



SERVICIOS DE INGENIERIA – CESI TORREON.
MEXICO

MEMORIA DE CÁLCULO. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

Ref. TOR_Rev. 01

FEBRERO 2018.



RIVERO BORRELL - GUTARQS
ARQUITECTOS

ingenor
ENGINEERING >
ARCHITECTURE >
PROJECT >

		CESI TORREON COAHUILA			
Nº:	TOR-E-MC	TÍTULO: MEMORIA DESCRIPTIVA Y DE CÁLCULO DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA			
FECHA:	23/02/2018				
ADJUNTO:	-	COPIAS	1		

Índice

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO	3
2	PROYECTO ELECTRICO	3
2.1	NORMAS Y REGLAMENTOS APLICABLES	3
2.2	Descripción del proyecto	3
3	MEMORIA DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	4
3.1	CÁLCULOS DE BAJA TENSIÓN	4
3.1.1	Caída de tensión	4
3.1.2	Intensidad máxima admisible	4
3.1.3	Cálculo de la caída de tensión	5
3.2	CÁLCULOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN	7
3.2.1	Calculo de las protecciones	7
3.2.2	Calculo de los conductores del circuito	8
3.2.3	Cálculo y selección de las canalizaciones del circuito	10
3.2.4	Puesta a tierra	11
3.2.5	Selección del transformador	12
3.2.6	Selección de planta eléctrica de emergencia	12
3.2.7	Sistema de protección contra tormentas	13
3.3	CÁLCULO DE CORTO CIRCUITO	14
3.4	ANEXO 1: CUADROS DE CARGA	18
3.5	ANEXO 2: DIAGRAMAS UNIFILARES	21



1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

El proyecto denominado CESI TORREON COAHUILA consiste en la construcción de unas oficinas.

El diseño eléctrico para estos niveles se realiza de tal forma que este cumpla con la norma de instalaciones eléctricas (NOM-001 SEDE 2012), y con los criterios y necesidades del cliente.

Se presenta a continuación una memoria descriptiva que se complementa con los planos de la ingeniería desarrollada para el área eléctrica.

2 PROYECTO ELÉCTRICO

2.1 NORMAS Y REGLAMENTOS APLICABLES

Para la elaboración de este documento y el plano correspondiente, se han tomado como base las siguientes Normas para la instalación eléctrica.

- NOM-001 SEDE 2012 Instalaciones Eléctricas
- NOM-013 STPS Alumbrado en estacionamientos
- NOM-007 ENER Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
- NOM-025-STPS 2008 Condiciones de Iluminación en los Centros De Trabajo

Para la contratación del servicio con CFE se considera una acometida en media tensión con transición aérea subterránea en 13.8 kV. En el límite del predio. La cual se deberá verificar con un estudio de factibilidad de la tensión de suministro proporcionado por CFE.

2.2 Descripción del proyecto

Partimos de la acometida en media tensión (13.8kV) la cual llega en forma subterránea a un transformador tipo pedestal de 112.5 kVA, en el que se efectúa la reducción a un voltaje de 220V entre líneas y 127V de fase a neutro.

Posteriormente pasa a un Int. Principal, y de ahí a un tablero principal (TG) del cual se derivaran alimentadores para tableros de contactos, alumbrado, fuerza y un UPS con circuitos derivados regulados.



3 MEMORIA DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.1 CÁLCULOS DE BAJA TENSIÓN

3.1.1 Caída de tensión

Para el dimensionado de los cables se han utilizado los criterios de intensidad máxima admisible, caída de tensión (se han considerado unas caídas de tensión máximas del 3% para los circuitos derivados de acuerdo a la NOTA 4, del Artículo 210-19 de la NOM. En general no se debe superar el 5% de caída de tensión incluyendo alimentadores principales hasta el receptáculo más alejado

Se tendrá en cuenta la potencia prevista en cada circuito, teniendo en cuenta un factor de simultaneidad, con objeto de no sobredimensionar la instalación.

3.1.2- Intensidad máxima admisible

La densidad de corriente en el conductor debe ser limitada para disminuir el calentamiento producido al circular la corriente eléctrica. Este criterio fija la máxima intensidad de corriente por el conductor.

Se aplicará para el cálculo por calentamiento lo expuesto en las tablas 310-15(d) 310-15(g) y 310-16 de la NOM y a las tablas de fabricante. La intensidad máxima que debe circular por un cable para que éste no se deteriore viene indicada en tablas. En función de la instalación adoptada y del tipo de cable, se elegirá la tabla de intensidades máximas que hay que utilizar.

La intensidad máxima admisible se ve afectada por una serie de factores como son la temperatura ambiente, la agrupación de varios cables, la exposición al sol, etc., que, generalmente, reducen su valor.

La distribución se realizará de tres maneras:

- En tubo en falso plafón
- En tubo empotrado en pared
- En tubo subterráneo
- En charola eléctrica tipo escalera

El tipo de tubo utilizado es:

- Tubo conduit pared gruesa para trayectorias subterráneas o embebidas en loza
- Tubo conduit pared delgada para trayectorias visibles, en plafón o embebidas en muro falso
- Liquid Tight para trayectorias finales a equipos de HVAC, salidas a luminarias y equipos especiales
- Cable forrado sin canalización para bajadas a luminarias colgantes
- Ducto cuadrado embisagrado de 6" para llegada a tableros

La capacidad de los tubos y los factores de corrección por temperatura y agrupación de conductores en el mismo tubo se han calculado de acuerdo a las tablas 10.1 y 10.4 del capítulo 4.10 de la NOM.

