



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 1 de 27

MEMORIAS DE CALCULO SISTEMA FOTOVOLTAICO DE 13.87 kWp

DIRECCIÓN:
ABKA
Av. 6 Nte. #47an-75

ELABORADO POR:
JORGE ENRIQUE ALFARO FERREIRA
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS

CALI, VALLE DEL CAUCA
27 ABRIL 2022
COLOMBIA

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03
vigencia: 2018/02/21

Versión:
4

Página 2 de 27

CONTENIDO

a) Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.....	4
b) Análisis de coordinación de aislamiento	4
c) Análisis de cortocircuito y falla a tierra	5
d) Análisis de nivel de riesgo de rayos y medidas de protección contra rayos.....	5
e) Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.	5
f) Análisis de nivel de tensión requerido.....	6
g) Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que, en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1	6
h) Cálculo de transformadores.....	6
i) Cálculo del sistema de puesta a tierra.	6
j) Cálculo económico de conductores	7
k) Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente.....	7
l) Cálculo mecánico de estructura y de elementos de sujeción de equipos.	8
m) Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorriente. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A.....	8
n) Cálculos de canalizaciones.....	8
o) Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.	9
p) Cálculos de regulación.....	10
q) Clasificación de áreas.....	10
r) Elaboración de diagramas unifilares.....	10
s) Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.....	10
t) Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.	10
u) Establecer las distancias de seguridad requeridas.....	10
v) Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.....	11
w) Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.	11
1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	11
2. NORMATIVIDAD APLICABLE	11
3. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	11
3.1. CARACTERÍSTICAS DE INVERSOR.....	11
3.1. CARACTERÍSTICAS DE CONEXIÓN INVERSOR CON PANELES SOLARES	12
4. DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES AC	12
5. PERDIDAS.....	14

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03
vigencia: 2018/02/21

Versión:
4
Página 3 de 27

6. ANÁLISIS DE RIESGO POR RAYOS.....	15
7. ANÁLISIS DE RIESGO.....	16
8. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	16

CONTENIDO IMÁGENES

Imagen 1 Simulación del riesgo, Evaluación del nivel de riesgo según IEC 62305-2.....	15
---	----

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. BIL requerido.....	5
Tabla 2. Carpetas de archivos	10
Tabla 3 (<i>Interruptor ubicado en TFV 01</i>)	13
Tabla 4 Regulación	14
Tabla 5 Perdidas.....	15

CONTENIDO DE ECUACIONES

$I_{Protección INV} = 1,25 * I_{Carga Continua INV}$ Ecuación 1	12
$I_{Protección principal} = 1,25 * I_{Carga Continua}$ Ecuación 2.....	13
$Z_e = R * FP + XL SenarcosFP$ Ecuación 3.....	13
$Z_{ef} = R Cos \theta + X Sen \theta$ Ecuación 4	13
$\Delta V = Z_{ef} * L * I$ Ecuación 5.....	14
% Regulacion = $\Delta VV * 100$ Ecuación 6.....	14
$P = I^2 * R * L$ Ecuación 7	15

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 4 de 27

**CUMPLIMIENTOS REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS – RETIE,
LITERAL 10.1 “DISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS”**

a) Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.

El diseño eléctrico del proyecto fotovoltaico Av. 6 Nte. ##47an-75, Cali, se realizó atendiendo la normatividad vigente en temas RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas), NTC 2050 (Código eléctrico colombiano), NEC 2014 (National electrical code) y en general las disposiciones dentro de las cuales se enmarca un proyecto en Colombia. La seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente son aspectos que se deben garantizar al ejecutar proyectos de este tipo.

A continuación, se menciona la normativa analizada para el análisis y cumplimiento del proyecto.

No se considera realizar un análisis detallado de armónicos y factor de potencia debido a que los inversores tienen un THD menor al 3% y su factor de potencia es 1 (Ver fichas técnicas).

b) Análisis de coordinación de aislamiento

BIL para equipos de Baja Tensión

En baja tensión, el nivel Básico de Aislamiento (BIL) se especifica para los equipos correspondientes al usuario y están normalizados en la norma NTC 4552-1 Tabla E.3. (Tensión al impulso que deben soportar los equipos), el punto de inyección y la salida AC de los inversores poseen un nivel tensión de 208V.

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 5 de 27

Nivel de tensión de operación de los equipos V	BIL requerido en (kV)			
	Contadores	Tableros, interruptores, cables, etc.	Electrodomésticos, herramientas portátiles	Equipo electrónico
	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I
120 – 240 ; 120 / 208	4	2,5	1,5	0,8
254 / 440 ; 277 / 480	6	4	2,5	1,5

Tabla 1. BIL requerido

De la anterior tabla se especifica:

- Tableros, interruptores y cables: Categoría III, BIL: 2.5kV (Clase C)

El nivel de tensión asociado al proyecto es de 208 V, por lo tanto, el nivel básico de aislamiento usado en todos los elementos del proyecto es mayor a 2.5 kV. (Ver fichas técnicas y certificados de conformidad de producto).

c) Análisis de cortocircuito y falla a tierra

El cálculo de Cortocircuito y falla a tierra es analizado con el software e-Design de ABB el cual se encuentra en el plano unifilar (Ver plano unifilar del proyecto).

d) Análisis de nivel de riesgo de rayos y medidas de protección contra rayos.

