Table B.7 – Value of the probability P_{EB} as a function of LPL for which SPDs are designed

LPL	P_{EB}
No SPD	1
III-IV	0,05
II	0,02
I	0,01
NOTE 3	0,005 – 0,001

Table B.8 – Values of the probability P_{LD} depending on the resistance R_S of the cable screen and the impulse withstand voltage U_W of the equipment

Line type	Routing, shielding and bonding conditions		Withstand voltage U_W in kV				
			1	1,5	2,5	4	6
Power lines or Telecom lines	Aerial or buried line, unshielded or shielded whose shield is not bonded to the same bonding bar as equipment		1	1	1	1	1
	Shielded aerial or buried whose shield bonded to the same bonding bar as equipment	$5\Omega/km < R_S \leq 20\ \Omega/km$	1	1	0,95	0,9	0,8
		$1\Omega/km < R_S \leq 5\ \Omega/km$	0,9	0,8	0,6	0,3	0,1
		$R_S \leq 1\ \Omega/km$	0,6	0,4	0,2	0,04	0,02

Table B.4 – Values of factors C_{LD} and C_{LI} depending on shielding, grounding and isolation conditions

External line type	Connection at entrance	C_{LD}	C_{LI}
Aerial line unshielded	Undefined	1	1
Buried line unshielded	Undefined	1	1
Multi grounded neutral power line	None	1	0,2
Shielded buried line (power or TLC)	Shield not bonded to the same bonding bar as equipment	1	0,3
Shielded aerial line (power or TLC)	Shield not bonded to the same bonding bar as equipment	1	0,1
Shielded buried line(power or TLC)	Shield bonded to the same bonding bar as equipment	1	0
Shielded aerial line (power or TLC)	Shield bonded to the same bonding bar as equipment	1	0
Lightning protective cable or wiring in lightning protective cable ducts, metallic conduit, or metallic tubes	Shield bonded to the same bonding bar as equipment	0	0
(No external line)	No connection to external lines (stand-alone systems)	0	0
Any type	Isolating interface according to IEC 62305-4	0	0

$L_U = r_t \times L_T \times n_Z/n_t \times t_Z/8760$ (C.2)

L_U = Pérdidas en la estructura relacionadas con daños físicos por impactos de rayos en esta

r_t = Es el factor de reducción de afectación a personas relacionado con el tipo de suelo o terreno

r_t = 1,00E-02 (Tabla C.3)

L_T = Es el número promedio típico realativo de personas afectadas por tensiones de paso o de contacto a causa impactos en las líneas de alimentación eléctrica

L_T = 2,00E-02 (Tabla C.2)

n_z/n_t = número de personas en la zona / número de personas en las instalaciones

n_z/n_t = 80%

t_Z = Tiempo de ocupación horas-año en el cual hay personas presentes en la zona

$t_Z/8760$ = 100%

Por tanto,

L_U = 1,60E-04

Por tanto,

R_{U1} = 3,52E-11

R_{V1} Riesgo de lesiones a personas por daños físicos a causa de impactos directos de rayo en las líneas de alimentación eléctrica

$$R_{V1} = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V \quad (10)$$

N_L = 3,00E-03

N_{DJ} = 1,42E-03

$P_V = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$ (B.8)

P_V = Probabilidad de afectación por daños físicos debido a impactos directos en las líneas de alimentación eléctrica de la estructura

P_{EB} = Valor relacionado a los DPS implementados en el sistema en función del nivel de protección contra rayos.

P_{EB} = 0,05 (Tabla B.7)

P_{LD} = Probabilidad de fallas en los sistemas internos conectados a las líneas de alimentación eléctrica, relacionadas con las características de las líneas

P_{LD} = 1 (Tabla B.8)

C_{LD} = Valor relacionado con las condiciones del apantallamiento, puesta a tierra y aislamiento de las líneas de alimentación eléctrica

C_{LD} = 1 (Tabla B.4)

Por tanto,

P_V = 0,05

$L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_Z/n_t \times t_Z/8760$ (C.3)

L_V = Pérdidas en la estructura relacionadas con daños físicos por impactos de rayos en las líneas de alimentación eléctrica de esta

r_p = Factor de reducción de pérdidas debido a los daños físicos por medidas que se adopten ante las afectaciones por fuego

r_p = 5,00E-01 (Tabla C.4)

r_f = Factor de reducción de pérdidas debido a los daños físicos dependiendo el riesgo de incendio evidente

r_f = 1,00E-02 (Tabla C.5)

h_z = Factor de incremento de pérdidas a causa de daños físicos cuando un peligro especial está presente

h_Z = 2,00E+00 (Tabla C.6)

L_f = Valor medio típico relativo de los bienes afectados por daño físico debido a un evento perjudicial

L_F = 1,00E-02 (Tabla C.2)

n_z/n_t = número de personas en la zona / número de personas en las instalaciones

n_z/n_t = 80%

t_z = Tiempo de ocupación horas-año en el cual hay personas presentes en la zona

$t_z/8760$ = 100%

Por tanto,

L_V = 7,98E-05

Por tanto,

R_{V1} = 1,76E-08

Por tanto,

$R_1 = R_{A1} + R_{B1} + R_{U1} + R_{V1}$

R_1 = 3,41E-08 R_T = **1,0E-05**

EN LAS CONDICIONES CONSIDERADAS, SE LOGRA UN VALOR TAL QUE EL RIESGO DE PERDIDA DE VIDAS O LESIONES A PERSONAS DEBIDO A DESCARGAS ELÉCTRICAS ATMOSFÉRICAS ES MENOR QUE EL VALOR DE RIESGO TOLERABLE

