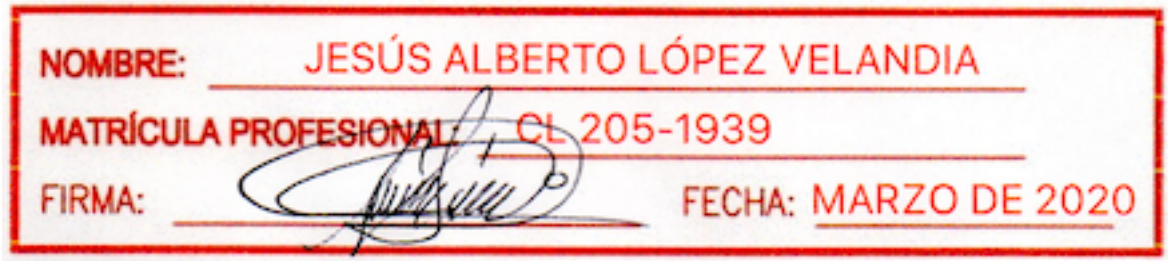
MEMORIAS DE CÁLCULO
DISEÑO DETALLADO
ARTÍCULO 10.1 RETIE
PROYECTO DE REDES ELECTRICAS
ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN
FUNZA- CUNDINAMARCA



Rad	Fecha de Emisión	Descripción	Diseñado por
RAD 01	02-02-2020	Serie 3 – ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN	JESÚS LÓPEZ
RAD 02			

1 Contenido

1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO....5

A. ANÁLISIS Y CUADROS DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS, INCLUYENDO ANÁLISIS DE FACTOR DE POTENCIA Y ARMÓNICOS. 5

a. CARGA INSTALADA (KVA)....6

b. ANALISIS DE ARMONICOS:....6

i. Saturación transformadores....6

ii. MÁQUINAS ROTATORIAS....7

c. FACTOR DE POTENCIA 9

B. ANALISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO 13

C. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA 25

D. ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS....29

E. ANÁLISIS DE RIESGO DE ORIGEN ELÉCTRICO 29

a. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO....29

b. ANÁLISIS DE RIESGO....29

c. FACTORES DE RIESGO ELÉCTRICO MÁS COMUNES 32

d. MEDIDAS QUE SE DEBEN TOMAR EN SITUACIONES DE ALTO RIESGO O PELIGRO INMINENTE....35

e. NOTIFICACIÓN DE ACCIDENTES....35

f. CONCLUSIONES....36

g. DISTANCIAS DE SEGURIDAD. 36

F. ANÁLISIS DEL NIVEL DE TENSIÓN....37

G. CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS 37

H. CÁLCULO DE TRANSFORMADORES. 38

a. DIMENSIONAMIENTO DEL TRANSFORMADOR DE 400 KVA....38

i. DATOS DEL TRANSFORMADOR....38

ii. CALCULO CORRIENTE M.T. 39
iii. CALCULO CORRIENTE B.T. 39
b. TIPO DE SUBESTACION A CONSTRUIR EN EL PRESENTE PROYECTO: 39
c. UBICACIÓN DE EQUIPOS 40
d. TECHOS Y PAREDES 40
e. NIVEL DE RUIDO. 41
f. VENTILACION 41
I. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 41
J. CÁLCULO ECONÓMICO DE LOS CONDUCTORES 42
K. VERIFICACIÓN DE CONDUCTORES 47
b. RED DE MT 47
c. RED DE BT 47
d. SELECCIÓN DE LOS BARRAJES DEL TABLERO GENERAL 49
L. CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS 52
M. CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES. 52
N. CÁLCULOS DE CANALIZACIONES 53
a. Desde la red de codensa al transformador 54
b. Desde el transformador al Tablero General 54
c. Cálculo de ocupación de ductos en los alimentadores 54
O. CÁLCULOS DE PÉRDIDA DE ENERGÍA 56
P. CÁLCULOS DE REGULACIÓN 57
a. RED DE MT 58
b. RED DE BT 58
Q. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS 59
R. ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS UNIFILARES 60
S. ELABORACIÓN DE PLANOS Y ESQUEMAS ELÉCTRICOS PARA CONSTRUCCIÓN 60

T. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN COMPLEMENTARIAS A LOS PLANOS, INCLUYENDO LAS DE TIPO TÉCNICO DE EQUIPOS Y MATERIALES Y SUS CONDICIONES PARTICULARES. 61

U. ESTABLECER LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD REQUERIDAS. 61

a. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones..... 61

V. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE DESVIACIÓN DE LA NTC 2050 63

W. LOS DEMÁS ESTUDIOS QUE EL TIPO DE INSTALACIÓN REQUIERA..... 63

a. DESCARGADORES DE SOBRETENSION O DPS: 63

b. CELDA TRIPLEX , CODENSA CTS 506-2,..... 64

c. SECCIONADOR TRIPOLAR DE 17.5 KV, 630 A, DE OPERACIÓN BAJO CARGA CON FUSIBLES, CARACTERISTICAS TECNICAS. NORMA NTC 2131 (IEC 265-1)..... 65

d. PLANTA DE EMERGENCIA 65

e. CÁLCULO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN 65

1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

Proyecto de redes eléctricas para la sede del Archivo General de la Nación Ubicado en el municipio de Funza – Cundinamarca.

I. ALCANCE

Proyecto de redes eléctricas para la sede del Archivo General de la Nación en Funza – Cundinamarca.

El Objeto del Diseño para las Instalaciones Eléctricas del Proyecto, es el de garantizar las condiciones Técnicas mínimas para la construcción y suministro de Energía.

Las Instalaciones Eléctricas deberán ser ejecutadas en su totalidad de acuerdo con los reglamentos Técnicos y Normas Vigentes para este tipo de aplicaciones de manera que garanticen la seguridad de las personas, de la vida y la preservación del medio ambiente, previniendo, minimizando o eliminando riesgos de origen Eléctrico.

Se presenta proyecto eléctrico integral incluyendo diseño de iluminación, Red Regulada, Tomacorrientes Normales, Voz y datos, apantallamiento

II. NORMATIVIDAD APLICADA

- Normas CODENSA S.A. E.S.P.
- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)
- Norma Técnica Colombiana NTC 2050
- Reglamento Técnico para Alumbrado RETILAP.
  Diseño detallado – artículo 10.1.

A. ANÁLISIS Y CUADROS DE CARGAS INICIALES Y FUTURAS, INCLUYENDO ANÁLISIS DE FACTOR DE POTENCIA Y ARMÓNICOS.

El diseño de las instalaciones eléctricas para la construcción de los módulos 7 y 8 del Archivo General de la Nación sede Funza – Cundinamarca TENIENDO EN CUENTA UNA CARGA INSTALADA DE 280 VA tendrá el análisis de las cargas futuras a instalar ya que para efectos de cálculo, este proyecto es obra nueva.

Las cargas en el proyecto se analizaran desde los siguientes aspectos: Carga instalada, análisis de armónicos, y factor de potencia de la carga a instalar.

a. CARGA INSTALADA (KVA)

Teniendo en cuenta la carga instalada de 280 KVA, se procederá a calcular la carga futura que alimentará los módulos 7 y 8 la cual se observa en el **ANEXO 1** son una parte básica de todo diseño eléctrico y contienen:

- Descripción de las cargas eléctricas futuras.
- Capacidad de las protecciones.
- Calibre de los conductores.
- Cantidad de circuitos
- Descripción de las cargas que maneja cada circuito en el tablero general de distribución de uso final de la instalación teniendo en cuenta el factor de potencia.

b. ANALISIS DE ARMONICOS:

Se parte del hecho de que la carga instalada cumple con todos los factores técnicos que implica la generación de arnónicos y cuenta con los filtros necesarios que permiten solucionar esta situación por lo que el análisis siguiente se realiza para la carga nueva a instalar. A continuación se presentan los factores que puedan causar generación de armónicos en el Archivo General de la Nación sede Funza en los módulos 7 y 8:

i. Saturación transformadores

La saturación de transformadores provoca la generación de armónicas, pues se trata de un elemento no lineal, las armónicas generadas por la saturación son las armónicas impares, principalmente la 3a. La generación de estas armónicas se presenta en estado estable para cuando el transformador está sobrecargado, provocando que el transformador opere en su región no lineal.

Otra de las formas más comunes de la generación de armónicas en el transformador es en el momento de su energización. Durante este fenómeno transitorio de la energización, el transformador presenta gran cantidad de armónicas pares e impares y esto puede llegar a durar hasta algunos minutos.

De acuerdo a lo anterior, se seleccionó un transformador de 400 kva asegurando con esto que no se presenten sobrecargas en el transformador y evitando la generación de armónicos.

ii. MÁQUINAS ROTATORIAS

La presencia de componentes armónicas tanto de voltaje como de corriente puede ocasionar pérdidas de potencia por calentamiento tanto en los devanados como en el núcleo estatórico y rotórico. Además la naturaleza secuencial (corrientes armónicas de secuencia negativa) de algunas corrientes armónicas en los sistemas trifásicos produce pares antagónicos en el rotor.

Para el caso de los motores de los acensores de la sede del Archivo General de la Nación, el proveedor de los mismos debe asegurar por medio de filtros que estos equipos no generan armónnicos perjudiciales para las instalaciones eléctricas de la sede de acuerdo con los valores especificados en la norma NTC5001.

De acuerdo a la NTC 5001 para evaluar los armónicos de tensión y de corriente se debe seguir una metodología de evaluación. En esta metodología el periodo de evaluación debe ser de una semana y se debe hacer medidas en el PCC de la instalación. Esto implica que la evaluación de armónicos se hace sobre instalaciones existentes. Sin embargo esta misma norma indican los valores límites aceptables para distorsión armónica en tensión y corriente los cuales en una instalación existente.

Rango de Tension	Distorsión Armónica Individual (%)	Distorsión Armónica Total THD (%)
$1\ kV < V_n \leq 69\ kV$	3	5
$69\ kV < V_n \leq 161\ kV$	1,5	2,5
$V_n \geq 161\ kV$	1	1,5

Límites de distorsión en corriente para sistemas de distribución 120 V < Vn ≤ 69 kV						
Relación I_{SC}/I_L	<11	11≤h<17	17≤h<23	23≤h<35	h≥35	TDD
< 20*	4,0	2,0	1,5	0,6	0,3	5,0
20 < 50	7,0	3,5	2,5	1,0	0,5	8,0
50 < 100	10,0	4,5	4,0	1,5	0,7	12,0
100 < 1000	12,0	5,5	5,0	2,0	1,0	15,0
> 1000	15,0	7,0	6,0	2,5	1,4	20,0

Como se puede evidenciar en la tabla anterior el valor TDD permitido en el PCC depende de la relación Isc /I que se tenga.

Dado que esta instalación es nueva este análisis no abarca más allá de establecer y citar los límites de referencia que deberá cumplir la instalación de acuerdo con las metodologías de evaluación presentadas en la Norma NTC 5001

Según lo indicado en la IEEE Std 519 de 1992, las principales fuentes de armónicos para una instalación eléctrica son:

- Convertidores de fase
- Hornos de arco
- Inversores monofásicos y trifásicos
- Controladores de fase electrónicos
- Ciclo-convertidores
- Variadores de modulación con ancho de pulso
- Variadores de frecuencia
- Iluminación tipo led

A pesar de que el consumo de las luminarias a instalar no es muy alto, la eficiencia de las luminarias debe ser del 100% y el proveedor debe garantizar que los drivers que las componen no afecten el sistema por la generación de armónicos.

Adicionalmente, para evitar corrientes armónicas altas en el neutro, el diseño se realizó teniendo en cuenta el balance de cargas. En teoría la corriente máxima del neutro que debería cargar es de 1,73 veces la corriente de fase y si no es dimensonado correctamente, producirá un sobrecalentamiento, esto también se tuvo en cuenta en el momento del diseño.

Para tener en cuenta los armónicos en el dimensionamiento del cable, se sobredimensiona el cálculo del mismo en un 25% por encima de la carga nominal del cable seleccionado.

De acuerdo a la norma IEEE STANDART 519-1992, Los límites de distorción de voltaje deben usarse como valores de diseño de los sistemas eléctricos (en el peor de los casos) en condiciones de operación normales que duran más de una hora. Para períodos cortos como los arranques en los ascensores, los límites pueden ser excedidos en un 50%. Se debe limitar las inyecciones armónicas lo que conduce a evitar niveles inaceptables de distorsiones de voltaje.Por eso los límites de corriente se establecen de tal manera que las inyecciones armónicas totales para cada cliente no excedan la distorción de voltaje mostrada en la tabla siguiente:

Relación de cortocircuito en el PCC	Voltaje máximo individual de frecuencia armónica (%)	Caso supuesto
10	2.5 -3.0	Sistema dedicado
20	2.0 – 2.5	1 – 2 Clientes grandes
50	1.0 – 1.5	Pocos clientes relativamente grandes
100	0.5 – 1.0	5 - 20 Clientes medianos
1000	0.05 – 0.10	Muchos clientes pequeños

c. FACTOR DE POTENCIA

La norma NTC 5001 establece que el factor de potencia es una perturbación de calidad de potencia, por lo tanto se puede medir, cuantificar y evaluar. La metodología de evaluación de este indicador se presenta en la misma norma y presupone que se hace en instalaciones existentes. Esta norma exige que bajo condiciones de operación normal, el factor de potencia debe permanecer durante el 95% conjuntamente entre 0.9 y 1 para cargas inductivas y capacitivas. De tal forma que el ángulo θ del diagrama de potencias se encuentre durante el 95% del tiempo entre -25o y 25o.

Dado que esta instalación es nueva este análisis no abarca más allá de establecer y citar los límites de referencia que deberá cumplir la instalación de acuerdo con las metodologías de evaluación presentadas en la Norma NTC 5001

De acuerdo a lo anterior, y teniendo en cuenta que siempre va a existir una perturbación en la calidad de potencia por eficientes que sean los equipos a instalar, se toma para este diseño un factor de potencia de 0,86 para el diseño de la carga nueva. La carga existente cumple con todos los estandares técnicos que permiten la corrección del Factor de Potencia por lo que para la carga instalada se tomará un factor de potencia de 1.

Para tal efecto, los proveedores de los equipos deben garantizar un factor de potencia mínimo de 0,86.

Proyecto: TX:

ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN - FUNZA

Cargas del Transformador

N°	Descripción	Carga	Unidad	FP	Ef.	VA	W	VAR
1	Ascensor tijera	3	HP	0,86	1	2601,24	2237,07	1327,40
2	Ascensor vertical 1	10	HP	0,86	1	8670,81	7456,9	4424,66
3	Ascensor vertical 2	10	HP	0,86	1	8670,81	7456,9	4424,66
4	Ascensor de libros	3	HP	0,86	1	2601,24	2237,07	1327,40
5	Climatización	10	HP	0,86	1	8670,81	7456,9	4424,66
6	Iluminación y tomas	35845	VA	0,86	1	35845,00	30826,7	18291,49
7	Red Regulada	20700	VA	0,86	1	20700,00	17802	10563,09
8	Ascensor horizontal	10	HP	0,86	1	8670,81	7456,9	4424,66
9	CARGA EXISTENTE	280000	VA	1		280000	280000	0
10								

Voltaje del sistema 208 V

Sub Total 362.930,44 49.208,03

$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

Total 366251,19 VA

Nota: todas las cargas se consideran trifásicas para fines del calculo, a menos que se exprese directamente en VA

Capacidad del Transformador
400 kVA

91,56% Uso
8,44% Reserva
33,74 kVA Reserva

Tabla 1 cuadro de carga Transformador T-13

De acuerdo al análisis anterior y teniendo en cuenta el factor de potencia seleccionado, se concluye que se requiere compensación capacitiva ya que el factor de potencia no se encuentra en los rangos permitidos.

Teniendo en cuenta que el factor de potencia de 0,86 no cumple con el exigido por el código eléctrico nacional, se debe instalar un banco de condensadores que corrija este factor de potencia par lo cual se plantea la instalación de un banco de condensadores el cual corregirá este parámetro.

Para lograr un factor de potencia de aproximadamente 0,95 se debe instalar un banco de condensadores de 20 kvar.

Proyecto: TX:

ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN - FUNZA

Cargas del Transformador

N°	Descripción	Carga	Unidad	FP	Ef.	VA	W	VAR
1	Ascensor tijera	3	HP	0,95	1	2354,81	2237,07	735,29
2	Ascensor vertical 1	10	HP	0,95	1	7849,37	7456,9	2450,96
3	Ascensor vertical 2	10	HP	0,95	1	7849,37	7456,9	2450,96
4	Ascensor de libros	3	HP	0,95	1	2354,81	2237,07	735,29
5	Climatización	10	HP	0,95	1	7849,37	7456,9	2450,96
6	Iluminación y tomas	35845	VA	0,95	1	35845,00	34052,75	11192,60
7	Red Regulada	20700	VA	0,95	1	20700,00	19665	6463,57
8	Ascensor horizontal	10	HP	0,95	1	7849,37	7456,9	2450,96
9	CARGA EXISTENTE	280000	VA	1		280000	280000	0
10								

Voltaje del sistema 208 V

Sub Total 368.019,49 28.930,61

$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

Total 369154,87 VA

Nota: todas las cargas se consideran trifásicas para fines del calculo, a menos que se exprese directamente en VA

Capacidad del Transformador
400 kVA

92,29% Uso
7,71% Reserva
30,84 kVA Reserva

Al instalar este banco de condensadores logramos un factor de potencia que se encuentra en el rango permitido.

Deberá incluirse, como un tablero independiente del tablero general, un banco de condensadores de la potencia indicada en los planos unifilares correspondientes. El sistema contará con un relé para el control automático del factor de potencia, por lo que se requiere que estén disponibles en bornes de regleta de control las señales de corriente desde los TT/CC y de voltaje para ejecutar la interconexión con cable multi-conductor N°14 AWG con el relé de control de factor de potencia. El tablero deberá poseer una columna destinada al controlador de factor de potencia, su interruptor automático y el banco de condensadores.

El relé de control será un dispositivo de estado sólido para 400 [V], 60 [Hz], 3 fases. Con las siguientes características mínimas:

- Con ajuste de factor de potencia de 0,93 a 1,0 inductivo, y ajuste de corriente de partida.
- Indicación de la carga inductiva o capacitiva y del N° de condensadores conectados.
- Sistema de desconexión por ausencia de voltaje de red.
- Sistema de histéresis o antibombeo de la carga capacitiva.
- Filtro de armónicas.

- Dos (2) combinaciones o pasos.

- Lectura THD de voltaje y corriente
- Factor de potencia objetivo
- Factor de potencia real
- Factor de potencia promedio de la semana
- Voltajes
- Corrientes
- kVAR faltantes
- Temperatura
- Alarma Sobrecarga de los condensadores
- Alarma Sobre y baja tensión
- Alarma Sobre y baja corriente
- Alarma Micro interrupción de voltaje
- Alarma Sobre temperatura interna del tablero
- Alarma Sobre y baja compensación
- Temperatura
- Lectura de ventilación forzada
- Sobretemperatura interna del tablero
- Calidad de energía

Puertas de comunicación, display LCD con despliegue de todas las variables y alarmas mencionadas. Los transformadores de corriente deberán instalarse en las barras de llegada, tensión de 600 [V], 60 [Hz].