El análisis del nivel de riesgo por rayos asociados al proyecto es existente y se encuentra desarrollado en memorias de cálculo. (Ver Informe Memorias de Cálculo).

e) Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.

El análisis del nivel de riesgo por rayos asociados al proyecto es existente y se encuentra desarrollado en memorias de cálculo. (Ver Anexo Riesgo Eléctrico).

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 6 de 27

f) Análisis de nivel de tensión requerido.

El nivel de tensión requerido en el proyecto de acuerdo con el punto de inyección y la tensión de salida AC de los inversores fotovoltaicos asociados es: 208 V.

g) Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que, en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1

No aplica, ya que no hay redes cercanas a las instalaciones del proyecto que superen los 57.7 kV de acuerdo con lo establecido en el artículo 14.4 de RETIE.

h) Cálculo de transformadores.

No aplica, el alcance de este proyecto no incluye la implementación de transformadores.

i) Cálculo del sistema de puesta a tierra.

Se realizó el respectivo análisis para el nuevo sistema (sistema solar fotovoltaico). Y se verificó la corriente del sistema que era de 43.6A versus la tabla 250-95 (Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos). Y se concluyó que el sistema requiere de un cable #8 AWG para el sistema de puesta a tierra. (Ver tabla 250-95).

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1

Tabla 2. 250-95

Tabla 250-95. Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos

Corriente nominal o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, tubos conduit, etc. (A)	Sección Transversal			
	Alambre de cobre		Alambre de aluminio o de aluminio revestido de cobre *	
	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
15	2,08	14	3,30	12
20	3,30	12	5,25	10
30	5,25	10	8,36	8
40	5,25	10	8,36	8
60	5,25	10	8,36	8
100	8,36	8	13,29	6
200	13,29	6	21,14	4
300	21,14	4	33,62	2
400	26,66	3	42,20	1
500	33,62	2	53,50	1/0
600	42,20	1	67,44	2/0
800	53,50	1/0	85,02	3/0
1.000	67,44	2/0	107,21	4/0
1.200	85,02	3/0	126,67	250 kcmil
1.600	107,21	4/0	177,34	350 kcmil
2.000	126,67	250 kcmil	202,68	400 kcmil
2.500	177,34	350 kcmil	304,02	600 kcmil
3.000	202,68	400 kcmil	304,02	600 kcmil
4.000	253,25	500 kcmil	405,36	800 kcmil
5.000	354,69	700 kcmil	608,04	1.200 kcmil
6.000	405,36	800 kcmil	608,04	1.200 kcmil

* Véanse limitaciones a la instalación en el Artículo [250-92.a](#)).

j) Cálculo económico de conductores

No aplica, sin embargo, se especifica la verificación de conductores donde se resume el calibre y tipo de conductor seleccionado para cada tramo del proyecto, teniendo en cuenta que cumpla todo lo establecido en la NTC 2050 y NEC 2014 y tenga la ampacidad requerida según la tabla 310-16 de la NTC 2050 o su equivalente 310.15(B)(16) en NEC 2014. (Ver Informe Memorias de Cálculo).

k) Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente.

Se verifico la capacidad de corriente de los interruptores forma que garantice la protección de su respectiva acometida, dicha verificación se realizó con una comparación entre el calibre del conductor seleccionado para cada circuito y revisando su correspondencia

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1

conforme a lo establecido en la tabla 310-16 de la NTC 2050 y equivalente en NEC 2014 que compara la capacidad de corriente permisible con el calibre necesario para dicha corriente.

Con lo anterior, se garantiza que las protecciones de sobre corriente no realizaran disparos por calentamiento del conductor, de igual forma se indica la capacidad de los conductores para soportar la corriente de falla asociada teniendo en cuenta el tiempo de despeje de las protecciones en un tiempo estándar (150 ms) y de esta manera garantizar que la acometida no sufrirá daños.

l) Cálculo mecánico de estructura y de elementos de sujeción de equipos.

Se verifico los cálculos de los elementos de sujeción a cubierta del sistema de montaje solar con respecto a la información dada por el fabricante.

m) Cálculo y coordinación de protecciones contra sobre corriente. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A.

Se presentan las curvas obtenidas como resultado de la simulación en el software e-Desing de ABB, se evidencia de forma gráfica el comportamiento termomagnético de las curvas asociadas para los interruptores MCCB de la marca ABB. (Ver ANEXO I C y Carpeta de fichas técnicas y certificados de conformidad de producto).

