

**DISEÑO DE SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO DE 4.4KW DC  
INYECTADO A RED, PARA CASA 54, CONJUNTO PUNTA  
RUITOQUE 2, FLORIDABLANCA, SANTANDER**

**PRESENTA:**



**IASCOL S.A.S**

INGENIERÍA Y ARQUITECTURA SOSTENIBLE DE COLOMBIA

**Ing. Sergio Armando Gamboa Guevara**  
**Sn-205-97735**

*Sergio Gamboa*

**BUCARAMANGA, SEPTIEMBRE 23/09/2023.**

## (A) CUADRO DE CARGAS

CASA 54, PUNTA DE RUITOQUE, ALEJANDRO IDROBO.  
SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO INYECTADO A RED DE 4,25kWdc - 3,9kWac  
CUADRO DE CARGAS EXISTENTE



CIRC.	LUCES			TOMAS			microho nas	BOMBAS	CARGA	LÍNEA (fase)			FP	CARGA	CORR.	COND.	PROT.	OBSERVACIONES				
	Led	Led	LED	Com	GFCI	220V				[1]	[2]	[3]							(VA)	(A)	AWG	(A)
	30	50	100	162	162	500				2000	500	(W)										
TABLERO NORMAL																						
1				6					1.500	1.500		0,90	1666,67	13,89	12	1x20	Tomas Cocina					
2				6					972	972		0,90	1080,00	9,00	12	1x20	Tomas Primer Piso					
3				6					972		972	0,90	1080,00	9,00	12	1x20	Tomas Pirmer piso					
4				6					972		972	0,90	1080	9,00	12	1x20	Tomas Segundo Piso					
5				6					972	972		0,90	1080	9,00	12	1x20	Tomas segundo piso					
6	15								450		450	0,90	500	4,17	12	1x20	Iluminación interior casa Piso 1					
7	15	5							700	700		0,90	778	6,48	12	1x20	Iluminación interior casa Piso 1					
8	15	5							700	700		0,90	778	6,48	12	1x20	Iluminación interior casa Piso 2					
9	15	5							700	700		0,90	778	6,48	12	1x20	Iluminación interior casa Piso 2					
11-13							1		1.500	750	750	0,90	1667	7,58	12	2x20	microhondas					
10-12-14									3.900	1.300	1.300	1.300	0,98	3980	18,09	12	3x20	SISTEMA SOLAR FOTOVOTLAICO				
15				6					972	972		0,90	1080	9,00	12	1x20	Tomas segundo piso					
16				6					972		972	0,90	1080	9,00	12	1x20	Tomas tercer piso					
17				6					972	972		0,90	1080	9,00	12	1x20	Tomas tercer piso					
18-20			7						700	350	350	0,90	778	3,54	12	2x20	Ilumiacion jardines					
19-21			7						700	350	350	0,90	778	3,54	12	2x20	Iluminación jardines					
22-24																	RESERVA					
TN	60	15	14	48			1		17.654	5.666	6.222	5.766	0,92	19.262	53	4	3x50					

## (B) ANÁLISIS COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO

Los DPS “Dispositivos de protección contra sobretensiones” son elementos que poseen una resistencia variable con la tensión aplicada entre sus terminales.

Utilizando esta resistencia variable recortan la onda de tensión cuando supera un límite que puede ser perjudicial para los equipos eléctricos o electrónicos conectados a esa red.

- Uc: Máxima tensión de operación continúa
- MCOV: Es el valor efectivo de la tensión máxima que, por razones de servicio, puede aplicarse en las bornas de conexión del DPS.

El objetivo es encontrar las especificaciones de los DPS para tensión del proyecto solar fotovoltaico de 3.9 kWp DC, compuesto por 9 módulos fotovoltaicos de 490Wpico cada uno y 3 Micro-inversores de cadena GSUN de 1300 Watts monofásicos a 208V.

La máxima tensión presentada por el sistema en DC la da la sumatoria del Voltaje de Circuito Abierto de la conexión en de cada módulo ya que se conectan en paralelo con el inversor. Mirar diagrama unifilar.

$$V_{oc} \text{ por módulo} = 45.65 \text{ V}$$


Ahora para Red en AC del inversor, el equipo seleccionado Inversor GSUN de 1300 Watts monofásicos a 208V Cuenta con su respectiva protección DPS y coordinación de aislamiento interna. Se adjunta ficha técnica de todos los equipos.

### (C) CÁLCULO DE CORTO CIRCUITO

CASA 54, PUNTA DE RUITOQUE, ALEJANDRO IDROBO.

SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO INYECTADO A RED DE 4,25kWdc - 3,9kWac

CALCULO DE CORTOCIRCUITO



IASCOL S.A.S

INGENIERIA Y ARQUITECTURA UNIVERSITARIA DE COLOMBIA

TRANSFORMADOR CONVENCIONAL											
S <sub>N</sub>	225 kVA										
V <sub>L1</sub>	13,20 kV										
V <sub>L2</sub>	208 V										
U <sub>CC</sub>	5,0 %										
P <sub>CU</sub>	599 W										
Intensidad Nominal											
I <sub>N</sub>	1081,73 A										
Resistencia del Transformador											
R <sub>TR</sub>	0,17 mΩ										
Impedancia del Transformador											
Z <sub>TR</sub>	5,55 mΩ										
X <sub>TR</sub>	5,55 mΩ										
CALCULO DE CoCi PARA BORNES BT											
Impedancia Aguas Arriba de bornes de BT											
R	0,17 mΩ										
X	5,55 mΩ										
Z	5,55 mΩ										
I <sub>CC1</sub>	21,640 kA										
CALCULO DE CoCi PARA PUNTO ALIMENTADO POR TRAMO DE CONDUCTOR - (TRAFO-TABLERO NORMAL DE DISTRIBUCIÓN E INVERSORES)											
L	25,00 m										
Calibre	Cu 4/0										
No. Ctos	2,00										
ρ	0,2034 mΩ/m										
Reac	0,1345 mΩ/m										
R <sub>C</sub>	2,5425 mΩ										
X <sub>C</sub>	1,6813 mΩ										
Impedancia Aguas Arriba de la entrada del Tablero distribución e inversores											
R <sub>B</sub>	2,71 mΩ										
X <sub>B</sub>	7,23 mΩ										
Z <sub>B</sub>	7,72 mΩ										
I <sub>CC1</sub>	15,55 kA										
TABLA											
Carga	Distancia (mts)	Calibre AWG/Kcmil	No. Ctos	ρ mΩ/m	Reac mΩ/m	R <sub>C</sub> mΩ	X <sub>C</sub> mΩ	R <sub>B</sub> mΩ	X <sub>B</sub> mΩ	Z <sub>B</sub> mΩ	I <sub>CC1</sub> kA
Tablero Medidor - Tablero Eléctrico Normal	15,00	Cu 4	1	1,02	0,16	15,26	2,36	15,43	7,91	17,34	6,93
Inversor A 1,3kW - Tablero Eléctrico Normal	18,00	Cu 12	1	6,56	0,18	118,11	3,19	118,28	8,74	118,60	1,01

**(D) NIVEL DE RIESGO POR DESCARGAS ATMOSFÉRICAS**

El presente cálculo del nivel de riesgo por descargas atmosféricas para el proyecto de, se realizó siguiendo las directivas, parámetros, y la metodología que presenta y recomienda la norma NTC 4552.