Para determinar la intensidad máxima que admiten los cables se aplicarán los factores reductores por agrupación correspondientes a cada tipo de instalación. Aplicando este factor de corrección a la intensidad máxima que admiten los cables, se obtiene la intensidad máxima real. Este valor se comparará con el de la intensidad nominal que va a circular por los cables para comprobar que la sección elegida es la adecuada.



La intensidad que circula por un circuito viene dada por las siguientes expresiones:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cos\varphi} \quad (\text{Circuito trifásico a 3 fases})$$

$$I = \frac{P}{2 \cdot U \cos\varphi} \quad (\text{Circuito trifásico a 2 fases})$$

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi} \quad (\text{Circuito monofásico})$$

Donde:

- P Potencia activa del consumo eléctrico que se alimenta [W]
- U Tensión de alimentación [V]:127V (monofásica)
- I Intensidad [A]
- Cos φ Factor de potencia

DESARROLLO MATEMÁTICO:

$$I = \frac{56,334(W)}{\sqrt{3} \cdot 220(V) * (0.85)} = 173.93A$$

(CONSIDERANDO 52.3 kW carga demandada en TAB "F")

Mediante este método se obtuvieron las corrientes trifásicas ubicadas en los cuadros de carga.

3.1.3 -Cálculo de la caída de tensión

La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por la NOM en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable, los cuales deben estar conectados a la tensión nominal para su correcto funcionamiento. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud.

Este método permite limitar la caída de tensión acumulada en toda la instalación, fijando unas caídas de tensión máximas del 3% para los circuitos derivados de acuerdo a la NOTA 4, del Artículo 210-19 de la NOM y del 5 % para la caída de tensión total acumulada del receptáculo más alejado. Estos valores han de mantenerse desde el origen de la instalación, es decir, desde el transformador. Para el cálculo de la sección por caída de tensión, se utilizarán las siguientes fórmulas:

Para el cálculo de la caída de tensión en las líneas de alimentación se han empleado las siguientes fórmulas:



$$\Delta U(\%) = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L}{SU} \cdot 100 \quad (\text{Sistema trifásico})$$

$$\Delta U(\%) = \frac{4 \cdot I \cdot L}{SU} \cdot 100 \quad (\text{Sistema monofásico})$$

Donde:

- ΔU Caída de tensión [%]
- U Tensión nominal
- L Longitud del cable, sólo ida [m]
- I Intensidad [A]
- S Sección transversal del conductor (mm²)

DESARROLLO MATEMÁTICO:

$$\Delta U(\%) = \frac{4 * 5.95(A) * 20(m)}{127(V) * 5.26(mm)} = 0.71\%$$

(CAIDA DE TENSIÓN MONOFÁSICA DEL CIRCUITO "A-1" EN TAB "A")

Mediante este método se obtuvieron las caídas de tensión trifásica y monofásica para los cuadros de carga mostrados en el anexo correspondiente.



3.2 CÁLCULOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Para realizar dicho cálculo se debe tomar en cuenta primero los tipos de carga incluidos en la instalación, siendo los que muestran las siguientes tablas:

DESCRIPCIÓN	CONSUMO (W)	VOLTAJE DE TRABAJO (V)
CONTACTO POLARIZADO DUPLEX	162	127
CONTACTO DE CON FALLA A TIERRA	162	127

La instalación de iluminación y contactos general parte del tablero “A” (TAB “A”), que a su vez este se deriva del general (TG). Los datos de cada uno de ellos se consideran en los cuadros de carga.

3.2.1-Cálculo de las protecciones

Para el cálculo de las protecciones termomagnéticas se calculará primero la corriente nominal, para lo cual se utilizara la siguiente formula:

$$I = \frac{P}{U \cdot \text{Cos}\varphi} * 1.25 \quad (\text{Circuito monofásico})$$

Dónde:

- P Potencia activa del consumo eléctrico que se alimenta [W]
- U Tensión de alimentación [V]:127V(monofásica)
- I Intensidad [A]
- Cos φ Factor de potencia

El valor del factor de potencia se utilizará en 0.9 debido al tipo de cargas mayormente resistivos.

Y el valor de la corriente de protección se obtiene mediante la multiplicación de la corriente nominal por un factor de 1.25, posterior a esto se selecciona la protección con el valor comercial inmediato superior a la corriente nominal obtenida.

DESARROLLO MATEMÁTICO:

$$I = \frac{55,026(W)}{\sqrt{3} \cdot 220(V) * (0.85)} * 1.25 = 217.41A$$

PROTECCIÓN COMERCIAL DE 3 x 225 A

(CORRIENTE PARA LA SELECCIÓN DEL TERMOMAGNÉTICO PRINCIPAL DEL TAB “F”)

Mediante este método se obtuvieron las corrientes trifásicas para la selección de los tableros mostrados en los cuadros de carga.



$$I = \frac{680(W)}{127(V) * 0.9} * 1.25 = 5,95A$$

PROTECCIÓN DE 1 x 15A

(CORRIENTE DEL CIRCUITO “A-1” EN TAB “A” y SU TERMOMAGNÉTICO)

Mediante este método se obtuvieron las corrientes monofásicas para la selección de termomagnéticos ubicadas en los cuadros de carga mostrados en el anexo correspondiente.

