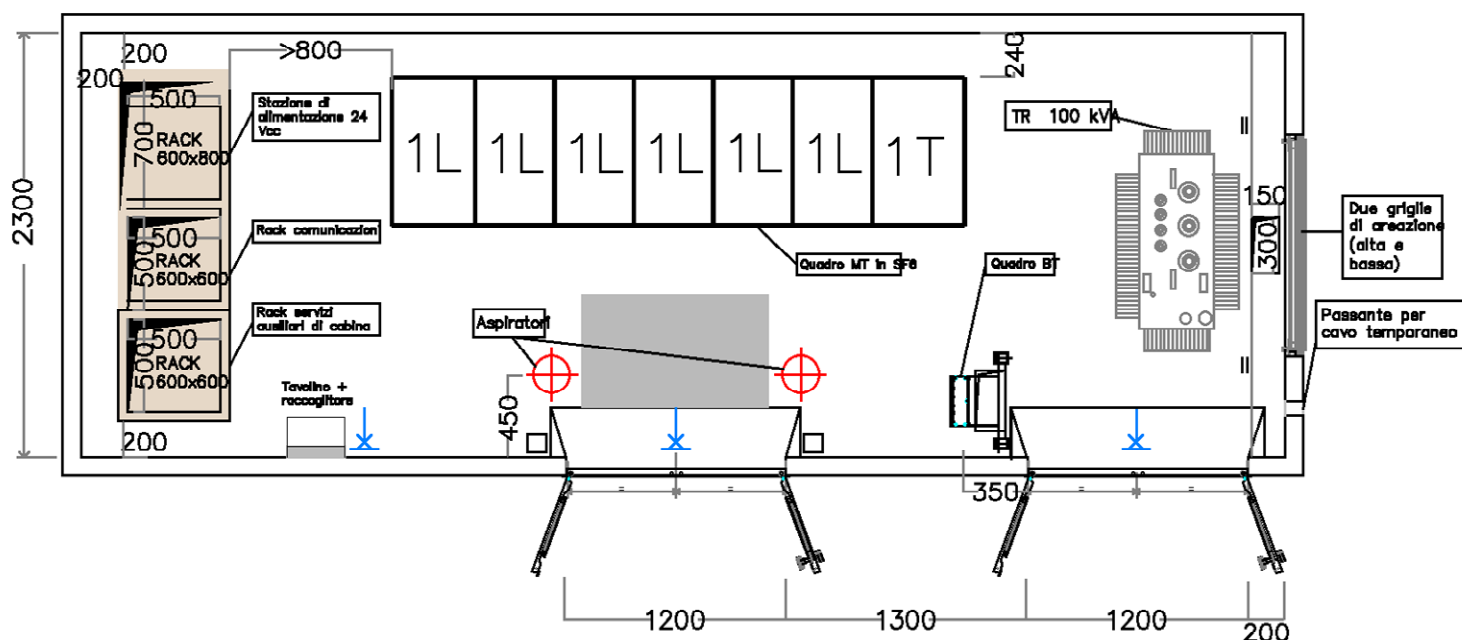
	SPECIFICA TECNICA	Pagina 70 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

Esempio quadro BT installato



	SPECIFICA TECNICA	Pagina 71 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

14.2 Standard Box Satellite



Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.