PROYECTO:	SISTEMA SOLAR PV 3,9kWAC, PUNTA RUITOQUE 54		
<b>DIMENSIONES DE LA ESTRUCTURA A PROTEGER</b>			
Largo de la estructura <b>L</b> (m)	9	<	>
Ancho de la estructura <b>W</b> (m)	15	<	>
Altura máxima de la estructura <b>H</b> (m)	10	<	>
Marque si la estructura posee parte sobresaliente.	<input type="checkbox"/>	Ejemplo de dimensiones de estructura	
Altura máxima de la estructura <b>H<sub>p</sub></b> (m)	10	<	>
Densidad de rayos a tierra (Rayos/km <sup>2</sup> -año) <b>DDT</b>	5	<	> <b>DDT</b>
<b>CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO</b>			
Seleccione la localización de la estructura a ser protegida.	Rodeado de objetos o árboles de igual altura		
Ambiente donde están las acometidas de la estructura.	Urbano (entre 10 y 20 m de altura)		
Seleccione el tipo de suelo en el <b>interior</b> de la estructura	Prado, concreto.		
Seleccione el tipo de suelo en el <b>exterior</b> de la estructura	Prado, concreto.		
<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS ACOMETIDAS DE SERVICIOS</b>			
<b>ACOMETIDA DE POTENCIA</b>			
Marque si la estructura a proteger tiene una estructura adyacente de donde proviene la acometida de potencia	<input type="checkbox"/>	Ejemplo de estructura adyacente	
Longitud de la estructura adyacente <b>L<sub>a</sub></b> (m)	0	<	>
Ancho de la estructura adyacente <b>W<sub>a</sub></b> (m)	0	<	>
Altura de la estructura adyacente <b>H<sub>a</sub></b> (m)	0	<	>
Seleccione la localización de la estructura adyacente	Rodeado de objetos o árboles de igual altura o menor		
Seleccione el tipo de acometida	Acometida Subterránea		
Altura de los conductores de potencia desde el nivel de la tierra <b>H<sub>c</sub></b> (m)	0	<	>
Seleccione la localización de la acometida de servicio	Rodeado de objetos o árboles de igual altura o menor		
Ingrese la longitud de la acometida de servicio (m)	35	<	>
Transformador AT/BT en la acometida	Acometida Sin Transformador		
Ingrese la resistividad del suelo <b>p</b> (Ωm)	100	<	>
<b>ACOMETIDA DE COMUNICACIONES</b>			
Marque si la estructura a proteger tiene una estructura adyacente de donde proviene la acometida	<input type="checkbox"/>	Ejemplo de estructura adyacente	
Longitud de la estructura adyacente <b>L<sub>a</sub></b> (m)	0	<	>
Ancho de la estructura adyacente <b>W<sub>a</sub></b> (m)	0	<	>
Altura de la estructura adyacente <b>H<sub>a</sub></b> (m)	0	<	>
Seleccione la localización de la estructura adyacente	Aislado: sin objetos en la vecindad		
Ingrese el número de acometidas de comunicaciones	1	<	>
Seleccione el tipo de acometida	Acometida Subterránea		
Altura de los conductores de comunicaciones desde el nivel de la tierra <b>H<sub>c</sub></b> (m)	0	<	>
Seleccione la localización de esta acometida.	Aislado: sin objetos en la vecindad		
Ingrese la longitud de la acometida de servicio (m)	0	<	>

Segret Gamba

OTRO TIPO DE ACOMETIDA		
Marque si la estructura a proteger tiene una estructura adyacente de donde proviene la acometida de potencia	<input type="checkbox"/>	Ejemplo de estructura adyacente
Longitud de la estructura adyacente $L_a$ (m)	0	<   >
Ancho de la estructura adyacente $W_a$ (m)	0	<   >
Altura de la estructura adyacente $H_a$ (m)	0	<   >
Seleccione la localización de la estructura adyacente	Aislado: sin objetos en la vecindad	
Ingrese el número de acometidas	0	<   >
Seleccione el tipo de acometida	Acometida Subterránea	
Altura de los conductores desde el nivel de la tierra $H_c$ (m)	0	<   >
Seleccione la localización de la acometida de servicio	Aislado: sin objetos en la vecindad	
Ingrese la longitud de la acometida de servicio (m)	0	<   >

ACCIONES PREVENTIVAS FRENTE AL RIESGO POR RAYO		
Medidas tomadas frente a tensiones de paso y contacto.	Sin medidas de protección	<input checked="" type="checkbox"/>
	Aislamiento eléctrico de bajantes expuestas	<input type="checkbox"/>
	Equipotencialización efectiva a nivel del suelo	<input type="checkbox"/>
	Avisos de advertencia	<input checked="" type="checkbox"/>
	Refuerzos estructurales como bajantes o restricciones físicas	<input type="checkbox"/>
Seleccione el nivel de protección de la estructura		
Estructura no protegida		
Seleccione el sistema de protección interno adoptado en el edificio.	Sistema de protección interno coordinado en Nivel III ó IV	
Si la estructura a proteger posee paredes y techos metálicos con un espesor entre 0,1 mm y 0,5 mm marque la casilla.	<input type="checkbox"/>	
Tamaño de la cuadrícula para apantallamientos localizados, distancia entre bajantes o distancia entre columnas si se utiliza un sistema natural $w$ (m).	0	<   >
Tipo de cableado interno	Con pantalla metálica puesta a tierra en ambos extremos	
Marque la casilla si la pantalla del cable esta conectada a la misma barra equipotencial a la cual esta conectado el equipo.	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tipo de canalización	<input checked="" type="radio"/> Metálica puesta a tierra en ambos extremos	
	<input type="radio"/> Metálica no puesta a tierra o en un solo extremo	
	<input type="radio"/> No Metálica	
Ingrese el menor valor de tensión soportable al impulso tipo rayo en voltios, del sistema a proteger (BIL equipos) $U_w$	1200	<   >
Marque la casilla si existe equipotencialización de las estructuras metálicas, sistemas internos, partes conductoras externas, acometidas de servicio y líneas conectadas a la estructura a proteger		
<input checked="" type="checkbox"/>		

EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS	
PÉRDIDAS DE VIDAS HUMANAS	
Seleccione el uso de la estructura.	Industrial, comercial, escuelas, oficinas.
Marque si pueden haber personas expuestas a tensiones de paso y de contacto dentro de la estructura, fuera de la estructura o en ambas ubicaciones.	<input checked="" type="checkbox"/> Dentro de la estructura
	<input checked="" type="checkbox"/> Fuera de la estructura
Pérdidas por sobretensiones en instalaciones con sistemas eléctricos críticos.	Sistemas eléctricos o electrónicos no críticos. E
Seleccione el riesgo por fuego en la estructura.	Mínimo
Seleccione la medida de prevención para reducir las consecuencias por fuego.	
Extintores manuales; instalaciones de alarma manual; hidrantes; compartimientos contra fuego; rutas de evacuación	
Seleccione la situación especial de peligro.	
Nivel bajo de pánico (edificación para menos de 100 personas)	
PÉRDIDA DE SERVICIOS ESCENCIALES	
Seleccione el tipo de servicio público que no se debería perder.	TV, Telecomunicaciones, Suministro de potencia
PÉRDIDA DE HERENCIA CULTURAL IRREEMPLAZABLE	
Seleccione si existe herencia cultural irreemplazable en la edificación.	<input type="checkbox"/>


Los valores consignados y variables seleccionadas en el análisis mostrado a continuación se toman en mediciones en planos de planta y corte de la edificación, además de las características constructivas y de diseño eléctrico del proyecto. En las imágenes a continuación, se muestra dicho análisis:

EVALUACIÓN DE RIESGO DE LA ESTRUCTURA		
PROYECTO:	SOLAR PV 3,9kWAC, PUNTA RUITO	
© Copyright: Seguridad Eléctrica Ltda.		
RIESGO DE PÉRDIDA DE VIDAS HUMANAS	RIESGO DE PÉRDIDA DEL SERVICIO PÚBLICO	RIESGO DE PÉRDIDA DEL PATRIMONIO CULTURAL
R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
1,1002E-07	5,12E-07	0,00E+00
R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
1,0000000E-05	1,00E-03	1,00E-03
R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
OK!!! RIESGO CONTROLADO	OK!!! RIESGO CONTROLADO	OK!!! RIESGO CONTROLADO
CONTROL DEL RIESGO		

*Segor Carbon*

En conclusión, según los cálculos realizados para identificar el nivel del riesgo eléctrico por descargas atmosféricas, no es necesario realizar la construcción de un sistema de apantallamiento fundamentado por punta captadora de pararrayos, anillo superior ni inferior con equipotencialización, debido a principalmente la altura del emplazamiento, y también las condiciones ambientales del mismo. Así mismo, el nivel freático o densidad de rayos a tierra del lugar es muy baja. Por tal motivo, Se protegerán los equipos con un sistema adecuado de puesta a tierra, así como de dispositivos de protección contra sobretensiones.