3.2.2-Cálculo de los conductores del circuito

Para el cálculo y selección de los equipos se deberá plantear primero que el requerimiento de la instalación será la utilización de cableado de cobre, con calibre mínimo 12 AWG, aislamiento tipo THHN o THWN para 90°C y 600 volts.

A continuación se deberá seleccionar de la tabla 310-15(b)(16) de la NOM-SEDE-2012 (mostrada a continuación) basándose en los valores de corriente nominal calculados en el apartado anterior la ampacidad del conductor a utilizar.

Tabla 310-15(b)(16).- Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volts y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
		80 °C	75 °C	90 °C	80 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF		TIPOS RHW, THHW, THHW-L3, THW, THW-L3, THWN, XHHW, USE, ZW		TIPOS RHW-2, THHN, THHW, THHW-L3, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.824	18 [™]	—	—	14	—	—	—
1.31	16 [™]	—	—	18	—	—	—
2.08	14 [™]	15	20	25	—	—	—
3.31	12 [™]	20	25	30	—	—	—
5.26	10 [™]	30	35	40	—	—	—
8.37	8	40	50	55	—	—	—
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115
53.49	1/0	125	150	170	100	120	135
67.43	2/0	145	175	195	115	135	150
85.01	3/0	165	200	225	130	155	175
107.2	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	195	230	260
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	350	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	315	375	425
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	445
456	900	435	520	585	355	425	480
507	1000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	525	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1013	2000	555	665	750	470	560	630



Posteriormente se deberá verificar que los valores de ampacidad de los conductores cumplan con los parámetros de porcentaje de caída de tensión requeridos en la NOM-001-SEDE-2012, que indican no deberá ser un valor mayor al 3% en circuitos derivados y no más del 5% desde la acometida hasta la carga.

Tabla 310-15(b)(16).- Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000 volts y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados en una temperatura ambiente de 30 °C*

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	80 °C	80 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-L3, THW, THW-L3, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TB3, 3A, 310, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW- L3, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW- 2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS 3A, 310, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
0.824	18 ⁺	—	—	14	—	—	—
1.31	16 ⁺	—	—	18	—	—	—
2.08	14 ⁺	15	20	25	—	—	—
3.31	12 ⁺	20	25	30	—	—	—
5.26	10 ⁺	30	35	40	—	—	—
8.37	8	40	50	55	—	—	—
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115
53.49	1/0	125	150	170	100	120	135
67.43	2/0	145	175	195	115	135	150
85.01	3/0	165	200	225	130	155	175
107.2	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	195	230	260
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	350	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	315	375	425
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	445
456	900	435	520	585	355	425	480
507	1000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	525	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1013	2000	555	665	750	470	560	630



3.2.3 Cálculo y selección de las canalizaciones de circuito

Se utilizará por normatividad del edificio como conducción principal tubería metálica tipo conduit, según lo referido en la tabla 1 a 4 del capítulo 10 de la NOM-001-SEDE-2012, mostradas a continuación, el dimensionamiento de la tubería se realizará como sigue.

CONDUCTORES												
Tipo	Tamaño o designación		Designación métrica (Tamaño comercial)									
	mm ²	AWG o kcmil	16 (½)	21 (¾)	27 (1)	35 (1¼)	41 (1½)	53 (2)	63 (2½)	78 (3)	91 (3½)	103 (4)
RHH* RHW* RHW-2* THHW, THW THW-2	8.37	8	1	4	6	10	14	24	42	63	83	106
RHH, RHW, RHW-2 TW, THW, THHW, THW-2	13.3	6	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
	21.2	4	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
	26.7	3	1	1	3	5	7	12	20	31	40	52
	33.6	2	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
	42.4	1	1	1	1	3	4	7	12	18	24	31
	53.5	1/0	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26
	67.4	2/0	0	1	1	1	3	5	9	13	17	22
	85.0	3/0	0	1	1	1	2	4	7	11	15	19
	107	4/0	0	0	1	1	1	3	6	9	12	16
	127	250	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13
	152	300	0	0	1	1	1	2	4	6	8	11
	177	350	0	0	0	1	1	1	4	6	7	10
	203	400	0	0	0	1	1	1	3	5	7	9
	253	500	0	0	0	1	1	1	3	4	6	7
	304	600	0	0	0	1	1	1	2	3	4	6
	355	700	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
	380	750	0	0	0	0	1	1	1	3	4	5
405	800	0	0	0	0	1	1	1	3	3	5	
456	900	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	
507	1000	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	
633	1250	0	0	0	0	0	1	1	1	2	3	
760	1500	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	
THHN, THWN, THWN-2	2.08	14	12	22	35	61	84	138	241	364	476	608
	3.31	12	9	16	26	45	61	101	176	266	347	443
	5.26	10	5	10	16	28	38	63	111	167	219	279
	8.37	8	3	6	9	16	22	36	64	96	126	161
	13.3	6	2	4	7	12	16	26	46	69	91	116