STANDARD BOX DISTRIBUZIONE
STANDARD BOX SATELLITE
STANDARD BOX CLIENTE

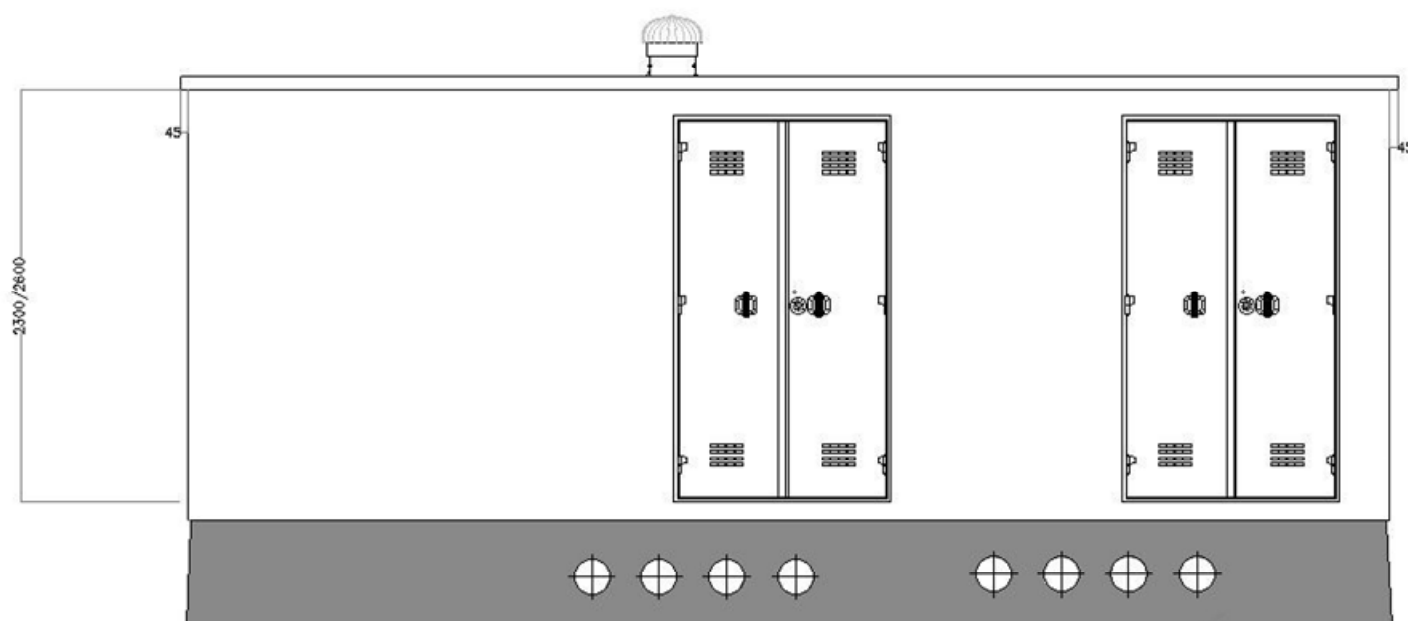
DG2061

Ed.09

del

Settembre 2021

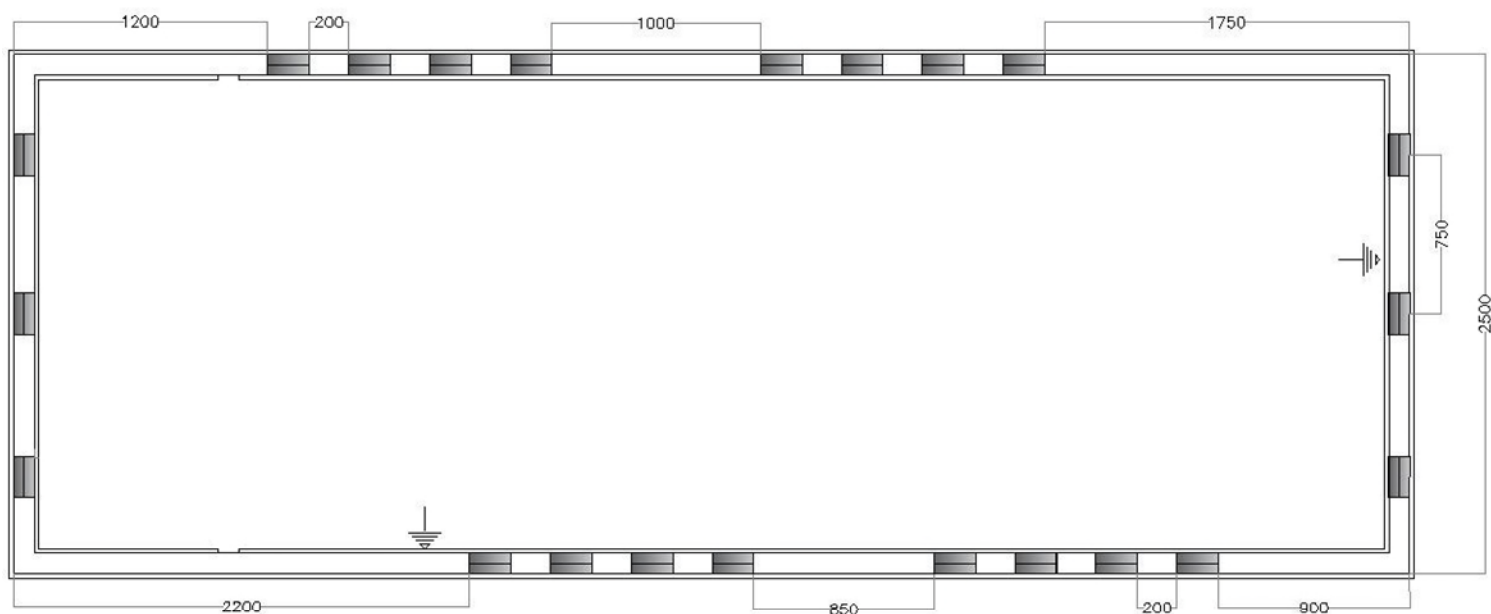
VISTA FRONTALE



fori Ø mm 200
con flangia a frattura
prestabilita, predisposti
per kit passacavo.

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 73 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

PIANTA BASAMENTO



Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.