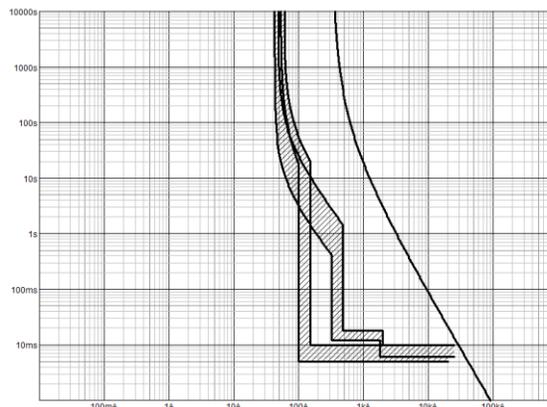


Ilustración 1. Coordinación de protecciones contra sobre corrientes.

n) Cálculos de canalizaciones

El dimensionamiento de las canalizaciones (tubería Conduit IMC), utilizadas para canalizar las acometidas eléctricas se realizó siguiendo las tablas del apéndice C de

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 9 de 27

acuerdo con el calibre del conductor y la sección 318 de la NTC 2050 y su equivalente en NEC 2014.

Tabla 3. Calculo tubería DC

CALCULO TUBERIA DC										
Tipo de Conductor	Diametro max (mm)	Area del Conductor (mm ²)	Número de Conductores	Total de Area (mm ²)	Material de Tuberia	Tamaño Comercial (Plg)	Area Interna Tuberia (mm ²)	Area Disponible (mm ²)	Maximo de conductores	Porcentaje de Ocupación
12 AWG 2000V 90°C SR	6,42	32,4	13	420,8	EMT	1 1/2	1313,6	525,4	16	32,0%

Tabla 4. Calculo tubería AC

CALCULO TUBERIA AC										
Tipo de Conductor	Diametro max (mm)	Area del Conductor (mm ²)	Número de Conductores	Total de Area (mm ²)	Material de Tuberia	Tamaño Comercial (Plg)	Area Interna Tuberia (mm ²)	Area Disponible (mm ²)	Maximo de conductores	Porcentaje de Ocupación
C THHN/THWN-2 Cu 90°C 4 AWG 600V G&O	8,2	52,8	3	158,4	EMT	2	2165,2	866,08	16	7,3%
C THHN/THWN-2 Cu 90°C 8 AWG 600V G&O	5,5	23,8	1	23,8	EMT	2	2165,2	1147,556	48	1,1%

Tabla 5. Calculo bandeja DC

CALCULO BANDEJA DC						
Tipo de Conductor	Diametro max (mm)	Número de Conductores	Ancho de Conductores (mm)	Tamaño de Bandeja	Ancho de Bandeja (mm)	Porcentaje de Ocupación
12 AWG 2000V 90°C SR	6,42	13	83,46	Tipo Malla 54x300	300	27,8%

o) Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.

No aplica, no obstante, teniendo en cuenta la regulación de tensión obtenida para el proyecto (mostrada en el ítem P), no supera lo establecido por la norma, se puede considerar que las perdidas por energía están dentro de los rangos establecidos. (Ver Memorias de Calculo).

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:	
						Revisión No: 1	



EPYS Y CIA S. E N C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 10 de 27

p) Cálculos de regulación.

El cálculo de regulación de las acometidas cumple con lo establecido en la NTC 2050 y NEC 2014. (Ver Memorias de Cálculo).

q) Clasificación de áreas.

No aplica, en este proyecto no hay clasificación de áreas según las normas IEC o NFPA.

r) Elaboración de diagramas unifilares.

El diagrama unifilar correspondiente al proyecto se encuentra en los planos correspondientes.

s) Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.

El diseño eléctrico de este proyecto cuenta con el siguiente juego de planos donde aplica la norma vigente RETIE 2013, NEC 2014 y NTC 2050.

DESCRIPCIÓN
DIAGRAMA UNIFILAR

Tabla 6. Carpetas de archivos

t) Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.

- Todos los elementos utilizados para la construcción del sistema eléctrico deben tener certificado de conformidad RETIE vigente.
- Todas las acometidas en el proyecto, la principal desde la subestación eléctrica existente hasta el tablero agrupador general del proyecto y las parciales desde el tablero agrupador hasta los inversores y módulos fotovoltaicos son en cobre.

u) Establecer las distancias de seguridad requeridas.

La localización de los tableros eléctricos cumple con la normatividad de fácil acceso frontal y la distancia mínima de trabajo conforme RETIE.

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 11 de 27

v) Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.

El diseño de este proyecto no presenta desviación de la norma.



w) Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.

En este proyecto no se aplican estudios adicionales.

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

En el proyecto cuenta con 38 módulos marca JINKO SOLAR de 365Wp los cuales dan una capacidad de generación máxima de 13.87 kWp y con 1 inversor solar de la marca GROWATT de la serie MAC 15KTL3-XL el cual es de 15kWp. se realiza la aclaración que de acuerdo ala hoja de datos del inversor se necesita solo un equipo de comunicación incorporado en el inversor. La estructura de soporte de los paneles marca CHIKO SOLAR diseñada especialmente para ser puesta en cubierta.