3.2.4-Puesta a tierra

El calibre del conductor de puesta a tierra será seleccionada de acuerdo a la tabla 250-122 de la NOM-001-SEDE-2012 tomando en cuenta la protección del circuito de alimentación principal, mostrada a continuación:

Tabla 250-122.- Tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc., sin exceder de: (amperes)	Tamaño			
	Cobre		Cable de aluminio o aluminio con cobre	
	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
15	2.08	14	—	—
20	3.31	12	—	—
60	5.26	10	—	—
100	8.37	8	—	—
200	13.30	6	21.20	4
300	21.20	4	33.60	2
400	33.60	2	42.40	1
500	33.60	2	53.50	1/0
600	42.40	1	67.40	2/0
800	53.50	1/0	85.00	3/0
1000	67.40	2/0	107	4/0
1200	85.00	3/0	127	250
1600	107	4/0	177	350
2000	127	250	203	400
2500	177	350	304	600
3000	203	400	304	600
4000	253	500	380	750
5000	355	700	608	1200
6000	405	800	608	1200

Los calibres seleccionados se muestran en los cuadros de carga en el anexo correspondiente



3.2.5-SELECCION DE TRANSFORMADOR

El transformador se designara con respecto a la carga demandada y la ubicación asignada para la subestación, la cual será interior en planta de estacionamiento.

Carga demandada: **92,117 kVA**

Para cumplir con los criterios de CFE en los que el transformador debe estar entre el 90% y el 60% de demanda, se le aplicara un factor del 15% adicional a la carga demandada para seleccionar el transformador

$$92,117 \text{ kVA} \times 1.15 = 105,934 \approx 112.5\text{kVA}$$

Transformador tipo pedestal, para uso exterior de 112.5kVA

3.2.6-SELECCIÓN DE PLANTA ELÉCTRICA DE EMERGENCIA

Para este proyecto no se respaldara la carga con planta de emergencia.

3.2.7-SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA TORMENTAS ELÉCTRICAS

Principalmente se analizara la necesidad de un sistema contra tormentas como lo indica en la **NMX-J-549-ANCE-2005**, por medio de la siguiente formula y tabla extraída de dicha norma.

$$N_o=N_g \times A_e \times 10^{-6}$$

Donde:

N_o = Frecuencia promedio anual de rayos a una estructura.

N_g = Densidad promedio anual de rayos a tierra

A_e = Area equivalente de captura en m^2



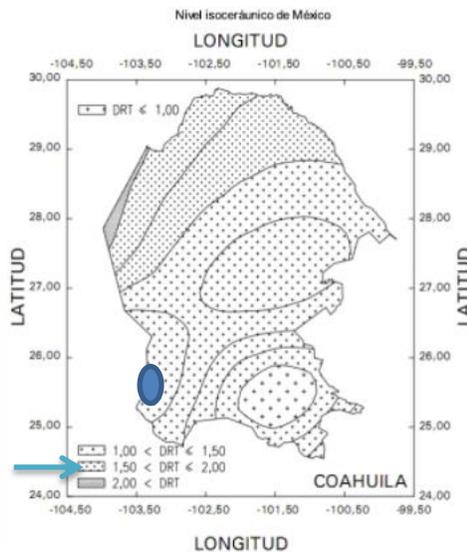
TABLA 1.- Frecuencia media anual permitida de rayos directos sobre estructuras comunes

Estructuras comunes	Efectos de las tormentas eléctricas	Frecuencia (N ₂)
Residencia	Daño a instalación eléctrica, equipo y daños materiales a la estructura. Daño limitado a objetos expuestos en el punto de incidencia del rayo o sobre su trayectoria a tierra.	0,04
Granja	Riesgo principal de incendio y potenciales de paso. Riesgo secundario derivado de la pérdida de suministro eléctrico provocando posibles desperfectos por falla de controles de ventilación y de suministro de alimentos para animales.	0,02
Tanques de agua elevados: metálicos. Concreto con elementos metálicos salientes.	Daño limitado a objetos expuestos en el punto de incidencia del rayo o sobre su trayectoria a tierra, así como posibles daños al equipo de control de flujo de agua.	0,04
Edificios de servicios tales como: Aseguradoras, centros comerciales, aeropuertos, puertos marítimos, centros de espectáculos, escuelas, estacionamientos, centros deportivos, estaciones de autobuses, estaciones de trenes, estaciones de tren ligero o metropolitano.	Daño a las instalaciones eléctricas y pánico. Falla de dispositivos de control, por ejemplo alarmas. Pérdida de enlaces de comunicación, falla de computadoras y pérdida de información.	0,02
Hospital Asilo Reclusorio	Falla de equipo de terapia intensiva. Daño a las instalaciones eléctricas y pánico. Falla de dispositivos de control, por ejemplo alarmas. Pérdida de enlaces de comunicación, falla de computadoras y pérdida de información.	0,02
Industria tales como: Máquinas herramientas, ensambladoras, textil, papelera, manufactura, almacenamiento no inflamable, fábrica de conductores, fábrica de electrodomésticos, armado equipo de cómputo, muebles, artefactos eléctricos, curtidurías, agrícola, cementeras, caleras, laboratorios y plantas bioquímicas, potabilizadoras.	Efectos diversos dependientes del contenido, variando desde menor hasta inaceptable y pérdida de producción.	0,01
Museos y sitios arqueológicos	Pérdida de vestigios culturales irremplazables	0,02
Edificios de telecomunicaciones Véase nota	Interrupciones inaceptables, pérdidas por daños a la electrónica, altos costos de reparación y pérdidas por falta de continuidad de servicio.	0,02

NOTAS

- 1 Para cualquier estructura común debe evaluarse el nivel de riesgo en función de su localización, densidad, altura y área equivalente de captura, para decidir la protección.
- 2 Para estructuras en zonas con **densidad de rayos a tierra** mayor a 2, y si el techo de la construcción es de material inflamable (madera o paja), debe instalarse un SEPTE.