## (E) MATRIZ ANÁLISIS NIVEL RIESGO ELÉCTRICO

		MATRIZ PARA ANÁLISIS DE RIESGOS ELÉCTRICOS					
Proyecto: SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO 4,25KW DC - PUNTA RUITOQUE CASA 54							
AREAS DE RIESGO	PELIGRO	RIESGOS		GRADO DE PELIGRO			ACCIONES
		FISICOS	MATERIAL	BAJO	MEDIO	ALTO	PREVENTIVAS
CUARTOS ELÉCTRICOS Y SUBESTACIÓN	ARCOS ELECTRICOS	QUEMADURAS	DAÑOS DE LAS ESTRUCTURA, DAÑOS EN LA INFRAESTRUCTURA ELECTRICA			X	MANIOBRA DE LA INSTALACION POR PERSONAL CALIFICADO, DEMARCAR AREAS DE TABLERO Y EQUIPOS ELECTRICOS, RESPETAR DISTANCIAS DE SEGURIDAD, ESTABLECER UN PROGARAMA PERIODICO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y DE LAS INSTALACION.
CUARTOS ELÉCTRICOS, SUBESTACIÓN,	CONTACTO DIRECTO	FIBRILACION VENTRICULAR, MURTE POR ASFIXIA O PARO CARDIACO	DAÑOS DE LAS ESTRUCTURA, DAÑOS EN LA INFRAESTRUCTURA ELECTRICA		X		MANIOBRA DE LA INSTALACION POR PERSONAL CALIFICADO, DEMARCAR AREAS DE TABLERO Y EQUIPOS ELECTRICOS, RESPETAR DISTANCIAS DE SEGURIDAD, ESTABLECER UN PROGARAMA PERIODICO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y DE LAS INSTALACION.
CUARTOS ELÉCTRICOS, SUBESTACIÓN	CORTOCIRCUITO	FIBRILACION VENTRICULAR, MURTE POR ASFIXIA O PARO CARDIACO	DAÑOS DE LAS ESTRUCTURA, DAÑOS EN LA INFRAESTRUCTURA ELECTRICA, PERDIDA DE AISLAMIENTO DE CONDUCTORES. DAÑO EN LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION ELECTRICA		X		MANIOBRA DE LA INSTALACION POR PERSONAL CALIFICADO, DEMARCAR AREAS DE TABLERO Y EQUIPOS ELECTRICOS, RESPETAR DISTANCIAS DE SEGURIDAD, ESTABLECER UN PROGARAMA PERIODICO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y DE LAS INSTALACION.
CUARTOS ELÉCTRICOS, SUBESTACIÓN	RAYOS	FIBRILACION VENTRICULAR, MURTE POR ASFIXIA O PARO CARDIACO	DAÑOS DE LAS ESTRUCTURA, DAÑOS EN LA INFRAESTRUCTURA ELECTRICA, PERDIDA DE AISLAMIENTO DE CONDUCTORES. DAÑO EN LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION ELECTRICA			X	MANIOBRA DE LA INSTALACION POR PERSONAL CALIFICADO, DEMARCAR AREAS DE TABLERO Y EQUIPOS ELECTRICOS, RESPETAR DISTANCIAS DE SEGURIDAD, ESTABLECER UN PROGARAMA PERIODICO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y DE LAS INSTALACION.
CUARTOS ELÉCTRICOS, SUBESTACIÓN	SOBRECARGA	FIBRILACION VENTRICULAR, MURTE POR ASFIXIA O PARO CARDIACO	DAÑOS DE LAS ESTRUCTURA, DAÑOS EN LA INFRAESTRUCTURA ELECTRICA, PERDIDA DE AISLAMIENTO DE CONDUCTORES. DAÑO EN LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION ELECTRICA		X		PROTECCION EXTERNA CONTRA RAYO, MALLA DE PUESTA A TIERRA, EQUIPOTENCIALIZACION DE LOS BAJANTES DE TIERRA, ESTABLECER UN PROGARAMA PERIODICO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y DE LAS INSTALACION.
CUARTOS ELÉCTRICOS, SUBESTACIÓN	TENSION DE CONTACTO	FIBRILACION VENTRICULAR, MURTE POR ASFIXIA O PARO CARDIACO	DAÑOS DE LAS ESTRUCTURA, DAÑOS EN LA INFRAESTRUCTURA ELECTRICA, PERDIDA DE AISLAMIENTO DE CONDUCTORES. DAÑO EN LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION ELECTRICA		X		PROTECCION EXTERNA CONTRA RAYO, MALLA DE PUESTA A TIERRA, EQUIPOTENCIALIZACION DE LOS BAJANTES DE TIERRA, ESTABLECER UN PROGARAMA PERIODICO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y DE LAS INSTALACION.
CUARTOS ELÉCTRICOS, SUBESTACIÓN	TENSION DE PASO	FIBRILACION VENTRICULAR, MURTE POR ASFIXIA O PARO CARDIACO	DAÑOS DE LAS ESTRUCTURA, DAÑOS EN LA INFRAESTRUCTURA ELECTRICA, PERDIDA DE AISLAMIENTO DE CONDUCTORES. DAÑO EN LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCION ELECTRICA		X		PROTECCION EXTERNA CONTRA RAYO, MALLA DE PUESTA A TIERRA, EQUIPOTENCIALIZACION DE LOS BAJANTES DE TIERRA, ESTABLECER UN PROGARAMA PERIODICO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y DE LAS INSTALACION.

## (F) NIVEL DE TENSIÓN REQUERIDO

CASA 54, PUNTA DE RUITOQUE, ALEJANDRO IDROBO.

SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO INYECTADO A RED DE 4,25kWdc - 3,9kWac

NIVEL DE TENSIÓN REQUERIDO AC - DC



La tensión actual de las instalaciones eléctricas de uso final en baja tensión existentes es de 2080V-120V a plena carga, y la mayoría de equipos y cargas trabajan a una tensión de 208-120 V. Adicionalmente, la tensión en DC generada por la cadena en serie conformada por 9 módulos fotovoltaicos. A continuación se mencionan los porcentajes de requerimiento de tensión para los diferentes equipos y cargas del proyecto.

### CARGAS ALIMENTADAS 220-120V AC

TIPO DE CARGA	220V	120V	% CARGA
ILUMINACIÓN	NO	SI	30,00%
TOMACORRIENTES	SI	SI	35,00%
TOMAS A 208V	SI	NO	35,00%
			100%

### TENSIÓN EN DC (SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO)

DESCRIPCIÓN	Voc	Vmpp	Cantida de módulos (und)	Conexión en Paralelo	Conexión en Serie	Voc Total	Vmpp total
MODULO FOTOVOLTAICO DE 450Wp	45,65	38,02	9	9	0	45,65	38,02

Nota: validar con diagrama unifilar. La tensión total de trabajo de salida desde los módulos fotovoltaicos hasta el inversor es de 45,62 Voltios.

## (G) CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

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.



#### 14.3 VALORES LÍMITES DE EXPOSICIÓN A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Para el caso de las instalaciones objeto de este reglamento, las personas que por sus actividades están expuestas a campos electromagnéticos o el público en general, no debe ser sometido a campos que superen los valores establecidos en la Tabla 14.1.