EVALUACION DE RIESGO DE DAÑOS POR DESCARGAS ELÉCTRICAS ATMOSFÉRICAS

IEC 62305-2 Ed. 2.0 PROTECTION AGAINST LIGHTNING – Part 2: Risk management

PROYECTO: PARQUE ARQUEOLOGICO HACIENDA EL CARMEN TAQUILLA 1

CÁLCULO DEL RIESGO

CONDICIONES ACTUALES (SIN MEDIDAS DE PROTECCIÓN ADICIONALES)

R4: RIESGO DE PÉRDIDAS ECONÓMICAS

$$R_4 = R_{B4} + R_{C4} + R_{M4} + R_{V4} + R_{W4} + R_{Z4} \quad (4)$$

R_{B4} Riesgo por daño físico (incendio o explosión) debido a chispas peligrosas a causa de impactos directos de rayo en la estructura

$$R_{B4} = N_D \times P_B \times L_B \quad (7)$$

$$N_D = N_G \times A_D \times C_D \times 10^{-6} \quad (A.4)$$

N_D = Número de eventos peligrosos debido a impactos directos en la estructura

N_G = DRT seleccionada

N_G = **1,00** **rayos/km^2-año**

A_D = Area colectora asociada al edifcio completo

$$A_D = L \times W + 2x(3 \times H) \times (L+W) + \pi \times (3xH)^2 \quad (A.2)$$

Largo	L=	21	metros
Ancho	W=	14,2	metros
Alto	H=	5	metros

Por tanto

A_D = 2061,1 m^2

C_D = Factor de localización

C_D = 0,5 (Tabla A.1)

Por tanto,

N_D = 0,0010305 rayos-año

Table A.1 – Structure location factor C_D

Relative location	C_D
Structure surrounded by higher objects	0,25
Structure surrounded by objects of the same height or smaller	0,5
Isolated structure: no other objects in the vicinity	1
Isolated structure on a hilltop or a knoll	2

P_B = Nivel del sistema de protección contra rayos

P_B = 1 (Tabla B.2)

Table B.2 – Values of probability P_B depending on the protection measures to reduce physical damage

Characteristics of structure	Class of LPS	P_B
Structure not protected by LPS	–	1
Structure protected by LPS	IV	0,2
	III	0,1
	II	0,05
	I	0,02
Structure with an air-termination system conforming to LPS I and a continuous metal or reinforced concrete framework acting as a natural down-conductor system		0,01
Structure with a metal roof and an air-termination system, possibly including natural components, with complete protection of any roof installations against direct lightning strikes and a continuous metal or reinforced concrete framework acting as a natural down-conductor system		0,001

***Un sistema de protección contra rayos existente sin diseño y estudios previos no se considera**

$L_B = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_Z/n_t \times t_Z/8760$ (C.3)

L_B = Pérdidas en la estructura relacionadas con daños físicos por impactos de rayos en esta

r_p = Factor de reducción de pérdidas debido a los daños físicos por medidas que se adopten ante las afectaciones por fuego

r_p = 5,00E-01 (Tabla C.4)

r_f = Factor de reducción de pérdidas debido a los daños físicos dependiendo el riesgo de incendio evidente

r_f = 1,00E-02 (Tabla C.5)

h_z = Factor de incremento de pérdidas a causa de daños físicos cuando un peligro especial está presente

h_Z = 2 (Tabla C.6)

L_f = Valor medio típico relativo de los bienes afectados por daño físico debido a un evento perjudicial

L_F = 1,00E-02 (Tabla C.2)

n_z/n_t = valor del patrimonio arquitectónico / valor total de la estructura y su contenido

n_z/n_t = 80%

t_Z = Tiempo en horas al año en el cual hay personas presentes en la zona

$t_Z/8760$ = 100%

Por tanto,

L_B = 7,98E-05

Table C.4 – Reduction factor r_p as a function of provisions taken to reduce the consequences of fire

Provisions	r_p
No provisions	1
One of the following provisions: extinguishers; fixed manually operated extinguishing installations; manual alarm installations; hydrants; fire compartments; escape routes	0,5
One of the following provisions: fixed automatically operated extinguishing installations; automatic alarm installations*	0,2
* Only if protected against overvoltages and other damages and if firemen can arrive in less than 10 min.	

Table C.5 – Reduction factor r_f as a function of risk of fire or explosion of structure

Risk	Amount of risk	r_f
Explosion	Zones 0, 20 and solid explosive	1
	Zones 1, 21	10^{-1}
	Zones 2, 22	10^{-3}
Fire	High	10^{-1}
	Ordinary	10^{-2}
	Low	10^{-3}
Explosion or fire	None	0

Table C.6 – Factor h_z increasing the relative amount of loss in presence of a special hazard

Kind of special hazard	h_z
No special hazard	1
Low level of panic (e.g. a structure limited to two floors and the number of persons not greater than 100)	2
Average level of panic (e.g. structures designed for cultural or sport events with a number of participants between 100 and 1 000 persons)	5
Difficulty of evacuation (e.g. structures with immobile persons, hospitals)	5
High level of panic (e.g. structures designed for cultural or sport events with a number of participants – greater than 1 000 persons)	10

Table C.2 – Type of loss L1: Typical mean values of L_T, L_F and L_O

Type of damage	Typical loss value		Type of structure
D1 Injuries	L_T	10^{-2}	All types
D2 physical damage	L_F	10^{-1}	Risk of explosion
		10^{-1}	Hospital, hotel, school, civic building
		5×10^{-2}	Public entertainment, church, museum
		2×10^{-2}	Industrial, commercial
		10^{-2}	Others
D3 failure of internal systems	L_O	10^{-1}	Risk of explosion
		10^{-2}	Intensive care unit and operation block of hospital
		10^{-3}	Other parts of hospital