Para conocer la densidad promedio anual de rayos a tierra en la zona donde se instalara dicho sistema, se extrae la zona de un mapa de nivel isoceráunico de la república mexicana.



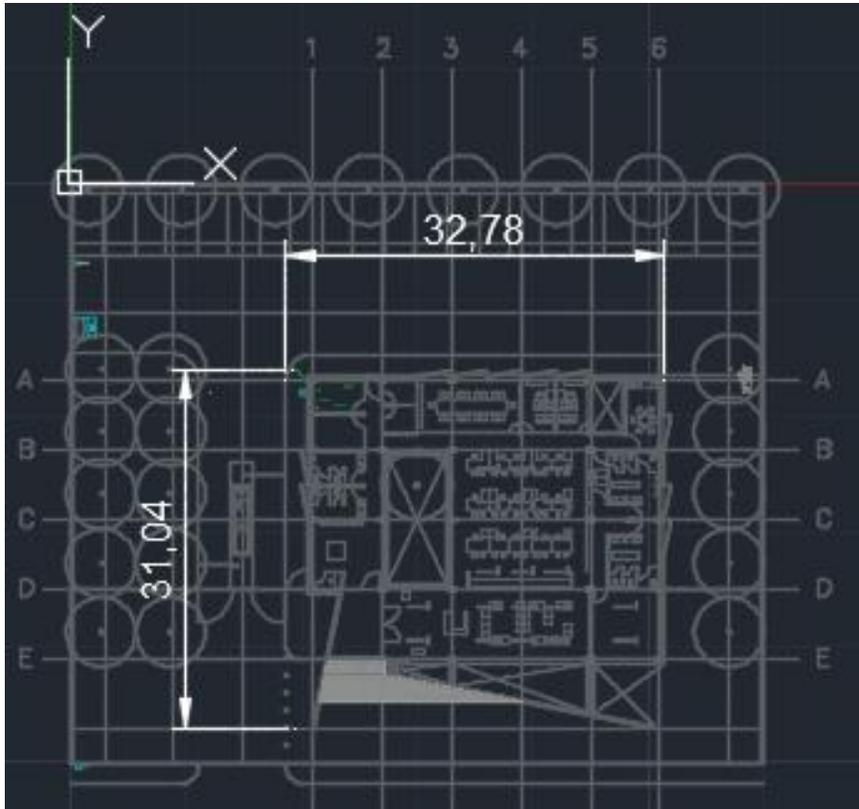


Por ultimo para conocer el área equivalente de captura, se requiere la siguiente formula y datos.

$$A_e = ab + 6h_e(a+b) + 9\pi h_e^2$$

En donde:

- A_e área equivalente de captura en m^2
- a longitud de uno de los lados de la estructura en m
- b longitud del otro lado de la estructura en m
- h_e es la altura equivalente de la estructura



Sustituyendo los valores en la formula.

$$A_e = (31 \times 33) + ((6 \times 3.9)(31+33)) + (9\pi \times 3.9^2) = 1476.45m^2$$

Sustituyendo en formula:

$$N_o = N_g \times A_e \times 10^{-6}$$

$$N_o = 2 \times 1476 \times 10^{-6} = 0.00295$$

Como podemos observar en la tabla 1 de la NMX-J-549, para edificios de servicios el valor mínimo es 0.02, por lo tanto estamos por debajo de la frecuencia media anual permitida.

Con esto demostramos que el pararrayos no es necesario para este proyecto.



3.3-CÁLCULO DE CORTO CIRCUITO

LADO ALTA TENSIÓN

Capacidad Transformador 112.5 kVA Voltaje entre fases 13.2 kV

$$\text{Corriente nominal: } I = \frac{112.5 \text{ kVA}}{(\sqrt{3})(13.2 \text{ kV})} = 4.92 \text{ A}$$

$$\text{Capacidad de fusibles: } = < 3 I_n = 3 * (4.92) = 14.76 \text{ A} \approx \mathbf{10 \text{ A}}$$

LADO BAJA TENSIÓN

Capacidad Transformador 112.5 kVA Voltaje entre fases 220 V

$$\text{Corriente nominal: } I = \frac{112.5 \text{ kVA}}{(\sqrt{3})(0.220 \text{ kV})} = 295.24 \text{ A}$$

Capacidad de Interruptor Termomagnético = **3x300 A**

Temperatura ambiente= 30°C Factor de Temperatura= **1.0**, Factor de agrupamiento= **0.8**

Conductor seleccionado= 1x F-500 kcmil. Capacidad de corriente= 380 A.