Cada paso de condensadores está controlado por un sistema de contactor tripular o Tiristores. El sistema debe impedir las corrientes inrush de inserción, ya sea mediante una tecnología que asegure los cruces por cero o mediante las reactancias de rechazo de armónicos.

El cálculo de la capacidad del banco debe realizarse para una tensión de servicio de 208 [V], pero la tensión nominal de cada banco debe ser de 600Vac, frecuencia de 60 [Hz], conexión trifásica y protegido con protecciones termomagnéticas. Las pérdidas deberán ser inferiores a 0,5 Watt/kVAR incluidas las resistencias de drenaje. La sobretensión aceptable será 10% (IEC 70/70 A). La tolerancia de capacidad será -5% a 10%. El dieléctrico deberá ser seco, encapsulado al vacío. El aislante será mineral, no tóxico, no inflamable, autoregenerable. Deben cumplir con los estándares IEC 60831-1 e IEC 60831-2.
Cada paso estará formado por un Reactores trifásicos conectados en serie a cada etapa o paso de cada batería de condensadores, sintonizados para el rechazo de armónicos de corriente a 230Hz, comportándose como un filtro pasa bajos. Todos y cada uno de etapas debe estar protegido contra sobrecargas a través de interruptores térmicos. Adicionalmente, los reactores están fabricados con núcleos en láminas de acero al silicio o granos orientados, bobinados en hilo de cobre o aluminio. Condensadores colocados y cableados en rack modulares y extraíbles desde el frente, todos equipados con protecciones de una capacidad de ruptura de 25kA



B. ANALISIS DE COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO

La coordinación de aislamiento es la selección de la tensión mínima normalizada que debe soportar los equipos teniendo en cuenta las sobretensiones que pueden aparecer, así como los medios de protección que se pueden instalar y las condiciones ambientales de la zona, para obtener un riesgo de fallo aceptable.

La coordinación de aislamiento, tiene como objeto determinar la distancia de fuga que manejarán los aisladores conectados a las estructuras de M.T. y B.T, que formen parte del diseño de las instalaciones eléctricas del proyecto del Archivo General de la Nación sede Funza.

A continuación se muestran paso a paso los cálculos necesarios para desarrollar correctamente esta sección del proyecto.

La norma IEC 60071-1, tiene valores normalizados de aislamiento de acuerdo al nivel de tensión, que se presenta en la siguiente Tabla:

Tensión Máxima del Equipo U_m [kV] (valor eficaz)	Tensión de soportabilidad normalizada de corta duración a la frecuencia industrial [kV] (valor eficaz)	Tensión de soportabilidad normalizada al impulso tipo rayo [kV] (valor pico)
3,6	10	20
		40
7,2	20	40
		60
12	28	60
		75
		95
17,5 [a]	38	75
		95
24	50	95
		125
		145
36	70	145
		170
52 [a]	95	250
72,5	140	325
100 [b]	(150)	(380)
	185	450
123	(185)	(450)
	230	550
145	(185)	(450)
	230	550
	275	650
170 [a]	(230)	(550)
	275	650
	325	750
245	(275)	(650)
	(325)	(750)
	360	850
	395	950
	460	1050
Nota: Si los valores entre paréntesis se consideran insuficientes para probar que se cumplen las tensiones de soportabilidad fase-fase, se requieren pruebas adicionales de tensión de soportabilidad fase-fase		
a Estos U_m son valores no preferidos en la IEC 60038, y por lo tanto, no se dan con frecuencia estas combinaciones estandarizadas b Este U_m no se menciona en la IEC 60038 pero se ha introducido en el rango I en algunos estándares de equipos		

Estos niveles de aislamiento y de tensión, deben aplicarse para todos los equipos que formen parte del sistema de distribución.

Profundizando un poco, la coordinación de aislamiento se basa en el análisis de los niveles de soporte de los equipos que conforman las subestaciones eléctricas.

La coordinación de aislamiento implica la especificación y selección del aislamiento necesario de los diversos componentes que se encuentran en la subestación con vista a tener una solidez homogénea a los voltages normales asi como a los sobrevoltajes de origen diverso.

Su finalidad principal es la de permitir una distribución segura y optimizada de la energía eléctrica.

En todos los materiales, la conductividad se debe a la migración pe partículas cargadas. Cuando el esfuerzo eléctrico en un aislante se aumenta hasta un nivel lo suficientemente alto, la resistividad en un trayecto a través del aislante cambiará de un valor alto a uno comparable al de los conductores. Este cambio se llama descarga disruptiva.

Muchos factores influyen en el cambio de la rigidez dieléctrica del aislamiento. Estos factores incluyen:

- La magnitud, forma, duración y polaridad del voltaje aplicado.
- La distribución del campo eléctrico en el aislamiento: Campo eléctrico homogéneo o no, electrodos adyacentes al intervalo considerado y su potencial.
- Topo de aislamiento incluyendo contenido de impurezas y presencia de irregularidades locales.
- Estado físico del aislamiento
- La deformación del aislamiento bajo esfuerzo.

La descarga disruptiva en el aire depende en gran parte de la configuración del explozor, de la polaridad, y de la forma de la onda del esfuerzo de voltaje aplicado.

En la actualidad no se cuenta con ningún método para determinar la probabilidad de descarga disruptiva de un único elemento del aislamiento no autorregenerativo. Por lo tanto, se supone que la probabilidad de disrupción cambia de 0% al 100% al valor que define el voltaje no disruptivo.

El desmpeño del aislamiento en un sistema se juzga con base en el número de fallas del aislamiento durante el servicio.

El nivel de protección se deduce de las siguientes condiciones:

- De la instalación
- Del ambiente
- De la utilización del material.

Existen diferentes niveles de ailamiento de acuerdo a las condiciones dadas por la instalación:

Nivel de aislamiento del impulso del relámpago básico (BIL): La fuerza eléctrica del aislamiento expresada en términos del valor de la cresta de un impulso del relámpago estándar en condiciones atmosféricas estándares. BIL puede ser expresado como estadístico o convencional.

Nivel de aislamiento del impulso de conmutación básico (BSL): La fuerza eléctrica del aislamiento expresada en término del valor de la cresta de un impulso de conmutación estándar. BSL se puede expresar como estadístico o convencional.

BIL convencionales (nivel de aislamiento del impulso del relámpago básico): El valor de la cresta de un relámpago estándar el impulso para el cual el aislamiento no debe exponer la descarga perjudicial cuando sujetado a un número específico de aplicación es de este impulso en condiciones especificadas, aplicables.

Sobre-voltaje del relámpago: Un tipo del sobre voltaje pasajero en el cual un voltaje delantero rápido se produce por relámpago. Tal sobre voltaje es por lo general unidireccional y de la duración muy corta. Una forma de onda típica se muestra en la figura 1

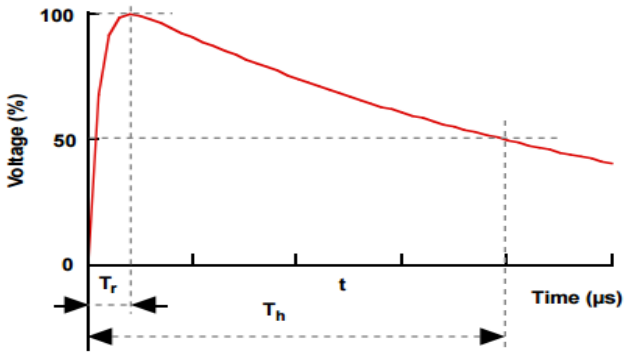


Figure 1—Lightning overvoltages (T_r = 0.1–20 µs, Th < 300 µs, where T_r is the time-to-crest value, T_h is the time-to-half value)

Conmutador de sobre voltaje : Un sobre voltaje pasajero en cual un frente lento, de corta duración , unidireccional o el voltaje oscilatorio, amortiguado se genera (por conmutaciones o fallas). Una forma de onda típica es mostrada en la figura 2

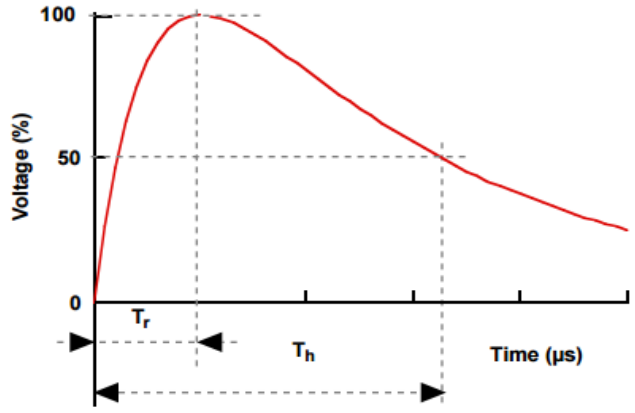


Figure 2—Switching overvoltages (T_r = 20-5000 µs, T_h < 20 000 µs, where T_r is the time-to-crest value, T_h is the time-to-half value)

Aisladores: De todos los elementos de la línea, los aisladores son los que demandan mayor cuidado, tanto en su elección, como en su control de recepción, colocación y vigilancia en explotación. En efecto, frágiles por naturaleza, se ven sometidos a esfuerzos combinados, mecánicos, eléctricos y térmicos, colaborando todos ellos a su destrucción.

En la siguiente tabla se muestran las características constructivas de los diferentes tipos de aisladores:

TIPO DE AISLADOR	CARACTERÍSTICAS
DE PIN	Se emplean como aisladores de soporte y alineamiento en líneas de distribución. Son excelentes para el control de corriente de fuga. Aplicado en tensiones de distribución y subtransmisión, para ambientes normales y contaminados.
DE DISCO	Empleados en líneas eléctricas de transmisión (10”) y distribución (6”). Sus características están normalizadas según el peso o fuerza soportable, el nivel de contaminación admisible y el diámetro.
POLIMÉRICO	Se emplean cuando han de soportar grandes esfuerzos mecánicos, debido a que su resistencia mecánica es aproximadamente el doble que los de porcelana, y sus propiedades aislantes también son superiores; sin embargo, su costo es considerablemente mayor.
TENSOR	Aislador de porcelana o sintético, de forma cilíndrica con dos agujeros y ranuras transversales. Se usa como soporte aislador entre el poste y el suelo en los cables tensores, y para tensar líneas aéreas y estructuras de distribución. Es particularmente resistente a la compresión.

Selección de aisladores: Los aisladores utilizados, independientemente del tipo, deben poseer certificado de conformidad expedido por un ente acreditado por la SIC tal como se establece en el RETIE, Art. 20.1.

En la selección de los aisladores, se debe tener en cuenta el nivel de tensión de la red, el nivel de aislamiento y el grado de contaminación.

Las cualidades específicas que deben cumplir los aisladores son: rigidez dieléctrica, resistencia mecánica, resistencia a las variaciones de temperatura y ausencia de envejecimiento.

Distancias de fuga:

Las distancias mínimas de fuga, según el grado de contaminación establecido en la norma IEC 60071-2, se muestran en la tabla:

GRADO DE CONTAMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA MÍNIMA DE FUGA (DF)
I-Insignificante	1. Áreas no industriales y de baja densidad de casas equipadas con equipos de calefacción. 2. Áreas con baja densidad de industrias o casas, pero sometidas a frecuentes vientos y/o lluvias. 3. Áreas agrícolas. 4. Áreasmontañosas. 5. Todas las áreas anteriores deben estar situadas al menos entre 10 y 20 km y no estar sometidas a vientos provenientes del mismo.	16 mm/kV
II-Medio	6. Áreas con industrias poco contaminantes y/o casas equipadas con plantas de calefacción. 7. Áreas con alta densidad de industrias o casas, pero sometidas a frecuentes vientos y/o lluvias. 8. Áreas expuestas a vientos del mar, pero no próximas a la costa	20 mm/kV
III-Fuerte	9. Áreas con alta densidad de industrias y suburbios de grandes ciudades con alta densidad de plantas de calefacción produciendo polución. 10. Áreas próximas expuestas a vientos relativamente fuertes provenientes del mar.	25 mm/kV

IV-Muy Fuerte	11. Áreas sometidas a humos contaminantes que producen depósitos conductores espesos. 12.Áreas muy próximas al mar, sujetas a vientos muy fuertes. 13.Áreas desiertas expuestas a vientos que contienen arena y sal	31 mm/kv

Principios de coordinación de aislamiento

Contorno general del procedimiento de coordinación de aislamiento.

El procedimiento de la coordinación de aislamiento consiste en:
a)Determinación de tensiones del voltaje
b) Selección de la fuerza de aislamiento para conseguir la probabilidad deseada de fracaso

Las tensiones del voltaje pueden ser reducidas por el uso de dispositivos protectores de sobretensión, cambiando la introducción del dispositivo las resistencias y el cierre controlado, alambres desnudos, mejoran de la puesta a tierra, etc.

Determinación de tensión de voltaje del sistema

El sistema de análisis transitorio que incluyen la selección y la ubicación de los dispositivos restrictivos de sobre voltaje se realiza determinando la amplitud, forma de onda y duración de tensiones del voltaje del sistema.

La tensión del sobre voltaje se puede caracterizar ya sea por :

— Los valores de la cresta máximos

— Una distribución estadística.

Un valor del sobrevoltaje estadístico [esto es un sobrevoltaje generado por un evento específico en el sistema (descarga del relámpago,activación de la línea, reconexión, etc.), con un valor de la cresta que tiene una probabilidad del 2% de excederse].

Los resultados del análisis pasajero deberían proporcionar tensiones del voltaje a las clases siguientes del sobrevoltaje:

- Sobre voltaje temporal (fase a la tierra y fase a fase).

- Conmutación de sobre voltaje (fase a la tierra y fase a fase)
- Sobre voltaje del relámpago (fase a la tierra y fase a fase) .

Sobre voltaje longitudinal (una combinación instantánea de conmutación u oleada del relámpago y a un voltaje de tensión frecuencia industrial)

Selección de niveles de aislamiento estándares.

La selección del nivel de aislamiento componente calculado consiste en la selección del aislamiento estándar resisten los voltajes que proporcionan el margen suficiente encima de la tensión del sobre voltaje del sistema.

Las pruebas requeridas para verificar los voltajes máximos tasados del componente son definidas por relevantes dispositivos estándares.

La baja frecuencia de corta duración, componente tensión no disruptiva se selecciona de la lista estándar de soportar tensiones previstas.

Selección del nivel de aislamiento estándar de los equipos

El nivel de aislamiento estándar de los equipos generalmente se da por un conjunto de dos voltajes estándar.

Para el equipo de Clase I (1 a 242 kV), el aislamiento estándar para resistir el nivel está dado por

- La baja frecuencia, de corta duración tensión soportada,
- El nivel de aislamiento de choque de rayo básico (BIL).

El estándar de tensiones de equipos en la categoría I se proporciona en la tabla 1.

Para el equipo de Clase II (> 242 kV), el aislamiento estándar soportar el nivel está dado por:

- El nivel de aislamiento básico impulso de conmutación (BSL).
- El nivel de aislamiento de choque de rayo básico (BIL)

De acuerdo a la información de la tabla siguiente el BIL requerido para la tensión que utilizamos de 11.4 KV en media tensión es de un rango de 95 a 110 KV, cresta que debe ser especificado el transformador en aceite que se utilizan en el proyecto.

Table 1—Standard withstand voltages for Class I
(15 kV < V_m ≤ 242 kV)

Maximum system voltage (phase-to-phase) V_m kV, rms	Low-frequency, short-duration withstand voltage[a] (phase-to-ground) kV, rms	Basic lightning impulse insulation level (phase-to-ground) BIL kV, crest
15	34	95 110
26.2	50	150
36.2	70	200
48.3	95	250
72.5	95 140	250 350
121	140 185 230	350 450 550
145	230 275 325	450 550 650
169	230 275 325	550 650 750
242	275 325 360 395 480	650 750 825 900 975 1050

[a]See relevant apparatus standards for specific values. Preferred values are provided in 4.5.

Waveform	Cable system rating phase to phase [kV]	Installation phase to ground		Acceptance phase to ground		Maintenance phase to ground	
		[kV rms]	[kV peak]	[kV rms]	[kV peak]	[kV rms]	[kV peak]
Sinusoidal	5	9	13	10	14	7	10
	8	11	16	13	18	10	14

Para la selección de conductores tenemos:

Teniendo en cuenta la tabla 310-5 de la norma NTC2050 encontramos los niveles mínimos para cables de acuerdo al nivel de tensión:

Tabla 310-5

Tensión nominal del conductor (V)	Sección transversal mínima del conductor	
	mm*	AWG
De 0 a 2000	2,08	14 cobre
	3,30	12 aluminio o aluminio recubierto de cobre
De 2 001 a 8 000	8,36	8
De 8 001 a 15 000	33,62	2
de 15 001 a 28 000	42,20	1
de 28 001 a 35 000	53,50	1/0

Para la red de MT. Aseguramos este análisis, sugiriendo un conductor con aislamiento XLPE, el cual por sus características dieléctricas garantiza los niveles de aislamiento necesarios para la red subterranea de M.T.

Por ser este un cable formado por un conductor de cobre en cableado concentrico clase B configuarado de la siguiente manera:

Cable de energía formado por un conductor de cobre suave en cableado concéntrico clase B comprimido o compactado, pantalla semiconductora extruida sobre el conductor, aislamiento termofijo de polietileno de cadena cruzada (XLPE), pantalla semiconductora extruida sobre el aislamiento, pantalla metálica formada por una capa continua de plomo aplicada directamente sobre la pantalla semiconductora de aislamiento, y cubierta exterior de policloruro de vinilo (PVC)

Con las caracteristicas mecánicas descritas, el cable XLPE alcanza una tensión máxima de operación de 5.000 a 35.000 voltios entre fases (100 y 133% Nivel de aislamiento a una temperatura de operación de 90 grados centigrados (130 grados centígrados en condición de sobrecarga 7 250 en condición de cortocircuito.



El polietileno reticulado XLPE y todos los componentes del cable deben cumplir con lo estipulado en la norma NTC 2186-1

Para la red de BT se debe tener en cuenta el cálculo del conductor de acuerdo a la columna de 75oC (THW), de la tabla 310-16 de la NTC-2050:

Tabla 310-16 Capacidad de corriente permisible en conductores aislados para 0 a 2 000 V nominales y 60 °C a 90 °C. No más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable o tierra (directamente enterrados) y temperatura ambiente de 30 °C.