Por tanto,

R_{B4} = 8,22E-08

R_{C4} Riesgo por falla de sistemas eléctricos y electrónicos internos a causa de impactos directos de rayos en la estructura

$$R_{C4} = N_D \times P_C \times L_C \quad (8)$$

N_D = 0,001031 rayos-año

$$P_C = P_{SPD} \times C_{LD} \quad (B.2)$$

P_C = Probabilidad de fallas en sistemas eléctricos y electrónicos internos debido a impactos directos de rayos en la estructura

P_{SPD} = Valor del sistema coordinado de DPS de acuerdo con IEC 62305-4 y el nivel de protección contra rayos para el cual estos DPS están designados

P_{SPD} = 1 (Tabla B.3)

C_{LD} = Factor dependiente de las condiciones de apantallamiento, aterrizaje y aislamiento de las líneas de alimentación eléctrica a las cuales están conectados los equipos eléctricos y electrónicos internos

C_{LD} = 1 (Tabla B.4)

Por tanto,

P_C = 1

Table B.4 – Values of factors C_{LD} and C_{LI} depending on shielding, grounding and isolation conditions

External line type	Connection at entrance	C_{LD}	C_{LI}
Aerial line unshielded	Undefined	1	1
Buried line unshielded	Undefined	1	1
Multi grounded neutral power line	None	1	0,2
Shielded buried line (power or TLC)	Shield not bonded to the same bonding bar as equipment	1	0,3
Shielded aerial line (power or TLC)	Shield not bonded to the same bonding bar as equipment	1	0,1
Shielded buried line(power or TLC)	Shield bonded to the same bonding bar as equipment	1	0
Shielded aerial line (power or TLC)	Shield bonded to the same bonding bar as equipment	1	0
Lightning protective cable or wiring in lightning protective cable ducts, metallic conduit, or metallic tubes	Shield bonded to the same bonding bar as equipment	0	0
(No external line)	No connection to external lines (stand-alone systems)	0	0
Any type	Isolating interface according to IEC 62305-4	0	0

Table B.3 – Value of the probability P_{SPD} as a function of LPL for which SPDs are designed

LPL	P_{SPD}
No coordinated SPD system	1
III-IV	0,05
II	0,02
I	0,01
NOTE 2	0,005 – 0,001

L_C = Probabilidad de fallas en sistemas eléctricos y electrónicos internos debido a impactos directos de rayos en la estructura

L_C = L_O x c_S / c_t (Tabla C.11) (C.13)

L_O = Valor medio relativo típico de los bienes afectados por la falla de los sistemas internos

L_O = 1,00E-04 (Tabla C.12)

c_s = Valor de los sistemas internos

c_t = Valor total de la estructura

c_S / c_t = 1 (Nota a) (Tabla C.11)

Por tanto,

L_C = 1,00E-04

Table C.12 – Type of loss L4: Typical mean values of L_T, L_F and L_O

Type of damage	Typical loss value		Type of structure
D1 injuries due to shock	L_T	10^{-2}	All types where only animals are present
D2 physical damage	L_F	1	Risk of explosion
		0,5	Hospital, industrial, museum, agricultural
		0,2	Hotel, school, office, church, public entertainment, commercial
		10^{-1}	Others
D3 failure of internal systems	L_O	10^{-1}	Risk of explosion
		10^{-2}	Hospital, industrial, office, hotel, commercial
		10^{-3}	Museum, agricultural, school, church, public entertainment
		10^{-4}	Others

Table C.11 – Type of loss L4: Loss values for each zone

Type of damage	Typical loss	Equation
D1	$L_A = r_t \times L_T \times c_a / c_t$ [a]	(C.10)
D1	$L_U = r_t \times L_T \times c_a / c_t$ [a]	(C.11)
D2	$L_B = L_V = r_p \times r_f \times L_F \times (c_a + c_b + c_c + c_s) / c_t$ [a]	(C.12)
D3	$L_C = L_M = L_W = L_Z = L_O \times c_s / c_t$ [a]	(C.13)

[a] The ratios c_a / c_t and $(c_a + c_b + c_c + c_s) / c_t$ and c_s / c_t have only to be considered in the eq. (C.10) – (C.13), if the risk assessment is conducted in accordance with clause 6.10, using Annex D. In case of using a representative value for the tolerable risk R4 in accordance with Table 4, the ratios do not have to be taken into account. In these cases, the ratios have to be replaced by the value 1.

Por tanto,

$\mathbf{R_{C4}}$ = 1,03E-07

R_{M4} Riesgo por falla de sistemas eléctricos y electrónicos internos a causa de impactos de rayos cerca a la estructura

$$\mathbf{R_{M4} = N_M \times P_M \times L_M} \quad (9)$$

$$\mathbf{N_M} = N_G \times A_M \times 10^{-6} \quad (A.6)$$

N_M = Número de eventos peligrosos debido a impactos cercanos a la estructura

N_G = DRT seleccionada

$\mathbf{N_G = 1}$ **rayos/km^2-año**

A_M = Area colectora asociada a las cercanías del edifcio

$$A_M = 2 \times 500 \times (L + W) + \pi \times 500^2 \quad (A.7)$$

Largo L= 21 metros

Ancho W= 14,2 metros

Por tanto,

A_M = 820598,2 m^2

Por tanto,

$\mathbf{N_M}$ = 0,82

P_M = Probabilidad de que un impacto cercano a la estructura cause fallas en los sistemas internos

$$P_M = P_{SPD} \times P_{MS} \quad \text{(B.3)}$$

P_{SPD} = 1 (Tabla B.3)