2. NORMATIVIDAD APLICABLE

- NEC 2014
- NTC2050
- RETIE
- IEC 62305

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO

3.1. CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR

Los inversores GROWATT cumplen con la norma UL 1741 “Norma para la seguridad: equipos de convertidores, convertidores, controladores y sistemas de interconexión para su uso con recursos de energía distribuida” y la norma IEEE 1547 “la interconexión

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 12 de 27

de recursos distribuidos con sistemas de energía eléctrica” Además, están equipados con una protección interna de disparo para voltaje y frecuencia anormales (de acuerdo con IEEE 1547). Esto significa que se desconecta automáticamente de la red si el voltaje y la corriente exceden los límites establecidos en el manual. También tiene interruptor de detección de falla a tierra (GFDI) de acuerdo con el numeral 690.35 de la NEC.

También están equipados con una función anti-isla específica que una fuente debe desconectarse del sistema en un lapso de dos segundos, como se describe en la norma IEEE 1547.

Ver ficha técnica y manual.

CARACTERÍSTICAS DE CONEXIÓN DEL INVERSOR CON PANELES SOLARES

Las conexiones en DC se realizan directamente entre panel solar e inversor tal como dice el fabricante (Ver ficha técnica de inversor), esta conexión se hace mediante conectores MC4 que vienen en los equipos por lo tanto no se calcula el conductor requerido. Ver diagrama unifilar.

4. DIMENSIONAMIENTO DE CONDUCTORES AC

Se instalará un interruptor automático para todo el arreglo de paneles con inversor conforme con la ecuación 2, se utiliza una protección recomendada de 50 A, el interruptor de protección será instalado en un tablero TFV 01.

Para la selección del interruptor, se toma como referencia lo establecido en la sección 215.3 NEC 2014 en la que se establece que la protección contra sobre corriente no debe ser inferior a la carga no continua, más el 125 % de la carga continua. Conforme con la sección 690.8(A)(3) NEC 2014, la corriente máxima debe ser la corriente nominal permanente de salida del inversor.

$$I_{\text{Protección INV}} = 1,25 * I_{\text{Carga Continua INV}} \quad \text{Ecuación 1}$$

Para la selección del interruptor principal ubicado en el TFV 01 se aplica la misma metodología anterior, con la salvedad de que se realice la sumatoria de potencia de todos los inversores en bus.

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 13 de 27

$$I_{Protección\ principal} = 1,25 * I_{Carga\ Continua} \quad \text{Ecuación 2}$$

Conforme a las ecuaciones anteriores se calculó el valor de la protección para el tablero TFV 01 y de acuerdo con la sección 240.6 se seleccionaron los valores nominales del dispositivo de protección contra sobre corriente:

Tabla 7 (Interruptor ubicado en TFV 01)

PROTECCIONES AC				
Tablero	N° Inversor	Valor nominal [A]	Factor de seguridad (1,25)	Interruptor comercial
TFV	INV1	39,4	49	50
TFV		39,4	49	50

Para circuitos de corriente alterna la caída de tensión depende de la corriente de carga, del factor de potencia y de la impedancia de los conductores.

La NEC 2014 en la nota 2 de la tabla 9 del capítulo 9 establece que: Z Eficaz es definido como $R \cos \theta + X \sin \theta$, donde θ es el ángulo del factor de potencia del circuito. Al multiplicar la corriente por la impedancia eficaz se obtiene una buena aproximación de la caída de tensión de línea a neutro. La impedancia eficaz (Z_e) se puede calcular a partir de los valores de R y XL dados en esta tabla, como sigue:

$$Z_e = R * FP + XL \text{ Sen}[\arcsos(FP)] \quad \text{Ecuación 3}$$

$$Z_{ef} = R \cos \theta + X \sin \theta \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

θ = Angulo del factor de potencia del circuito.

R = Resistencia a corriente alterna de conductor [Ω /km].

X = Reactancia del conductor [Ω /km].

$$X = X_L - X_C$$

X_L = Reactancia inductiva [Ω /km].

X_C = Reactancia capacitiva [Ω /km]

Considerando que las longitudes de los sistemas de distribución de cables de baja tensión son cortas y en las bajas tensiones de operación (menos de 600 V) los efectos capacitivos son despreciables. Consecuentemente se pueden tener en cuenta solamente la resistencia y la reactancia inductiva, se usa entonces la ecuación 4, para los cálculos.