STANDARD BOX DISTRIBUZIONE
STANDARD BOX SATELLITE
STANDARD BOX CLIENTE

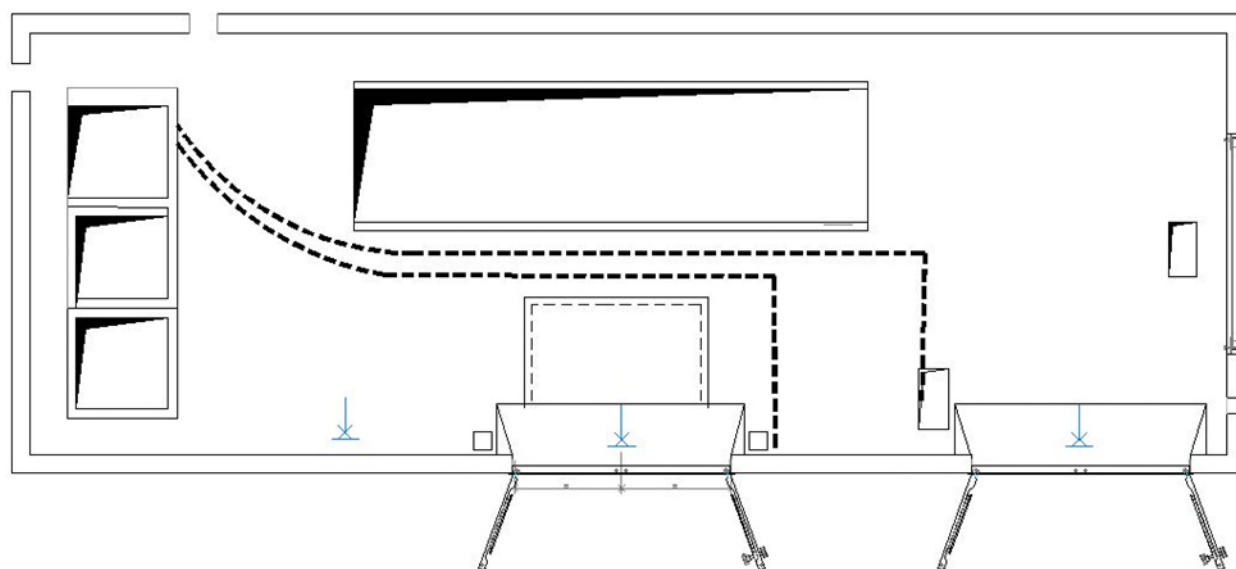
DG2061

Ed.09

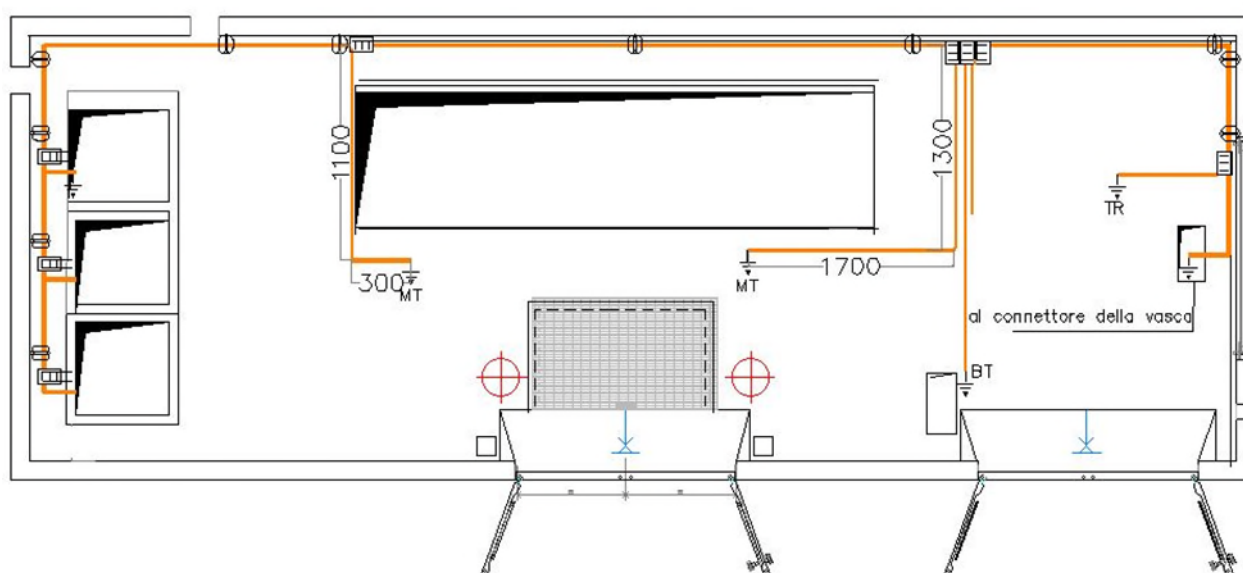
del

Settembre 2021

IMPIANTO ELETTRICO



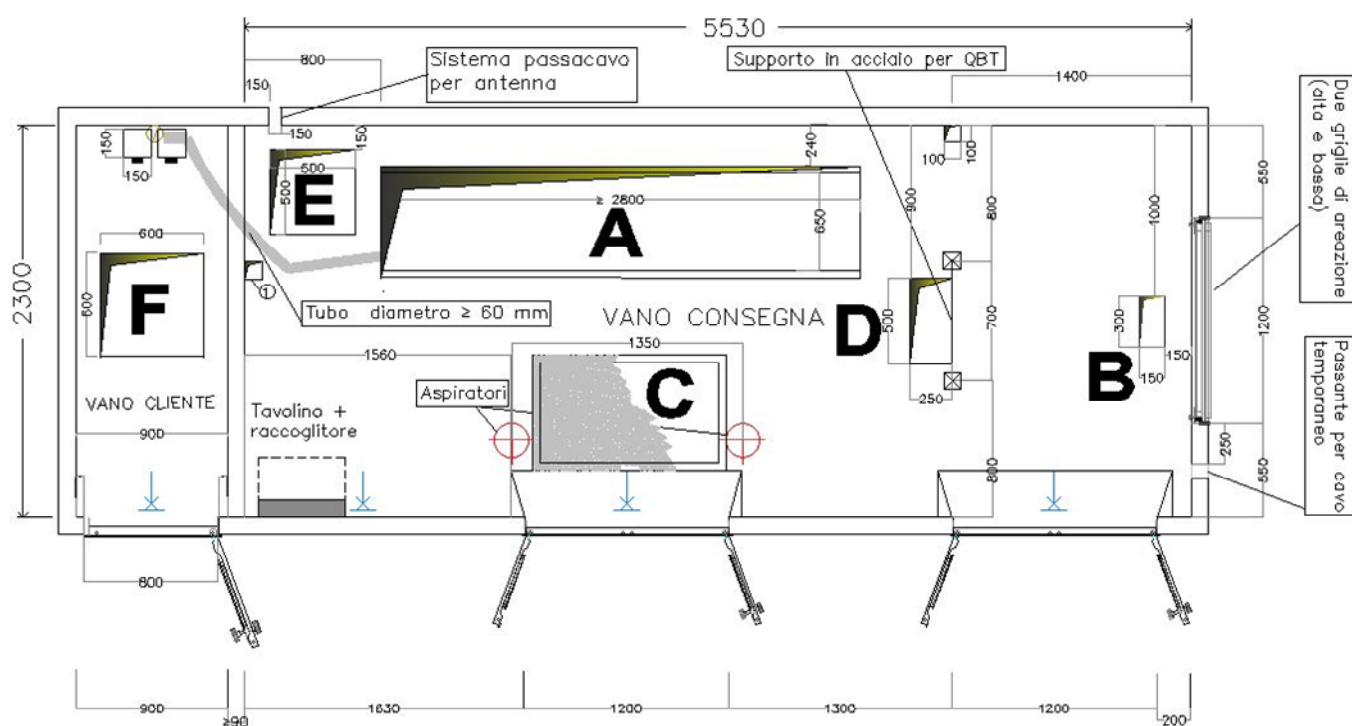
RETE DI TERRA INTERNA



	SPECIFICA TECNICA	Pagina 75 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

14.3 Standard box Consegna Cliente

PIANTA



Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.

STANDARD BOX DISTRIBUZIONE
STANDARD BOX SATELLITE
STANDARD BOX CLIENTE

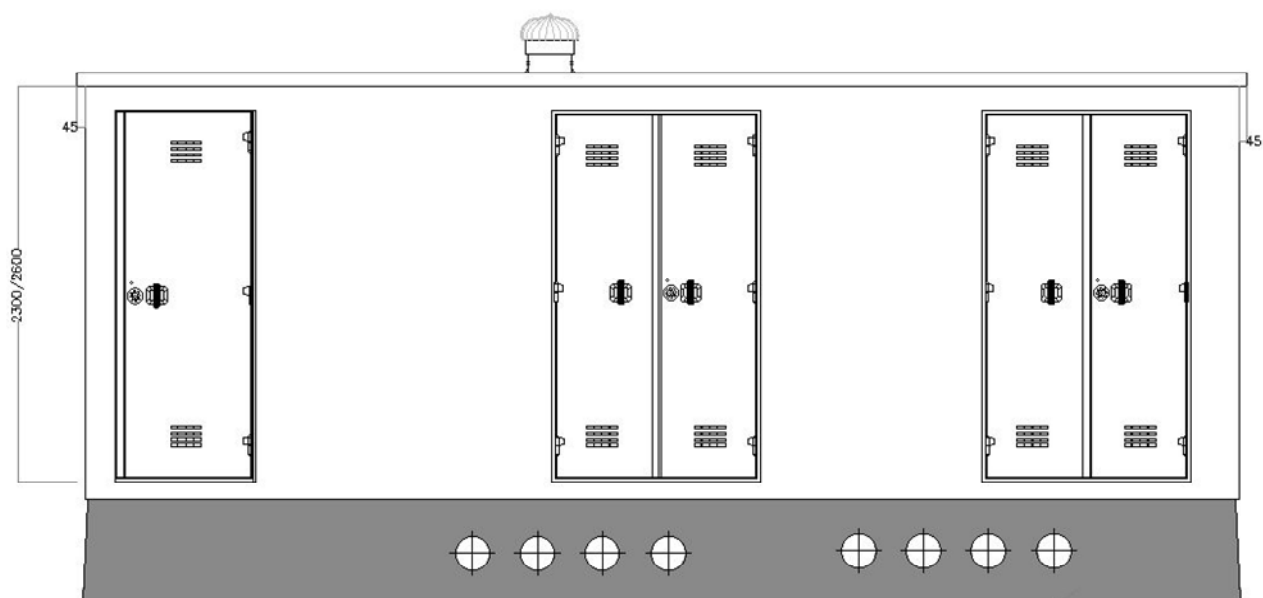
DG2061

Ed.09

del

Settembre 2021

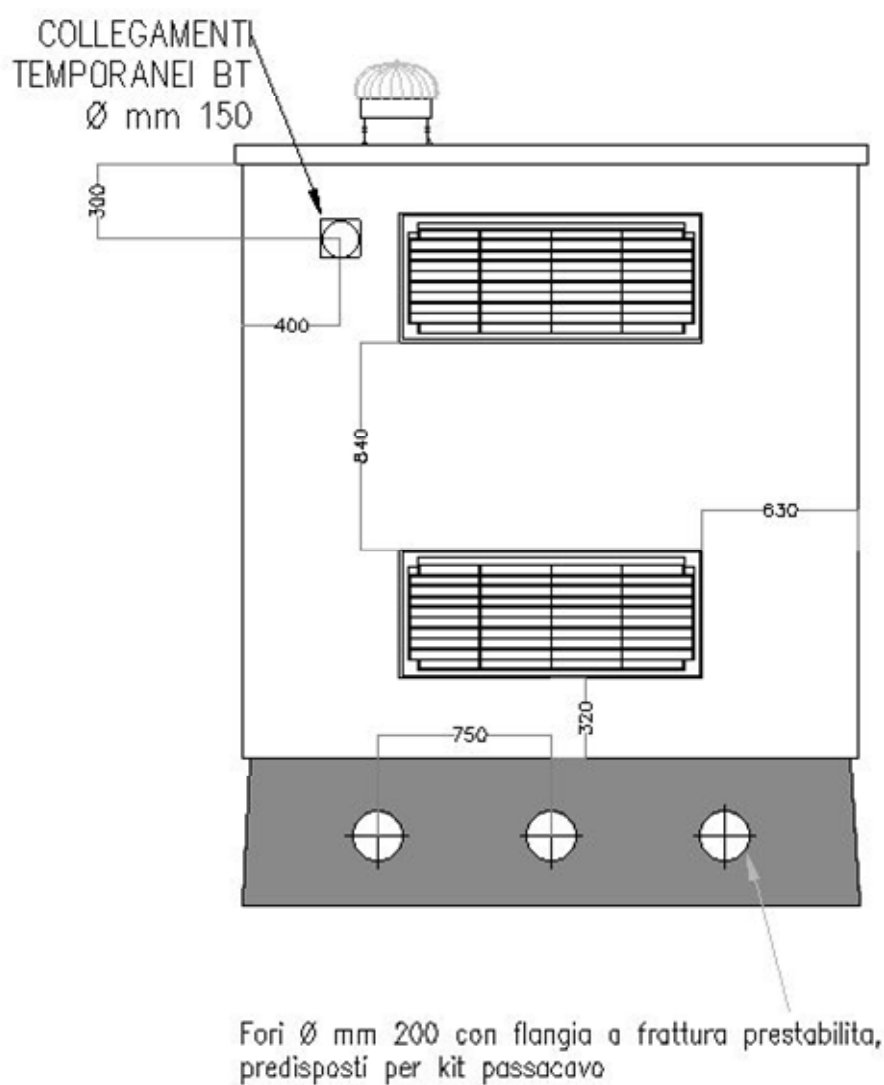
VISTA FRONTALE



fori Ø mm 200
con flangia a frattura
prestabilita, predisposti
per kit passacavo.