P_{MS} = Probabilidad de que un impacto de rayo cercano a la estructura cause fallas y/o averías en los sistemas internos

$$P_{MS} = (K_{S1} \times K_{S2} \times K_{S3} \times K_{S4})^2 \quad \text{(B.4)}$$

K_{S1} = Hace referencia a la efectividad del apantallamiento de la estructura en las zona LPZ 0/1

K_{S2} = Hace referencia a la efectividad al blindaje interno de la estructura en las zona LPZ X/Y (X>0, Y>1)

$K_{S1} = K_{S2}$ = 1

K_{S3} = Hace referencia a las características del cableado interno

K_{S3} = 0,2 (Tabla B.5)

K_{S4} = Hace referencia al impulso de tensión soportado de los sistemas a proteger

$$K_{S4} = 1/U_W \quad \text{(B.7)}$$

U_w = 1 U_W = Tensión nominal de resistencia a impulso del sistema

K_{S4} = 1,00E+00

Table B.5 – Value of factor K_{S3} depending on internal wiring

Type of internal wiring	K_{S3}
Unshielded cable – no routing precaution in order to avoid loops[a]	1
Unshielded cable – routing precaution in order to avoid large loops[b]	0,2
Unshielded cable – routing precaution in order to avoid loops[c]	0,01
Shielded cables and cables running in metal conduits[d]	0,0001

[a] Loop conductors with different routing in large buildings (loop area in the order of 50 m²).

[b] Loop conductors routed in the same conduit or loop conductors with different routing in small buildings (loop area in the order of 10 m²).

[c] Loop conductors routed in the same cable (loop area in the order of 0,5 m²).

[d] Shields and the metal conduits bonded to an equipotential bonding bar at both ends and equipment is connected to the same bonding bar.

Por tanto,

P_{MS} = 0,04

Por tanto,

P_M = 0,04

L_M = Probabilidad de fallas en sistemas eléctricos y electrónicos internos debido a impactos de rayos cercanos a la estructura

$$L_M = L_O \times c_S / c_t \quad \text{(Tabla C.11)} \quad \text{(C.13)}$$

L_M = 1,00E-04

Por tanto,

R_{M4} = 3,28E-06

R_{V4} Riesgo de pérdidas económicas por daños físicos a causa de impactos directos de rayo en las líneas de alimentación eléctrica

$$R_{V4} = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V \quad (10)$$

$$N_L = N_G \times A_L \times C_I \times C_E \times C_T \times 10^{-6} \quad (A.8)$$

N_L = Promedio anual de descargas sobre las líneas de servicio de alimentación eléctrica

N_G = DRT seleccionada

N_G = 1 rayos/km^2-año

A_L = Área efectiva de descargas en las líneas de alimentación eléctrica

$A_L = 40 \times L_L$ (A.9)

L_L = Longitud de la sección de la línea de alimentación eléctrico en estudio

L_L = 300 metros

Por tanto,

A_L = 12000,0 m^2

C_I = Factor de instalación de las líneas de alimentación eléctrica

C_I = 5,00E-01 (Tabla A.2)

C_E = Factor ambiental respecto a las líneas de alimentación eléctrica

C_E = 1,00E-01 (Tabla A.4)

C_T = Factor del tipo de las líneas de alimentación eléctrica

C_T = 1,00E+00 (Tabla A.3)

Por tanto,

N_L = 6,00E-04

Table A.2 – Line installation factor C_I

Routing	C_I
Aerial	1
Buried	0,5
Buried cables running entirely within a meshed earth termination (5.2 of IEC 62305-4:2010).	0,01

Table A.4 – Line environmental factor C_E

Environment	C_E
Rural	1
Suburban	0,5
Urban	0,1
Urban with tall buildings*	0,01
* Buildings higher than 20 m.	

Table A.3 – Line type factor C_T

Installation	C_T
LV power, telecommunication or data line	1
HV power (with HV/LV transformer)	0,2

$\mathbf{N_{DJ}} = N_G \times A_{DJ} \times C_{DJ} \times C_T \times 10^{-6}$ (A.5)

$\mathbf{N_{DJ}}$ = Promedio anual de descargas sobre estructuras conectadas al extremo opuesto de las líneas de servicio de alimentación eléctrica

N_G = DRT seleccionada

N_G = 1,0 **rayos/km^2-año**

A_{DJ} = Area colectora asociada a la estructura de soporte de la acometida

$A_{DJ} = L \times W + 2x(3 \times H) \times (L+W) + \pi \times (3xH)^2$ (A.2)

L=	0,05	metros
W=	0,05	metros
H=	10	metros

Por tanto

A_{DJ} = 2833,4 m^2

C_{DJ} = Factor de localización

C_{DJ} = 0,5 (Tabla A.1)

C_T = Factor del tipo de las líneas de alimentación eléctrica

C_T = 1,00E+00 (Tabla A.3)

Por tanto,

N_{DJ} = 1,42E-03

$\mathbf{P_V} = P_{EB} \times P_{LD} \times C_{LD}$ (B.8)

P_V = Probabilidad de afectación por daños físicos debido a impactos directos en las líneas de alimentación eléctrica de la estructura

P_{EB} = Valor relacionado a los DPS implementados en el sistema en función del nivel de protección contra rayos.