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 14 de 27

Para determinar la caída de tensión debido al conductor se utiliza la ecuación 5 que involucra la impedancia eficaz del conductor, la longitud del conductor y la corriente que circula por este.

$$\Delta V = Z_{ef} * L * I \text{ Ecuación 5}$$

La Regulación de Tensión o Porcentaje de Caída de Tensión se define como se indica en la ecuación 6.

$$\% \text{ Regulacion} = \left[\frac{\Delta V}{V} \right] * 100 \text{ Ecuación 6}$$

Finalmente, el resultado obtenido en el cálculo del Porcentaje de Regulación debe compararse con los valores establecidos por la norma NEC 2014 en la sección 210.19 (A) Nota informativa 4 y la sección 215.2 (A) Nota informativa 2, por lo cual se establece que la regulación cumple con lo instituido en la norma.

Tabla 8 Regulación.

AC INVERSORES																		
Salida	Potencia del sistema en AC	Inom [A]	Nivel de tensión [V]	Calibre Conductor Fase	Conductores en Paralelo por Fase	Capacidad conductor a 60°C [A] (310-16 NTC 2050)	Impedancia eficaz al factor de potencia	FP (Cosφ)	Factor por agrupación	Factor de Temperatura a 34°C	Tipo de Canalización	Capacidad de Corriente (1)	Capacidad de Corriente (2)	Capacidad de Corriente	Conductor [Tierra]	Longitud [m]	%R	Llegada
INV1	15	39,4	220	C THHN/THWN-2 Cu 90°C 4 AWG 600V G&O	1	70	1,02	1	1	0,91	ACERO	49,25	43,30	49,25	1N" 8 AWG	2	0,1%	TFV
AC TFV																		
TFV	15	39,4	220	C THHN/THWN-2 Cu 90°C 4 AWG 600V G&O	1	70	0,66	1	1	0,91	ACERO	49,25	43,30	49,25	1N" 8 AWG	5	0,1%	TD

5. PERDIDAS

Las pérdidas de energía se presentan mayoritariamente por efecto joule. Para determinar las pérdidas de potencia de un tramo de conductor determinado se calcula de la siguiente forma:

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1

$$P = I^2 * R * L \text{ Ecuación 7}$$

P = Perdidas de potencia del tramo en (W)

I = Corriente del tramo (A)

R= Resistencia del conductor (Ω/km)

L= Longitud del tramo (km)

Tabla 9 Perdidas

Salida	Calibre Conductor Fase	Calibre Conductor Tierra	R[ohm/km]	L [km]	I nominal [A]	Perdidas parcial [W]	Perdidas parcial [%]	Perdidas totales [W]	Perdidas totales [%]	Llegada
INV 1	2N° 4 AWG	1N° 4 AWG	0,523	0,002	58,3	3,56	0,03%	3,56	0,03%	TFV
TFV	2N° 4 AWG	1N° 4 AWG	0,523	0,005	58,3	8,89	0,07%	8,89	0,07%	TG4P

6. ANÁLISIS DE RIESGO POR RAYOS

Colombia está situado en una de las zonas de mayor incidencia de rayos en el mundo, por ello cobra vital importancia el realizar una evaluación del nivel de riesgo por descargas atmosféricas para procurar un adecuado sistema de protección a las estructuras y a sus acometidas de servicios.

Para el análisis del nivel de riesgo de acuerdo con la norma IEC 62305, se utiliza el software "IEC risk assessment calculator", y se toma de la NTC 4552-1 Tabla A.6, la densidad promedio de descargas a tierra (DDT) que para la ciudad de Cali es de 1 Descargas/Km²-año.

De acuerdo con la simulación se puede concluir que no se necesita un sistema de protección contra rayos.



Imagen 1 Simulación del riesgo, Evaluación del nivel de riesgo según IEC 62305-2.