TIPO DE EXPOSICIÓN	INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO(kV/m)	DENSIDAD DE FLUJO MAGNÉTICO (μT)
Exposición ocupacional en un día de trabajo de ocho horas.	8,3	1000
Exposición del público en general hasta ocho horas continuas	4,16	200

**Tabla 14.1 Valores límites de exposición a campos electromagnéticos.**

*Nota: La población expuesta ocupacionalmente consiste de adultos que generalmente están expuestos a campos electromagnéticos bajo condiciones conocidas y que son entrenados para estar conscientes del riesgo potencial y para tomar las protecciones adecuadas. En contraste, el público en general comprende individuos de todas las edades y de estados de salud variables, y puede incluir grupos o individuos particularmente susceptibles. En muchos casos no están conscientes de sus exposición a los CEM."*

#### 14.4 CÁLCULO Y MEDICIÓN DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Los diseños de líneas o subestaciones de tensión superior a 57,5 kV, en zonas donde se tengan en las cercanías edificaciones ya construidas, deben incluir un análisis del campo electromagnético en los lugares donde se vaya a tener la presencia de personas.

Los diseños de edificaciones aledañas a las zonas de servidumbre, deben incluir memorias de cálculo de campos electromagnéticos que se puedan presentar en cada piso. Para este efecto, el propietario u operador de la línea o subestación debe entregar al diseñador o al propietario del proyecto los máximos valores de tensión y corriente. La medición siempre debe hacerse a un metro de altura del piso donde esté ubicada la persona (lugar de trabajo) o domicilio.

En el caso de líneas de transmisión el campo electromagnético se debe medir en la zona de servidumbre en sentido transversal al eje de la misma; el valor de exposición al público en general se tomará como el máximo que se registre en el límite exterior de la zona de servidumbre.

Para redes de distribución y uso final, el valor de exposición al público debe medirse a partir de las distancias de seguridad, donde se tenga la posibilidad de permanencia prolongada de personas (hasta 8 horas) o en zonas de amplia circulación del público.

Nota: "Del capítulo 14, se deduce que el cálculo y medición de campos electromagnéticos, aplica para los diseños de líneas o subestaciones de tensión superior a 57.5 kV. En este caso, el diseño vigente se encuentra en un nivel de tensión 13200/220-120 Voltios respectivamente en media y baja tensión, por lo que no aplica el cálculo y medición de los campos electromagnéticos

Segret Carbon.

## (H) CÁLCULO DEMANDA MAXIMA EXISTENTE

CASA 54, PUNTA DE RUITOQUE, ALEJANDRO IDROBO.

SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO INYECTADO A RED DE 4,25kWdc - 3,9kWac

CALCULO DE DEMANDA MÁXIMA TABLERO NORMAL - BAJA TENSIÓN 220-120V



Estrato socioeconómico

RESIDENCIAL EN BAJA  
TENSIÓN

Factor de potencia = 0.92

### CALCULO DEMANDA MÁXIMA TRANSFORMADOR

USUARIO	Demanda Máxima				
	CARGA	Factor	DEMANDA	CARGA	
	INST	Demanda	INICIAL	Cant	DIVERSIF
	(KVA)	%	KVA		KVA
CARGAS A 220V					
TABLERO NORMAL	19,26	60%	11,56	1	11,56
TOTAL	19,26	60%	11,56	1	11,56

**Nota: No aplica cálculo de transformadores por que el proyecto es por Baja tensión, Demanda máxima de 12kVA Baja tensión a 220V.**

Segret Garbaca

## (I) CÁLCULO SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

CALCULO DE LA MALLA DE PUESTA A TIERRA		
PROYECTO:	SOLAR FOTOVOLTAICO INYECTADO A RED 4,25kWdc PUNTA RUITOQUE CASA 54	CLIENTE: ALEJANDRO IDROBO
La presente memoria de cálculo expone los parámetros específicos que permitieron caracterizar la topología y los componentes del sistema de puesta a tierra del sistema eléctrico del proyecto SOLAR FOTOVOLTAICO CASA 54 PUNTA RUITOQUE. Se incluyen los requisitos establecidos en el RETIE y la metodología para el diseño de sistemas de puesta a tierra del IEEE Std 80-2000.		
DATOS DEL ALIMENTADOR		
Potencia [kVA]	225	
Nivel de tensión primario [V]	13200	
Circuito	36503	
Corriente de Falla [A]	1400	
Tiempo de despeje de la falla [s]	0,2	
DATOS DEL TERRENO		
Resistividad del Terreno [Ω-m]	25	
Resistividad superficial [Ω-m]	10000	Concreto
Espesor de la capa de material superficial [m]	0,20	
DATOS DE LA MALLA		
Largo de la malla [m] Lx	1	
Ancho de la malla [m] Ly	1	
No. Hilos transversales M	1	
No. Hilos longitudinales N	1	
Área de la malla [m²]	1	
Espaciamiento transversal entre conductores en paralelo, D1 [m]	1	
Espaciamiento longitudinal entre conductores en paralelo, D2 [m]	1	
Longitud de los conductores Lc	3	
Longitud perimetral de la malla Lp	3	
na	2	
nb	0,866025404	
Factor geometrico n	1,732050808	
Factor de espaciamiento de los conductores en paralelo D	2	
Conductor de la malla	Cu 8	
Profundidad de enterramiento, h [m]	0,6	
Diámetro conductor, d [m]	0,045	
Longitud varilla puesta a tierra [m]	2,4	
Número de varillas de puesta a tierra	1	
Longitud Contrapeso		
Longitud Total de la malla	4,76	
FACTORES GEOMETRICOS		
kii	1	Para Mallas con varillas perimetrales
Kh	1,26	$K_h = \sqrt{1 + h/h_o}$
Km	0,48	$K_m = \frac{1}{2\pi} \left[ \ln \left( \frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8Ld} \right) - \frac{h}{4d} \right] + \frac{K_{ii}}{K_h} \ln \frac{8}{\pi(2n-1)}$
ki	0,95	$K_i = 0.656 + 0.172 n$
Ks	0,36	$K_s = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D} (1-0.5^{n-2}) \right]$
RESISTENCIA DE LA MALLA		
Resistencia de puesta a tierra Rg [Ω]	12,36	
Elevación de tensión de la red GPR (V)	17303,98	$R_g = \rho \left[ \frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20A}} \left( 1 + \frac{1}{1+h\sqrt{20/A}} \right) \right]$
TENSIONES MALLA Y DE PASO		
Tensión de la malla Em [V]	3381,45	$E_m = \rho K_m K_i I_G / L$
Tensión de paso Es [V]	2491,41	$E_s = \frac{\rho I_G K_i K_i}{L}$
LÍMITES TOLERABLES (Calculados para una persona de 50kg)		
Tensión de paso máx [V]	12971,05	$E_{step50} = (1000 + 6C_s(h_s, K) \rho_s) 0.116 / \sqrt{t_s}$
Tensión de toque máx [V]	3437,3	$E_{touch50} = (1000 + 1.5C_s(h_s, K) \rho_s) 0.116 / \sqrt{t_s}$
RESULTADOS		
Em<Tensión de toque Tolerable	MALLA APROPIADA	DISEÑO OK
Es<Tensión de paso Tolerable	MALLA APROPIADA	DISEÑO OK

Segret Carbon

## (J) CÁLCULO ECONÓMICO DE CONDUCTORES

CASA 54, PUNTA DE RUITOQUE, ALEJANDRO IDROBO.

SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO INYECTADO A RED DE 4,25kWdc - 3,9kWac

CALCULO ECONOMICO DE CONDUCTORES



TRAMO	L (m)			DEMANDA (KVA)	CTE. (A)	Prot (A)	COND. (THW)	Cond/fase	Resist Ω/Km	F.P	Pérdidas H. Pico	Pérdidas Total día	Valor kWh	Costos pérdidas			
	Vert	Hor	Total											Día	mes	factor de variación positiva	TOTAL MES
											W-H	W-H	\$/kWh	\$	\$		\$
ACOMETIDA GENERAL 13.2 Kv																	
APOYO MT A TRAF0 225KVA	15	35	50	225	17,05	5-K	Cu 2	1	0,6234	0,90	27,17	24,36	800	19,49	506,7	1,1	559
ACOMETIDA GENERAL 220V																	
TGBT - TMEDIDA CASA 54 PUNTA RUITOQUE	25	65	90	12	54,55	3x50	Cu 4	1	1,0171	0,92	817,04	732,69	800	586,15	15240,0	1,1	16765
INVERSOR 1,3KW - TABLERO NORMAL DE CASA 54 PUNTA DE RUITOQUE	6	12	18	2	7,27	3x20	Cu 10	1	3,937	0,92	11,24	9,61	350	3,36	87,5	1,1	97

## (K) CÁLCULO VERIFICACIÓN DE CONDUCTORES

CASA 54, PUNTA DE RUITOQUE, ALEJANDRO IDROBO.

SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO INYECTADO A RED DE 4,25kWdc - 3,9kWac

CALCULO DE VERIFICACIÓN DE CONDUCTORES



REGULACION													
TRAMO	DISTANCIA (M)	DEMANDA (KVA)	MOMENTO (KVA *m)	FASES	KG	K			CORRIENTE (A)	PROTECCIÓN (A)	ctos.	Conductor (THW)	DUCTO
							PARCIAL	TOTAL					
ACOMETIDA GENERAL A 220V AC													
Tablero Medidor - Tablero Eléctrico Normal	15	11,56	173,36	3	89,279	1,84E-03	0,32	2,65	30,3	3x50	1	Cu 4	2"PVC EMBEBIDO
Inversor A 1,3kW - Tablero Eléctrico Normal	18	1,63	29,25	2	532,18	1,10E-02	0,724	2,12	7,4	2x20	1	Cu 12	CORAZA METÁLICA 3/4"
Inversor B 1,3kW - Tablero Eléctrico Normal	22	1,63	35,75	2	532,18	1,10E-02	0,884	2,28	7,4	2x20	1	Cu 12	CORAZA METÁLICA 3/4"
Inversor C 1,3kW - Tablero Eléctrico Normal	20	1,63	32,50	2	532,18	1,10E-02	0,804	2,20	7,4	2x20	1	Cu 12	CORAZA METÁLICA 3/4"
RED EN DC DESDE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS HASTA INVERSORES													
3 Módulos Fotovoltaicos - Inversor A	6	1,47	8,82	1	337,154	3,74E-02	1,4	1,40	15,5	1x20	1	Cu 10	CORAZA METÁLICA 3/4"
3 Módulos Fotovoltaicos - Inversor B	9	1,47	13,23	1	337,154	3,74E-02	2,101	2,10	15,5	1x20	1	Cu 10	CORAZA METÁLICA 3/4"
3 Módulos Fotovoltaicos - Inversor C	7	1,47	10,29	1	337,154	3,74E-02	1,634	1,63	15,5	1x20	1	Cu 10	CORAZA METÁLICA 3/4"

**(N) CÁLCULO VOLUMENES DE CERRAMIENTO****CASA 54, PUNTA DE RUITOQUE, ALEJANDRO IDROBO.****SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO INYECTADO A RED DE 4,25kWdc - 3,9kWac****CALCULO VOLUMEN CERRAMIENTOS**

Se muestra el calculo tipo del volumen de los ductos que hacen parte del sistema solar fotovoltaico del proyecto, redes en DC la conexión de los 9 paneles hasta cada inversor y desde el inversor la red en AC, hasta el tablero normal y el tablero normal eléctrico de la casa.

**LLENADO DE DUCTOS PROYECTADOS RED EN DC SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO**

para sacar una punta positivo y una negativo tal y como se muestra en el diarama de conexión anexo. Por lo tanto, la salida en dc de los módulos, va en un circuito en DC en cable Cu solar numero 10 xlpe, transportando un maximo de corriente de corcto circuito de 13,57A y 45V de circuito abierto.

**Red Cu solar xlpe en DC compuesta por (1#8(+)) mas 1#8(-) + 1 tierra #12 thhn awg desde paneles solares**

Coraza metalica de 3/4"

en total son 2 cables numero 10 mas 1 cable #12 desnudo de tierra por coraza metalica de 3/4"

**Área transversal tubería**

CORAZA METALICA 3/4" = 25.4mm --> Área Transversal = 760 mm<sup>2</sup>

**Área Transversal Cableado**

Área Cu 8 = 90.27 mm<sup>2</sup>

Área Cu 12 = 24,5 mm<sup>2</sup>

*Cantidad de cables para Coraza metálica 1"*

Cu 8=2, Cu 12 = 1

Volumen de ocupación = (2\*90,7)+(24,5) = 205,9 mm<sup>2</sup>, el 40% de la coraza de 3/4" = 304mm<sup>2</sup>, Cumple.

**Red Cu THHN AWG 3#12+1#12 compuesta por 3#12awg + 1 tierra #12 thhn awg desde cada inversor hasta**

Coraza metalica de 3/4"

en total son 2 cables numero 10 mas 1 cable #12 desnudo de tierra por coraza metalica de 3/4"

**Área transversal tubería**

CORAZA METALICA 3/4" = 25.4mm --> Área Transversal = 760 mm<sup>2</sup>

**Área Transversal Cableado**

Área Cu 12 = 24,5 mm<sup>2</sup>

Área Cu 12 = 24,5 mm<sup>2</sup>

*Cantidad de cables para Coraza metálica 1"*

Cu 12 = 4

Volumen de ocupación = (4x24,5) = 98 mm<sup>2</sup>, el 40% de la coraza de 3/4" = 304mm<sup>2</sup>, Cumple.

Total Consumo	29.646	W-H
Total Pérdidas Energía	161	W-H
% Pérdidas de Energía	<b>0,54%</b>	<b>&lt; 2.7%</b>
Consumo en hora pico	1.800	W-H
Pérdidas energía H. Pico	14	W-H
% Pérdidas de Potencia	<b>0,76%</b>	<b>&lt; 4.9%</b>

**(P) REGULACIÓN DE TENSIÓN**

CASA 54, PUNTA DE RUITOQUE, ALEJANDRO IDROBO.

SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO INYECTADO A RED DE 4,25kWdc - 3,9kWac

REGULACIÓN DE TENSIÓN



TRAMO	DISTANCIA (M)	DEMANDA (KVA)	MOMENTO (KVA*m)	FASES	KG	K	REGULACION		CORRIENTE (A)	PROTECCIÓN (A)	ctos.	Conductor (THW)	DUCTO
							PARCIAL	TOTAL					

**ACOMETIDA GENERAL A 220V AC**

Tablero Medidor - Tablero Eléctrico Normal	15	11,56	173,36	3	89,279	1,84E-03	0,32	2,65	30,3	3x50	1	Cu 4	2" PVC EMBEBIDO
Inversor A 1,3kW - Tablero Eléctrico Normal	18	1,63	29,25	2	532,18	1,10E-02	0,724	2,12	7,4	2x20	1	Cu 12	CORAZA METÁLICA 3/4"
Inversor B 1,3kW - Tablero Eléctrico Normal	22	1,63	35,75	2	532,18	1,10E-02	0,884	2,28	7,4	2x20	1	Cu 12	CORAZA METÁLICA 3/4"
Inversor C 1,3kW - Tablero Eléctrico Normal	20	1,63	32,50	2	532,18	1,10E-02	0,804	2,20	7,4	2x20	1	Cu 12	CORAZA METÁLICA 3/4"

**RED EN DC DESDE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS HASTA INVERSORES**

3 Módulos Fotovoltaicos - Inversor A	6	1,47	8,82	1	337,154	3,74E-02	1,4	1,40	15,5	1x20	1	Cu 10	CORAZA METÁLICA 3/4"
3 Módulos Fotovoltaicos - Inversor B	9	1,47	13,23	1	337,154	3,74E-02	2,101	2,10	15,5	1x20	1	Cu 10	CORAZA METÁLICA 3/4"
3 Módulos Fotovoltaicos - Inversor C	7	1,47	10,29	1	337,154	3,74E-02	1,634	1,63	15,5	1x20	1	Cu 10	CORAZA METÁLICA 3/4"

**(T) ESPECIFICACIONES TÉCNICAS****Materiales**

Los materiales suministrados por el Contratista deberán ser de primera calidad, libres de defectos e imperfecciones, deberán cumplir con lo establecido en las normas ICONTEC y tener homologación RETIE.