Sección transv.	Temperatura nominal del conductor (ver Tabla 310-13)						Calibre
	60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C	
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	TIPOS TBS,SA,SS,FEP*, FEPB*,MI,RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*,THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW, USE*	TIPOS TBS,SA,SS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
mm²	COBRE			ALUMINIO 0 ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE			AWG o kcmils
0,82	--	--	14	--	--	--	18
1,31	--	--	18	--	--	--	16
2,08	20*	20*	25	--	--	--	14
3,30	25*	25*	30*	20*	20*	25*	12
5,25	30	35*	40*	25	30*	35*	10
8,36	40	50	55	30	40	45	8
13,29	55	65	75	40	50	60	6
21,14	70	85	95	55	65	75	4
26,66	85	100	110	65	75	85	3
33,62	95	115	130	75	90	100	2
42,20	110	130	150	85	100	115	1
53,50	125	150	170	100	120	135	1/0
67,44	145	175	195	115	135	150	2/0
85,02	165	200	225	130	155	175	3/0
107,21	195	230	260	150	180	205	4/0
126,67	215	255	290	170	205	230	250
152,01	240	285	320	190	230	255	300
177,34	260	310	350	210	250	280	350
202,68	280	335	380	225	270	305	400
253,35	320	380	430	260	310	350	500
304,02	355	420	475	285	340	385	600
354,69	385	460	520	310	375	420	700
380,02	400	475	535	320	385	435	750
405,36	410	490	555	330	395	450	800
456,03	435	520	585	355	425	480	900
506,70	455	545	615	375	445	500	1.000
633,38	495	590	665	405	485	545	1.250
760,05	520	625	705	435	520	585	1.500
886,73	545	650	735	455	545	615	1.750
1.013,40	560	665	750	470	560	630	2.000
FACTORES DE CORRECCIÓN							
Temp. ambiente en °C	Para temperaturas ambientes distintas de 30°C, multiplicar las anteriores corrientes por el correspondiente factor de los siguientes						Temp. ambiente en °C
21-25	1,08	1,05	1,04	1,08	1,05	1,04	21-25
26-30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	26-30
31-35	0,91	0,94	0,96	0,91	0,94	0,96	31-35
36-40	0,82	0,88	0,91	0,82	0,88	0,91	3640
41-45	0,71	0,82	0,87	0,71	0.82	0,87	41-45
46-50	0,58	0,75	0,82	0.58	0,75	0,82	46-50
51-55	0,41	0,67	0,76	0,41	0,67	0,76	51-55
56-60		0,58	0,71		0.58	0,71	56-60
61-70		0,33	0,58		0,33	0,58	61-70
71-80			0,41			0,41	71-80

Para la escogencia del conductor para la red de BT. Siguiendo esta premisa debemos proceder de la siguiente forma:

- **CARGA EXISTENTE 280 KVA**

La In= 777,2 A con un Factor de seguridad del 1.25% tenemos: 1,25In= 971,5 A Como vamos a utilizar 3 conductor / fase tendríamos 323,83 A/conductor

En la tabla 310-16 de la NTC-2050 columna de 75oc (THW), tenemos que para 323,83 A nos da un conductor calibre 400 en cobre.

Por lo tanto la acometida desde bornes del transformador hasta el tablero de la carga existe quedaría en : 3x(3x400) fases+3x400 neutro +1x2/0 tierra, AWG, THWN/THHN, 75oC, Cu, 600V o su equivalente en aluminio (mm2).

El conductor de tierra de protección en 2/0-AWG cobre desnudo, se toma de acuerdo a la tabla 250-94 de la NTC-2050.

- **CARGA NUEVA DE 96691 KVA (módulos 7 y 8)**

La In= 268,39 A con un Factor de seguridad del 1.25% tenemos: 1,25In= 335,48 A Como vamos a utilizar 2 conductor / fase tendríamos 167,74 A/conductor

En la tabla 310-16 de la NTC-2050 columna de 75oc (THW), tenemos que para 167,74 A nos da un conductor calibre 2/0 en cobre.

Por lo tanto la acometida desde bornes del transformador hasta el tablero de la carga existe quedaría en : 2x(3x2/0) fases+2x2/0 neutro +1x2/0 tierra, AWG, THWN/THHN, 75oC, Cu, 600V o su equivalente en aluminio (mm2).

El conductor de tierra de protección en 2/0-AWG cobre desnudo, se toma de acuerdo a la tabla 250-94 de la NTC-2050.



C. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA

Para el análisis de cortocircuito y falla a tierra en baja tensión entregada por la red de distribución usaremos un método de cálculo simplificado, en un circuito trifásico se puede observar que el cortocircuito más severo que podría causar esfuerzos en los conductores es el cortocircuito monofásico por lo que el objetivo es observar el comportamiento de dicha corriente para garantizar el correcto funcionamiento de los dispositivos de corte.

Cuando se produce un cortocircuito, tanto las platinas como cualquier otro elemento del circuito, cables etc. pueden llegar a temperaturas muy elevadas que dañarán a los aislantes, y causar deterioro de los elementos y peligro para las personas.

En los cortocircuitos la intensidad decrece desde un valor máximo (la corriente de choque de cortocircuito) hasta la corriente de corto-circuito permanente; estas diferencias son usadas en caso de cortocircuitos cercanos al transformador.

En la siguiente tabla se realiza el cálculo de la corriente de corto circuito del sistema en los dos lados del transformador.

Calculo de corriente de corto circuito

Transformador trifásico

Potencia: 400 kVA
Voltaje en lado de falla (V2): 0,208 kV V1: 11,4 kV
Voltaje de corto circuito %: 4 *Tabla T1*
Ra: 0,105598924 Ohm Rr 3,51541E-05 Ohm reflejada
Xa: 0,029792128 Ohm Xr 9,91787E-06 Ohm reflejada

T1. Tensión de cortocircuito Vcc normalizada para los transformadores MT/BT de distribución pública.

kVA	630	800	1000	1250	1600	2000
Vcc (%)	4	4,5	5	5,5	6	7

Se tiene que: $Z_t = V_{cc} \times \frac{V_n^2}{S_n}$ Z del transformador

Por lo tanto: Zt = 4,3264 mΩ

Se tiene que: $X_t \approx Z_t$ X del transformador

Por lo tanto: Xt = 4,3264 mΩ Xr =0,009mΩ

Se tiene que: $R_t \approx 0{,}20 \times X_t$ R del transformador

Por lo tanto: Rt = 0,86528 mΩ Rr =0,035mΩ

Luego: $\frac{R_{total}}{X_{total}} = 0{,}21$

$$Z_{total} = \sqrt{(R_t + R_r)^2 + (X_t + X_r)^2}$$ Zt = 4,43 mΩ

Se tiene que: $I_{cc,sim} = \frac{V_n^2}{\sqrt{3} \times Z_t}$

Por lo tanto: Icc, sim = **27,12** **kA simetricos**

Luego tenemos que: K = 1,53 , para $\frac{R_t}{X_t} = 0{,}21$ *(IEC 60909)*

$$I_{cc} = \sqrt{2} \times K \times I_{cc,sim}$$

Finalmente: **Icc = 58,60 kA asimetricos**

Basado en la norma UTE C15-105 y IEC 60 909.

Las corrientes simétricas y asimétricas de la subcentral, deberán ser solicitadas al departamento de protecciones del operador de red respectivo (Codensa [1], EBSA [2], Electricaribe [8], etc...), así como la curva correspondiente a la coordinación de protecciones de dicha subcentral.

Las corrientes simétricas serán utilizadas en el estudio de coordinación de protecciones, y las corrientes asimétricas servirán para el diseño del sistema de puesta a tierra SPT. Para este caso, estas corrientes deben ser suministradas por Enel-Codensa.

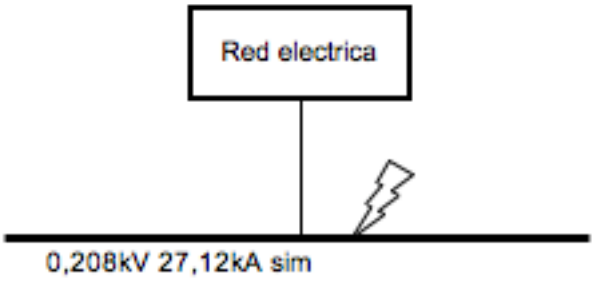
De la misma manera, la falla a tierra se produce cuando una línea produce un cortocircuito tocando el neutro o la tierra en un pundo del circuiito. La determinación de la corriente total de falla en un punto, se obtiene como la contribución de las corrientes de cortocircuito por los elementos activos de la red.

Teniendo en cuenta la corriente de corto circuito obtenida que es de 27,12 kA simétricos, obtenemos la corriente de cortocircuito asimétrica de la red que es de 58,60 Ka asimétricos:

Calculo de corriente de corto circuito

Aporte de corriente de la red electrica

Tension Nominal:	**0,208**	kV
Icc:	**27,12**	kA sim
Scc:	5,64096	MVA
Icc Asimetrica:	44,79	kA asim
Ra/Za:	0,494	
Za:	0,008	Ω
Xa:	0,007	Ω
Ra:	0,004	Ω
Ra/Xa:	0,569	
Factor K:	1,168	*(IEC 60909)*



NOMBRE: JESÚS ALBERTO LÓPEZ VELANDIA

MATRÍCULA PROFESIONAL: CL 205-1939

FIRMA: FECHA: MARZO DE 2020

D. ANÁLISIS DE NIVEL DE RIESGO POR RAYOS

Para el análisis de Riesgo por rayos se tiene en cuenta la ubicación de la bodega respecto a las demás bodegas adyacentes, se verificó si las bodegas tenían protección contra descargas atmosféricas encontrando que las bodegas todas cuentan con esta protección.

La altura de todas las bodegas es igual a 11 metros aproximadamente.

En el **ANEXO 4** se realiza el estudio SIPRA para el Archivo General de la Nación, la cual da un riesgo de nivel 4, por lo tanto, serializará el diseño por el método de esferas rodantes con un diámetro de 55 metros.

E. ANÁLISIS DE RIESGO DE ORIGEN ELÉCTRICO

El análisis de nivel de riesgo de origen eléctrico y las medidas para mitigarlos se realiza su estudio a partir de la metodología y recomendaciones del RETIE 2013.

a. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto Archivo General de la Nación se encuentra en un sector industrial del municipio de Funza departamento de Cundinamarca, destinado para uso industrial, está comprendido por siete pisos distribuidos en zona de almacenamiento documental y zona de manejo de papel y oficinas.

La futura utilización de la edificación, en su mayor porcentaje será destinada a almacenamiento de documentación, las personas destinadas a las labores de verificación y tratamiento de los documentos no supera una concentración de 50 personas en un recinto. Sin embargo, para todos los aspectos de este diseño se tienen en cuenta las especificaciones técnicas requeridas para concentraciones mayores de 50 personas. En lo referente a los diseños eléctricos y de iluminación sse tienen en cuenta los aspectos definidos en la norma NFPA 101, definiendo claramente las zonas de circulación, escaleras, seguridad, acceso y salidas de emergencia. Procurando dejar iluminación de emergencia que guie a las personas a la salida si no se cuenta con energía eléctrica.

En la edificación no hay recintos donde se reunan más de 50 personas. En cuanto a las áreas de circulación se definen claramente en el diseño arquitectónico.

b. ANÁLISIS DE RIESGO

Según Art. 9.2¨Evaluación del Nivel de Riesgo¨ del RETIE, se debe tener en cuenta los criterios establecidos en las normas sobre la soportabilidad de la energía eléctrica para

seres humanos tomados de la gráfica de la norma NTC 4120, con referente a la IEC 60479-2, que detalla las zonas de los efectos de la corriente alterna de 15 Hz a 100 Hz.

El umbral de fibrilación ventricular depende de parámetros fisiológicos y eléctricos, por ello se ha tomado la curva C1 como límite para diseño de equipos de protección. Los valores umbrales de corriente de menos de 0,2 segundos, se aplican solamente durante el período vulnerable del ciclo cardíaco. Debido a que los umbrales de soportabilidad de los seres humanos, tales como el de paso de corriente (1,1 mA), de reacción a soltarse (10 mA) y de rigidez muscular o de fibrilación (25 mA) son valores muy bajos; la superación de dichos valores puede ocasionar accidentes como la muerte o la pérdida de algún miembro o función del cuerpo humano. Adicionalmente, al considerar el uso masivo de la electricidad y que su utilización es casi permanente a nivel residencial, comercial, industrial y oficial, la frecuencia de exposición al riesgo podría alcanzar niveles altos, si no se adoptan las medidas adecuadas.

Encontramos que los equipos de protección y aislamiento a utilizar y de acuerdo al nivel de tensión asignado, se encuentran operando en la Zona 6 (paro cardiaco, paro respiratorio y quemaduras severas, riesgo de fibrilación (por encima de un 50 %).

Los equipos pertenecientes a las redes de uso general que CODENSA instalara en el proyecto tienen contempladas las medidas necesarias para minimizar el riesgo inherente al uso de la electricidad.

Los equipos se encuentran al interior del proyecto y ubicados en un cuarto especializado con muros cortafuegos y con las normas de seguridad establecidas, por lo que están fuera de alcance de personas y el acceso solo lo realizan personas calificadas, autorizadas por CODENSA, quienes tienen una debida capacitación y son competentes para trabajar en esos sitios de trabajo.

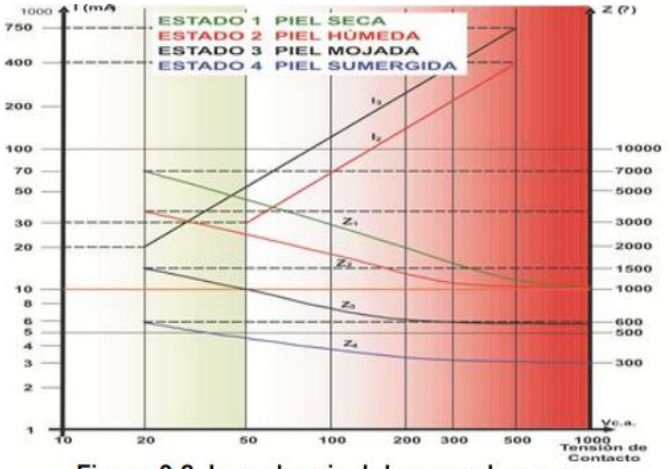


Figura 9.2 Impedancia del cuerpo humano

A fin de evaluar el riesgo se usa la matriz de análisis de riego propuesta por el RETIE.

MATRIZ DE RIESGOS RETIE 2013

MATRIZ DE RIESGOS PROYECTO ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN

RIESGO	FUENTE DEL RIESGO Y/O CAUSAS	DEFINICION DE RIESGO (POTENCIAL O REAL)	CONSECUENCIAS				FRECUENCIA DETERMINADA	NIVEL DE RIESGO	NIVEL DE RIESGO MAS CRITICO	DECISIÓNES A TOMAR	PARA EJECUTAR EL TRABAJO
			EN PERSONAS	ECONOMICAS	AMBIENTALES	EN IMAGEN DE EMPRESA					
ARCO ELECTRICO	CORTA CIRCUITOS, APERTURA SECCIONADORES, MALOS CONTACTOS	POTENCIAL	UNA O MAS MUERTES				NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	MEDIO	MEDIO	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo.	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro(ATS) y el jefe de área apruebael Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
				DAÑOS IMPORTANTES, INTERRUPCION BREVE			NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	BAJO			
					EFECTO MENOR		NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	BAJO			
						NACIONAL	NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	MEDIO			
AUSENCIA DE ELECTRICIDAD	APAGÓN O CORTE DEL SERVICIO	POTENCIAL	SIN EFECTO				N/A	MUY BAJO	MEDIO	Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.	N/A
				DAÑOS IMPORTANTES, INTERRUPCION BREVE			HA OCURRIDO EN EL SECTOR	MEDIO			
					EFECTO MENOR		HA OCURRIDO EN EL SECTOR	BAJO			
						LOCAL	NO HA OCURRIDO	BAJO			
CONTACTO DIRECTO	NEGLIGENCIA DE TÉCNICOS O IMPERICIA DE NO TÉCNICOS. VIOLACION DE LAS DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD	POTENCIAL	UNA O MAS MUERTES				NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	MEDIO	MEDIO	Aceptarlo. Aplicar los sistemas de control (minimizar, aislar, suministrar EPP, procedimientos, protocolos, lista de verificación, usar EPP). Requiere permiso de trabajo. Establecer distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión, doble Aislamiento.	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro(ATS) y el jefe de área apruebael Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
				DAÑOS LEVES, NO INTERRUPCIÓN			NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	MUY BAJO			
					SIN EFECTO		NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	MUY BAJO			
						NACIONAL	NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	MEDIO			
CONTACTO INDIRECTO	FALLAS DE AISLAMIENTO, MAL MANTENIMIENTO, FALTA DE CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA	POTENCIAL	INCAPACIDAD TEMPORAL >1 DÍA				NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	BAJO	BAJO	Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo. Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.	El líder del trabajo debe verificar: - ¿Qué puede salir mal o fallar? - ¿Qué puede causar que algo sal ga mal o falle? - ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
				DAÑOS IMPORTANTES, INTERRUPCION BREVE			NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	BAJO			
					EFECTO MENOR		NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	BAJO			
						LOCAL	NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	BAJO			
CORTOCIRCUITO	FALLAS DE AISLAMIENTO, IMPERICIA DE LOS TÉCNICOS, ACCIDENTES EXTERNOS, VIENTOS FUERTES, HUMEDADES.	POTENCIAL	MOLESTIA FUNCIONAL (AFECTA RENDIMIENTO LABORAL)				NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	MUY BAJO	BAJO	Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo, Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.	El líder del trabajo debe verificar: - ¿Qué puede salir mal o fallar? - ¿Qué puede causar que algo sal ga mal o falle? - ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
				DAÑOS SEVEROS INTERRUPCION TEMPORAL			NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	BAJO			
					EFECTO MENOR		NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	BAJO			
						INTERNA	NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	MUY BAJO			
ELECTRICIDAD ESTATICA	UNIÓN Y SEPARACIÓN CONSTANTE DE MATERIALES COMO AISLANTES, CONDUCTORES, SÓLIDOS O GASES CON LA PRESENCIA DE UN AISLANTE.	POTENCIAL	MOLESTIA FUNCIONAL (AFECTA RENDIMIENTO LABORAL)				NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	MUY BAJO	MUY BAJO	Vigilar posibles cambios, Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radiactivos, pisos conductivos.	No afecta la secuencia de las actividades
				DAÑOS LEVES, NO INTERRUPCIÓN			NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	MUY BAJO			
					SIN EFECTO		NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	MUY BAJO			
						INTERNA	NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	MUY BAJO			
EQUIPO DEFECTUOSO	MAL MANTENIMIENTO, MALA INSTALACIÓN, MALA UTILIZACIÓN, TIEMPO DE USO, TRANSPORTE INADECUADO.	POTENCIAL	N/A				N/A	MUY BAJO	BAJO	Vigilar posibles cambios, Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético.	No afecta la secuencia de las actividades
				DAÑOS IMPORTANTES, INTERRUPCION BREVE			NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	MUY BAJO			
					EFECTO MENOR		NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	BAJO			
						N/A	NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	MUY BAJO			
RAYOS	MANTENIMIENTO PREDICTIVO Y PREVENTIVO, CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES SIGUIENDO LAS NORMAS TÉCNICAS, CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO ELECTROMAGNÉTICO.	POTENCIAL	UNA O MAS MUERTES				NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	MEDIO	MEDIO	Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.	El líder del grupo de trabajo diligencia el Análisis de Trabajo Seguro(ATS) y el jefe de área apruebael Permiso de Trabajo (PT) según procedimiento establecido.
				DAÑOS MAYORES, SALIDA DE SUBESTACIÓN			NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	MEDIO			
					EFECTO MENOR		NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	BAJO			
						NACIONAL	NO HA OCURRIDO	MEDIO			