Capacidad de corriente corregida:

$$I_{\text{corregida}} = I_n * F.A. * F.T. = 310 \text{ A} * 0.8 * 1.0 = \mathbf{304 \text{ A}}$$

$$I_{\text{corregida}} > I_{\text{termomagnético}}$$

Por lo tanto, se selecciona 3-500 kcmil y 1N-500 kcmil, como alimentadores.

Conductor de electrodo a tierra: El tamaño del conductor del electrodo de puesta a tierra en la acometida no debe ser menor al dado en la Tabla 250-66 de la NOM-001-SEDE-2012.



Tabla 250-66.- Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna

Tamaño del mayor conductor de entrada a la acometida o área equivalente para conductores en paralelo ^a				Tamaño del conductor al electrodo de puesta a tierra			
Cobre		Aluminio		Cobre		Aluminio ^b	
mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
33.6 o menor	2 o menor	53.50 o menor	1/0 o menor	8.37	8	13.3	6
42.4 o 53.5	1 o 1/0	67.40 o 85.00	2/0 o 3/0	13.3	6	21.2	4
67.4 o 85.0	2/0 o 3/0	107 o 127	4/0 o 250	21.2	4	33.6	2
Más de 85.0 a 177	Más de 3/0 a 350	Más de 127 a 253	Más de 250 a 500	33.6	2	53.5	1/0
Más de 177 a 304.0	Más de 350 a 600	Más de 253 a 456	Más de 500 a 900	53.5	1/0	85.0	3/0
Más de 304 a 557.38	Más de 600 a 1100	Más de 456 a 887	Más de 900 a 1750	67.4	2/0	107	4/0
Más de 557.38	Más de 1100	Más de 887	Más de 1750	85.0	3/0	127	250

Por lo tanto para el conductor **500 kcmil en cobre**, se selecciona el calibre **1/0 AWG en cobre**, como conductor al electrodo de puesta tierra.

Tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos.

Los conductores de puesta a tierra de equipos no deben ser de tamaño menor a los mostrados en la Tabla 250-122.

Tabla 250-122.- Tamaño mínimo de los conductores de puesta a tierra para canalizaciones y equipos

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc., sin exceder de: (amperes)	Tamaño			
	Cobre		Cable de aluminio o aluminio con cobre	
	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
15	2.08	14	—	—
20	3.31	12	—	—
60	5.26	10	—	—
100	8.37	8	—	—
200	13.30	6	21.20	4
300	21.20	4	33.60	2
400	33.60	2	42.40	1
500	33.60	2	53.50	1/0
600	42.40	1	67.40	2/0
800	53.50	1/0	85.00	3/0
1000	67.40	2/0	107	4/0
1200	85.00	3/0	127	250
1600	107	4/0	177	350
2000	127	250	203	400
2500	177	350	304	600
3000	203	400	304	600
4000	253	500	380	750
5000	355	700	608	1200
6000	405	800	608	1200



Por lo tanto, para la protección termomagnética de **300 A** se requiere un conductor de puesta a tierra calibre **4 AWG** en cobre.

Corrientes de cortocircuito.

$$I_{cc\ sim} = \frac{I_{nominal}}{Z} \quad I_{cc\ asim} = 1.25 * I_{cc\ sim}$$

Capacidad Transformador	<u>112.5</u>	kVA		
Corriente nominal	<u>295.24</u>	A	Z =	<u>3.00 %</u>
I cc sim =	<u>9,841.49</u>	A	Corriente asimétrica	<u>12,301.86</u> A

CONCLUSIONES:

Debido a que no se cuenta con el dato preciso de la corriente de corto circuito en el punto de conexión por la compañía suministradora, se considera un valor promedio para realizar nuestro cálculo, el cual será de 10,000 A.

De acuerdo a nuestra carga conectada se cuenta con una corriente de 295 A, alimentada por transformador de 112.5 KVA a 13.8 KV – 220/127V. Para corroborar nuestro cálculo de manera práctica se toma el valor de la corriente nominal la cual es de 295 A y se multiplica por 5.

Obteniendo un valor de 1,475 A la cual es el valor de corriente de corto circuito de nuestra carga, adicionalmente se le suma el valor de corriente de corto circuito promedio de la compañía suministradora la cual será de 10,000 A.

Nuestro resultado obtenido es de 11,475 A o 11.5 kA este valor es la corriente de corto circuito total. Al realizar una comparación de este resultado con el obtenido previamente de manera matemática, concluimos que el valor de corriente de corto circuito es muy parecido ubicándose en un rango de los 9.8 kA y los 12.3 kA.