**Mano de obra, herramienta y maquinaria**

En todos los casos se utilizará mano de obra especializada, herramienta y maquinaria adecuadas para todos los trabajos a ejecutar.

**Seguridad**

Todos los trabajadores deberán estar afiliados al sistema de seguridad social (PENSION, EPS y ARL), cumplir con las normas de seguridad propias de los trabajos a ejecutar y además observar las normas internas del proyecto.

**Personal de la obra**

Para el manejo y desarrollo de los trabajos se contará con un ingeniero residente de obra de profesión Electricista y un supervisor de obra de tiempo completo. Todo el personal para la obra deberá contar con las certificaciones, permisos de altura y demás requisitos que la legislación laboral y proyecto exijan.

### Cajas de salida y empalme

Serán PVC con perforaciones construidas de fábrica, excepto para las instalaciones del sistema de detección de incendio las cuáles serán cajas cuadradas en chapa metálica tipo pesado con tratamiento final en cincado electrolítico troqueladas y embutidas, no se aceptaran dobladas y soldadas.

### Conductores

El proyecto contempla la utilización de conductores de **cobre** para las acometidas desde el inversor hasta el tablero principal. Por esta razón se debe tener especial cuidado con los elementos de conexión (bornes, barraje, platinas, etc.) para prevenir cualquier conexión insegura para el proyecto.

La utilización de los conductores será de la siguiente manera:

Uso	Tipo de conductor
Red DC	Cable cobre solar 10mm2 XLPE .
Red AC	Cable Cu aislamiento THHN #12 o #10 y Cable Cu desnudo #12 para continuidad de tierra

En las instalaciones a tensión de 220v se tendrá en cuenta el siguiente código de colores:

- \* Conductor de fase o retorno : Rojo, Azul, Amarillo
- \* Conductor de neutro : Blanco
- \* Conductor continuidad de tierra : Verde o sin aislamiento.

Los colores de neutro y tierra son mandatorios. En caso de difícil consecución en el mercado, solo se podrá variar el color del conductor de fases previa aprobación de la interventoría de la obra, pero se deberán identificar (pintar o adicionar cinta de color en las puntas de conexión) de acuerdo con el respectivo conductor de fase.

En todas las cajas deben dejarse por lo menos 20 centímetros para las conexiones de los aparatos correspondientes, con doble capa como mínimo de cinta aislante de plástico.

En ningún caso se pueden dejar empalmes dentro de la tubería conduit. Si es necesario efectuar un empalme, este se debe realizar dentro de una caja de paso y se cubrirá con suficiente cinta aislante para su protección.

### Ductería

Las tuberías a utilizar principalmente en el proyecto son PVC para canalización en intemperie e IMC para cableado eléctrico.



En las tuberías PVC se utilizarán los siguientes adaptadores:

Adaptadores de cajas tipo campana en todos los extremos que lleguen a cajas de salida.  
En tubería de 2" de diámetro o mayor se utilizarán terminales tipo campana en cajas de inspección y terminales con tuerca y contratuerca en cajas metálicas.

El valor unitario de cada ítem incluye todos los accesorios requeridos para las instalaciones de la tubería, como curvas, limpiadoras, pegantes, sellantes, etc. Los accesorios como curvas a utilizar serán de fábrica.

### **Conexiones**

Las conexiones entre conductores de Aluminio y barrajes ó conectores deberán ser revisados su compatibilidad para evitar puntos calientes en las instalaciones.

Todas las conexiones deberán hacerse en una caja de inspección y no debe quedar dentro de la canalización, deben hacerse con los conectores apropiados ó en su defecto se deberán soldar mediante estaño y recubrir con cinta aislante de tal manera que se garantice su protección eléctrica y mecánica.

### **Identificación de tablero y cajas de conexión/paso**

La identificación de los tableros de distribución redes eléctricas, cajas de conexión o de paso, se identificarán con acrílico, indicando el nombre del tablero y tipo de red que distribuye.

Para los tableros eléctricos, se identificarán con placas en acrílico los diferentes circuitos en cada uno de ellos. Se deberán prever como identificaciones entre otras las siguientes:

- Bajante de media tensión
- Cámaras de media tensión
- Transferencia y las protecciones localizadas en el tablero de baja tensión.
- Tableros de medidores
- Circuitos en los tableros de protección.

Para las redes de acometida a tableros de medidores deberán identificarse como conductores de **COBRE**, para asegurarse que cualquier manipulación futura sea de acuerdo con el material de los conductores. Así mismo el instalador deberá asegurarse de comunicar a los usuarios de apartamentos, de la condición especial de la acometida a fin de evitar manipulaciones por parte de personal sin el conocimiento necesario.

### **Revisiones y pruebas eléctricas.**

Sé deberán realizar las siguientes pruebas y verificación de las siguientes características.

- Voltaje

- Corriente
- Impedancia de puesta a tierra.
- Aislamiento
- Identificación de pares.
- Aislamiento de pares
- Continuidad de conductores
- Verificación de circuitos de tableros
- Accionamiento de interruptores
- Polaridad de salidas

### **Documentación del proyecto**

Deben ser incluidos en los costos de los trabajos, la actualización de los planos y dibujos, así como la entrega de la siguiente documentación:

- Planos record de la obra (Impresos en tamaño pliego y digitales en AUTOCAD V2007 ó superior)
- Protocolo de los equipos
- Cartas de garantías de los equipos

### **ESPECIFICACIONES TECNICAS PARTICULARES**

#### **Red de Cu encauchetado solar 6mm<sup>2</sup> para red DC**

Cableado de Cu solar 6mm<sup>2</sup> para red en DC de los paneles al inversor.

- Cable Cu solar 6mm<sup>2</sup> rojo y negro (+ y -)
- Accesorios de montaje, identificación y conexión.



#### **Red de Cu THHN AWG 2#12 + 1#12t para red AC**

Cableado de Cu THHN 2#12 para red en AC del inversor al tablero principal.

- Cable Cu THHN #12
- Accesorios de montaje, identificación y conexión.



### **Panel fotovoltaico de 490 W monocristalino.**

Suministro, transporte e instalación de paneles fotovoltaicos para generación de energía eléctrica en escuelas.

- Panel fotovoltaico de 490 W.Monoper
- Accesorios de montaje, identificación y conexión.



### **MicroInversor GSUN1300W de cadena para inyección a red de 1.3kW.**

Suministro, transporte e instalación de inversor de 1.3kW de potencia para la conversión de corriente continua de los paneles para conectarse en el tablero principal.

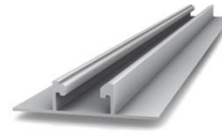
- Inversor GSUN de 1.3kW.
- Accesorios de montaje, identificación y conexión.



### **Estructura de montaje en aluminio para módulos fotovoltaicos.**

Suministro, transporte e instalación de estructura en aluminio para montaje de paneles fotovoltaicos en teja de eternit.

- Estructura en aluminio Zeta
- Estructura en aluminio Omega
- Accesorios de montaje, identificación y conexión.