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 16 de 27

IEC Risk Assessment Calculator Version 3.0.3
File Options Library Help

Structure's Dimensions:	Conductive Service Lines:	Loss Categories:																																								
Length of structure (m): 6 Width of structure (m): 10 Height of roof plane (m): 5 Height of highest roof protrusion (m)*: 1 <small>* Measured from the ground</small> Equivalent area (m2): 1.247 m2	Power Line: Type of service to the structure: Buried cable Type of external cable: Screened Presence of MV / LV transformer: Transformer Other Overhead Services: Number of conductive services: 0 Type of external cable: Unscreened Other Underground Services: Number of conductive services: 0 Type of external cable: Unscreened	Category 1 - Loss of Human Life: Special hazards to life: Low panic level Life loss due to fire: Other structures Life loss due to overvoltages: No safety critical systems Category 2 - Loss of Essential Services: Services lost due to fire: No service exist Services lost due to overvoltages: No service exist Category 3 - Loss of Cultural Heritage: Cultural heritage lost due to fire: No heritage value Category 4 - Economic Loss: Special economic hazards: No special hazards Economic loss due to fire: Other structures Economic loss due to overvoltage: Other structures Step - touch potential loss factor: Livestock inside Tolerable risk of economic loss: 1 in 10 yrs																																								
Structure's Attributes: Risk of fire or physical damage: Low Structure screening effectiveness: Good Internal wiring type: Unscreened Environmental Influences: Location relative to surroundings: Similar in height Location density (service line density): Suburban Number thunderdays: 20 days/year Equivalent annual flash density: 2.0 flashes/km2 View isokeraunic map: View Map	Protection Measures: LPS type: No protection Fire protection level: No measures Surge protection: Service entrances only																																									
Calculated Risks: <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Tolerable Risk (Rt)</th> <th></th> <th>Direct Strike Risk (Rd)</th> <th>+</th> <th>Indirect Strike Risk (Ri)</th> <th>=</th> <th>Calculated Risk (R)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Loss of Human Life:</td> <td>1.00E-05</td> <td>=></td> <td>2.62E-08</td> <td>+</td> <td>1.22E-08</td> <td>=</td> <td>3.84E-08</td> </tr> <tr> <td>Loss of Essential Services:</td> <td>1.00E-03</td> <td>=></td> <td>0.00E+00</td> <td>+</td> <td>0.00E+00</td> <td>=</td> <td>0.00E+00</td> </tr> <tr> <td>Loss of Cultural Heritage:</td> <td>1.00E-03</td> <td>=></td> <td>0.00E+00</td> <td>+</td> <td>0.00E+00</td> <td>=</td> <td>0.00E+00</td> </tr> <tr> <td>Economic Loss:</td> <td>1.00E-01</td> <td>=></td> <td>2.49E-07</td> <td>+</td> <td>5.06E-06</td> <td>=</td> <td>5.31E-06</td> </tr> </tbody> </table>				Tolerable Risk (Rt)		Direct Strike Risk (Rd)	+	Indirect Strike Risk (Ri)	=	Calculated Risk (R)	Loss of Human Life:	1.00E-05	=>	2.62E-08	+	1.22E-08	=	3.84E-08	Loss of Essential Services:	1.00E-03	=>	0.00E+00	+	0.00E+00	=	0.00E+00	Loss of Cultural Heritage:	1.00E-03	=>	0.00E+00	+	0.00E+00	=	0.00E+00	Economic Loss:	1.00E-01	=>	2.49E-07	+	5.06E-06	=	5.31E-06
	Tolerable Risk (Rt)		Direct Strike Risk (Rd)	+	Indirect Strike Risk (Ri)	=	Calculated Risk (R)																																			
Loss of Human Life:	1.00E-05	=>	2.62E-08	+	1.22E-08	=	3.84E-08																																			
Loss of Essential Services:	1.00E-03	=>	0.00E+00	+	0.00E+00	=	0.00E+00																																			
Loss of Cultural Heritage:	1.00E-03	=>	0.00E+00	+	0.00E+00	=	0.00E+00																																			
Economic Loss:	1.00E-01	=>	2.49E-07	+	5.06E-06	=	5.31E-06																																			



The IEC lightning risk assessment calculator is intended to assist in the analysis of various criteria to determine the risk of loss due to lightning. It is not possible to cover each special design element that may render a structure more or less susceptible to lightning damage. In special cases, personal and economic factors may be very important and should be considered in addition to the assessment obtained by use of this tool. It is intended that this tool be used in conjunction with the written standard IEC62305-2.

7. ANÁLISIS DE RIESGO

La instalación eléctrica supone por su naturaleza un riesgo potencial si no se toman medidas para mitigar y evitar efectos y consecuencias por desconocimientos o descuidos al momento del mantenimiento o manipulación.

Según Art.5.1 "Evaluación del Nivel de Riesgo" del RETIE, se debe tener en cuenta los criterios establecidos en las normas sobre las o portabilidad de la energía eléctrica para seres humanos tomados de la gráfica de la norma NTC 4120, con referente a la IEC60479-2, que detalla las zonas de los efectos de la corriente alterna de 15 Hz a 100 Hz.

Ver anexo matriz de riesgo.

8. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Los conductores fueron seleccionados según la tabla NTC 2050 250-95.



Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 17 de 27

Tabla 250-95. Calibre mínimo de los conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos

Corriente nominal o ajuste máximo del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, tubos conduit, etc. (A)	Sección Transversal			
	Alambre de cobre		Alambre de aluminio o de aluminio revestido de cobre *	
	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
15	2,08	14	3,30	12
20	3,30	12	5,25	10
30	5,25	10	8,36	8
40	5,25	10	8,36	8
60	5,25	10	8,36	8
100	8,36	8	13,29	6
200	13,29	6	21,14	4
300	21,14	4	33,62	2
400	26,66	3	42,20	1
500	33,62	2	53,50	1/0
600	42,20	1	67,44	2/0
800	53,50	1/0	85,02	3/0
1.000	67,44	2/0	107,21	4/0
1.200	85,02	3/0	126,67	250 kcmil
1.600	107,21	4/0	177,34	350 kcmil
2.000	126,67	250 kcmil	202,68	400 kcmil
2.500	177,34	350 kcmil	304,02	600 kcmil
3.000	202,68	400 kcmil	304,02	600 kcmil
4.000	253,25	500 kcmil	405,36	800 kcmil
5.000	354,69	700 kcmil	608,04	1.200 kcmil
6.000	405,36	800 kcmil	608,04	1.200 kcmil

* Véanse limitaciones a la instalación en el Artículo [250-92.a](#)).