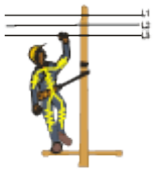
SOBRECARGA	SUPERAR LOS LÍMITES NOMINALES DE LOS EQUIPOS O DE LOS CONDUCTORES, INSTALACIONES QUE NO CUMPLEN LAS NORMAS TÉCNICAS, CONEXIONES FLOJAS, ARMÓNICOS.	POTENCIAL	MOLESTIA FUNCIONAL				NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	MUY BAJO	BAJO	Hacer control administrativo rutinario. Seguir los procedimientos establecidos. Utilizar EPP. No requiere permiso especial de trabajo,, Uso de Interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles bien dimensionados, dimensionamiento técnico de conductores y equipos, compensación de energía reactiva con banco de condensadores.	El líder del trabajo debe verificar: - ¿Qué puede salir mal o fallar? - ¿Qué puede causar que algo sal ga mal o falle? - ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
				DAÑOS IMPORTANTES. INTERRUPCIÓN BREVE			NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	BAJO			
					EFECTO MENOR		NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	BAJO			
						LOCAL	NO HA OCURRIDO	BAJO			
TENSION DE CONTACTO	RAYOS, FALLAS A TIERRA, FALLAS DE AISLAMIENTO, VIOLACIÓN DE DISTANCIAS DE SEGURIDAD.	POTENCIAL	UNA O MAS MUERTES				NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	MEDIO	MEDIO	Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.	El líder del trabajo debe verificar: - ¿Qué puede salir mal o fallar? - ¿Qué puede causar que algo sal ga mal o falle? - ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
				DAÑOS IMPORTANTES INTERRUPCION BREVE			NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	BAJO			
					EFECTO MENOR		NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	BAJO			
						LOCAL	NO HA OCURRIDO	BAJO			
TENSION DE PASO	RAYOS, FALLAS A TIERRA, FALLAS DE AISLAMIENTO, VIOLACIÓN DE ÁREAS RESTRINGIDAS,	POTENCIAL	UNA O MAS MUERTES				NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	MEDIO	MEDIO	Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.	El líder del trabajo debe verificar: - ¿Qué puede salir mal o fallar? - ¿Qué puede causar que algo sal ga mal o falle? - ¿Qué podemos hacer para evitar que algo salga mal o falle?
				DAÑOS IMPORTANTES INTERRUPCION BREVE			NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	BAJO			
					EFECTO MENOR		NO HA OCURRIDO EN EL SECTOR	BAJO			
						LOCAL	NO HA OCURRIDO	BAJO			
EVALUADOR:	ING. CESAR ALBERTO TORRES		FIRMA:				MP:	CN 205-90576		FECHA:	05/10/2018

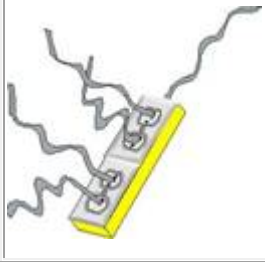
c. FACTORES DE RIESGO ELÉCTRICO MÁS COMUNES

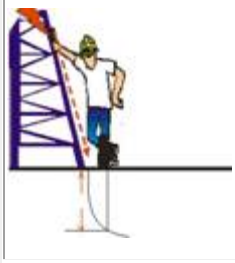
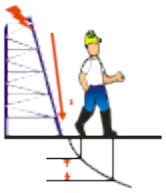
Un riesgo es una condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o una enfermedad ocupacional. Por regla general, todas las instalaciones eléctricas tienen implícito un riesgo y ante la imposibilidad de controlarlos todos en forma permanente, se seleccionaron algunos de los más comunes, que al no tenerlos presentes ocasionan la mayor cantidad de accidentes.

El tratamiento preventivo de la problemática del riesgo eléctrico obliga a saber identificar y valorar las situaciones irregulares, antes de que suceda algún accidente. Por ello, es necesario conocer claramente el concepto de riesgo de contacto con la corriente eléctrica. A partir de ese conocimiento, del análisis de los factores que intervienen y de las circunstancias particulares, se tendrán criterios objetivos que permitan detectar la situación de riesgo y valorar su grado de peligrosidad. Identificado el riesgo, se han de seleccionar las medidas preventivas aplicables.

En la siguiente tabla se ilustran algunos de los factores de riesgo eléctrico más comunes, sus posibles causas y medidas de protección.

	**ARCOS ELÉCTRICOS**. **POSIBLES CAUSAS**: Malos contactos, cortocircuitos, aperturas de interruptores con carga, apertura o cierre de seccionadores. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Utilizar materiales envolventes resistentes a los arcos, mantener una distancia de seguridad, usar gafas de protección contra rayos ultravioleta.
	**AUSENCIA DE ELECTRICIDAD**. **POSIBLES CAUSAS**: Apagón o corte del servicio, no disponer de un sistema ininterrumpido de potencia - UPS, no tener plantas de emergencia, no tener transferencia. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Disponer de sistemas ininterrumpidos de potencia y de plantas de emergencia con transferencia automática.
	**CONTACTO DIRECTO** **POSIBLES CAUSAS**: Negligencia de técnicos o impericia de no técnicos. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Distancias de seguridad, interposición de obstáculos, aislamiento o recubrimiento de partes activas, utilización de interruptores diferenciales, elementos de protección personal, puesta a tierra, probar ausencia de tensión.
	**CONTACTO INDIRECTO** **POSIBLES CAUSAS**: Fallas de aislamiento, mal mantenimiento, falta de conductor de puesta a tierra. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Separación de circuitos, uso de muy baja tensión, distancias de seguridad, conexiones equipotenciales, sistemas de puesta a tierra, interruptores diferenciales, mantenimiento preventivo y correctivo.

	**CORTOCIRCUITO** **POSIBLES CAUSAS**: Fallas de aislamiento, impericia de los técnicos, accidentes externos, vientos fuertes, humedades. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Interruptores automáticos con dispositivos de disparo de máxima corriente o cortacircuitos fusibles.
	**ELECTRICIDAD ESTÁTICA** **POSIBLES CAUSAS**: Unión y separación constante de materiales como aislantes, conductores, sólidos o gases con la presencia de un aislante. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Sistemas de puesta a tierra, conexiones equipotenciales, aumento de la humedad relativa, ionización del ambiente, eliminadores eléctricos y radiactivos, pisos conductivos.
	**EQUIPO DEFECTUOSO** **POSIBLES CAUSAS**: Mal mantenimiento, mala instalación, mala utilización, tiempo de uso, transporte inadecuado. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Mantenimiento predictivo y preventivo, construcción de instalaciones siguiendo las normas técnicas, caracterización del entorno electromagnético
	**RAYOS** **POSIBLES CAUSAS**: Fallas en el diseño, construcción, operación, mantenimiento del sistema de protección. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Pararrayos, bajantes, puestas a tierra, equipotencialización, apantallamientos, topología de cableados. Además suspender actividades de alto riesgo, cuando se tenga personal al aire libre.
	**SOBRECARGA** **POSIBLES CAUSAS**: Superar los límites nominales de los equipos o de los conductores, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Interruptores automáticos con relés de sobrecarga, interruptores automáticos asociados con

	cortacircuitos, cortacircuitos, fusibles, dimensionamiento adecuado de conductores y equipos.
	**TENSIÓN DE CONTACTO** **POSIBLES CAUSAS**: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad. **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.
	**TENSIÓN DE PASO** **POSIBLES CAUSAS**: Rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de áreas restringidas, retardo en el despeje de la falla, **MEDIDAS DE PROTECCIÓN**: Puestas a tierra de baja resistencia, restricción de accesos, alta resistividad del piso, equipotencializar.

d. MEDIDAS QUE SE DEBEN TOMAR EN SITUACIONES DE ALTO RIESGO O PELIGRO INMINENTE.

En los casos o circunstancias en que se evidencie alto riesgo o peligro inminente para las personas, se deberá interrumpir el funcionamiento de la instalación eléctrica, excepto en aeropuertos, áreas críticas de centros de atención médica o cuando la interrupción conlleve a un riesgo mayor; caso en el cual se deberán tomar otras medidas de seguridad, tendientes a minimizar el riesgo.

En estas situaciones, la persona calificada que tenga conocimiento del hecho, deberá informar y solicitar a la autoridad competente que adopten medidas provisionales que mitiguen el riesgo, dándole el apoyo técnico que esté a su alcance; la autoridad que tenga el conocimiento del hecho reportará en el menor tiempo posible al responsable de la operación de la instalación eléctrica, para que realice los ajustes requeridos y si no lo hace, se deberá informar al organismo de control y vigilancia, que definirá los términos para restablecer las condiciones reglamentarias.

e. NOTIFICACIÓN DE ACCIDENTES

En los casos de accidente de origen eléctrico con o sin interrupción del servicio de energía eléctrica, que tenga como consecuencia la muerte, lesiones graves de personas o la

afectación grave de inmuebles por incendio o explosión, la persona que tenga conocimiento del hecho deberá comunicarlo en el menor tiempo posible a la autoridad competente y a la empresa prestadora del servicio.

Las empresas responsables de la prestación del servicio público de energía eléctrica, deben informar todo accidente de origen eléctrico ocurrido en su cobertura y que tenga como consecuencia la muerte o graves efectos fisiológicos en el cuerpo humano con incapacidad, siempre y cuando les haya sido reportado. Dicha información será para uso exclusivo de las entidades de control y del Ministerio de Minas y Energía, y deberá reportarse cada tres meses al Sistema Único de Información (SUI), siguiendo las condiciones establecidas por la Superintendencia de Servicios Públicos en su calidad de administrador de dicho sistema; el reporte en lo posible debe contener como mínimo el nombre del accidentado, tipo de lesión, causa del accidente, lugar y fecha del accidente y las medidas tomadas.

Para efecto del reporte al SUI, adicionalmente las empresas solicitarán a Medicina Legal o la autoridad que haga sus veces la información recopilada sobre estos tipos de accidentes.

f. CONCLUSIONES

Se concluye con el presente análisis que la ejecución del proyecto evaluado en este documento cumple con los requisitos legales y técnicos exigidos por la normativa vigente; las distancias de seguridad mínimas para la protección del personal.

g. DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

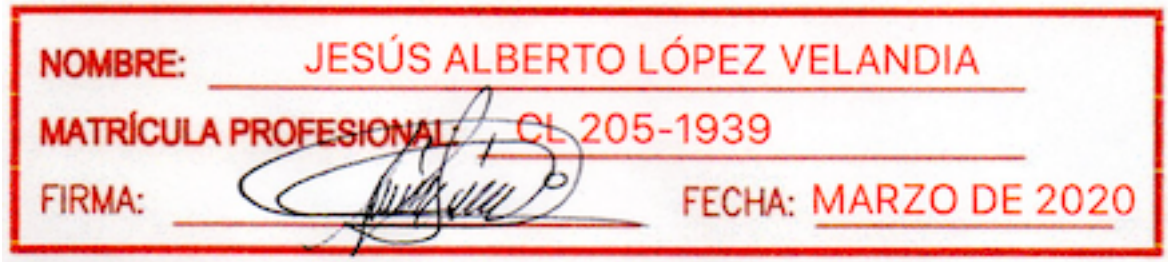
Las distancias de seguridad en el proyecto se guiarán bajo las recomendaciones del RETIE Articulo 13 donde también manifiestan las distancias de seguridad para el trabajo en zonas con construcciones.
A continuación, se muestran las distancias de seguridad de trabajo.

Tabla 13.7. Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
50 V – 300 V	3,0	1,0	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 750 V	3,0	1,0	0,30	0,025
751 V – 15 kV	3,0	1,5	0,7	0,2
15,1 kV – 36 kV	3,0	1,8	0,8	0,3
36,1 kV – 46 kV	3,0	2,5	0,8	0,4
46,1 kV - 72,5 kV	3,0	2,5	1,0	0,7
72,6 kV – 121 kV	3,3	2,5	1,0	0,8
138 kV - 145 kV	3,4	3,0	1,2	1,0
161 kV - 169 kV	3,6	3,6	1,3	1,1
230 kV - 242 kV	4,0	4,0	1,7	1,6
345 kV - 362 kV	4,7	4,7	2,8	2,6
500 kV – 550 kV	5,8	5,8	3,6	3,5

Tabla 13.8. Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente continua

Tensión nominal	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
100 V – 300 V	3,0 m	1,0 m	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 1 kV	3,0 m	1,0 m	0,3 m	25 mm
1,1 kV – 5 kV	3,0 m	1,5 m	0,5 m	0,1 m
5,1 kV – 15 kV	3,0 m	1,5 m	0,7 m	0,2 m
15,1 kV – 45 kV	3,0 m	2,5 m	0,8 m	0,4 m
45,1 kV – 75 kV	3,0 m	2,5 m	1,0 m	0,7 m
75,1 kV – 150 kV	3,3 m	3,0 m	1,2 m	1,0 m

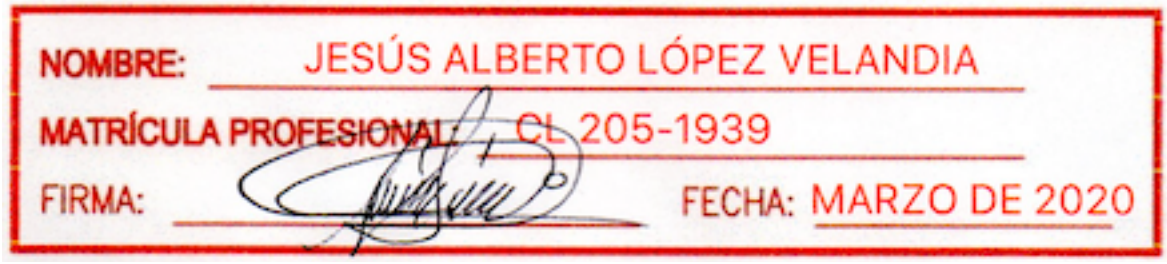


F. ANÁLISIS DEL NIVEL DE TENSIÓN

El sistema eléctrico está dividido en los siguientes niveles de tensión:

Tensión Nivel II a 11.400 voltios suministrados mediante red de distribución aérea, hasta la subestación de 400 kva 11.400/208-120V, energía suministrada por el operador de red en Funza- Cundinamarca.

Tensión Nivel I a 208/120 V para la alimentación desde el Transformador en tipo seco de 400 kva instalado cuarto de subestación dentro del edificio, en un lugar accesible vehicularmente y adecuado cumpliendo con las especificaciones RETIE y Enel-Codensa.

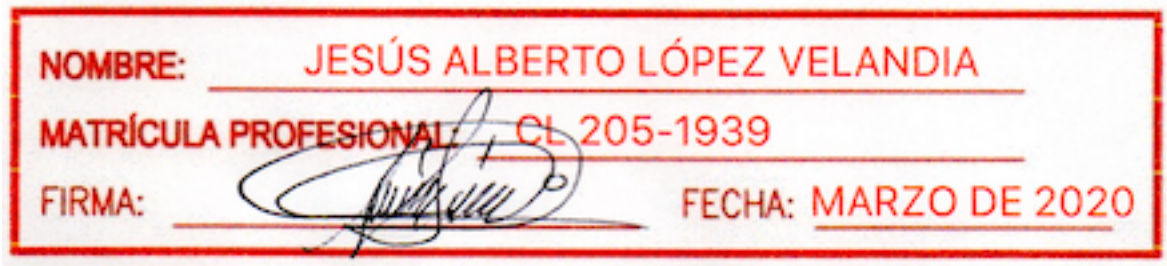


G. CÁLCULO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Dado que los efectos nocivos de dichos campos se evidencian debido al tiempo de Exposición mencionado en la tabla 14.1 del RETIE 2013 RESOLUCION 90708, no aplica para el presente proyecto, ya que con una subestación CAPSULADA y sin la existencia Cercana de redes de ALTA TENSION > 57,6KV, podemos decir que en ningún punto del Espacio del presente proyecto tenemos presencia de campos electromagnéticos que Puedan afectar a las personas que laboran o circulan cerca de la presente instalación, y en ningún caso una persona estará laborando dentro de la subestación por espacios mayores a 8 horas diarias.

Por la parte de B.T. no se tienen altas corrientes que puedan afectar a algún usuario por Tiempo prolongado de exposición a dichos campo

No aplica para el presente proyecto.



H. CÁLCULO DE TRANSFORMADORES.

Teniendo en cuenta que la carga que debe alimentar el transformador es de 96,991 kVA, se propone instalar un transformador de 400 kVA, que es el valor normalizado más próximo, y con el cual se tendría un uso aproximado del transformador de 84,01%.

a. DIMENSIONAMIENTO DEL TRANSFORMADOR DE 400 KVA

i. DATOS DEL TRANSFORMADOR

- Potencia = 400 KVA, 3Ø
- Tensión Primaria = 11.4 KV
- Tensión Secundaria = 208/ 120 Volts.
- Impedancia (Uz) = 5.%
- Tipo de Refrigeración = Tipo seco
- Grupo de conexión = DY 5
- Temp. De Operación = Rise 115º C
- Frecuencia = 60 Hz

ii. CALCULO CORRIENTE M.T.

- I. Nominal Primaria = 400 KVA / (V Primario X √3)
  = 400/(11.400 X √**3)**
  = 20,28 **A.**
- I.C.C. Primario = I. Nominal Primario / Uz
  = 20,28 A / 5%
  = 405 A.

iii. CALCULO CORRIENTE B.T.

- I. Nominal Secundario = KVA / V Secundario X √3
  = 400 / (208 X √ 3)
  = 1111,6A.
- I.C.C. Secundario = I. Nominal Secundario / Uz
  = 1111,6A / 5%
  = 22,2 kA.

b. TIPO DE SUBESTACION A CONSTRUIR EN EL PRESENTE PROYECTO:

El presente diseño se presenta para una subestación CAPSULADA tipo interior con un trasformador tipo seco de 400 KVA en celda según norma CTS -518, y una celda TRIPLEX según norma CTS-506-2, para una tensión de 11,4 KV , para una derivación de red de MT subterránea en 3x120mm^2, XLPE, 15KV en un tramo de 280m desde el punto de conexión dado por CODENSA. Es de anotar que las especificaciones de la celda de entrada puede variar de acuerdo a las indicaciones que de el Operador de Red.

La celda para el trasnformador de 400 kva debe descansar sobre un soporte en ángulos que permita la entrada de ventilación por debajo, con celosía o malla, que dejen pasar el aire e impida la entrada de animales o cuerpos extraños y sólo con el espacio necesario para la entrada y salida de los conductores.

• Las cubiertas laterales, posterior y frontal tendrán las dimensiones necesarias en celosía o malla para la adecuada ventilación.

• En algunos casos podrán tener domos para la salida del aire caliente o podrá instalarse su propio sistema de ventilación forzada.

• La celda tendrá el espacio suficiente de tal forma que permita: alojar el transformador, una adecuada ventilación, distancias eléctricas a partes energizadas y radio de curvatura de conductores.

• Las celdas deben ser pernadas al suelo y con medios para amortiguar las vibraciones y ruidos.

c. UBICACIÓN DE EQUIPOS

La disposición física consiste esencialmente en el ordenamiento de los equipos con base en el espacio mínimo requerido aplicado a los diagramas unifilares presentados en el diseño.