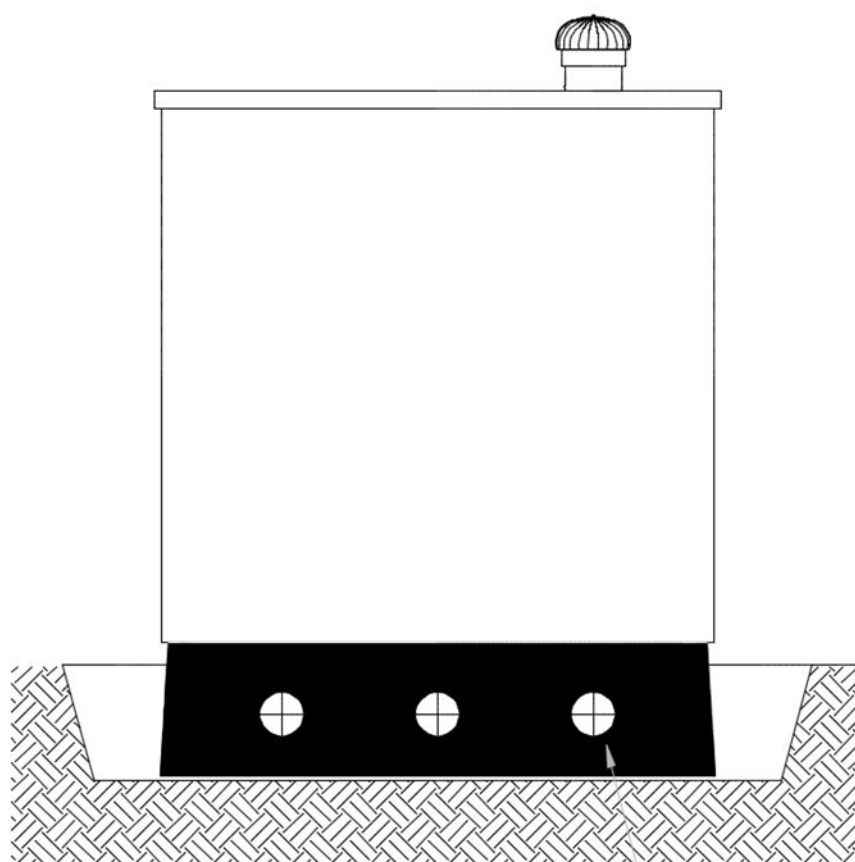
	SPECIFICA TECNICA	Pagina 77 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

VISTA LATO DESTRO



	SPECIFICA TECNICA	Pagina 78 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

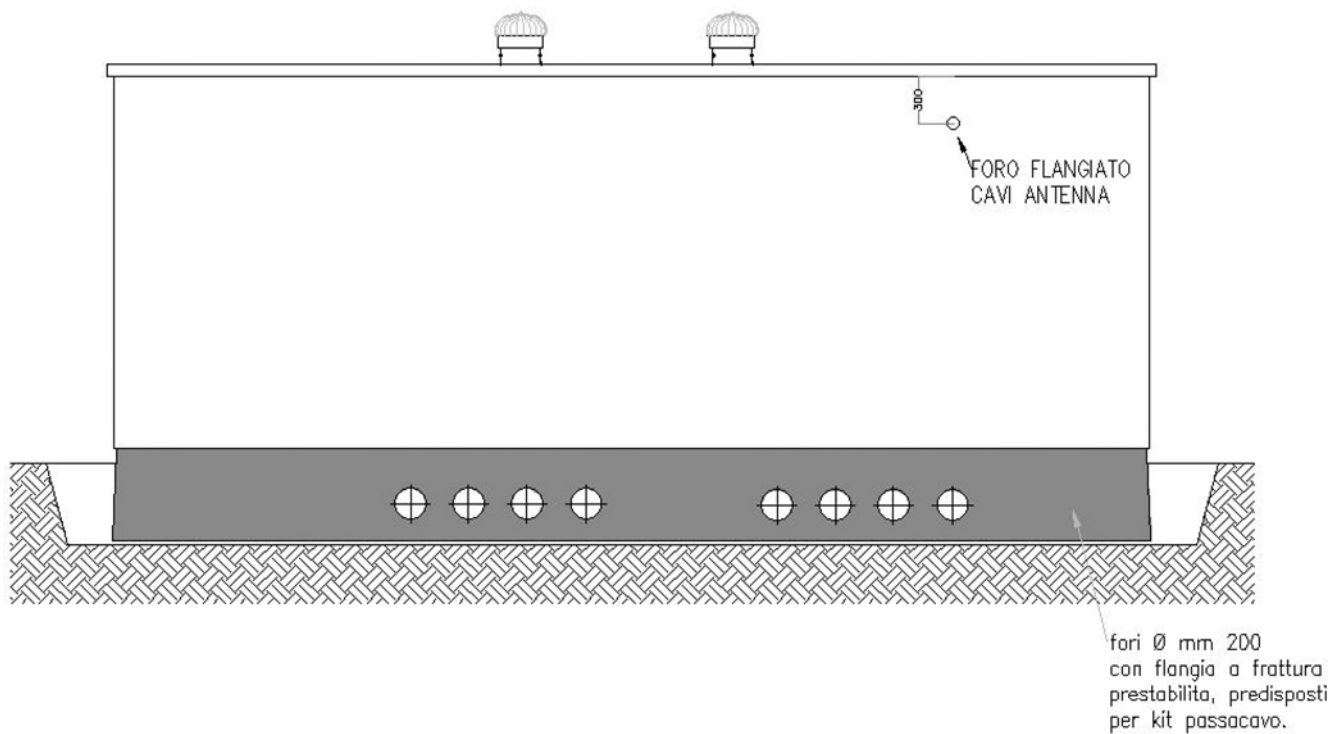
VISTA LATO SINISTRO



Fori Ø mm 200 con flangia a frattura prestabilita, predisposti per kit passacavo

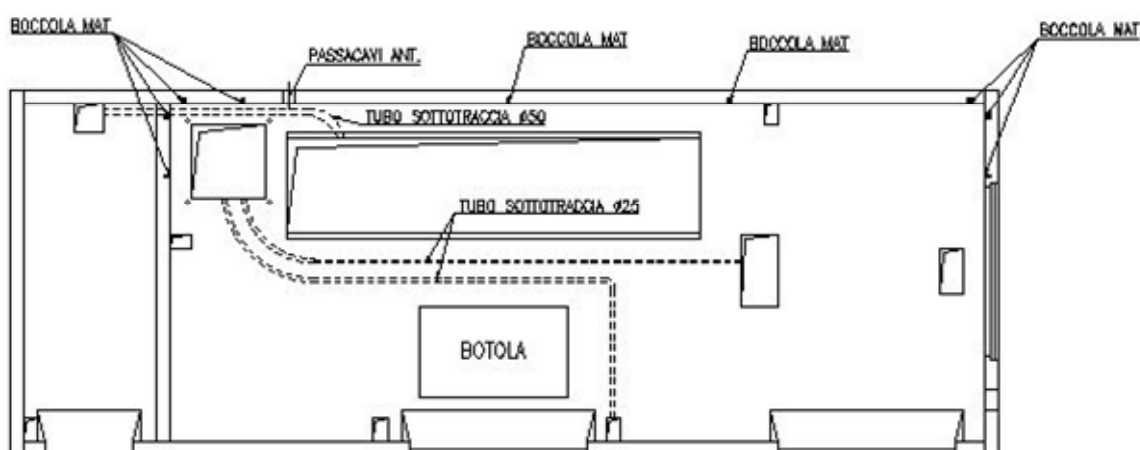
	SPECIFICA TECNICA	Pagina 79 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