### **Tablero bifásico de 18 puestos.**

Tablero monofásico para protección y distribución de los circuitos de iluminación y tomacorriente de las zonas comunes, salones y pasillos, conformado por:

- Un (1) Tablero SD monofásico sin espacio para totalizador de 18 puestos.
- Seis (6) interruptores automáticos enchúfales mono polares de 15A, 110V, 10kA.
- Accesorios de montaje, identificación y conexionado.



### **Coraza metálica de 3/4" para acometida desde módulos fotovoltaicos hasta inversores, y de inversores a tableros**

Coraza metálica de 3/4" para transportar el cableado.

- Coraza metálica de 3/4"
- Conector recto de 3/4"
- Accesorios de montaje, identificación y conexionado.



## (U) DISTANCIAS DE SEGURIDAD

**CASA 54, PUNTA DE RUITOQUE, ALEJANDRO IDROBO.**

**SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO INYECTADO A RED DE 4,25kWdc - 3,9kWac**

### DISTANCIAS DE SEGURIDAD



#### EN BAJA TENSIÓN.

Se hace la aclaración que al interior de la casa 54, conjunto punta ruitoque, Floridablanca, no va haber componentes de la red en media y baja tensión energizados expuestos al acceso de las personas.

Adicionalmente, la red de media tensión y baja tensión están canalizadas o a una distancia superior a los 10 metros de la casa. Por lo tanto no hay exposición a equipos energizados. En ese orden de ideas, no aplica cálculo de distancias de seguridad.

#### EN MEDIA TENSIÓN.

Las distancias mínimas de seguridad establecidas para las redes aéreas en media tensión, aplican para conductores desnudos como es el caso de éste proyecto. Las distancias verticales se toman siempre desde el punto energizado más cercano al lugar de posible contacto. Las distancias horizontales se toman desde la fase más cercana al sitio de posible contacto

✓ Distancias mínimas de aislamiento

Descripción	13,2 kV
Entre fases	0,6 m
Entre fases y masa	0,23 m

Tabla 6. Distancias mínimas de aislamiento

Fuente: Norma ESSA, Tabla 2.12 y 2.13 Distancia vertical mínima en metros entre conductores sob

✓ Distancia mínima de conductores a tierra

Obstáculo	< 1 kV	13,2 kV
Distancia mínima al suelo en cruces con carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular.	5 m	5,6 m
Cruce de líneas aéreas de baja tensión en grandes avenidas.	5,6 m	
Distancia mínima al suelo desde líneas que recorren venidas, carreteras y calles.	5 m	5,6 m
Distancia mínima al suelo en bosques, áreas cultivadas, pastos, huertos, etc.	5 m	5,6 m
Distancia vertical en cruces con ríos, canales navegables o flotantes para adecuados para embarcaciones con altura superior a 2 m y menor a 7 m.	9,6 m	10,2 m

Tabla 7. Distancias mínimas de seguridad para diferentes lugares y situaciones

Fuente: Norma ESSA, Tabla 2.10 Distancias mínimas de seguridad para diferentes lugares y situaciones

La distancia mínima al suelo con carreteras, calles, callejones zonas peatonales, y áreas sujetas a tráfico vehicular a una tensión de 13200 voltios se debe manejar una distancia mínima vertical desde el punto energizado del cable hasta el piso de 5.6 metros para éste proyecto.

#### Distancias Horizontales mínimas en edificaciones y estructuras similares.

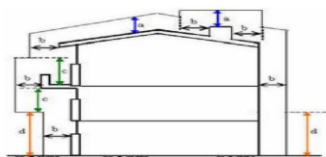


Figura 3. Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

Fuente: Norma ESSA, Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones.

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD EN ZONAS CON CONSTRUCCIONES		
Descripción	Tensión nominal entre fases (kV)	Distancia (m)
Distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplicable solamente a zonas de muy difícil acceso a personas.	34,5 13,2	3,8 3,8
Distancia horizontal "b" a muros, Proyecciones, ventanas y diferentes áreas independientemente de la facilidad de accesibilidad de personas.	<1 11,5 6,6 34,5 13,2 <1	3,2 2,8 2,5 2,3 2,3 1,7
Distancia vertical "c" sobre o debajo de balcones o techos accesibles a vehículos de máximo 2,45 m de altura.	34,5 13,2 <1	4,1 4,1 3,5
Distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular.	11,5 6,6 34,5 13,2 <1	6,1 5,8 5,6 5,6 5

Tabla 8. Distancias mínimas a edificaciones y estructuras similares

Fuente: Norma ESSA, Tabla 2.9 Distancias mínimas de seguridad en zonas con construcciones

La distancia vertical "a" sobre techos y proyecciones, aplica para este proyecto a 13.2 kV, cumpliendo con una distancia mínima de 3.8 metros.

La distancia vertical "b" a muros, proyecciones, ventanas y diferentes áreas a 13.2 kV debe cumplir con una distancia mínima de seguridad de 2.3 metros, tal y como se muestra en la figura.

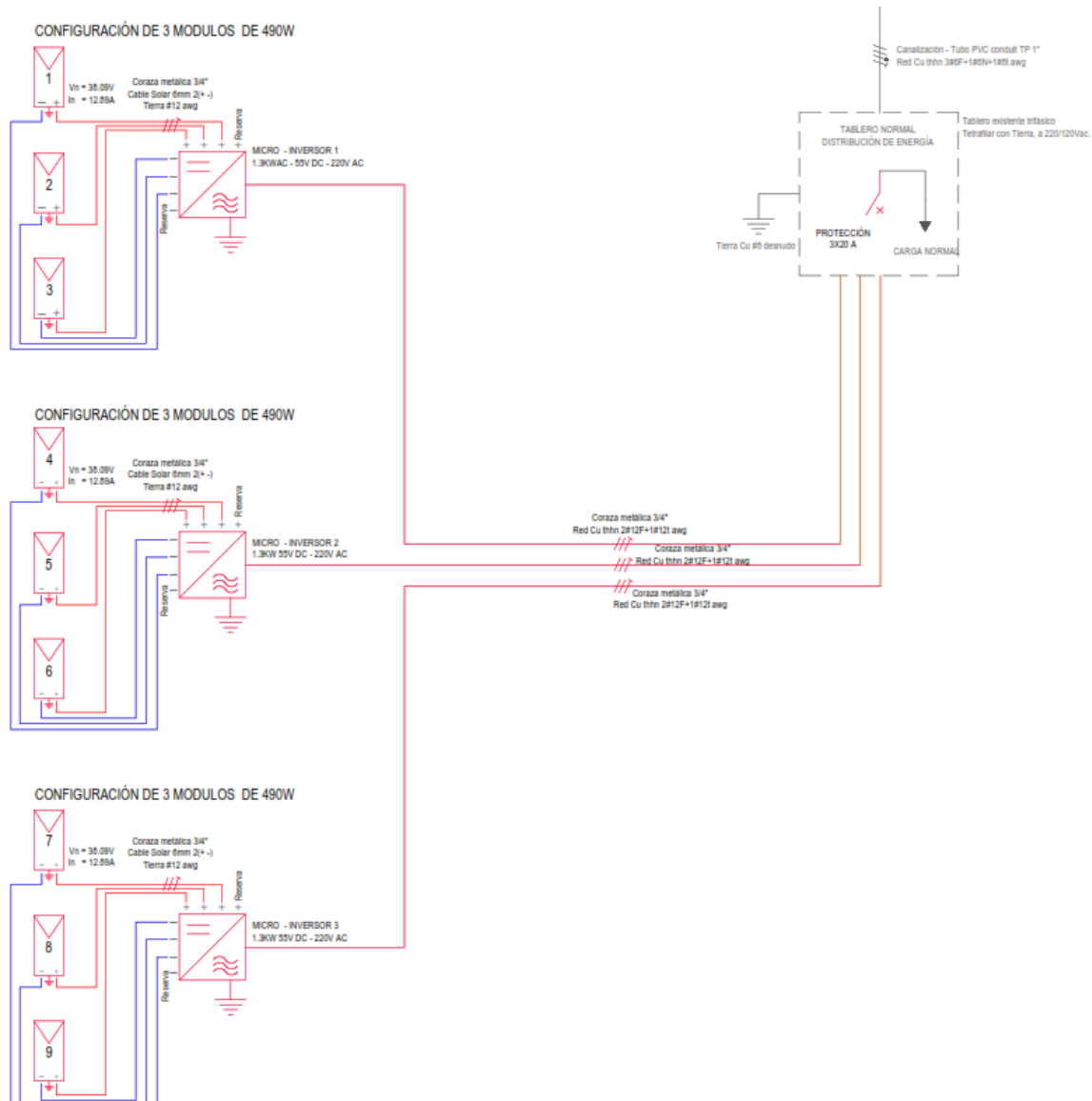
La distancia vertical "c", sobre o debajo de balcones o techos accesibles a vehículos de máximo 2.45 metros de altura, a 13.2kV como es el caso de éste proyecto, debe cumplir con una distancia mínima de seguridad de 4.1 metros.