Como no es posible precisar una completa normalización de la disposición física de las subestaciones, debido a que cada subestación representa un problema particular, es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

El local para centros de transformación se debe ubicar en un sitio de fácil acceso desde el exterior con el fin de facilitar al personal de la empresa realizar labores de mantenimiento, así como para la movilización de los diferentes equipos que conforman el centro de transformación tipo interior

Los centros de transformación instalados dentro de edificaciones deben cumplir la norma NTC 2050 sección 450 parte c (bóvedas para transformadores) respecto a la seguridad contra incendios cuando se utilicen transformadores refrigerados en aceite

Por el local del centro de transformación no deben pasar tuberías extrañas a la instalación eléctrica, tales como agua, gas, alcantarillado o cualquier otro tipo de instalación excepto las de los equipos de extinción de incendios

El cuarto deberá disponer de alumbrado eléctrico con una luminancia mínima de 100 luxes sobre el nivel del piso(se recomienda utilizar bombillas fluorescentes)

En locales ubicados en semi-sótanos y sótanos de edificios, con el techo debajo de antejardines y paredes que limiten con muros de contención, estos deben ser debidamente impermeabilizados para evitar humedad y oxidación en el centro del local

Para las dimensiones del lugar también deben tenerse en cuenta las características de fabricación de los equipos de maniobra, medida, protección y salida de la subestación

d. TECHOS Y PAREDES

El local para transformador seco o refrigerado en aceite debe cumplir con los requerimientos de los artículos 450-21, 450-26 de la norma NTC 2050.

Se deberán tomar todas las precauciones para evitar la entrada de agua por filtraciones, por lo cual se recomienda no ubicar el local en áreas donde coincida con juntas de construcción o dilatación, debajo de jardines y muros perimetrales. En caso de ser así, se debe proceder a la adecuada impermeabilización del área.

e. NIVEL DE RUIDO.

El nivel de ruido es a veces un factor importante dentro de la selección de la ubicación del centro de transformación, ya que dependiendo del uso de la edificación existen límites que no se deben sobrepasar. El Dagma estableció máximo 65 db para la zona urbana. Los transformadores nunca deben superar este valor y para ello si es necesario se deben instalar en bases antivibratorias.

f. VENTILACION

Siempre que los transformadores estén dentro de un local se requiere ventilación. El área neta de todas las aberturas de ventilación después de restar el área ocupada por marcos y ventanas no debe ser menor a $20cm^2$ / (KVA) de los transformadores en servicio. Según normas CTS 517, CTS 517-2

Las aberturas de ventilación deben extenderse al exterior del local. La mitad del área total de ventilación debe ubicarse cerca al piso y la otra mitad cerca al techo. De no ser posible esto debe instalarse toda cerca al techo.

Para una adecuada ventilación de salida de aire debe estar ubicada a nivel de techo en la pared opuesta a la entrada de aire que debe estar cerca del piso.



I. CÁLCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

El cable desnudo para aterrizar DPS y el transformador será calibre N° 2/0 de cobre,. El cable N° 2/0 que saldrá directamente desde el terminal neutro del Transformador, pasara por el conector de la carcasa y se unirá al cable que viene del DPS o descargador de sobre tensión.

El diseño del sistema a tierra esta anexo junto con la medida de la resistividad del terreno. Ver **ANEXO 2**

- Calculo de la resistividad del terreno. Ver informe adjunto
- Calculo de la malla de puesta a tierra. Ver diseño adjunto
- Calculo de tensiones de paso contacto y transferidas. En cálculos de malla a tierra. Ver anexo en cálculo de malla a tierra.
- La malla a tierra se debe diseñar de acuerdo con la última recomendación de la IEEE 80 y también cumplir los exigidos en el reglamento para instalaciones eléctricos RETIE capítulo II, articulo 15 y NTC 2050 art 250. A la malla se conectaran los descargadores de sobretensión, carcasa y neutro de transformadores, partes metálicas no conductoras y malla de encerramiento.

Puede disminuirse el valor de la resistencia de la malla mediante la adición de varillas de puesta a tierra. Estas varillas deben instalarse en aquellos sitios de mayor densidad de corriente, tales como la conexión de la tierra de los descargadores de sobretensión, y la conexión del neutro del transformador. Las varillas deben estar espaciadas al doble de su longitud. Para efectos del disseño, se diseñó una malla de 5x5m. **Ver cálculos en ANEXO 3**

J. CÁLCULO ECONÓMICO DE LOS CONDUCTORES

A continuación, se presenta el análisis económico de los conductores seleccionados técnicamente de acuerdo a la carga de cada tablero con su equivalente en aluminio como se indica en la norma CODENSA “Generalidades 3.3.1”:

- Se hará un costo de pérdidas a lo largo de 15 años de operación del cable.
- Se analizará el costo inicial del conductor.
- Se hará una comparación de la inversión inicial y las pérdidas de energía.

Los conductores se calculan basados en la capacidad de corriente, regulación por caída de tensión, y de las pérdidas de potencia por debajo de los valores mínimos.

Se considera el conductor mínimo exigido por la norma en conductor 2/0 XLPE 15 kV para una carga total de 400 kva en media tensión.

Para baja tensión tenemos:

En la siguiente tabla se hace un comparativo entre precio mas perdidas en cobre Vs. Aluminio para 15 años lo que da una diferencia en el trenscurso del tiempo de $16.808.339.00:

REDES ELECTRICAS DEL PROYECTO "ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN FUNZA"

Jesús Alberto López Velandia
Ingeniero Electricista
Cel 3214520891
jalovelandia@gmail.com

Tablero	MATERIAL	Tipo	Carga Div. [VA]	Tensión [V]	Corriente [A]	Conductor fase	Distancia [m]	Resistencia [Ω/km]	Resistencia equivalente por fase [Ω]	Pérdidas por fase [W]	Número de fases	Pérdidas en alimentador	Costo perdidas en 15 años ($)	Costo de material ($)	Costo total ($)
TRAFO - TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS	cobre	3 Ø	96691	208	268	3x400	10	0,0324	0,000324	23,34	3	70,01	$ 1.918.864	$ 5.771.280	$ 7.690.144
TRAFO - TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS	aluminio	3 Ø	96691	208	268	4X350	10	0,04563	0,000456	32,87	3	98,60	$ 2.702.400	$ 1.278.000	$ 3.980.400
TABLERO GENERAL DE ACOMETICAS A TABLERO CARGA EXISTENTE	cobre	3 Ø	280000	208	777	3x400	40	0,0324	0,001296	782,84	3	2348,52	$ 64.364.761	$ 23.085.120	$ 87.449.881
TABLERO GENERAL DE ACOMETICAS A TABLERO CARGA EXISTENTE	aluminio	3 Ø	280000	208	777	4X350	40	0,04563	0,001825	1102,50	3	3307,50	$ 90.647.038	$ 5.112.000	$ 95.759.038
TABLERO DE MEDIDA -CELDA TRANSFERENCIA	cobre	3 Ø	96691	208	268	2x2/0	10	0,146075	0,001461	105,22	3	315,66	$ 8.651.175	$ 1.647.780	$ 10.298.955
TABLERO DE MEDIDA -CELDA TRANSFERENCIA	aluminio	3 Ø	96691	208	268	2x4/0	10	0,15095	0,001510	108,73	3	326,20	$ 8.939.893	$ 439.200	$ 9.379.093
PLANTA EMERGENCIA - TRANSFERENCIA	cobre	3 Ø	96691	208	268	2x250	25	0,077755	0,001944	140,02	3	420,06	$ 11.512.444	$ 7.344.000	$ 18.856.444
PLANTA EMERGENCIA - TRANSFERENCIA	aluminio	3 Ø	96691	208	268	2X400	25	0,079855	0,001996	143,80	3	431,41	$ 11.823.371	$ 2.901.000	$ 14.724.371
TRANSFERENIA - TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	cobre	3 Ø	96691	208	268	2x2/0	10	0,146075	0,001461	105,22	3	315,66	$ 8.651.175	$ 1.647.780	$ 10.298.955
TRANSFERENIA - TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	aluminio	3 Ø	96691	208	268	2x4/0	10	0,15095	0,001510	108,73	3	326,20	$ 8.939.893	$ 439.200	$ 9.379.093
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN- UPS	cobre	3 Ø	20880	208	58	4	23	0,93144	0,021423	71,96	3	215,88	$ 5.916.581	$ 604.440	$ 6.521.021
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN- UPS	aluminio	3 Ø	20880	208	58	2	23	0,96252	0,022138	74,36	3	223,09	$ 6.114.004	$ 176.640	$ 6.290.644
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR DE TIJERA	cobre	3 Ø	2486	208	7	8	73	2,35448	0,171877	8,18	3	24,55	$ 672.895	$ 746.790	$ 1.419.685
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR DE TIJERA	aluminio	3 Ø	2486	208	7	6	73	2,34382	0,171099	8,15	3	24,44	$ 669.848	$ 341.640	$ 1.011.488
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR DE LIBROS	cobre	3 Ø	2486	208	7	8	40	2,35448	0,094179	4,48	3	13,45	$ 368.710	$ 409.200	$ 777.910
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR DE LIBROS	aluminio	3 Ø	2486	208	7	6	40	2,34382	0,093753	4,46	3	13,39	$ 367.040	$ 187.200	$ 554.240
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR HORIZONTAL	cobre	3 Ø	8286	208	23	4	48	0,93144	0,044709	23,65	3	70,95	$ 1.944.523	$ 1.261.440	$ 3.205.963
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR HORIZONTAL	aluminio	3 Ø	8286	208	23	2	48	0,96252	0,046201	24,44	3	73,32	$ 2.009.407	$ 368.640	$ 2.378.047
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR 2	cobre	3 Ø	8286	208	23	4	63	0,93144	0,058681	31,04	3	93,12	$ 2.552.186	$ 1.655.640	$ 4.207.826
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR 2	aluminio	3 Ø	8286	208	23	2	63	0,96252	0,060639	32,08	3	96,23	$ 2.637.347	$ 483.840	$ 3.121.187
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR 1	cobre	3 Ø	8286	208	23	4	43	0,93144	0,040052	21,19	3	63,56	$ 1.741.968	$ 1.130.040	$ 2.872.008

REDES ELECTRICAS DEL PROYECTO "ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN FUNZA"

Jesús Alberto López Velandia
Ingeniero Electricista
Cel 3214520891
jalovelandia@gmail.com

Tablero	MATERIAL	Tipo	Carga Div. [VA]	Tensión [V]	Corriente [A]	Conductor fase	Distancia [m]	Resistencia [Ω/km]	Resistencia equivalente por fase [Ω]	Pérdidas por fase [W]	Número de fases	Pérdidas en alimentador	Costo perdidas en 15 años ($)	Costo de material ($)	Costo total ($)
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR 1	aluminio	3 Ø	8286	208	23	2	43	0,96252	0,041388	21,89	3	65,68	$ 1.800.094	$ 330.240	$ 2.130.334
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - CLIMATIZACIÓN	cobre	3 Ø	8286	208	23	4	48	0,93144	0,044709	23,65	3	70,95	$ 1.944.523	$ 1.261.440	$ 3.205.963
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - CLIMATIZACIÓN	aluminio	3 Ø	8286	208	23	2	48	0,96252	0,046201	24,44	3	73,32	$ 2.009.407	$ 368.640	$ 2.378.047
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN-TG ALUMBRADO Y TOMAS	cobre	3 Ø	37800	208	105	1/0	10	0,36836	0,003684	40,55	3	121,65	$ 3.334.135	$ 710.100	$ 4.044.235
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN-TG ALUMBRADO Y TOMAS	aluminio	3 Ø	37800	208	105	3/0	10	0,41	0,004100	45,14	3	135,41	$ 3.711.031	$ 256.200	$ 3.967.231
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN - 2,71	cobre	3 Ø	2291	208	6	8	46	2,35448	0,108306	4,38	3	13,14	$ 360.106	$ 470.580	$ 830.686
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN - 2,71	aluminio	3 Ø	2291	208	6	6	46	2,34382	0,107816	4,36	3	13,08	$ 358.475	$ 215.280	$ 573.755
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN - 0,21	cobre	3 Ø	12726	208	35	8	43	2,35448	0,101243	126,33	3	378,98	$ 10.386.624	$ 439.890	$ 10.826.514
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN - 0,21	aluminio	3 Ø	12726	208	35	6	43	2,34382	0,100784	125,76	3	377,27	$ 10.339.598	$ 201.240	$ 10.540.838
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN +2,29	cobre	3 Ø	8448	208	23	8	46	3,86873	0,177962	97,86	3	293,57	$ 8.045.650	$ 470.580	$ 8.516.230
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN +2,29	aluminio	3 Ø	8448	208	23	6	46	2,34382	0,107816	59,28	3	177,85	$ 4.874.353	$ 215.280	$ 5.089.633
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN 4,79	cobre	3 Ø	7143	208	20	8	50	3,86873	0,193437	76,04	3	228,13	$ 6.252.113	$ 511.500	$ 6.763.613
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN 4,79	aluminio	3 Ø	7143	208	20	6	50	2,34382	0,117191	46,07	3	138,21	$ 3.787.762	$ 234.000	$ 4.021.762
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN 7,29	cobre	3 Ø	7143	209	20	8	54	3,86873	0,208911	81,34	3	244,02	$ 6.687.822	$ 552.420	$ 7.240.242
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN 7,29	aluminio	3 Ø	7143	209	20	6	54	2,34382	0,126566	49,28	3	147,84	$ 4.051.730	$ 252.720	$ 4.304.450
T REGULADO - TN -0,21	cobre	3 Ø	792	208	2	8	8	3,86873	0,030950	0,15	3	0,45	$ 12.298	$ 81.840	$ 94.138
T REGULADO - TN -0,21	aluminio	3 Ø	792	208	2	6	8	2,34382	0,018751	0,09	3	0,27	$ 7.451	$ 37.440	$ 44.891
T REGULADO - TN +2,29	cobre	3 Ø	7380	208	20	8	14	3,86873	0,054162	22,73	3	68,18	$ 1.868.686	$ 143.220	$ 2.011.906
T REGULADO - TN +2,29	aluminio	3 Ø	7380	208	20	6	14	2,34382	0,032813	13,77	3	41,31	$ 1.132.119	$ 65.520	$ 1.197.639
T REGULADO - TN 4,79	cobre	3 Ø	2700	208	7	8	18	3,86873	0,069637	3,91	3	11,73	$ 321.585	$ 184.140	$ 505.725
T REGULADO - TN 4,79	aluminio	3 Ø	2700	208	7	6	18	2,34382	0,042189	2,37	3	7,11	$ 194.828	$ 84.240	$ 279.068
T REGULADO - TN 7,29	cobre	3 Ø	2700	209	7	8	22	3,86873	0,085112	4,73	3	14,20	$ 389.296	$ 225.060	$ 614.356

Tablero	MATERIAL	Tipo	Carga Div. [VA]	Tensión [V]	Corriente [A]	Conductor fase	Distancia [m]	Resistencia [Ω/km]	Resistencia equivalente por fase [Ω]	Pérdidas por fase [W]	Número de fases	Pérdidas en alimentador	Costo perdidas en 15 años ($)	Costo de material ($)	Costo total ($)
T REGULADO - TN 7,29	aluminio	3 Ø	2700	209	7	6	22	2,34382	0,051564	2,87	3	8,61	$ 235.850	$ 102.960	$ 338.810

Suma de Costo total ($)	Etiquetas de columna	
Etiquetas de fila	aluminio	cobre
PLANTA EMERGENCIA - TRANSFERENCIA	14724371,16	18856444,11
T REGULADO - TN +2,29	1197639,086	2011905,766
T REGULADO - TN 4,79	279068,0062	505724,8284
T REGULADO - TN 7,29	338809,88	614355,8956
T REGULADO - TN -0,21	44890,6078	94138,03907
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR 1	2130333,952	2872008,49
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR 2	3121186,953	4207826,392
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR DE LIBROS	554240,166	777909,5127
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR DE TIJERA	1011488,303	1419684,861
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR HORIZONTAL	2378047,202	3205962,965
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - CLIMATIZACIÓN	2378047,202	3205962,965
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN- UPS	6290643,513	6521020,884
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN-TG ALUMBRADO Y TOMAS	3967230,753	4044234,849
TABLERO DE MEDIDA -CELDA TRANSFERENCIA	9379092,94	10298954,97
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN -0,21	10540837,81	10826513,66
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN -2,71	573755,4039	830685,797
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN +2,29	5089633,193	8516230,447
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN 4,79	4021761,778	6763613,056
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN 7,29	4304450,125	7240241,542
TRANSFERENIA - TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	9379092,94	10298954,97
(en blanco)		
TRAFO - TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS	3980400,231	7690144,069
TABLERO GENERAL DE ACOMETICAS A TABLERO CARGA EXISTENTE	95759038,44	87449881,02
Total general	**181444059,7**	**198252399,1**

Para mejor visualización de esta tabla ver **ANEXO 11** en excel

Como se observa en la tabla anterior al utilizar un conductor en aluminio el costo de las pérdidas a lo largo de los 15 años de evaluación con el cable de aluminio es superior al costo con el conductor de cobre, sin embargo, el costo inicial del material es mucho mayor, lo que hace que el costo total en cable de cobre sería superior. El incremento en costos a lo largo de 15 años no es significativo y con el cobre podemos obtener una mejor regulación, por lo tanto, se decide instalar todos los alimentadores en cobre, además que cumplen técnicamente con los requerimientos de la instalación.

El anterior análisis se realizó tomando como base 12 horas de trabajo continuo al 100% de la carga durante 360 días en 15 años.