VISTA RETRO

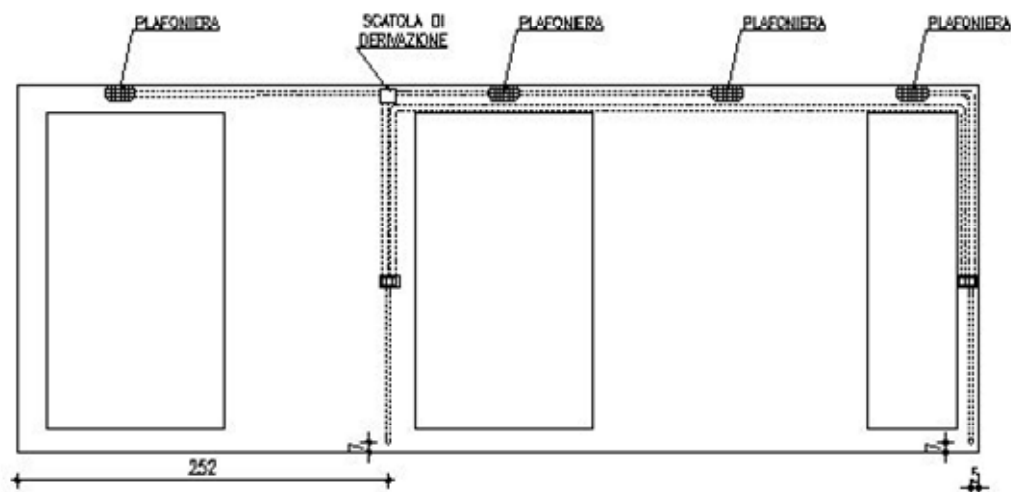


	SPECIFICA TECNICA	Pagina 80 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

PIANTA IMPIANTO ELETTRICO



VISTA INTERNA PARETE



Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.

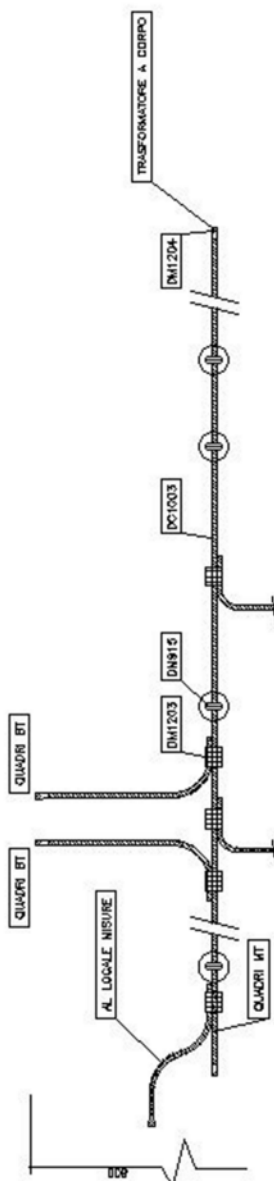
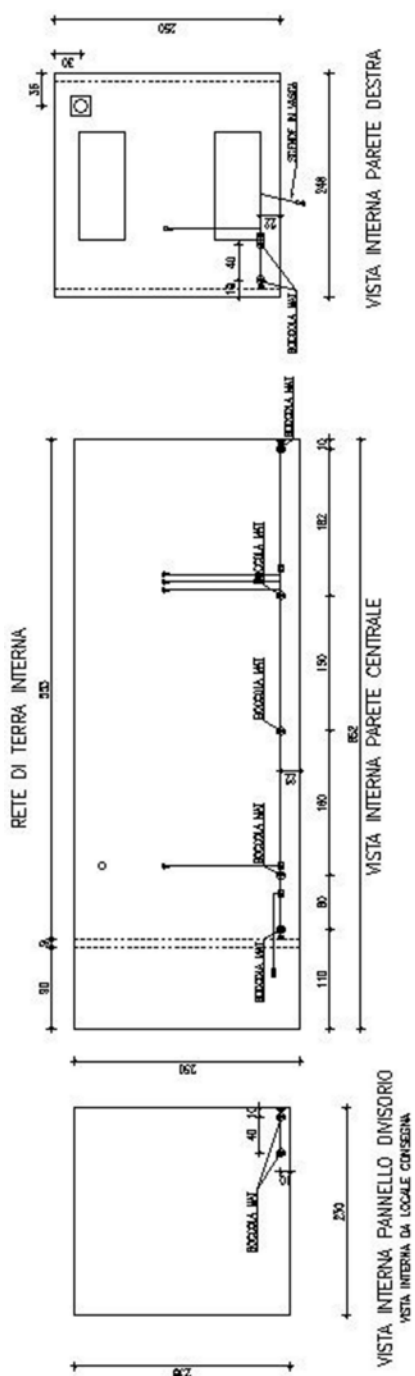
STANDARD BOX DISTRIBUZIONE
STANDARD BOX SATELLITE
STANDARD BOX CLIENTE

DG2061

Ed.09

del

Settembre 2021

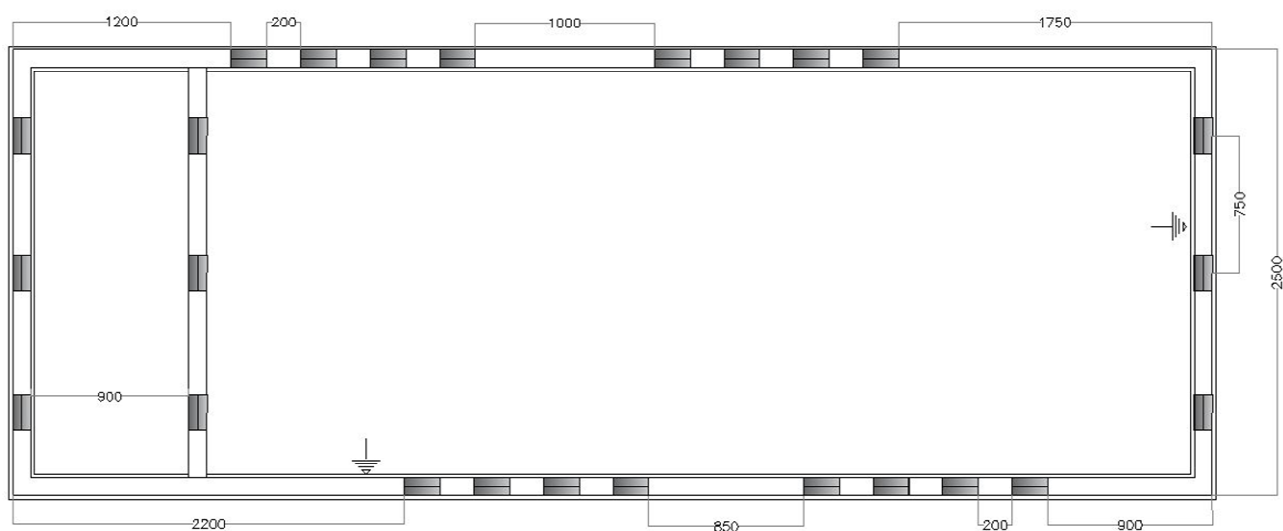


(*) La quantità di questi materiali sono in ogni caso adeguate alle dimensioni della cabina ed al numero di quadri BT