P_{EB} = 1 (Tabla B.7)

P_{LD} = Probabilidad de fallas en los sistemas internos conectados a las líneas de alimentación eléctrica, relacionadas con las características de las líneas

P_{LD} = 1 (Tabla B.8)

C_{LD} = Valor relacionado con las condiciones del apantallamiento, puesta a tierra y aislamiento de las líneas de alimentación eléctrica

C_{LD} = 1 (Tabla B.4)

Por tanto,

P_V = 1

Table B.7 – Value of the probability P_{EB} as a function of LPL for which SPDs are designed

LPL	P_{EB}
No SPD	1
III-IV	0,05
II	0,02
I	0,01
NOTE 3	0,005 – 0,001

Table B.8 – Values of the probability P_{LD} depending on the resistance R_S of the cable screen and the impulse withstand voltage U_W of the equipment

Line type	Routing, shielding and bonding conditions		Withstand voltage U_W in kV				
			1	1,5	2,5	4	6
Power lines or Telecom lines	Aerial or buried line, unshielded or shielded whose shield is not bonded to the same bonding bar as equipment		1	1	1	1	1
	Shielded aerial or buried whose shield bonded to the same bonding bar as equipment	$5\Omega/km < R_S \leq 20\ \Omega/km$	1	1	0,95	0,9	0,8
		$1\Omega/km < R_S \leq 5\ \Omega/km$	0,9	0,8	0,6	0,3	0,1
		$R_S \leq 1\ \Omega/km$	0,6	0,4	0,2	0,04	0,02

Table B.4 – Values of factors C_{LD} and C_{LI} depending on shielding, grounding and isolation conditions

External line type	Connection at entrance	C_{LD}	C_{LI}
Aerial line unshielded	Undefined	1	1
Buried line unshielded	Undefined	1	1
Multi grounded neutral power line	None	1	0,2
Shielded buried line (power or TLC)	Shield not bonded to the same bonding bar as equipment	1	0,3
Shielded aerial line (power or TLC)	Shield not bonded to the same bonding bar as equipment	1	0,1
Shielded buried line(power or TLC)	Shield bonded to the same bonding bar as equipment	1	0
Shielded aerial line (power or TLC)	Shield bonded to the same bonding bar as equipment	1	0
Lightning protective cable or wiring in lightning protective cable ducts, metallic conduit, or metallic tubes	Shield bonded to the same bonding bar as equipment	0	0
(No external line)	No connection to external lines (stand-alone systems)	0	0
Any type	Isolating interface according to IEC 62305-4	0	0

$L_V = r_p \times r_f \times h_z \times L_F \times n_z/n_t \times t_Z/8760$ (C.3)

L_V = Pérdidas en la estructura relacionadas con daños físicos por impactos de rayos en las líneas de alimentación eléctrica de esta

r_p = Factor de reducción de pérdidas debido a los daños físicos por medidas que se adopten ante las afectaciones por fuego

r_p = 5,00E-01 (Tabla C.4)

r_f = Factor de reducción de pérdidas debido a los daños físicos dependiendo el riesgo de incendio evidente

r_f = 1,00E-02 (Tabla C.5)

h_z = Factor de incremento de pérdidas a causa de daños físicos cuando un peligro especial está presente

h_Z = 2 (Tabla C.6)

L_F = Valor medio típico relativo de los bienes afectados por daño físico debido a un evento perjudicial

L_F = 1,00E-02 (Tabla C.2)

n_z/n_t = número de personas en la zona / número de personas en las instalaciones

n_z/n_t = 100%

t_z = Tiempo de ocupación horas-año en el cual hay personas presentes en la zona

$t_Z/8760$ = 100%

Por tanto,

L_V = 1,00E-04

Por tanto,

R_{V4} = 2,02E-07

R_{W4} Riesgo por falla de sistemas eléctricos y electrónicos internos a causa de impactos directos de rayo en las líneas de alimentación eléctrica

$$R_{W4} = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W \quad (10)$$

N_L = 6,00E-04

N_{DJ} = 1,42E-03

$$P_W = P_{SPD} \times P_{LD} \times C_{LD} \quad (B.8)$$

P_W = Probabilidad de falla de sistemas eléctricos y electrónicos internos debido a impactos directos en las líneas de alimentación eléctrica de la estructura

P_{SPD} = 1 (Tabla B.3)

P_{LD} = 1 (Tabla B.8)

C_{LD} = 1 (Tabla B.4)

Por tanto,

P_W = 1

L_W = Probabilidad de fallas en sistemas eléctricos y electrónicos internos debido a impactos directos en las líneas de alimentación eléctrica de la estructura

$$L_W = L_O \times c_S / c_t \quad \text{(Tabla C.11)} \quad (C.13)$$

L_W = 1,00E-04

Por tanto,

R_{W4} = 2,02E-07

R_{Z4} Riesgo por falla de sistemas eléctricos y electrónicos internos a causa de impactos de rayos cerca a las líneas de alimentación eléctrica de la estructura

$$R_{Z4} = N_I \times P_Z \times L_Z \quad (13)$$

N_I = Número de sobretensiones de amplitud no menor a 1 kV (1/año) en las líneas de alimentación eléctrica

$$N_I = N_G \times A_I \times C_I \times C_T \times C_E \times 10^{-6} \quad (A.10)$$

N_G = DRT seleccionada

N_G = **1** **rayos/km^2-año**

A_I = Area colectora asociada a las cercanías de las líneas de alimentación eléctrica (acometida) del edificio

$$A_I = 4000 \times L_L \quad (A.11)$$

Longitud de la acometida L_L = 300 (m)

Por tanto,

A_I = 1200000,0 m^2

C_I = Factor de instalación de la acometida

C_I = 5,00E-01 (Tabla A.2)