Se tiene en cuenta las equivalencias de cobre a aluminio y precios comerciales del material actualizados al mes de marzo de 2020 de acuerdo a la siguiente tabla:

EQUIVALENCIA CCOBRE-ALUMINIO				VALOR KW/H (MARZO 2020)	422,94
CALIBRE CU	CORRIENTE (A)	PRECIO	CALIBRE AL	CORRIENTE (A)	
8	50	$ 3.410	6	50	$ 1.560
6	65	$ 4.940	4	65	$ 1.790
4	85	$ 8.760	2	90	$ 2.560
2	115	$ 15.320	1/0	120	$ 4.120
1/0	150	$ 23.670	3/0	155	$ 8.540
2/0	175	$ 27.463	4/0	180	$ 7.320
3/0	200	$ 36.892	250	205	$ 9.640
4/0	230	$ 43.160	350	250	$ 10.650
250	255	$ 48.960	400	270	$ 11.340
300	285	$ 59.320	400	270	$ 19.340
350	310	$ 67.185	500	310	$ 25.430
400	335	$ 77.645	2x4/0	360	$ 14.640
500	380	$ 96.188	2x250	410	$ 19.280
2x1/0	300	$ 47.340	500	310	$ 5.430
2x2/0	350	$ 54.926	2x4/0	360	$ 14.640
2X3/0	400	$ 73.784	2X250	410	$ 19.280
2x4/0	460	$ 86.320	2X350	500	$ 21.300
2x250	510	$ 97.920	2X400	540	$ 38.680
2x300	570	$ 118.640	2X500	620	$ 50.860
2x350	620	$ 134.370	3X4/0		
2x400	670	$ 155.290			
2x500	760	$ 192.376			

Para el análisis económico final de pérdidas en KW/h se tiene en cuenta el precio del KW/h vigente para marzo de 2020 de acuerdo con la siguiente tabla de la Comición de Regulación de Energía y Gas (CREG):

TARIFAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA ($/kWh)
REGULADAS POR LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS (CREG)
MARZO DE 2020

SECTOR RESIDENCIAL NIVEL DE TENSIÓN 1

ESTRATO (E)	RANGO DE CONSUMO (kWh-mes)	PROPIEDAD DE CODENSA ($/kWh)	PROPIEDAD DEL CLIENTE (*) ($/kWh)	PROPIEDAD COMPARTIDA (*) ($/kWh)
E1	0-CS (+) Más de CS	224,4513 561,1282	209,0124 522,5309	216,7318 541,8296
E2	0-CS (+) Más de CS	280,5641 561,1282	261,2655 522,5309	270,9148 541,8296
E3	0-CS (+) Más de CS	476,9590 561,1282	444,1513 522,5309	460,5552 541,8296
E4	Todo consumo	561,1282	522,5309	541,8296
E5	Todo consumo	673,3538	627,0371	650,1955
E6	Todo consumo	673,3538	627,0371	650,1955

(+) CS: Consumo de Subsistencia

ÁREAS COMUNES NIVEL DE TENSIÓN 1

MODALIDAD (Todo consumo)	PROPIEDAD DE CODENSA ($/kWh)	PROPIEDAD DEL CLIENTE (*) ($/kWh)
E1	561,1282	522,5309
E2	561,1282	522,5309
E3	561,1282	522,5309
E4	561,1282	522,5309
E5 y E6, Industrial y Comercial	673,3538	627,0371
Exenta de contribución	561,1282	522,5309

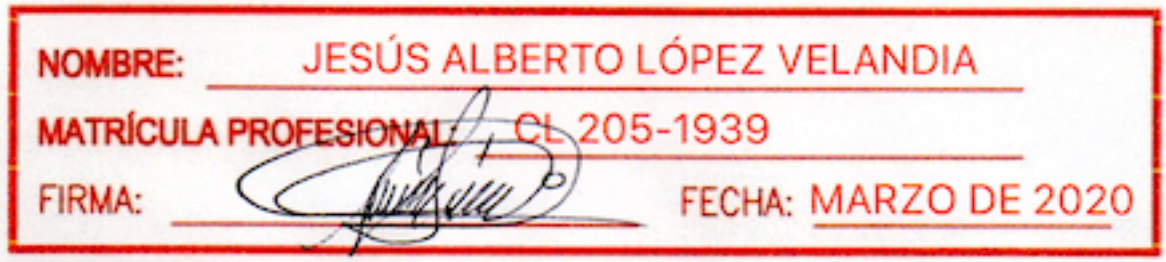
SECTOR NO RESIDENCIAL

			NIVEL 1 PROPIEDAD DE CODENSA ($/kWh)	NIVEL 1 PROPIEDAD DEL CLIENTE (*) ($/kWh)	NIVEL 1 PROPIEDAD COMPARTIDA (*) ($/kWh)	NIVEL 2 (11.4 y 13.2 kV) ($/kWh)	NIVEL 3 (34.5 kV) ($/kWh)	NIVEL 4 (115 kV) ($/kWh)
OFICIAL E INDUSTRIAL SIN CONTRIBUCIÓN	SENCILLA	Monomia	561,1282	522,5309	541,8296	453,6972	422,9420	372,0532
	OPCIONES HORARIAS (**)	Punta	564,7500	526,1527	545,4514	457,0395	425,5370	372,8755
		Fuera de Punta	560,0494	521,4521	540,7508	452,8033	[illegible]	368,6102
INDUSTRIAL Y COMERCIAL CON CONTRIBUCIÓN	SENCILLA	Monomia	673,3538	627,0371	650,1955	544,4366	507,5304	446,4638
	OPCIONES HORARIAS (**)	Punta	677,7000	631,3832	654,5417	548,4474	510,6444	447,4506
		Fuera de Punta	672,0593	625,7425	648,9010	543,3640	499,9698	442,3322
INDUSTRIAL SIN CONTRIBUCIÓN	DOBLE HORARIA	Nocturna	562,6022	524,0049	543,3036	455,0537	424,2663	
		Diurna	561,0990	522,5017	541,8004	453,7544	422,1668	
INDUSTRIAL CON CONTRIBUCIÓN	DOBLE HORARIA	Nocturna	675,1226	628,8059	651,9643	546,0644	509,1196	
		Diurna	673,3188	627,0020	650,1605	544,5053	506,6002	

Equivalencias Eléctricas

CALIBRE AWG / kcmil		THHN/THWN Resistencia a 20°C ohm/km		Capacidad de corriente a 90°C A		Diámetro mm	
Aluminio	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio	Cobre
8	10	3.439	3.342	45	40	5.5	4.3
6	8	2.163	2.102	60	55	6.4	5.5
4	6	1.359	1.322	75	75	8.2	6.4
1	4	0.854	0.832	100	95	9.7	8.2
1/0	2	0.537	0.523	135	130	12.2	9.7
2/0	1	0.426	0.415	150	150	13.3	11.2
3/0	1/0	0.338	0.329	175	170	14.6	12.2
4/0	2/0	0.268	0.261	205	195	16.0	13.3
250	3/0	0.227	0.204	230	225	17.8	14.6
350	4/0	0.164	0.164	280	260	20.4	16
400	250	0.139	0.139	308	290	21.5	17.8

CALIBRE AWG / kcmil		THW Capacidad de corriente a 75°C A		Diámetro mm	
Aluminio	Cobre	Aluminio	Cobre	Aluminio	Cobre
8	10	40	35	5.9	4.5
6	8	50	50	7.6	5.9
4	6	65	65	8.8	7.6
2	4	90	85	10.2	8.8
1/0	2	120	115	13.3	10.2
2/0	1	135	130	14.3	12.2
3/0	1/0	155	150	15.6	13.3
4/0	2/0	180	175	17.1	14.3
250	3/0	205	200	19.0	15.6
350	4/0	250	230	21.6	17.1
400	250	270	255	22.8	19.0



K. VERIFICACIÓN DE CONDUCTORES

De acuerdo al análisis de coordinación de aislamiento, teniendo en cuenta la distrancia, regulación, tiempo de disparo de los interruptores y la corriente de corto circuito (ver informe de coordinación de protecciones) ver **ANEXO 10**. Se realiza la verificación de conductores cumpliendo con RETIE tanto en media como en baja tensión.

b. RED DE MT

- Potencia = 400 kva
- Tensión = 11.4 KV - 3ϕ

A continuación, se realiza el cálculo de la corriente nominal por medio de la siguiente ecuación:

$$IN = \frac{400KVA}{\sqrt{3} * 11.4KV} = 20{,}28A$$

Los conductores seleccionados para la alimentación desde la red en MT hasta el transformador serán 3X2 Cu o su equivalente en aluminio. Se selecciona un cable XLPE.

c. RED DE BT

- **Desde transformador hasta caja de medida**

- Potencia instalada de acuerdo a cuadros de carga = 400 KVA
- Tensión = 208V – 3ϕ

A continuación, se realiza el cálculo de la corriente nominal por medio de la siguiente ecuación teniendo en cuenta dos cargas independientes con grupos de medida indepandientes:

Carga 1: 280 kva existente

$$IN = \frac{280\ KVA}{\sqrt{3} * 208} = 778{,}1A$$

De acuerdo a la NTC 2050 artículo 220-10 donde manifiesta el aumento del 25%.

La corriente a utilizar para el dimensionamiento de la acometida es:

$$IN = \frac{280VA * 1.25}{\sqrt{3} * 208} = 972{,}7A$$

De acuerdo a lo anterior los conductores seleccionados serán en 3x3X400F+3X400N AWG cable Cu THHN/THWN-2, 75°C 600 V, por tubería IMC/PVC de 2x4”.

Carga 2 96691 kva: carga nueva

$$IN = \frac{96{,}7\ KVA}{\sqrt{3} * 208} = 268{,}7A$$

De acuerdo a la NTC 2050 artículo 220-10 donde manifiesta el aumento del 25%.

La corriente a utilizar para el dimensionamiento de la acometida es:

$$IN = \frac{96{,}7VA * 1.25}{\sqrt{3} * 208} = 336A$$

De acuerdo a lo anterior los conductores seleccionados serán en 2x3X4/0+2X4/0N AWG cable Cu THHN/THWN-2, 75°C 600 V, por tubería IMC/PVC de 4”.

La selección del conductor se hace por medio de los siguientes análisis:

- La comprobación que la corriente de carga o de diseño no supera la capacidad en amperios del conductor.
- La regulación máxima calculada en la ultima carga no supere el 3 %.

Según las siguientes tablas de constantes de regulación de cables de baja tensión de CODENSA según el tipo de material, los calibres adecuados para los tramos que alimentan cada predio de acuerdo con la capacidad de corriente de los cables son:

En Aluminio:

codensa

CONSTANTES DE REGULACIÓN										
TIPO	APLIC	CALIBRE [AWG ó kcmil](mm2)	R equiv 45°C [Ω/ Km]	XL disposición triangular [Ω/ Km]	K a 45°C [% / kVA-m]	In, Subt. Tabla 310-16 NTC 2050 [A]	Tensión de servicio [V]	Material	SISTEMA	CONDUCTOR Temp: 45°C
Conductor Monopolar THWN	Red de B.T subterránea en ductos	500 (253)	0,12776	0,08377	3,50184E-04	350	208/120	ALUMINIO	3ϕ, 4 hilos	
		400 (203)	0,15971	0,08503	4,17898E-04	305	208/120	ALUMINIO	3ϕ, 4 hilos	
		350 (177)	0,18252	0,08584	4,66178E-04	280	208/120	ALUMINIO	3ϕ, 4 hilos	
		250 (127)	0,25553	0,08810	6,20329E-04	230	208/120	ALUMINIO	3ϕ, 4 hilos	
		4/0 (107)	0,30190	0,08792	7,16613E-04	205	208/120	ALUMINIO	3ϕ, 4 hilos	
		2/0 (67)	0,48004	0,09134	1,09064E-03	150	208/120	ALUMINIO	3ϕ, 4 hilos	
		2 (34)	0,96250	0,09707	2,10004E-03	100	208/120	ALUMINIO	3ϕ, 4 hilos	
		4 (21)	1,53043	0,10165	3,28610E-03	75	208/120	ALUMINIO	3ϕ, 4 hilos	
		6 (13)	2,43349	0,10077	5,16379E-03	60	208/120	ALUMINIO	3ϕ, 4 hilos	

Tabla 10.2 Constantes de regulación para conductores de baja tensión cobre:

codensa

CONSTANTES DE REGULACIÓN										
TIPO	APLIC	CALIBRE [AWG ó kcmil]	R equiv [Ω/ Km]	XL [Ω/ Km]	K [% / kVA-m]	In, aire [A]	In, Subt. [A]	Tensión de servicio [V]	Material	SISTEMA	CONDUCTOR
Conductor Monopolar THW	Acometidas de BT subterráneas en ductos	500	0,07776	0,10695	2,65629E-04	----------	380	208/120	COBRE	3ϕ, 4 hilos	
		400	0,09720	0,10788	3,04584E-04	----------	335	208/120	COBRE	3ϕ, 4 hilos	
		350	0,11108	0,10890	3,35979E-04	----------	310	208/120	COBRE	3ϕ, 4 hilos	
		250	0,15551	0,11145	4,27666E-04	----------	255	208/120	COBRE	3ϕ, 4 hilos	
		4/0	0,18373	0,11076	4,81759E-04	----------	230	208/120	COBRE	3ϕ, 4 hilos	
		2/0	0,29215	0,11507	7,09272E-04	----------	175	208/120	COBRE	3ϕ, 4 hilos	
		1/0	0,36836	0,11758	8,64741E-04	----------	150	208/120	COBRE	3ϕ, 4 hilos	
		2	0,58578	0,11977	1,30761E-03	----------	115	208/120	COBRE	3ϕ, 4 hilos	
		4	0,93144	0,12524	2,01401E-03	----------	85	208/120	COBRE	3ϕ, 4 hilos	
		6	1,48120	0,13173	3,12320E-03	----------	65	208/120	COBRE	3ϕ, 4 hilos	
		8	2,35448	0,13908	4,92117E-03	----------	50	208/120	COBRE	3ϕ, 4 hilos	

d. SELECCIÓN DE LOS BARRAJES DEL TABLERO GENERAL

A continuación se describen las corrientes y dimensión de los barrajes para el tablero general de acometidas propuesto dentro del proyecto, de acuerdo a directrices de la norma NTC 3444:

Para el Tablero General de Acometicas:

In= 1047 A

Barraje de fase= 1579 A

Barraje de neutro=1579X0,75 A= 1178 A

Barraje de tierra 1579/2 A= 790 A

Lo que indica que:

- Para la fase utilizaremos barras de 60x10 mm2
- Para el neutro utilizaremos barras de 50X10 mm2

- Para la tierra utilizaremos barras de 40X5 mm2.

Cálculo de barrajes para carga nueva:

Fase: In carga x 1.5 = In barraje fase.

Neutro: In carga x 1.5 x 0.75 = In barraje neutro.

Tierra: In carga x 1.5 x 0.5 = In barraje tierra.

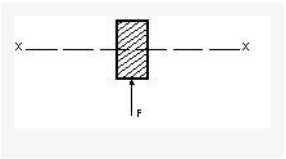
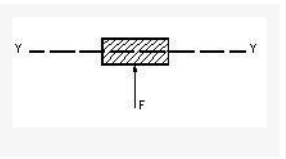
Entonces tenemos que:

In = 268,7 A

In Barraje Fase= 403 A

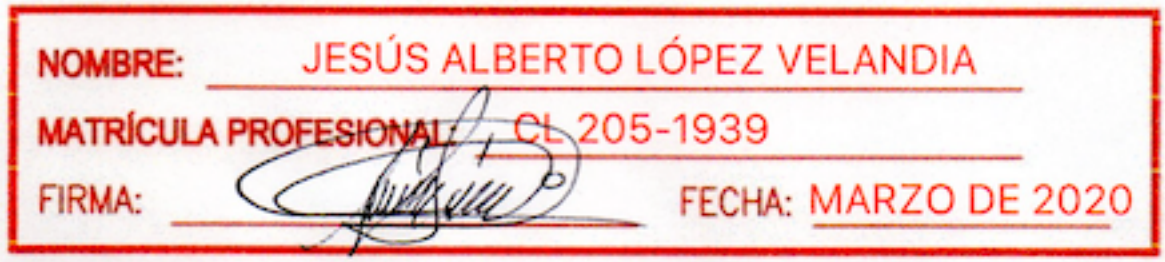
In Barraje Neutro= 303 A

In Barraje tierra= 202 A

ANCHO X ESPESOR	ÁREA mm^2	PESO kg/m	CORRIENTE ALTERNA 60Hz		ESFUERZO ESTATICO DE CADA BARRA			
			NÚMERO DE BARRAS PINTADAS					
			1	2	I_x	S_x	I_y	S_y
			I	II	cm^4	cm^3	cm^4	cm^3
12 x 2	24	0,21	165	297	0,0288	0,048	0,0008	0,008
15 x 2	30	0,27	204	356	0,0562	0,075	0,001	0,01
15 x 3	45	0,4	244	435	0,084	0,112	0,003	0,022
20 x 2	40	0,35	230	462	0,133	0,133	0,0013	0,0133
20 x 3	60	0,54	323	561	0,2	0,2	0,0045	0,03
20 x 5	100	0,89	429	739	0,333	0,333	0,208	0,083
25 x 3	75	0,57	496	686	0,39	0,312	0,005	0,037
25 x 5	125	1,11	521	884	0,651	0,521	0,026	0,104
30 x 3	90	0,8	468	805	0,675	0,45	0,007	0,045
30 x 5	150	1,34	594	1029	1,125	0,75	0,031	0,125
40 x 3	120	1,07	607	1042	1,6	0,8	0,009	0,06
40 x 5	200	1,78	792	1320	2,666	1,333	0,042	0,166
40 x 10	400	3,56	1122	1980	5,333	2,666	0,333	0,666
50 x 5	250	2,25	950	1610	5,2	2,08	0,052	0,208
50 x 10	500	4,45	1359	2376	10,4	4,16	0,416	0,833
60 x 5	300	2,67	1122	1887	9	3	0,063	0,25
60 x 10	600	5,34	1584	2772	18	6	0,5	1
80 x 5	400	3,56	1412	2508	21,33	5,333	0,0833	0,333
80 x 10	800	7,12	2059	3300	42,6	10,66	0,666	1,333
100 x 5	500	4,45	1782	3036	41,66	8,333	0,104	0,4165
100 x 10	1000	8,9	2481	4092	83,3	16,66	0,833	1,666
120 x 10	1200	10,68	2904	4620	144	24	1	2
160 x 10	1600	14,24	3696	5808	340,8	42,64	1,333	2,666
200 x 10	2000	17,8	4422	6996	666,4	66,64	1,666	3,352

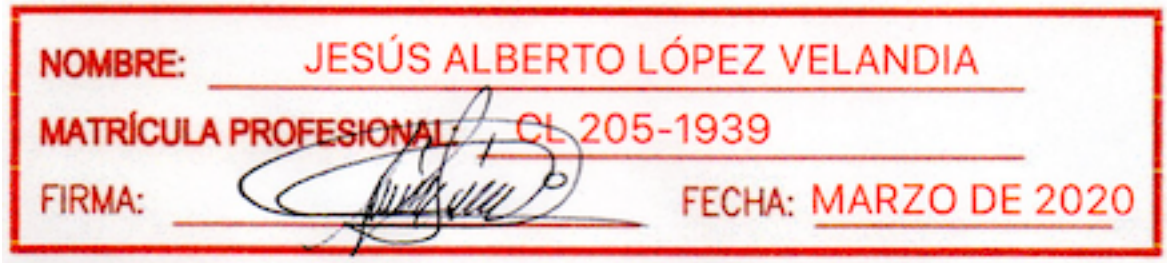
Lo que indica que:

- Para la fase utilizaremos barras de 20x5 mm2
- Para el neutro utilizaremos barras de 20X3 mm2
- Para la tierra utilizaremos barras de 20X2 mm2.



L. CÁLCULO MECÁNICO DE ESTRUCTURAS

No aplica para nuestro diseño estudios mecánicos de estructuras.



M. CÁLCULO Y COORDINACIÓN DE PROTECCIONES.

El cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes se realiza con el fin de verificar que los tiempos de acción de las diferentes protecciones eléctricas que forman parte del proyecto, se encuentren debidamente coordinados según su posición en la instalación eléctrica.

Para elaborar la coordinación, es necesario contar con las curvas que suministran los fabricantes de cada una de las protecciones a instalar, así como la curva del reconectador, otorgada por el operador de red respectivo. En este caso, para efectos de cálculo no se cuenta con la curva del Operador de Red lo que implica que no se puede efectuar cálculo y coordinación de protecciones.

Se debe efectuar una adecuada coordinación de las protecciones eléctricas con la selectividad que garantice al máximo la continuidad del servicio. Los interruptores deberán garantizar que su poder de corte sea igual a la corriente declarada de corte en servicio de acuerdo con la norma IEC 60947-2.

La subestación debe contar con las protecciones de sobrecorriente. En los circuitos protegidos por fusibles la capacidad máxima de los fusibles debe ser la establecida por un estudio de coordinación de protecciones y debe garantizar la adecuada protección del transformador y la desenergización del circuito en el evento que se requiera. Para lo cual el Operador de Red establecerá una tabla con los valores para estos fines y exigirá su cumplimiento.

Dependiendo de los valores que el operador de red entregue se debe establecer las caracteristicas técnicas finales de las protecciones a instalar.

Para efectos de diseño, las protecciones de los conductores de las instalaciones internas están descritas en el diagrama unifilar y el cuadro de cargas y se seleccionaron según la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la NTC 2050.