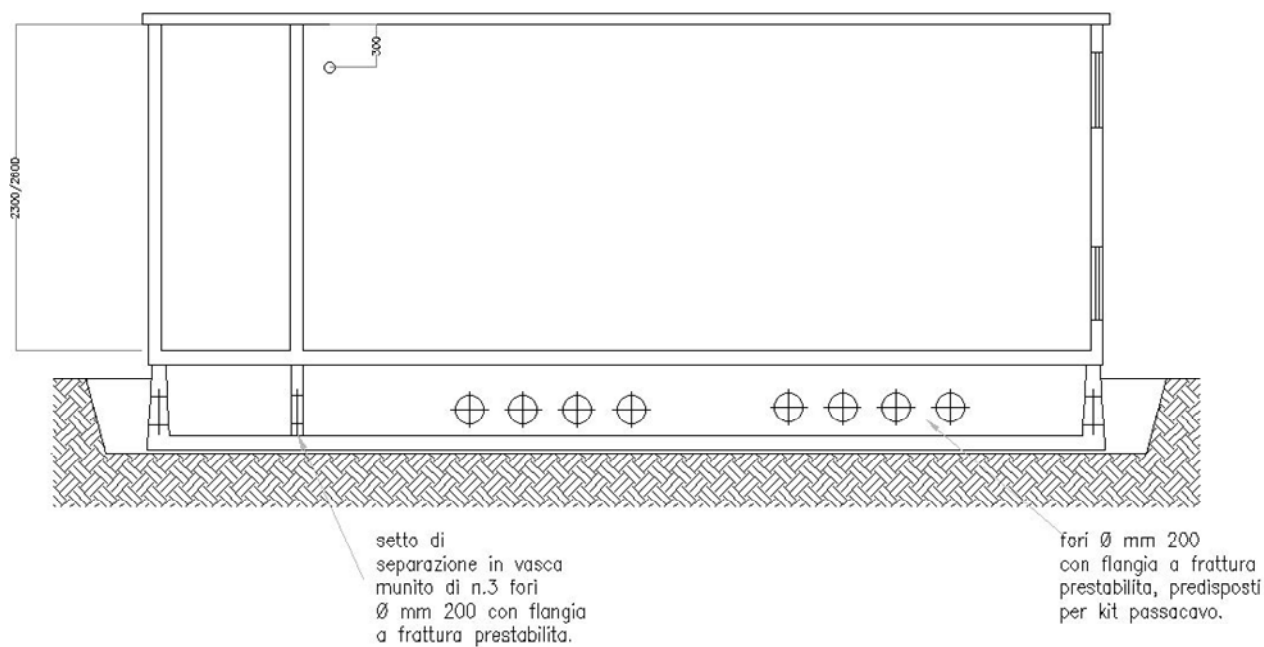
SIGLA	DESCRIZIONE	QUANTITA'
DC 1003	Conduttore a corda di rame Ø 7,56 sez. 35 mmq	m 7,5 (*)
DM 915	Morsella portante per conduttore di terra	n° 6 (*)
DM 1203	Morsella bifilare a compressione	n° 2 (*)
DM 1204	Capocorda a compressione	n° 4 (*)

	SPECIFICA TECNICA	Pagina 82 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

PIANTA BASAMENTO



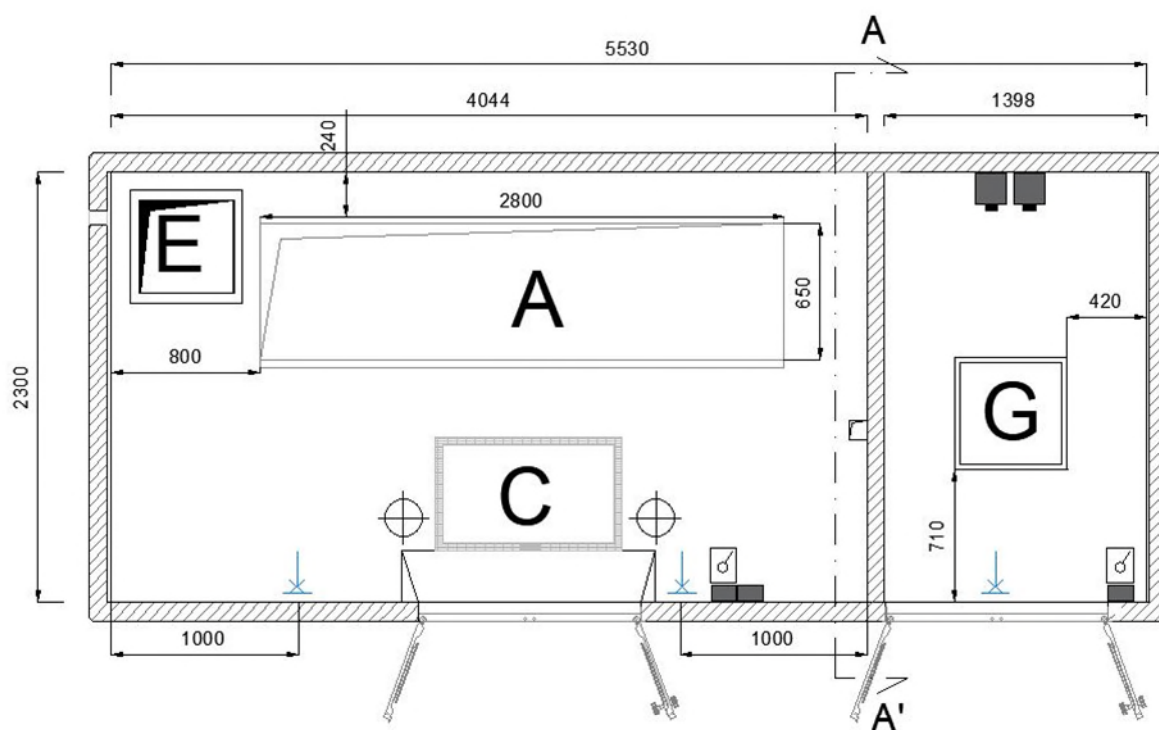
SEZIONE LONGITUDINALE



	SPECIFICA TECNICA	Pagina 83 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