Se equipotencializa las estructuras de soporte (Perlines) con cable calibre 12 AWG, los marcos de los paneles y en la caja de conexiones antes de llegar al tablero de conexiones generales en AC.

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 18 de 27

ANEXO

ANÁLISIS DE RIESGO ELÉCTRICO

FACTOR DE RIESGO POR ARCOS ELÉCTRICOS											
POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica se pueden presentar quemaduras eléctricas por malos contacto , cortocircuitos.											
MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar avisos de precaución, tableros bien cerrados y debidamente rotulados.											
RIESGO A EVALUAR:	Electrocución o quemadura		por		Arcos Eléctricos			(al) o (en)		Tableros, cajas de empalme	
	EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO			FUENTE			
					(CAUSA)						
POTENCIAL		x			REAL		FRECUENCIA				
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A	
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa	
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura a Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO	
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO	
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	
Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO		
Evaluador:		JORGE ALFARO FERREIRA		MP:		VL205-7255		FECHA:		10/10/2021	
RETIE: TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos											

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 19 de 27

FACTOR DE RIESGO POR CONTACTO DIRECTO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación primaria en media tensión se pueden presentar electrocución por negligencia de técnicos y por violación de las distancias mínimas de a seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra solidas.

RIESGO A EVALUAR:		Electrocución o quemaduras por		Contacto directo		(al) o (en)		Tableros, cajas de empalme, paneles solares		
		EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE				
POTENCIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	REAL	<input type="checkbox"/>	FRECUENCIA						
				E	D	C	B	A		
			En la imagen de la empresa	No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa		
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes	en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO

Evaluador: JORGE ALFARO FERREIRA **MP:** VL205-7255 **FECHA:** 10/10/2021

RETIE: TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos



Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 20 de 27

FACTOR DE RIESGO POR CONTACTO INDIRECTO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra solidas, hacer mantenimiento preventivo y correctivo.

RIESGO A EVALUAR:	Quemaduras		por		Contacto indirecto		(al) o (en)		Tableros, cajas de empalme, paneles solares	
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO		(CAUSA)		FUENTE			
	POTENCIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	REAL	<input type="checkbox"/>	FRECUENCIA					
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o mas muertes	en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	

Evaluador: JORGE ALFARO FERREIRA **MP:** VL205-7255 **FECHA:** 10/10/2021

RETIE: TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 21 de 27

FACTOR DE RIESGO POR CORTOCIRCUITO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Establecer distancias de seguridad, utilizar elementos de protección personal, instalar puestas a tierra solidas, hacer mantenimiento preventivo y correctivo.

RIESGO A EVALUAR:	Quemaduras	por	Cortocircuitos	(al) o (en)	Tableros, cajas de empalme, paneles solares
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE

POTENCIAL	X		REAL	FRECUENCIA						
	E	D		C	B	A				
En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa	No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa		
C O N S E C U E N C I A S	Una o mas muertes	en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve.	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO

Evaluador: JORGE ALFARO FERREIRA **MP:** VL205-7255 **FECHA:** 10/10/2021

RETIE: TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos



Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 22 de 27

FACTOR DE RIESGO POR RAYOS

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión se puede presentar electrocución por fallas de aislamiento, por falta de conductor de puesta a tierra o quemaduras por inducción al violar distancias de seguridad.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Instalar puestas a tierras solidas, equipotencialización.

RIESGO A EVALUAR:	Quemaduras, Electrocución		por	Rayos		(al) o (en)		Sistema de puesta a tierra, estructura		
	EVENTO O EFECTO			FACTOR DE RIESGO (CAUSA)		FUENTE				
	POTENCIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	REAL	<input type="checkbox"/>	FRECUECIA					
					E	D	C	B	A	
			En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa	
C O N S E C U E N C I A S	Una o mas muertes	en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve.	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
	Evaluator:	JORGE ALFARO FERREIRA		MP:	VL205-7255		FECHA:	10/10/2021		
RETIE: TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos										

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 23 de 27

FACTOR DE RIESGO POR SOBRECARGA

POSIBLES CAUSAS: En las instalaciones eléctricas de media tensión se pueden presentar incendios, daños a equipos, por corrientes nominales superiores de los equipos y conductores, instalaciones que no cumplen con normas técnicas y conexiones flojas.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Usar interruptores automáticos con relés de sobrecarga, dimensionamiento técnico de conductores y equipos

RIESGO A EVALUAR:		Incendio	por	Sobrecarga	(al) o (en)	Conductores, equipos				
		EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO (CAUSA)			FUENTE			
POTENCIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	REAL	<input type="checkbox"/>	FRECUENCIA						
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura. Interrupción	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO	
Evaluator:	JORGE ALFARO FERREIRA		MP:	VL205-7255			FECHA:	10/10/2021		
RETIE: TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos										