EQUIPO		POLO	CONTACTO DUPLEX 127 V	L2	L3	L4	L5	L6	VE-05 MCA SYSTEM AIR MOD. K-EC-300LEC	FP	POTENCIA INSTALADA	FACTOR DE DEMANDA	POTENCIA DEMANDADA	V	I	CORRIENTE DE PROTECCIÓN	PROTECCIÓN	FACTORES DE CORRECCIÓN		le	LONGITUD	CALIBRE	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN	CONDUCTOR DEL NEUTRO	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	POTENCIA					
VA		FASE			180	10	39	52	89	24	184		W			A		AGRUPAMIENTO	TEMPERATURA DE 30°C	A	m	AWG	mm²	e%	AWG	AWG	FA	FB	FC			
W		A	B	C	162	9	35	47	80	22	166																					
CIRCUITO																																
A-1	1			7							0.9	1,134	0.60	680	127	5.95	7.44	1 x 15	A	0.80	1.00	7.44	20	10	5.26	0.71	10	12	1134			
A-2		3		7							0.9	1,134	0.60	680	127	5.95	9.30	1 x 15	A	0.80	1.00	7.44	28	10	5.26	1.25	10	12		1134		
A-3			5	7							0.9	1,134	0.60	680	127	5.95	9.30	1 x 15	A	0.80	1.00	7.44	50	10	5.26	2.23	10	12			1134	
A-4	2			6							0.9	972	0.60	583	127	5.10	7.97	1 x 15	A	0.80	1.00	6.38	30	10	5.26	1.15	10	12	972			
A-5		4		5							0.9	810	0.60	486	127	4.25	6.64	1 x 15	A	0.80	1.00	5.31	33	10	5.26	1.05	10	12			810	
A-6			6	4							0.9	648	0.60	389	127	3.40	5.31	1 x 15	A	0.80	1.00	4.25	50	10	5.26	1.27	10	12			648	
A-7	7			5	7	3		1			0.9	453	0.80	362	127	3.17	4.95	1 x 15	A	0.80	1.00	3.96	30	12	3.31	1.13	12	12	453			
A-8		9				20					0.9	700	0.80	560	127	4.90	7.66	1 x 15	A	0.80	1.00	6.12	30	12	3.31	1.75	12	12			700	
A-9			11		4	1	1	6			0.9	250	0.80	200	127	1.75	2.73	1 x 15	A	0.80	1.00	2.19	30	12	3.31	0.62	12	12			250	
A-10	8								2		0.9	332	0.80	266	127	2.32	3.63	1 x 15	A	0.80	1.00	2.90	25	10	5.26	0.43	10	12	332			
A-11			12	5							0.9	810	0.60	486	127	4.25	6.64	1 x 15	A	0.80	1.00	5.31	35	12	3.31	1.77	12	12			810	
A-12		10			1			11			0.9	251	0.80	201	127	1.76	2.74	1 x 15	A	0.80	1.00	2.20	35	12	3.31	0.73	12	12			251	
CANTIDAD																																
W			41			10			28			4			0			18			2											
W			7,380			90			980			188			0			396			332											
VA			6,642			100			1,089			209			0			440			369											

POTENCIA INSTALADA	W	8628.00	VA	9586.67
POTENCIA DEMANDADA	W	5574.00	VA	6193.33
CARGA FUTURA TOTAL	W	5852.7	VA	6503.00

FACTOR DE DEMANDA GENERAL	0.65
DESBALANCEO=	1.83%

EQUIPO		POLO	CONTACTO DUPLEX 127 V	L2	L3	L4	L5	L6	LUMINARIA WALLPACK	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA INSTALADA	FACTOR DE DEMANDA	POTENCIA DEMANDADA	V	I	CORRIENTE DE PROTECCIÓN	PROTECCIÓN	FACTORES DE CORRECCIÓN		le	LONGITUD	CALIBRE	SECCIÓN	CAÍDA DE TENSIÓN	CONDUCTOR DEL NEUTRO	CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	POTENCIA					
VA		FASE			180	10	39	52	89	24	78		W			A		AGRUPAMIENTO	TEMPERATURA DE 30°C	A	m	AWG	mm²	e%	AWG	AWG	FA	FB	FC			
W		A	B	C	162	9	35	47	80	22	70																					
CTO.																																
B-01	1			8							0.9	1,296	0.60	778	127	6.80	10.63	1 x 15	A	0.80	1.00	8.50	23	10	5.26	1.17	10	12	1296			
B-02	2			7							0.9	1,134	0.60	680	127	5.95	9.30	1 x 15	A	0.80	1.00	7.44	23	10	5.26	1.02	10	12	1134			
B-03		3		7							0.9	1,134	0.60	680	127	5.95	9.30	1 x 15	A	0.80	1.00	7.44	35	10	5.26	1.56	10	12		1134		
B-04		4		6							0.9	972	0.60	583	127	5.10	7.97	1 x 15	A	0.80	1.00	6.38	32	10	5.26	1.22	10	12		972		
B-05			5	8							0.9	1,296	0.80	1,037	127	9.07	14.17	1 x 15	A	0.80	1.00	11.34	38	10	5.26	2.58	10	12			1296	
B-06			6			2	7				0.9	399	1.00	399	127	3.49	5.45	1 x 15	A	0.80	1.00	4.36	65	12	3.31	2.70	12	12			399	
B-07			11			20					0.9	700	0.80	560	127	4.90	7.66	1 x 15	A	0.80	1.00	6.12	40	12	3.31	2.33	12	12			700	
B-08		9							4		0.9	280	1.00	280	127	2.45	3.83	1 x 15	A	0.80	1.00	3.06	50	12	3.31	1.46	12	12			280	
CANTIDAD																																
W			36			0			22			7			0			0			4											
W			6,480			0			770			329			0			0			280											
VA			5,832			0			856			366			0			0			311											