C_T = Factor del tipo de acometida

C_T = 1,00E+00 (Tabla A.3)

C_E = Factor ambiental

C_E = 1,00E-01 (Tabla A.4)

Por tanto,

N_I = 6,00E-02

P_Z = Probabilidad de que un impacto cercano a las líneas de alimentación eléctrica de la estructura cause fallas en los sistemas internos

P_Z = $P_{SPD} \times P_{LI} \times C_{LI}$ (B.11)

P_{SPD} = 1 (Tabla B.3)

P_{LI} = Probabilidad de falla de sistemas internos a causa de impactos cercanos a las líneas de alimentación eléctricas de la estructura de acuerdo con el tipo de estas y las características de los equipos alimentados

P_{LI} = 1,00E+00 (Tabla B.9)

C_{LI} = Factor dependiente de las condiciones de apantallamiento, aterrizaje y aislamiento de las líneas de alimentación eléctrica

C_{LI} = 1,00E+00 (Tabla B.4)

Por tanto,

P_Z = 1

Table B.9 – Values of the probability P_{LI} depending on the line type and the impulse withstand voltage U_W of the equipment

Line type	Withstand voltage U_W in kV				
	1	1,5	2,5	4	6
Power lines	1	0,6	0,3	0,16	0,1
TLC lines	1	0,5	0,2	0,08	0,04

L_Z = Probabilidad de fallas en sistemas eléctricos y electrónicos internos debido a impactos cercanos a las líneas de alimentación eléctrica de la estructura

$L_Z = L_O \times c_S / c_t$ (Tabla C.11) (C.13)

L_Z = 1,00E-04

Por tanto,

R_{Z4} = 6,00E-06

Por tanto,

$R_4 = R_{B4} + R_{C4} + R_{M4} + R_{V4} + R_{W4} + R_{Z4}$

R_4 = 9,87E-06 **R_T = 1,0E-03**

EN LAS CONDICIONES CONSIDERADAS, EL RIESGO DE PERDIDAS ECONÓMICAS DEBIDO A DESCARGAS ELÉCTRICAS ATMOSFÉRICAS ES MENOR QUE EL VALOR DE RIESGO TOLERABLE, VERIFICAR SI SE REQUIEREN MEDIDAS ADICIONALES POR R1

enel	CONDICIONES PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO						
Fecha Solicitud Servicio	2022-10-27 11:52:00	Fecha Respuesta	2022-11-03	Fecha Vencimiento	2023-11-03	Número Solicitud de Servicio	1500232107

Apreciado cliente, de acuerdo con su solicitud para la instalación y/o adecuación del servicio de energía eléctrica en su predio , a continuación, le informamos los requerimientos y trámites que usted debe cumplir para la prestación del servicio:

DIRECCIÓN DEL PREDIO			
Dirección	CRA 134 SUR # 2C-20		
Departamento	BOGOTA D.C	Barrio/Vereda	La Requilia
Localida/Municipio	USME	Estrato	No aplica
Indicaciones de Acceso al Predio	CRA 134 SUR # 2C-20		

DETALLE SERVICIO SOLICITADO			
Nombre Inicial del Proyecto	PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN		
Servicio Solicitado	Servicio Nuevo		
Estado Actual de la Cuenta		Carga Existente	
Actividad Económica Asociada a la Solicitud		0 - ACTIVIDAD NO ESPECIFICA	

DETALLE CARGA APROBADA			
Voltaje Aprobado	11.4 kV	Potencia Máxima Aprobada	300.00
¿Su proyecto contempla algún sistema de generación?			No

Tipo Cuentas Aprobadas	Monofásicas	Bifásicas	Trifásicas
Residenciales	0	0	0
Comerciales	0	0	0
Industriales	0	0	0
Oficiales	0	0	1
Provisional obra	0	0	0
Transitorio	0	0	0
Total Tipo	0	0	1
TOTAL	1.0		

Punto de Conexión	Código	Punto Físico	Dirección
Red de media tensión	S3120	PFILEGIBLE_1	KRA 14 CON CALLE 133 SUR (N:04.47700 W:74.12224)

El servicio podrá suministrarse únicamente cuando usted cumpla con los requisitos técnicos y legales indicados anteriormente y realice los trámites que se indican a continuación:

Enel-Codensa está en disponibilidad de suministrar el servicio de energía eléctrica al predio de la solicitud, para tal fin usted deberá cumplir con lo siguiente:

Presente un proyecto de Subestación (SERIE 3) en configuración Entrada-Salida , que contenga los requisitos técnicos y legales indicados en la Guía Para la Presentación de Proyectos de Conexión.

En caso de requerir instalar más de una subestación, debe presentar proyecto de redes de Media Tensión (SERIE 1) y por cada subestación a instalar un proyecto SERIE 3.

Para proyectos urbanísticos que contemplen predios transferidos al municipio con destino a zonas verdes, parques y equipamiento comunal público (zona de cesión tipo A) elija una de las siguientes opciones:
a. Incluir una subestación exclusiva de alumbrado público en el proyecto de redes de Media Tensión (Serie 1) y posteriormente presentar el proyecto Alumbrado Público con Subestación (Serie 6).
b. En caso de existir redes de Alumbrado Público cerca al predio, solicitar una nueva factibilidad donde se asignará condiciones de servicio para su proyecto de AP.

1925

Solicite las curvas de protección y corrientes de cortocircuito en la Línea de Atención 601-5801000 o a través del correo electrónico servicioalcliente.empresarial@enel.com.