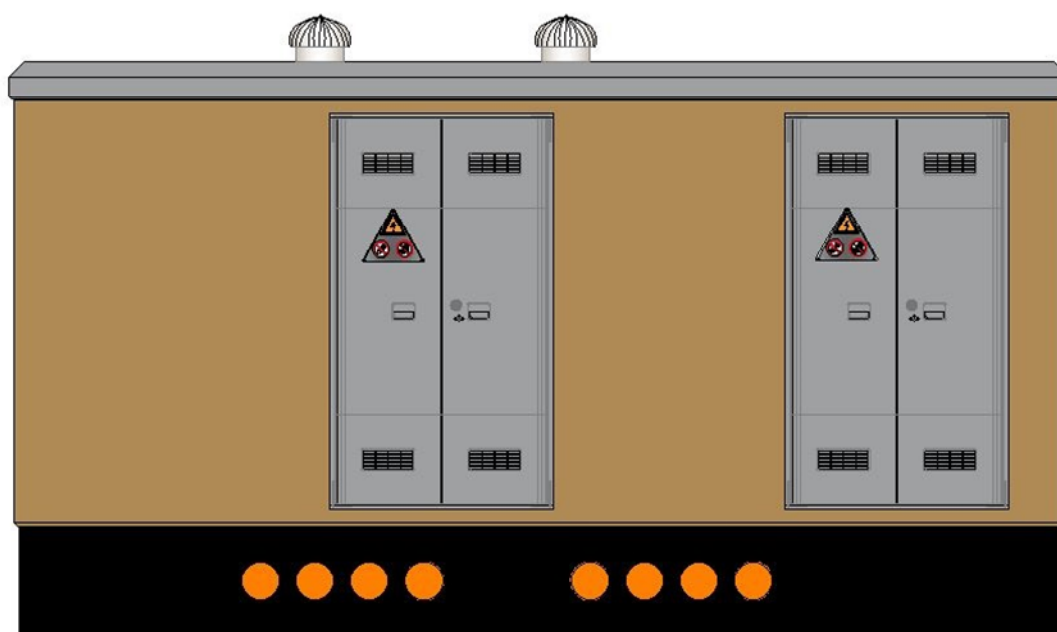
14.4 Standard box Consegna Cliente Rid

Pianta



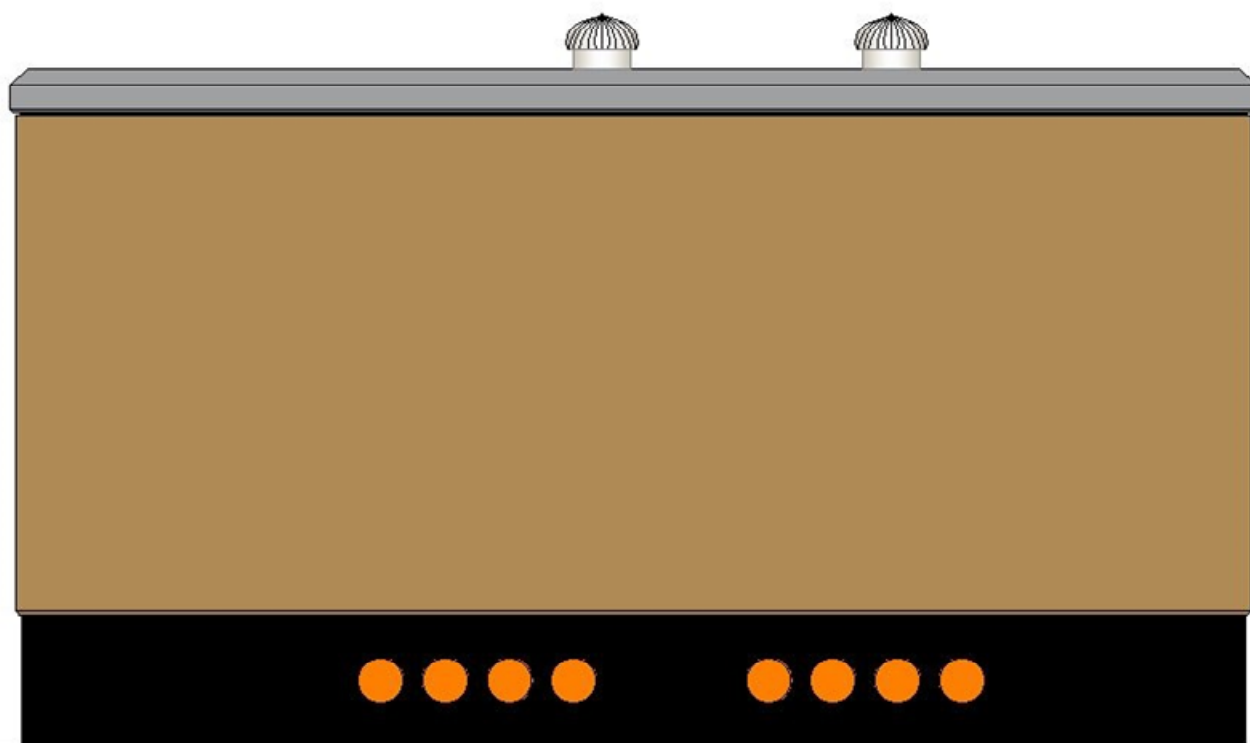
	SPECIFICA TECNICA	Pagina 84 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

Vista frontale



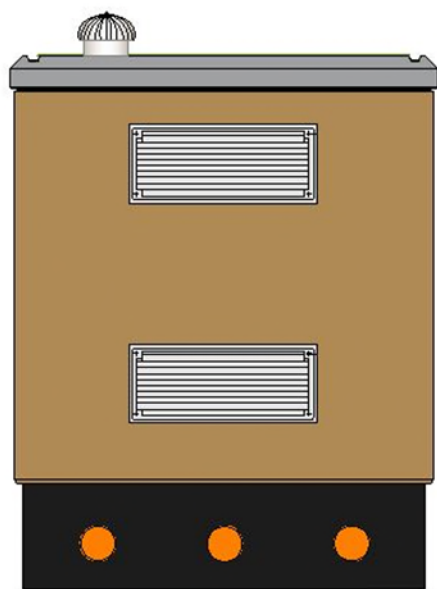
	SPECIFICA TECNICA	Pagina 85 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

Vista retro

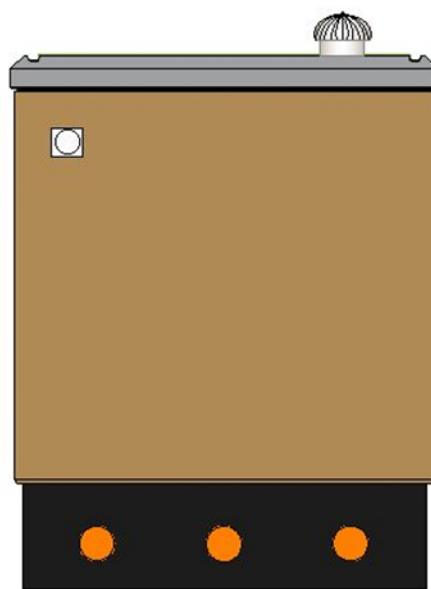


	SPECIFICA TECNICA	Pagina 86 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

Vista lato destro

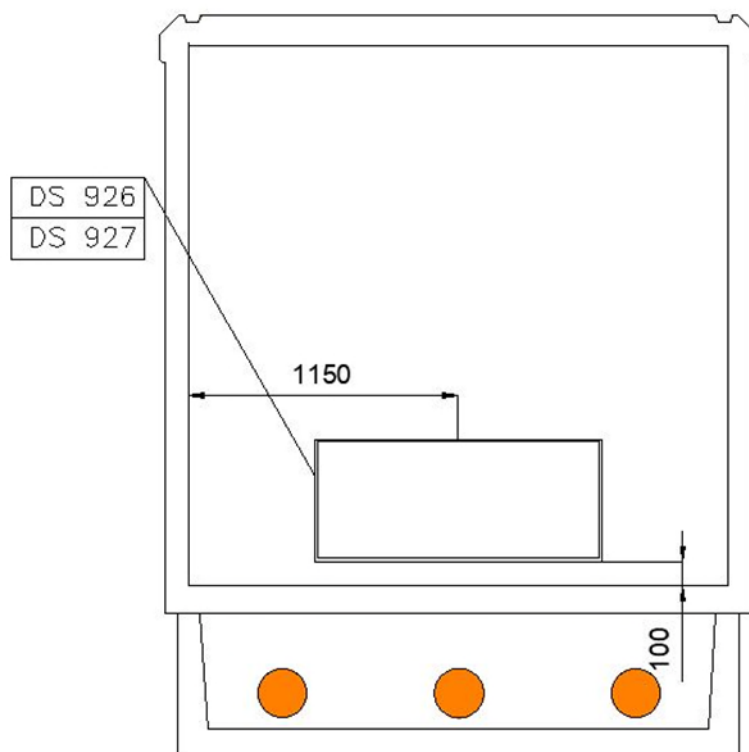


Vista lato sinistro



	SPECIFICA TECNICA	Pagina 87 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

Sezione A—A'



Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.