Para seleccionar el totalizador del tablero general de la subestación de acuerdo a la corriente nominal, calculada de la potencia máxima arrojada por el transformador, aplicando los factores de seguridad, seleccionamos un totalizador de 3 x 400A MARCA MERLIN GERIN u otro de características similares, cuya capacidad de corte es inferior a la corriente máxima permitida por la NTC 2050 y según la capacidad de corriente del conductor 2x(3x4/0) F + 2x(4/0) N+ 2/0T, CU

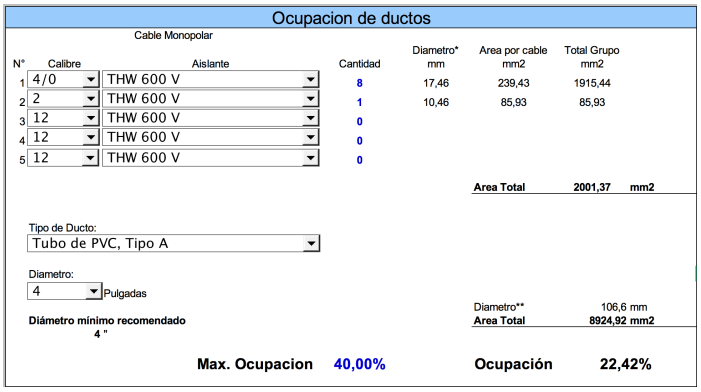
Las protecciones de los conductores de las instalaciones internas están descritas en el diagrama unifilar y el cuadro de cargas y se seleccionaron según la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la NTC 2050.

El transformador estará protegido contra sobretensiones y cortocircuitos.

Se realiza coordinación de protecciones asumiendo la cual se presenta en el ANEXO 10.

N. CÁLCULOS DE CANALIZACIONES

Tener en cuenta todas las observaciones en la forma AE-203, para redes subterráneas, para la construcción de las canalizaciones.



a. Desde la red de codensa al transformador

Por norma de Enel-Codensa, desde la caja de entrada a la subestación se instalarán 4 ductos de 4”, utilizando un ducto para la acometida en cable 3 X 120 mm2 XLPE 15 kv, Al o su equivalente en cobre 2/0 XLPE 15 kv.

b. Desde el transformador al Tablero General

Se utilizará cárcamo de acuerdo a las normas de codensa.

c. Cálculo de ocupación de ductos en los alimentadores

A continuación, se procede a seleccionar los ductos para el confinamiento de las acometidas de baja tensión del proyecto:

Tablero	Carga (VA)	Tensión [V]	Corriente [A]	Corriente 125% [A]	Número de fases	Corriente nominal por fase del breaker [A]	Conductor Fase	Tipo de aislamiento del conductor	Sección NTC 2050 [mm2]	Conductor Neutro	Sección NTC 2050 [mm2]	Conductor Tierra	Tipo de aislamiento del conductor de puesta a tierra	Sección NTC 2050 [mm2]	¿Conductor tierra aislada?	Conductor Tierra aislada	Sección NTC 2050 [mm2]	Sección total ocupada [mm2]	Diámetro ducto seleccionado	Material ducto seleccionado	Sección ducto seleccionado [mm2]	Sección ocupada
RED MT - TRAFO	2250000	11400	11,40	14,24	3	NA	2	XLPE 100%	487,0		-		Desnudo	-	No	0	0	1460,85	4"	IMC	8794,18	16,6%
TRAFO - TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS	9669691	208	268,39	335,48	3	350	3x400	THWN/THWN-2	######	2x4/0	417,6	2x4/0	Desnudo	214,4	No	0	0	4036,72	4"	Cárcamo	0	-
TABLERO GENERAL DE ACOMETICAS A TABLERO CARGA EXISTENTE	2800000	208	777,20	971,50	3	351	3x400	THWN/THWN-3	608,0	2x4/0	214,4	2x4/0	Desnudo	214,4	No	0	0	2252,96	4"	PVC	8853,53	25,4%

REDES ELECTRICAS DEL PROYECTO "ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN FUNZA"

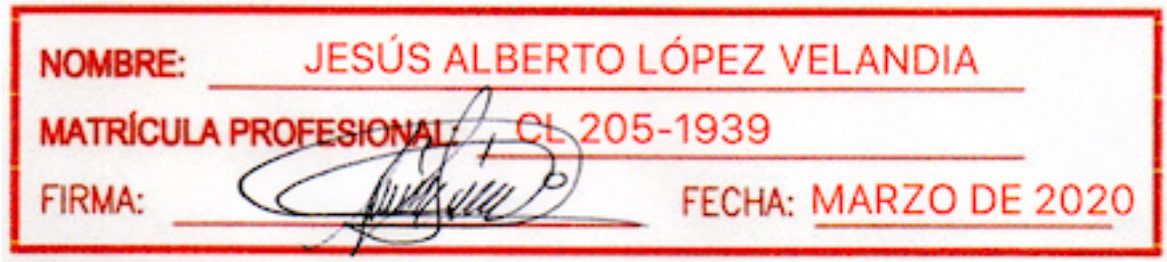
Jesús Alberto López Velandia
Ingeniero Electricista
Cel 3214520891
jalovelandia@gmail.com

Tablero	Carga [VA]	Tensión [V]	Corriente [A]	Corriente 125% [A]	Número de fases	Corriente nominal por fase del breaker [A]	Conductor Fase	Tipo de aislamiento del conductor	Sección NTC 2050 [mm2]	Conductor Neutro	Sección NTC 2050 [mm2]	Conductor Tierra	Tipo de aislamiento del conductor de puesta a tierra	Sección NTC 2050 [mm2]	¿Conductor tierra aislada?	Conductor Tierra	Sección NTC 2050 [mm2]	Sección total ocupada [mm2]	Diámetro ducto seleccionado	Material ducto seleccionado	Sección ducto seleccionado [mm2]	Sección ocupada
TABLERO DE MEDIDA -CELDA TRANSFERENCIA	96691	208	268,39	335,48	3	250	2x2/0	THWN/THWN-2	286,8	2x4/0	417,6	2x4/0	Desnudo	214,4	No	0	0	1492,42	3"	Cárcamo	0	-
PLANTA EMERGENCIA - TRANSFERENCIA	96691	208	268,39	335,48	3	280	2x250	THWN/THWN-2	512,2	2x250	512,2	2x250	Desnudo	253,3	No	0	0	2302,14	3"	Cárcamo	0	-
TRANSFERENIA - TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	96691	208	268,39	335,48	3	180	2x2/0	THWN/THWN-2	286,8	2x2/0	286,8	2x2/0	Desnudo	134,9	No	0	0	1282,08	3"	Cárcamo	0	-
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN-UPS	20880	208	57,96	72,45	3	288	4	THWN/THWN-2	53,2	4	53,2	4	Desnudo	21,14	No	0	0	233,94	1-1/2"	Cárcamo	0	-
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR DE TIJERA	2486	208	6,90	8,63	3	288	8	THWN/THWN-2	23,6	8	23,6	8	Desnudo	8,36	No	0	0	102,76	1-1/2"	EMT	1313,6	7,8 %
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR DE LIBROS	2486	208	6,90	8,63	3	320 (MAG)	8	THWN/THWN-2	23,6	8	23,6	8	Desnudo	8,36	No	0	0	102,76	1-1/2"	EMT	1313,6	7,8 %
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR HORIZONTAL	8286	208	23,00	28,75	3	320	4	THWN/THWN-2	53,2	4	53,2	4	Desnudo	21,14	No	0	0	233,94	1-1/2"	EMT	1313,6	17,8 %
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR 2	8286	208	23,00	28,75	3	320	4	THWN/THWN-2	53,2	4	53,2	4	Desnudo	21,14	No	0	0	233,94	1-1/2"	EMT	1313,6	17,8 %
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR 1	8286	208	23,00	28,75	3	320 (MAG)	4	THWN/THWN-2	53,2	4	53,2	4	Desnudo	21,14	No	0	0	233,94	1-1/2"	EMT	1313,6	17,8 %
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - CLIMATIZACIÓN	8286	208	23,00	28,75	3	320 (MAG)	4	THWN/THWN-2	53,2	4	53,2	4	Desnudo	21,14	No	0	0	233,94	1-1/2"	EMT	1313,6	17,8 %
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN-TG ALUMBRADO Y TOMAS	37800	208	104,92	131,15	3	320 (MAG)	1/0	THWN/THWN-2	119,7	1/0	119,7	4	Desnudo	21,14	No	0	0	499,94	1-1/2"	Cárcamo	0	-
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN -2,71	2291	208	6,36	7,95	3	320 (MAG)	8	THWN/THWN-2	23,6	8	23,6	8	Desnudo	8,36	No	0	0	102,76	1-1/2"	Cárcamo	0	-
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN -0,21	12726	208	35,32	44,15	3	320 (MAG)	8	THWN/THWN-2	23,6	8	23,6	8	Desnudo	8,36	No	0	0	102,76	1-1/2"	Cárcamo	0	-
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN +2,29	8448	208	23,45	29,31	3	320 (MAG)	8	THWN/THWN-2	23,6	8	23,6	8	Desnudo	8,36	No	0	0	102,76	1-1/2"	Cárcamo	0	-
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN 4,79	7143	208	19,83	24,78	3	320 (MAG)	8	THWN/THWN-2	23,6	8	23,6	8	Desnudo	8,36	No	0	0	102,76	1-1/2"	Cárcamo	0	-
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN 7,29	7143	209	19,73	24,67	3	320 (MAG)	8	THWN/THWN-2	23,6	8	23,6	8	Desnudo	8,36	No	0	0	102,76	1-1/2"	Cárcamo	0	-
T REGULADO - TN -0,21	792	208	2,20	2,75	3	320 (MAG)	8	THWN/THWN-2	23,6	8	23,6	8	Desnudo	8,36	No	0	0	102,76	1-1/2"	Cárcamo	0	-
T REGULADO - TN +2,29	7380	208	20,48	25,61	3	320 (MAG)	8	THWN/THWN-2	23,6	8	23,6	8	Desnudo	8,36	No	0	0	102,76	1-1/2"	Cárcamo	0	-
T REGULADO - TN 4,79	2700	208	7,49	9,37	3	320 (MAG)	8	THWN/THWN-2	23,6	8	23,6	8	Desnudo	8,36	No	0	0	102,76	1-1/2"	Cárcamo	0	-

Tablero	Carga [VA]	Tensión [V]	Corriente [A]	Corriente 125% [A]	Número de fases	Corriente nominal por fase del breaker [A]	Conductor Fase	Tipo de aislamiento del conductor	Sección NTC 2050 [mm2]	Conductor Neutro	Sección NTC 2050 [mm2]	Conductor Tierra	Tipo de aislamiento del conductor de puesta a tierra	Sección NTC 2050 [mm2]	¿Conductor tierra aislada?	Conductor Tierra	Sección NTC 2050 [mm2]	Sección total ocupada [mm2]	Diámetro ducto seleccionado	Material ducto seleccionado	Sección ducto seleccionado [mm2]	Sección ocupada
T REGULADO - TN 7,29	2700	209	7,46	9,32	3	320 (MAG)	8	THWN/ THWN-2	23,6	8	23,6	8	Desnudo	8,36	No	0	0	102,76	1-1/2"	Cárcamo	0	-

Como se observa en la tabla anterior, ninguna de las acometidas o alimentadores eléctricos superan el 40%permitido por la norma NTC 2050.

Para mejor visualización de los datos de la tabla anterior ver **ANEXO 11** en excel.



O. CÁLCULOS DE PÉRDIDA DE ENERGÍA

A continuación, se presentan los cálculos de perdida de energía por alimentador:

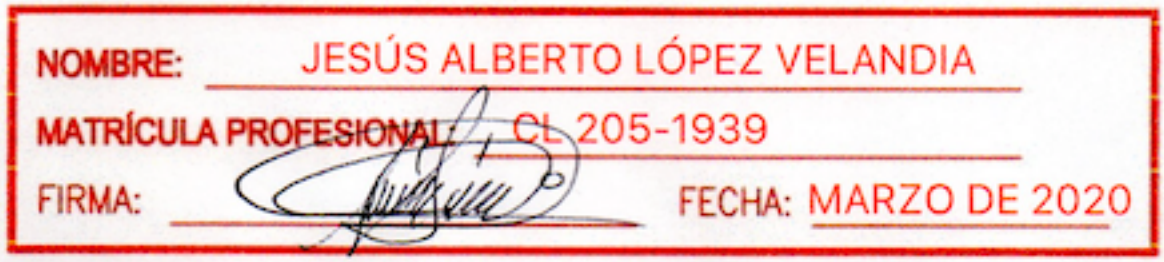
Tablero	Tipo	Carga. [VA]	Tensión [V]	Corriente [A]	Conductor fase	Distancia [m]	Resistencia [Ω/km]	Resistencia equivalente por fase [Ω]	Pérdidas por fase [W]	Número de fases	Pérdidas
RED AEREA MEDIA TENSION	3Ø	96691	11400	4,90	2	280	0,2136	0,059808	1,43	3	4,30
TABLERO GENERAL DE ACOMETICAS A TABLERO CARGA EXISTENTE	3Ø	280000	208	777,20	3x400	40	0,0324	0,001296	782,84	3	2348,52
TABLERO DE MEDIDA -CELDA TRANSFERENCIA	3Ø	96691	208	268,39	2x2/0	10	0,146075	0,00146075	105,22	3	315,66
PLANTA EMERGENCIA - TRANSFERENCIA	3Ø	96691	208	268,39	2x250	25	0,077755	0,001943875	140,02	3	420,06
TRANSFERENIA - TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	3Ø	96691	208	268,39	2x2/0	10	0,146075	0,00146075	105,22	3	315,66
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN- UPS	3Ø	20880	208	57,96	4	23	0,93144	0,02142312	71,96	3	215,88
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR DE TIJERA	3Ø	2486	208	6,90	8	73	2,35448	0,17187704	8,18	3	24,55

Jesús Alberto López Velandia
Ingeniero Electricista
Cel 3214520891
jalovelandia@gmail.com

REDES ELECTRICAS DEL PROYECTO
"ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN FUNZA"

Tablero	Tipo	Carga. [VA]	Tensión [V]	Corriente [A]	Conductor fase	Distancia [m]	Resistencia [Ω/km]	Resistencia equivalente por fase [Ω]	Pérdidas por fase [W]	Número de fases	Pérdidas
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR DE LIBROS	3Ø	2486	208	6,90	8	40	2,35448	0,0941792	4,48	3	13,45
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR HORIZONTAL	3Ø	8286	208	23,00	4	48	0,93144	0,04470912	23,65	3	70,95
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR 2	3Ø	8286	208	23,00	4	63	0,93144	0,05868072	31,04	3	93,12
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR 1	3Ø	8286	208	23,00	4	43	0,93144	0,04005192	21,19	3	63,56
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - CLIMATIZACIÓN	3Ø	8286	208	23,00	4	48	0,93144	0,04470912	23,65	3	70,95
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN-TG ALUMBRADO Y TOMAS	3Ø	37800	208	104,92	1/0	10	0,36836	0,0036836	40,55	3	121,65
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN -2,71	3Ø	2291	208	6,36	8	46	2,35448	0,10830608	4,38	3	13,14
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN -0,21	3Ø	12726	208	35,32	8	43	2,35448	0,10124264	126,33	3	378,98
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN +2,29	3Ø	8448	208	23,45	8	46	2,35448	0,10830608	59,55	3	178,66
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN 4,79	3Ø	7143	208	19,83	8	50	2,35448	0,117724	46,28	3	138,84
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN 7,29	3Ø	7143	209	19,73	8	54	2,35448	0,12714192	49,50	3	148,51
T REGULADO - TN -0,21	3Ø	792	208	2,20	8	8	2,35448	0,01883584	0,09	3	0,27
T REGULADO - TN +2,29	3Ø	7380	208	20,48	8	14	2,35448	0,03296272	13,83	3	41,50
T REGULADO - TN 4,79	3Ø	2700	208	7,49	8	18	2,35448	0,04238064	2,38	3	7,14
T REGULADO - TN 7,29	3Ø	2700	209	7,46	8	22	2,35448	0,05179856	2,88	3	8,64
								TOTAL PÉRDIDAS EN ALIMENTADORES [W]			**2704,76**

Para mejor visualización de los datos de la tabla anterior ver ANEXO 11 en excel.



P. CÁLCULOS DE REGULACIÓN

A continuacións se presentan los cálculos de regulación teniendo en cuenta el análisis de factor de potencia y armónicos realizado en este informe.