PUNTO DE CONEXIÓN : Desde la red aérea de media tensión ubicada cerca al predio en el S3120 PFILEGIBLE_1 sobre la KRA 14 CON CALLE 133 SUR (N:04.47700 W:74.12224) . Centro de distribución referencia S3120 .

CONSIDERACIONES TÉCNICAS:
El predio queda con 1 cuenta(s) y una carga total de 300 kW.

Estimado cliente a continuación le informamos los siguientes aspectos que debe tener en cuenta:

Trámites revisión y aprobación de proyectos de conexión:

PASO 1: Cargue su proyecto de conexión en una nube para transferencia de archivos.

PASO 2: Descargue el Formato de Solicitud de Proyectos de Conexión que encontrará en la Guía de presentación de proyectos de conexión y envíelo al correo electrónico servicioalcliente.empresarial@enel.com junto con el link de descarga de sus archivos y a vuelta de correo recibirá su número de solicitud. Tenga en cuenta que el asunto del correo electrónico debe ser: Radicación Proyecto de Conexión Factibilidad #(Número de factibilidad del proyecto) Proyecto (Nombredelproyecto).

PASO 3: Una vez cuente con el Proyecto de Conexión aprobado, realice la construcción de la obra a su cargo. Si algún factor no permite que la construcción se realice conforme al diseño aprobado, se debe solicitar modificación al proyecto de conexión. Tenga en cuenta que solo Enel-Codensa podrá intervenir las redes energizadas.

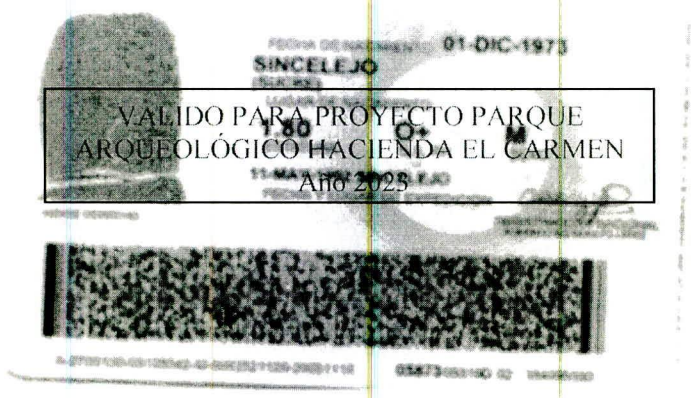
PASO 4: Una vez construida y certificada la obra solicite su conexión de acuerdo con la Guía Para Solicitudes de Conexión disponible en nuestra página web. Puede solicitar acompañamiento especializado durante su etapa constructiva comunicándose a la línea 601-5801000 (Solicitela como visita de control de obra).

Si está interesado en que Enel X realice cualquiera de los pasos por usted, solicítelo a través del correo servicioalcliente.empresarial@enel.com indicando el número de esta factibilidad.

Solicitud de Servicio No. 1500232107

1926


REPUBLICA DE COLOMBIA
92.521.126
CARLOS ARTURO
VALIDO PARA PROYECTO PARQUE
ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN
Año 2023


01-DIC-1973
SINCELEJO
1.80
O+
M
VALIDO PARA PROYECTO PARQUE
ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN
Año 2023

Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines



Titular CARLOS ARTURO CÁRDENAS GUERRA

C.C. 92.521.126

Ingeniero ELECTRICISTA

Matrícula BL205-32326 Resol. C.P.N. 18/2000

VALIDO PARA PROYECTO PARQUE ARQUEOLÓGICO HACIENDA EL CARMEN
Año 2023

Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines

Esta tarjeta acredita a su titular el derecho de ejercer la ingeniería en su especialidad en cualquier lugar del país, de acuerdo con la Ley 51 de 1986 y su Decreto Reglamentario 1073 de 1966.

Para efectos de información adicional o pérdida dirigirse a la Secretaría del Consejo Profesional Nacional, Carrera 9 No. 69A - 08, PBX 3127593, Bogotá, D.C.

1928

Consejo Profesional
Nacional de Ingenierías
Eléctrica, Mecánica
y Profesiones Afines

Referencia: .

EL CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERíAS ELÉCTRICA, MECÁNICA Y PROFESIONESAFINES, EN VIRTUD DE LO ESTABLECIDO POR LA LEY 51 DE 1986 Y EL DECRETO 1873 DE 1996

HACE CONSTAR QUE:

1. El Ingeniero **Carlos Arturo CÁRDENAS GUERRA**, identificado con Cédula de Ciudadanía No. **92521126** de **Sincelejo (Sucre)**, se encuentra registrado ante el Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines, como Ingeniero **ELECTRICISTA** con Matrícula No. **BL205-32326** expedida por el Consejo Profesional Seccional de **BOLÍVAR** mediante resolución No. **BL-3 de 2000** el día **03** de **Mayo** de **2000** y confirmada por el Consejo Profesional Nacional según Resolución No. **CPN-18 de 2000**.

2. La matrícula profesional No. **BL205-32326**, del citado ingeniero se encuentra Vigente y no se registran Sanciones a la fecha.

Esta constancia se expide por solicitud del interesado. La vigencia de la presente certificación es de Seis (6) meses a partir de la fecha de expedición.