STANDARD BOX DISTRIBUZIONE
STANDARD BOX SATELLITE
STANDARD BOX CLIENTE

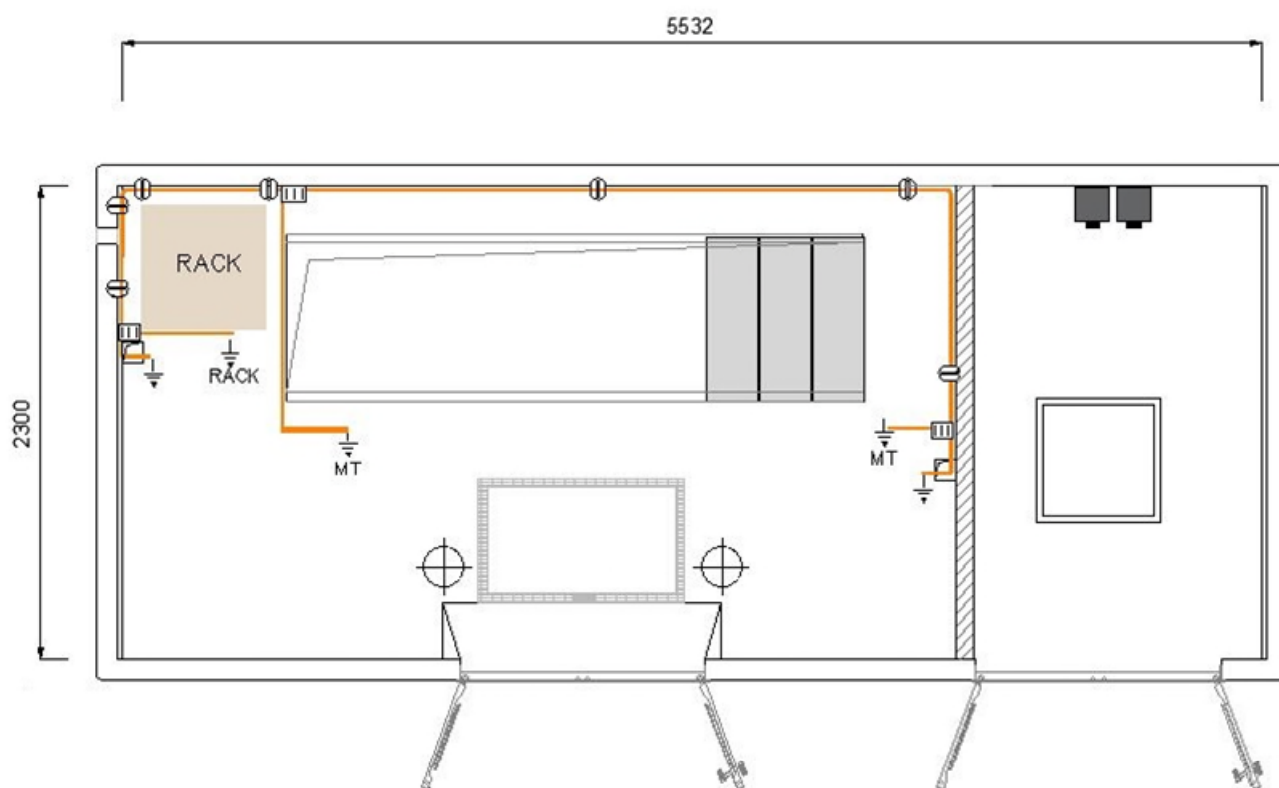
DG2061

Ed.09

del

Settembre 2021

Rete di terra interna



Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.

STANDARD BOX DISTRIBUZIONE
STANDARD BOX SATELLITE
STANDARD BOX CLIENTE

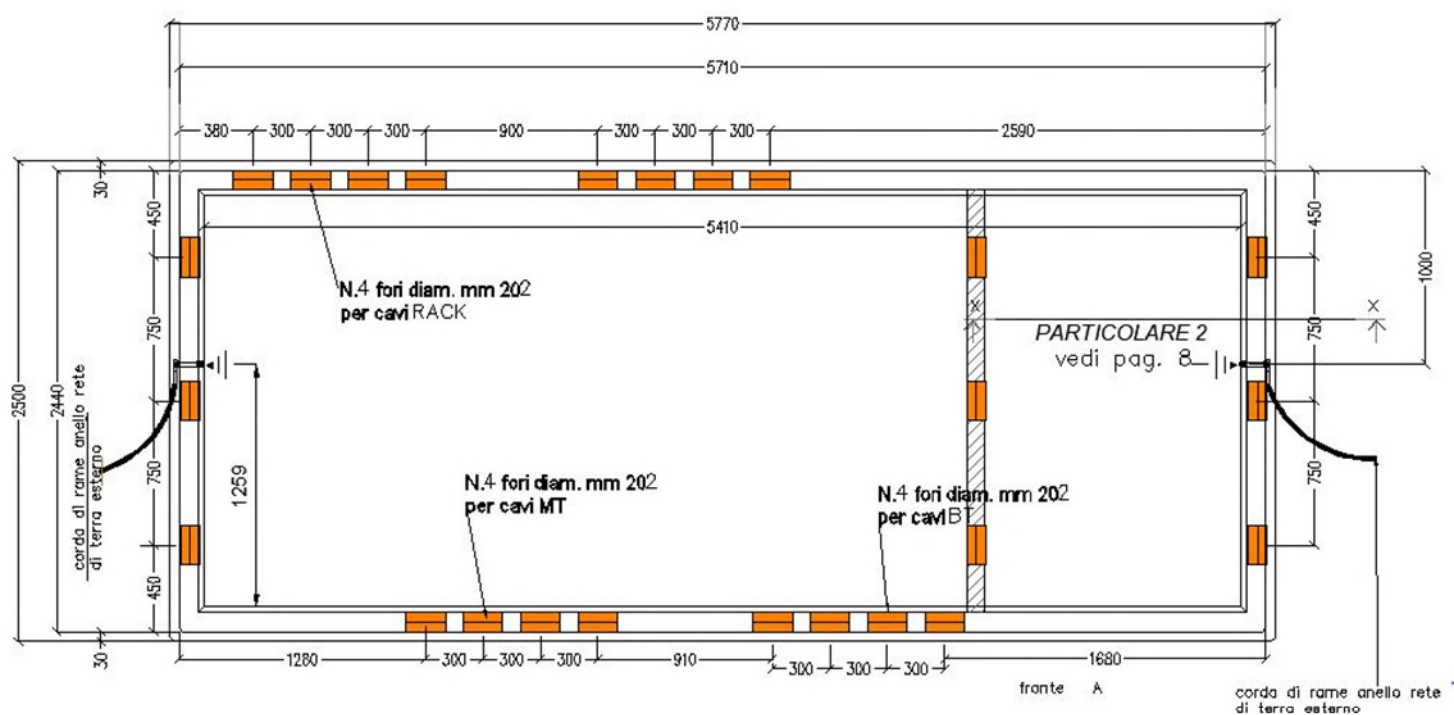
DG2061

Ed.09

del

Settembre 2021

Pianta basamento



	SPECIFICA TECNICA	Pagina 90 di 90
	<p>Box in calcestruzzo armato prefabbricato per apparecchiature elettriche per altitudini fino a 1000 metri sul livello del mare.</p> <p>STANDARD BOX DISTRIBUZIONE STANDARD BOX SATELLITE STANDARD BOX CLIENTE</p>	<p>DG2061</p> <p>Ed.09 del Settembre 2021</p>

Impianto elettrico