Los valores de capacidad de corriente y resistencia de los cables se tomaron de la tabla: https://www.codensa.com.co/document/Constantes-de-reg-octubre-2014.pdf

a. RED DE MT

La red de media tensión se obtiene del punto de conexión dado por ENEL-CODENSA

A continuación, se presenta el cálculo de regulación de media tensión para la red del proyecto:

Tabla 3 Regulación de red de media tensión

Teniendo en cuenta los resultados de los cuadros de cálculo de regulación de tensión, se puede observar que los valores obtenidos cumplen con el porcentaje máximo (3%) establecido en el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE.

b. RED DE BT

Para los alimentadores de baja tensión, los cálculos de regulación se presentan a continuación, teniendo en cuenta el factor de potencia asignado de acuerdo al análisis y el análisis de armónicos:

Tablero	Tipo	Carga Div. [VA]	Tensión [V]	Corriente [A]	Corriente 125% [A]	Distancia [m]	Conductor fase	Capacidad de corriente [A]*	Impedancia Eficaz [Ω /km]	Reg. [%]	Reg. Acum. [%]	¿Cumple Art. 220-10 NTC2050?	¿Cumple Art. 215-2.b)
RED MT - TRAFO	3 Ø	376691	11400	19,08	23,85	**10**	2	115	0,6149	0,0018 %	0,0018 %	Sí	Sí
TRAFO - TABLERO GENERAL DE ACOMETIDAS	3 Ø	96691	208	268,39	335,48	**10**	3x400	1005	0,0475	0,11%	0,11%	Sí	Sí
TABLERO GENERAL DE ACOMETICAS A TABLERO CARGA EXISTENTE	3 Ø	280000	208	777,20	971,50	**40**	3x400	1005	0,0475	1,23%	1,23%	Sí	Sí
TABLERO DE MEDIDA -CELDA TRANSFERENCIA	3 Ø	96691	208	268,39	335,48	**10**	2x2/0	350	0,1664	0,37%	0,37%	Sí	Sí
PLANTA EMERGENCIA - TRANSFERENCIA	3 Ø	96691	208	268,39	335,48	**25**	2x250	460	0,1006	0,56%	0,56%	Sí	Sí
TRANSFERENIA - TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	3 Ø	96691	208	268,39	335,48	**10**	2x2/0	350	0,1664	0,37%	0,48%	Sí	Sí
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN- UPS	3 Ø	20880	208	57,96	72,45	**23**	4	85	0,9464	1,05%	1,53%	Sí	Sí
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR DE TIJERA	3 Ø	2486	208	6,90	8,63	73	8	50	2,3033	0,97%	1,44%	Sí	Sí
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR DE LIBROS	3 Ø	2486	208	6,90	8,63	40	8	50	2,3033	0,53%	1,01%	Sí	Sí

Tablero	Tipo	Carga Div. [VA]	Tensión [V]	Corriente [A]	Corriente 125% [A]	Distancia [m]	Conductor fase	Capacidad de corriente [A]*	Impedancia Eficaz [Ω /km]	Reg. [%]	Reg. Acum. [%]	¿Cumple Art. 220-10 NTC2050?	¿Cumple Art. 215-2.b)
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR HORIZONTAL	3 Ø	8286	208	23,00	28,75	48	4	85	0,9464	0,87%	1,35%	Sí	Sí
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR 2	3 Ø	8286	208	23,00	28,75	63	4	85	0,9464	1,14%	1,62%	Sí	Sí
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - ASCENSOR 1	3 Ø	8286	208	23,00	28,75	43	4	85	0,9464	0,78%	1,26%	Sí	Sí
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - CLIMATIZACIÓN	3 Ø	8286	208	23,00	28,75	48	4	85	0,9464	0,87%	1,35%	Sí	Sí
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN-TG ALUMBRADO Y TOMAS	3 Ø	37800	208	104,92	131,15	10	1/0	150	0,4061	0,35%	0,83%	Sí	Sí
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN -2,71	3 Ø	2291	208	6,36	7,95	46	8	50	2,3033	0,56%	1,04%	Sí	Sí
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN -0,21	3 Ø	12726	208	35,32	44,15	43	8	50	2,3033	2,91%	3,39%	Sí	Sí
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN +2,29	3 Ø	8448	208	23,45	29,31	46	8	50	2,3033	2,07%	2,55%	Sí	Sí
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN 4,79	3 Ø	7143	208	19,83	24,78	50	8	50	2,3033	1,90%	2,38%	Sí	Sí
TG ALUMBRADO Y TOMAS - TN 7,29	3 Ø	7143	209	19,73	24,67	54	8	50	2,3033	2,03%	2,51%	Sí	Sí
T REGULADO - TN -0,21	3 Ø	792	208	2,20	2,75	8	8	50	2,3033	0,03%	0,51%	Sí	Sí
T REGULADO - TN +2,29	3 Ø	7380	208	20,48	25,61	14	8	50	2,3033	0,55%	1,03%	Sí	Sí
T REGULADO - TN 4,79	3 Ø	2700	208	7,49	9,37	18	8	50	2,3033	0,26%	0,74%	Sí	Sí
T REGULADO - TN 7,29	3 Ø	2700	209	7,46	9,32	22	8	50	2,3033	0,31%	0,79%	Sí	Sí

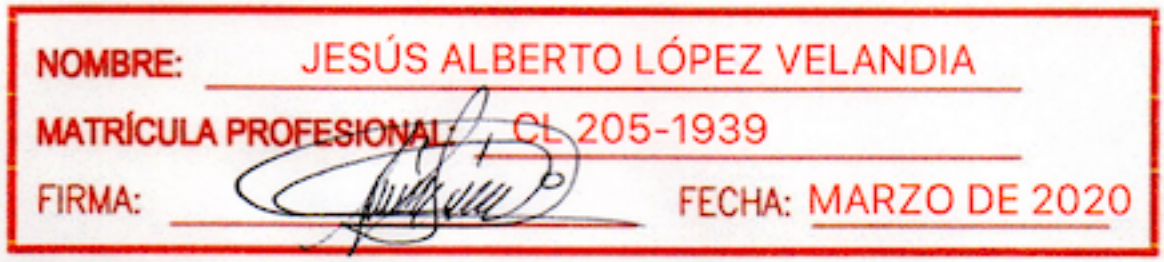
Ver ANEXO 11



Q. CLASIFICACIÓN DE ÁREAS

De acuerdo a lo entregado en las especificaciones del área del ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN – SEDE FUNZA, el edificio será destinado a almacenamiento de archivos digitales y físico e instalaciones de trabajo tipo oficina.

Por lo tanto, no aplica el análisis de clasificación de áreas para este proyecto.



R. ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS UNIFILARES.

Los diagramas unifilares se realizan de acuerdo con los cálculos reflejados en estas memorias de cálculo, teniendo en cuenta variables como el factor de potencia, coordinación de protecciones (ANEXO 10), distancias de la ubicación de tableros medidas en planos y carga final en KVA con un factor de potencia definido de 0,86.

Los diagramas unifilares hace parte fundamental de estas memorias y se muestran en archivo anexo en autocad.

Los cálculo se realizaron con valores típicos aportados generalmente por el operador de red. Sin embargo, estos valores pueden variar dependiendo de los datos que el operador de red de cuando expida la Factibilidad del proyecto.



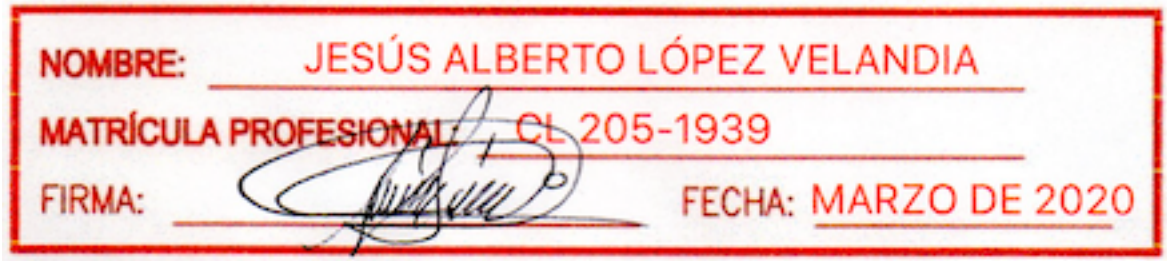
S. ELABORACIÓN DE PLANOS Y ESQUEMAS ELÉCTRICOS PARA CONSTRUCCIÓN.

Los planos y esquemas eléctricos hacen parte fundamental de estas memorias y se muestran en archivo de autocad anexo

T. ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN COMPLEMENTARIAS A LOS PLANOS, INCLUYENDO LAS DE TIPO TÉCNICO DE EQUIPOS Y MATERIALES Y SUS CONDICIONES PARTICULARES.

Hacen parte de este diseño:

- ANEXO 5 Planta de emergencia
- ANEXO 6 Especificaciones técnicas
- ANEXO 7 Análisis de riesgo
- ANEXO 8 Y ANEXO 9 Cálculo DIALUX
- ANEXO 10 coordinación de protecciones
- ANEXO 11 Análisis económico y regulación
- ANEXO 13 Listado de luminarias
- ANEXO 14 memorias cctv, det incendios acceso
- ANEXO 15 memorias voz y datos



U. ESTABLECER LAS DISTANCIAS DE SEGURIDAD REQUERIDAS.

Se cumplirá con la distancia mínima de seguridad, que corresponde a las distancias de acercamiento que se debe guardar entre las personas y las líneas y equipos que están bajo tensión por lo se construirá la red de media tensión de forma subterránea; tener en cuenta las distancias de seguridad frente a otros servicios como gas y agua, de acuerdo al RETIE.

En concordancia a lo establecido en la Norma NTC 2050 y al RETIE, en el presente proyecto se respetan las distancias mínimas de seguridad tanto horizontales a muros (2.3 m) como verticales respecto al suelo (5.6 m) desde la red aérea de media tensión.

a. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones.

Las distancias mínimas de seguridad que deben guardar las partes energizadas respecto de las construcciones, serán las establecidas en la Tabla 13.5 del presente Anexo General y para su interpretación se debe tener en cuenta la Figura 13.4

Anexo General Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE

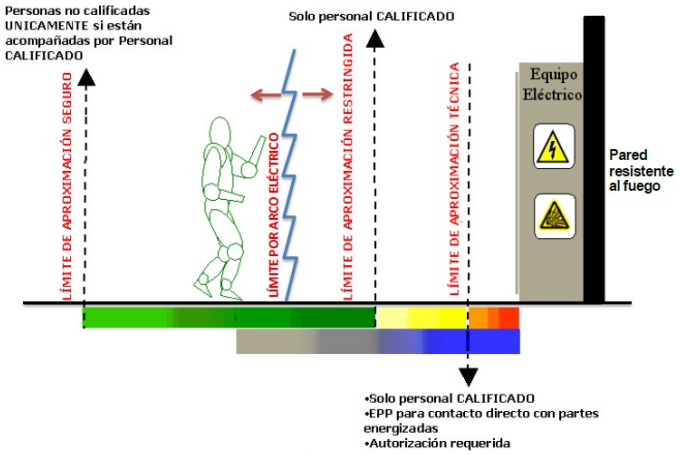


Figura 13.4. Límites de aproximación

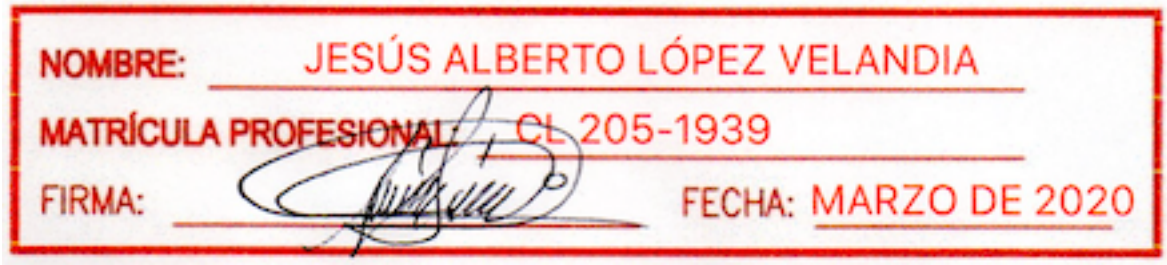
Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
50 V – 300 V	3,0	1,0	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 750 V	3,0	1,0	0,30	0,025
751 V – 15 kV	3,0	1,5	0,7	0,2
15,1 kV – 36 kV	3,0	1,8	0,8	0,3
36,1 kV – 46 kV	3,0	2,5	0,8	0,4
46,1 kV - 72,5 kV	3,0	2,5	1,0	0,7
72,6 kV – 121 kV	3,3	2,5	1,0	0,8
138 kV - 145 kV	3,4	3,0	1,2	1,0
161 kV - 169 kV	3,6	3,6	1,3	1,1
230 kV - 242 kV	4,0	4,0	1,7	1,6
345 kV - 362 kV	4,7	4,7	2,8	2,6
500 kV – 550 kV	5,8	5,8	3,6	3,5

Tabla 13.7. Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna

Para B.T las normas ENEL-CODENSA tienen las siguientes apreciaciones sobre distancias de seguridad:

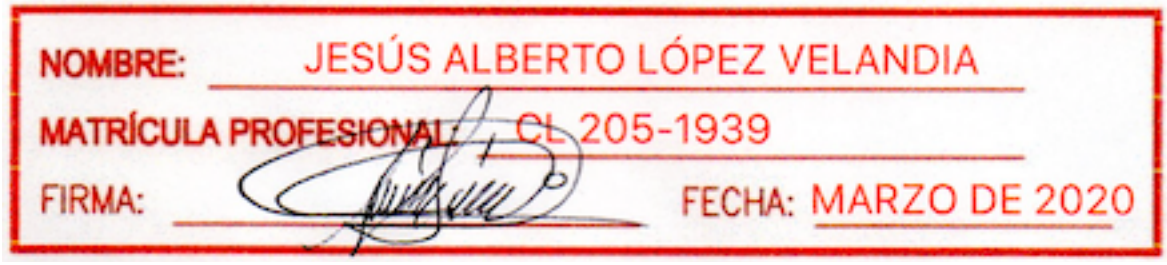
1. Las bajantes a los gabinetes de medidores no pueden estar a menos de 20 cms de cualquier tubería de agua/gas

2. En las redes aéreas de B.T. aisladas no aplican distancias de seguridad a los predios, en caso de ser conductores desnudos, la distancia de seguridad debe ser mínimo 1,7m



V. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE DESVIACIÓN DE LA NTC 2050

No se presentan desviaciones a la NTC 2050.



W. LOS DEMÁS ESTUDIOS QUE EL TIPO DE INSTALACIÓN REQUIERA

Estudios de resistividad del terreno, adjuntos al presente proyecto, necesarios para el diseño de la malla a tierra.

a. DESCARGADORES DE SOBRETENSION O DPS:

Cuando los centros de transformación son alimentados por líneas aéreas se debe instalar un juego de descargadores de sobretensiones sobre la línea aérea, pero en el centro de transformación de instalación interior se debe instalar un juego de descargadores adicional en el transformador si el cable subterráneo que conecta el transformador con la línea aérea tiene una longitud igual o mayor a 30 metros.

las caracteristicas de los descargadores de sobretension para 11.4kv son las siguientes:

TIPO DE DESCARGADORES DE SOBRETENSION: OXIDO DE ZINC

TENSION DE SERVICIO	11.4 KV
TENSION NOMINAL (KV)	12 KV
FRECUENCIA	60 HZ
CORRIENTE NOMINAL , ONDA 8/20USEG	10 KA
TENSION DE ENSAYO	30 KV
TENSION ENSAYO AL IMPULSO	60 KV

b. CELDA TRIPLEX , CODENSA CTS 506-2,

Deben cumplir la norma **RETIE Art 20.23.3 k**. Arco eléctrico para celdas de MT

Desde el punto de vista eléctrico y de operación, las celdas deben y en general cada una de sus partes en particular estar en capacidad de soportar los cortocircuitos y sobretensiones que pudiesen producirse durante las condiciones de servicio.

Dentro de su construcción deberán ser contempladas las precauciones para evitar la eventualidad de explosión o incendio y la propagación del mismo

Las celdas deben ser fabricadas en estructura de lámina de acero cold roller como mínimo en calibre 14.

Las celdas de entrada salida y protección deberán estar dotadas de un soporte ubicado en la parte frontal que permita alojar la palanca de los seccionadores.

La puerta deberá tener una agarradera suficientemente rígida que permita su accionamiento y el cierre deberá ser de simple hoja, fijadas mediante 3 bisagras con doble sección de corte las cuales deben ir soldadas.

Las puertas deberán estar provistas con cerradura de cierre de 3 puntos, evitando el riesgo de salida de gases explosivos por los bordes. Adicionalmente al cierre de 3 puntos se deben incluir dos cierres más mediante llave bristol.

La puerta debe poseer enclavamiento mecánico con el mecanismo de accionamiento del seccionador.

En la puerta de alta tensión se deberán realizar perforaciones de 30x30mm formando una abertura formando una rejilla de 20x35cms que permita la inspección visual de los equipos dentro de la celda, a través de un vidrio de seguridad de 5 mm, instalado frente a la rejilla

La celda debe tener un sistema de amortiguación y/o salida de gases en caso de explosión por arco eléctrico, dicho sistema debe estar ubicado en la parte superior de la celda con área del 40% del área de la tapa superior de la celda.

c. SECCIONADOR TRIPOLAR DE 17.5 KV, 630 A, DE OPERACIÓN BAJO CARGA CON FUSIBLES, CARACTERISTICAS TECNICAS. NORMA NTC 2131 (IEC 265-1)

TENSION NOMINAL 17,5 KV

TENSION MAX DE IMPULSO 95-110 KV

TENSION MAX FRECUENCIA INDUSTRIAL 38 KV

CORRIENTE NOMINAL 1110 A

CAPACIDAD DE CIERRE CORTO CIRCUITO SIMETRICO 12,8 KA

Operación manual por medio de palanca con acceso frontal en el exterior de la celda mecanismo de disparo que minimice el tiempo de apertura y cierre los contactos del seccionador, independiente del operador. Norma CTS 504, Y CTS 505-1

d. PLANTA DE EMERGENCIA

La operación del sistema se debe garantizar al 100% debido al nivel de seguridad que debe tener el archivo. Debido a esto, se implementa el diseño de una planta eléctrica de respaldo para el sistema que supla la falta de energía en el Archivo para los módulos 7 y 8.

En el ANEXO 4 se relaciona la característica de la planta eléctrica seleccionada.

e. CÁLCULO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS DE MEDIDA ARCHIVO GENERAL DE LA NACIÓN

Según la resolución CREG 038/2014 - Tabla 1,

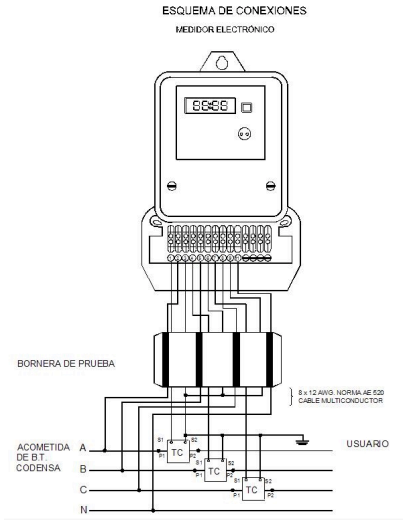
Tipo de puntos de medición	Consumo o transferencia de energía, C, [MWh-mes]	Capacidad Instalada, CI, [MVA]
1	C ≥ 15.000	CI ≥ 30
2	15.000 > C ≥ 500	30 > CI ≥ 1

Tipo de puntos de medición	Consumo o transferencia de energía, C, [MWh-mes]	Capacidad Instalada, CI, [MVA]
3	500 > C ≥ 50	1 > CI ≥ 0,1
4	50 > C ≥ 5	0,1 > CI ≥ 0,01
5	C < 5	CI < 0,01

De acuerdo a la anterior tabla, tenemos que el punto de medición es un punto Clase 3 con una carga instalada de 400kVA.
Para un punto de medición Clase 3 según la tabla 2 de la misma resolución tenemos que la clase de precisión debe ser 0,5s.

Tipo de puntos de medición	Índice de clase para medidores de energía activa	Índice de clase para medidores de energía reactiva	Clase de exactitud para transformadores de corriente	Clase de exactitud para transformadores de tensión
1	0,2 S	2	0,2 S	0,2
2 y 3	0,5 S	2	0,5 S	0,5
4	1	2	0,5	0,5
5	1 ó 2	2 ó 3	--	--

Por lo tanto, se utilizará un medidor electrónico de baja tensión con transformador de corriente:



Medidor		Trifásico Tetrafilar
Tensión nominal	V	3 x 58/100…277/480 V
		Multirango en tensión
Corriente nominal	A	5
Corriente máxima	A	6 o 10
Clase		0.5S
Esquema de conexión		AE 417; AE 417-1

a. DISEÑO DE ACUERDO A SOLICITUD DEL CLIENTE DEL SISTEMA DE CONTROL POR MEDIO DE TECNOLOGÍA DALI.

Se realiza el diseño de la solución de control automático por medio de la tecnología DALI.

Ver ANEXO 16

ANEXOS:

1. CUADROS DE CARGA.
2. CALCULO RESISTIVIDAD TERRENO
3. CALCULO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA IEEE80 DEL 2000, RETIE Art 15.0 AGN
4. ANALISIS DEL NIVEL DE RIESGO POR RAYOS Y MEDIDAS DE PROYECCION CONTRA RAYOS , RETIE Art 16.1
5. PLANTA DE EMERGENCIA
6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ELECTRICAS AGN
7. ANALISIS DE RIESGO
8. MEMORIAS DIALUX
9. DIALUX AGN
10. COORDINACIÓN DE PROTECCIONES
11. ANÁLISIS ECONÓMICO Y REGULACIÓN (EXCEL)
12. CUADROS DE CARGAS EN EXCEL.
13. LISTADO LUMINARIAS
14. CCTV, DET INCENDIOS ACCESO
15. VOZ Y DATOS.
16. MEMORIAS DE CALCULO DALI