Dada en la ciudad de Bogotá D.C., a los Catorce (14) días del mes de Noviembre de Dos Mil Veinticuatro (2024)

Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines
Código de Validación:**999901854172. Vence el 14-Mayo-2025**
Entre a www.consejoprofesional.org.co y a la opción 'Validar Certificado' para verificar su validez

MARCO ANTONIO GOMEZ ALBORNOZ
Secretario Ejecutivo

1929

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

DECLARACIÓN DE CUMPLIMIENTO DEL DISEÑO CON RETIE

No ORB 05-22

Yo **Carlos Arturo Cárdenas Guerra** mayor de edad, identificado con la CC. No. 92521126, en mi condición de ingeniero electricista portador de la matrícula profesional No. **BL205-32326**, expedida por el Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines Seccional Bolívar, declaro bajo la gravedad del juramento, que la instalación de iluminación del proyecto ***Parque Arqueologico Hacienda el Carmen*** ubicado en la carrera 134 Sur # 2C-20 Bogota DC, cuyo diseño estuvo a mi cargo, la cual es de propiedad de Patrick Morales Thomas, Nit N° 79.592.668, cumple con todos y cada uno de los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE,que le aplican.

Alcance Diseño eléctrico del proyecto Parque Arqueologico Hacienda el Carmen

1. Tramo de red de media tensión en ductería PVC en terreno natural, desde la Punto de conexión aprobado por factibilidad PFILEGIBLE S3120 hasta la subestación eléctrica proyecta en la taquilla 1

En constancia se firma en la ciudad de Barranquilla a los 22 días del mes de Febrero del 2023.

Firma _____

Dirección domicilio Carrera 67 # 60-200 Loma 3 Bodega 5 vía 40 Barranquilla; Correo electrónico ariadna.velez@orbitaingenieros.co; Teléfono 300-8639838

Relación de documentos anexos:

1. Copia matricula profesional
2. Copia cédula de ciudadanía

Nota:

Detalles según plano:

ELE URB HCA EL CARMEN V1R3

1930

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

DECLARACIÓN DE CUMPLIMIENTO DEL DISEÑO CON RETIE

No ORB 05-22

Yo **Carlos Arturo Cárdenas Guerra** mayor de edad, identificado con la CC. No. 92521126, en mi condición de ingeniero electricista portador de la matrícula profesional No. **BL205-32326**, expedida por el Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines Seccional Bolívar, declaro bajo la gravedad del juramento, que la instalación de iluminación del proyecto ***Parque Arqueologico Hacienda el Carmen*** ubicado en la carrera 134 Sur # 2C-20 Bogota DC, cuyo diseño estuvo a mi cargo, la cual es de propiedad de Patrick Morales Thomas, Nit N° 79.592.668, cumple con todos y cada uno de los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE,que le aplican.

Alcance Diseño eléctrico del proyecto Parque Arqueologico Hacienda el Carmen

1. Acometida general hasta tablero general de baja tensión (TGBT) ubicado en cuarto de Baja Tensión. 3x(3x500+500) Al THHN en ducto 3x4" IMC.
2. Alimentadores:
   - Desde TGBT Hasta Tablero Taquilla 1 (T-TQ1): 3x(3#8+8) Al-THHN +3x10 Cu-THHN enducto 1x1" IMC.
   - Desde TGBT Hasta Tablero General Taquilla 2 (TG_TQ2): 2x(3#500+500) Al-THHN +2x350 Cu- THHN enducto 2x4" IMC.
   - Desde TG_TQ2 Hasta Tablero General Torre 3 (T_TQ2): 3x(3#8+8) Al-THHN +3x10 Cu-THHN en ducto 1x1" IMC.
   - Se deja reserva en tableros TGBT y TG-TQ2 para T-MUSEO y T-ESPACIO PEDAGOGICO

En constancia se firma en la ciudad de Barranquilla a los 22 días del mes de Febrero del 2023.

Firma _____

Dirección domicilio Carrera 67 # 60-200 Loma 3 Bodega 5 vía 40 Barranquilla; Correo electrónico ariadna.velez@orbitaingenieros.co; Teléfono 300-8639838

Relación de documentos anexos:

1. Copia matricula profesional
2. Copia cédula de ciudadanía

Nota:

Detalles según plano:

ELE URB HCA EL CARMEN V1R3

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

DECLARACIÓN DE CUMPLIMIENTO DEL DISEÑO CON RETIE

No ORB 05-22

Yo **Carlos Arturo Cárdenas Guerra** mayor de edad, identificado con la CC. No. 92521126, en mi condición de ingeniero electricista portador de la matrícula profesional No. **BL205-32326**, expedida por el Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctrica, Mecánica y Profesiones Afines Seccional Bolívar, declaro bajo la gravedad del juramento, que la instalación de iluminación del proyecto ***Parque Arqueologico Hacienda el Carmen*** ubicado en la carrera 134 Sur # 2C-20 Bogota DC, cuyo diseño estuvo a mi cargo, la cual es de propiedad de Patrick Morales Thomas, Nit N° 79.592.668, cumple con todos y cada uno de los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE,que le aplican.

Alcance Diseño eléctrico del proyecto Parque Arqueológico Hacienda el Carmen:

Instalaciones de uso final para un gabinete de medida semidirecta (M-TGBT), tablero general de baja tensión (TGBT), tablero de bombas (TB) y tablero de taquilla 1 (T-TAQUILLA1) y taquilla 2 (T-TAQUILLA2).

Firma _____

Dirección domicilio Carrera 67 # 60-200 Loma 3 Bodega 5 vía 40 Barranquilla; Correo electrónico ariadna.velez@orbitaingenieros.co; Teléfono 300-8639838

Relación de documentos anexos:

1. Copia matricula profesional
2. Copia cédula de ciudadanía

Nota:

Detalles según plano:

ELE URB HCA EL CARMEN V1R3

ELE TAQUILLA 1 HCA EL CARMEN

ELE TAQUILLA 2 HCA EL CARMEN