POTENCIA INSTALADA	W	7211.00	VA	8012.22
POTENCIA DEMANDADA	W	4997.40	VA	5552.67
CARGA FUTURA TOTAL	W	5247.27	VA	5830.30

FACTOR DE DEMANDA GENERAL	0.69
DESBALANCEO=	1.81%



EQUIPO			POLO			CONTACTO DUPLEX 127 V	L1	L2	L3	EQUIPO IT POR OTROS	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA INSTALADA	FACTOR DE DEMANDA	POTENCIA DEMANDA DA	V	I	CORRIENTE DE PROTECCIÓN	PROTECCIÓN	FACTORES DE CORRECCIÓN		le	LONGITUD	CALIBRE	SECCIÓN	CAIDA DE TENSION	POTENCIA				
VA			FASE			180	5	10	39	2,778					V	A	A		AGRUPAMIE NTO	TEMPERATU RA DE 30°C	A	m	AWG	mm²	e%	FA	FB	FC		
W			A	B	C	162	4.5	9	35	2,500		W		W																
CTO.																														
R-1	1					8					0.9	1,296	0.80	1,037	127	9.07	14.17	1 x 15 A	0.80	1.00	11.34	28	10	5.26	1.52	1296				
R-2		3				8					0.9	1,296	0.80	1,037	127	9.07	14.17	1 x 15 A	0.80	1.00	11.34	25	10	5.26	1.36		1296			
R-3			5			8					0.9	1,296	0.80	1,037	127	9.07	0.00	1 x 15 A	0.80	1.00	0.00	30	10	5.26	1.63			1296		
R-4	7					6					0.9	972	0.80	778	127	6.80	10.63	1 x 15 A	0.80	1.00	8.50	15	10	5.26	0.76	972				
R-5		9				6					0.9	972	0.80	778	127	6.80	10.63	1 x 15 A	0.80	1.00	8.50	25	10	5.26	1.27		972			
R-6			11			6	11	3	7		0.9	322	1.00	322	127	2.81	4.39	1 x 15 A	0.80	1.00	3.52	50	12	3.31	1.67			322		
R-7			17			4					0.9	648	0.80	518	127	4.54	7.09	1 x 15 A	0.80	1.00	5.67	35	10	5.26	1.19			648		
R-8	2	4							1		0.9	2,500	0.80	2,000	220	10.10	12.63	2 x 15 A	0.80	1.00	12.63	20	10	5.26	0.76	1250	1250			
R-9	8		6						1		0.9	2,500	0.80	2,000	220	10.10	12.63	2 x 15 A	0.80	1.00	12.63	20	10	5.26	0.76	1250	1250			
R-10		10	12						1		0.9	2,500	0.80	2,000	220	10.10	12.63	2 x 15 A	0.80	1.00	12.63	20	10	5.26	0.76	1250	1250			
CANTIDAD						40	11	3	7	3	0																			
W						7,200	50	27	245	7,500	0																			
VA						6,480	55	30	272	8,334	0																	4768	4768	4766

	W	VA
POTENCIA INSTALADA	14301.50	15890.56
POTENCIA DEMANDADA	11505.50	12783.89
CARGA FUTURA TOTAL	12080.775	13423.09

FACTOR DE DEMANDA GENERAL	0.80
DESBALANCEO=	0.05%

EQUIPO			POLO			CONTACTO DUPLEX 127 V	L1	L3	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA INSTALADA	FACTOR DE DEMANDA	POTENCIA DEMANDADA	V	I	CORRIENTE DE PROTECCIÓN	PROTECCIÓN	FACTORES DE CORRECCIÓN		le	LONGITUD	CALIBRE	SECCIÓN	CAIDA DE TENSION	CONDUCT OR DE NUETRO	CONDUCT OR DE PUESTA A TIERRA	POTENCIA				
VA			FASE			180				W		W	V	A	A		AGRUPAM IENTO	TEMPERAT URA DE 30°C	A	m	AWG	mm²	e%	AWG	AWG	FA	FB	FC		
W			A	B	C	162	4.5	35		W		W																		
CTO.																														
U-1	1					7			0.9	1,134	0.80	907	127	7.94	12.40	1 x 15 A	0.80	1.00	9.92	15	10	5.26	0.89	10	12	1134				
U-2		3				5			0.9	810	0.80	648	127	5.67	8.86	1 x 15 A	0.80	1.00	7.09	15	10	5.26	0.64	10	12		810			
U-3			5			5			0.9	810	1.00	810	127	7.09	11.07	1 x 15 A	0.80	1.00	8.86	35	10	5.26	1.86	10	12			810		
U-4			11			6			0.9	972	1.00	972	127	8.50	13.29	1 x 15 A	0.80	1.00	10.63	35	10	5.26	2.23	10	12			972		
U-5		9				6			0.9	972	1.00	972	127	8.50	13.29	1 x 15 A	0.80	1.00	10.63	30	10	5.26	1.91	10	12			972		
U-6	7					6	7		0.9	272	0.80	218	127	1.90	2.97	1 x 15 A	0.80	1.00	2.38	50	12	3.31	1.13	12	12	272				
CANTIDAD						29	6	7	0	0																				
W						5,220	27	245	0	0																				
VA						4,698	0	0	0	0																		1406	1782	1782

	W	VA
POTENCIA INSTALADA	4970.00	5522.22
POTENCIA DEMANDADA	4526.80	5029.78
CARGA FUTURA TOTAL	4753.14	5281.27

FACTOR DE DEMANDA GENERAL	0.91
DESBALANCEO=	3.00%



3.5-ANEXO 2: DIAGRAMA UNIFILAR