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 24 de 27

FACTOR DE RIESGO POR TENSIÓN DE CONTACTO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica de media tensión se pueden presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores y fallas a tierra.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución	por	Tensión de contacto	(al) o (en)	Conductores y equipos
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO		FUENTE
			(CAUSA)		

POTENCIAL	X	REAL	REAL		FRECUENCIA					
					E	D	C	B	A	
En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa	
C O N S E C U E N C I A S	Una o mas muertes	en infraestructura. Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve.	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: JORGE ALFARO FERREIRA **MP:** VL205-7255 **FECHA:** 10/10/2021

RETIE: TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 25 de 27

FACTOR DE RIESGO POR TENSION DE PASO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica interna y externas de baja tensión se pueden presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores y fallas a tierra.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución		por		Tensión de paso		(al) o (en)		Conductores y equipos	
	EVENTO O EFECTO				FACTOR DE RIESGO				FUENTE	
					(CAUSA)					
POTENCIAL	X	REAL		FRECUENCIA						
	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
CONSECUENCIAS	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura Interrupción regional.	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad)	Daños importantes Interrupción breve.	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluador: JORGE ALFARO FERREIRA **MP:** VL205-7255 **FECHA:** 10/10/2021

RETIE: TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos



Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 26 de 27

FACTOR DE RIESGO POR ELECTRICIDAD ESTÁTICA

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica interna y externas de baja tensión se pueden presentar electrocución por falla de aislamiento en conductores y fallas a tierra.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Hacer puestas a tierra de baja resistencia y equipotencializar.

RIESGO A EVALUAR:	Electrocución		por		Electricidad estática		(al) o (en)		equipos	
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO		FUENTE					
			(CAUSA)							
POTENCIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	REAL	<input type="checkbox"/>	FRECUENCIA						
				E	D	C	B	A		
				No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa		
CONSECUENCIAS	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa						
	Una o mas muertes	Daño grave en infraestructura	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad E2)	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Molestia funcional (afecta rendimiento laboral)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO
Evaluador:	JORGE ALFARO FERREIRA		MP:	VL205-7255		FECHA:	10/10/2021			
RETIE: TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos										

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1



EPYS Y CIA S. EN C.A.
INFORME ESPECIAL

Código:
SERV-PR01-F03

Versión:
4

vigencia: 2018/02/21

Página 27 de 27

FACTOR DE RIESGO POR EQUIPO DEFECTUOSO

POSIBLES CAUSAS: En el desarrollo de la instalación eléctrica primaria externa se pueden presentar quemaduras eléctricas por malos contactos, cortocircuitos o contactos con equipos energizados a través de equipos defectuosos.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN: Utilizar guantes dieléctricos de clase clase 2 para media tensión y gafas de protección ultravioleta; además de ropa de dotación hecha a base de algodón. Efectuar mantenimiento a los equipos utilizados.

RIESGO A EVALUAR:	quemaduras	por	Equipo defectuoso	(al) o (en)	equipos
	EVENTO O EFECTO		FACTOR DE RIESGO		FUENTE
	(CAUSA)				

POTENCIAL	<input checked="" type="checkbox"/>	REAL	<input type="checkbox"/>	FRECUENCIA				
------------------	-------------------------------------	-------------	--------------------------	-------------------	--	--	--	--

C O N S E C U E N C I A S	En personas	Económicas	Ambientales	En la imagen de la empresa		E	D	C	B	A
						No ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en el sector	Ha ocurrido en la Empresa	Sucede varias veces al año en la Empresa	Sucede varias veces al mes en la Empresa
	Una o mas muertes	en infraestructur	Contaminación irreparable.	Internacional	5	MEDIO	ALTO	ALTO	ALTO	MUY ALTO
	Incapacidad parcial permanente	Daños mayores, salida de subestación	Contaminación mayor	Nacional	4	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Incapacidad temporal (> 1 día)	Daños severos. Interrupción Temporal	Contaminación localizada	Regional	3	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	ALTO
	Lesión menor (sin incapacidad) E2	Daños importantes Interrupción breve. E2	Efecto menor	Local	2	BAJO	BAJO	MEDIO	MEDIO	MEDIO
	Interrupción funcional (afecta rendimiento)	Daños leves, No Interrupción	Sin efecto	Interna	1	MUY BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MEDIO

Evaluidor: JORGE ALFARO FERREIRA **MP:** VL205-7255 **FECHA:** 10/10/2021

RETIE: TABLA 9.3 Matriz para análisis de riesgos

Elaborado:	J.E Alfaro Director Ingeniería	Revisado:	D. Urbano Ingeniera de Proyectos	Aprobado:	G. NASPIRAN Ingeniero de Proyectos	Fecha:
						Revisión No: 1