La distancia vertical "d" a carreteras, calles, callejones, zonas peatonales, áreas sujetas a tráfico vehicular, a 13.2kV como es el caso de éste proyecto, debe cumplir con una distancia de seguridad mínima de 5.6 metros.

## ANEXO 7. DOCUMENTO ESQUEMA DE PROTECCIONES PROYECTO SOLAR FOTOVOLTAICO DE 4.4KWP EN DC Y 3.9KW AC.

### 1. INTRODUCCIÓN:

En este documento, se hará una breve descripción de las características de las protecciones C, y, de corriente del sistema solar fotovoltaico inyectado a red de 3.9kWpico AC siguiendo el diagrama unifilar, compuesto básicamente por 9 módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, 3 inversor GSUN de 1300W , que en cuya salida para el tablero principal de protecciones de cargas en AC, tiene una protección magnética bipolar de 3x20 Amperios en cable Cu THHN #12, tal y como se va especificar más adelante.



## 2. PROTECCIONES EN AC – TABLERO EXISTENTE

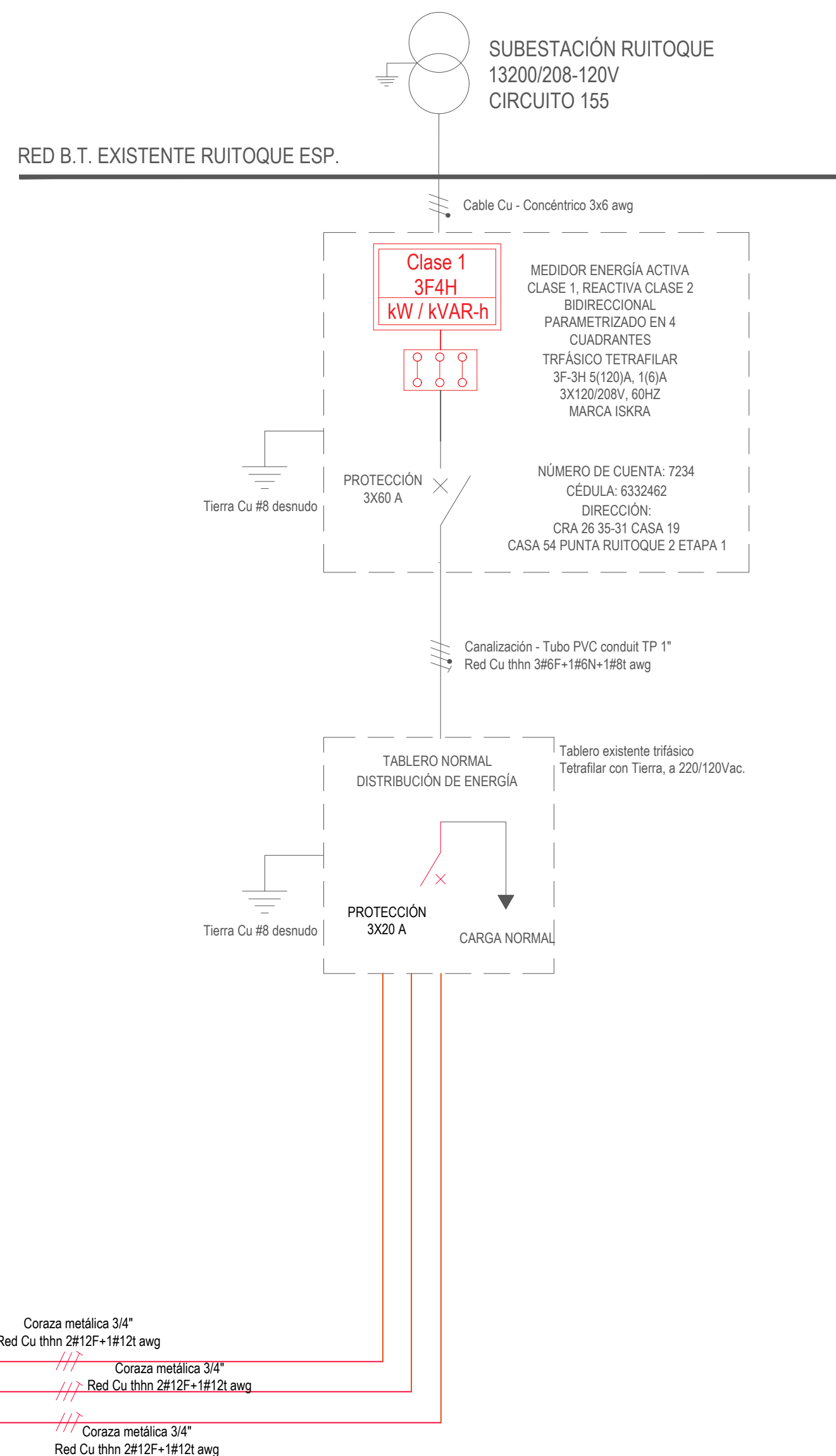
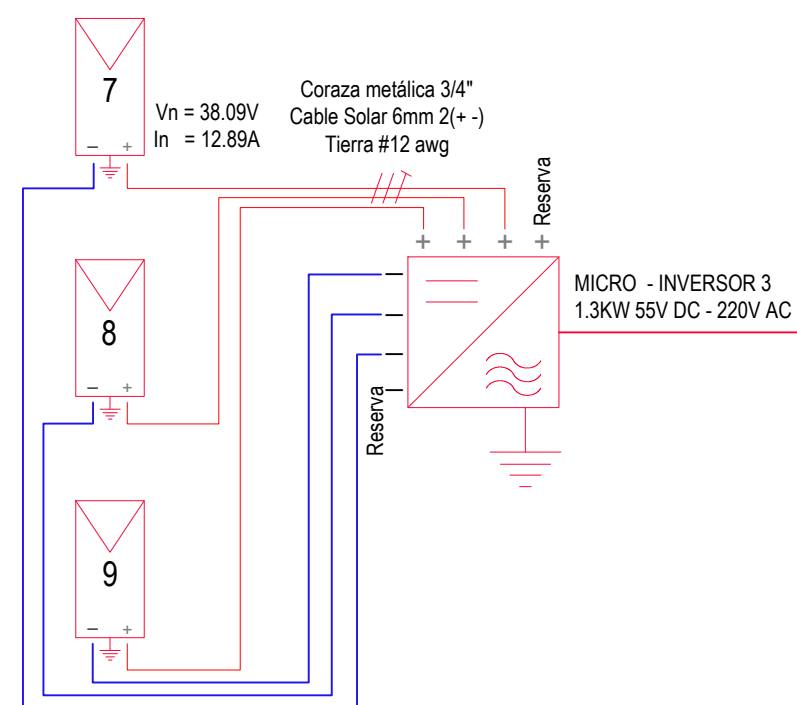
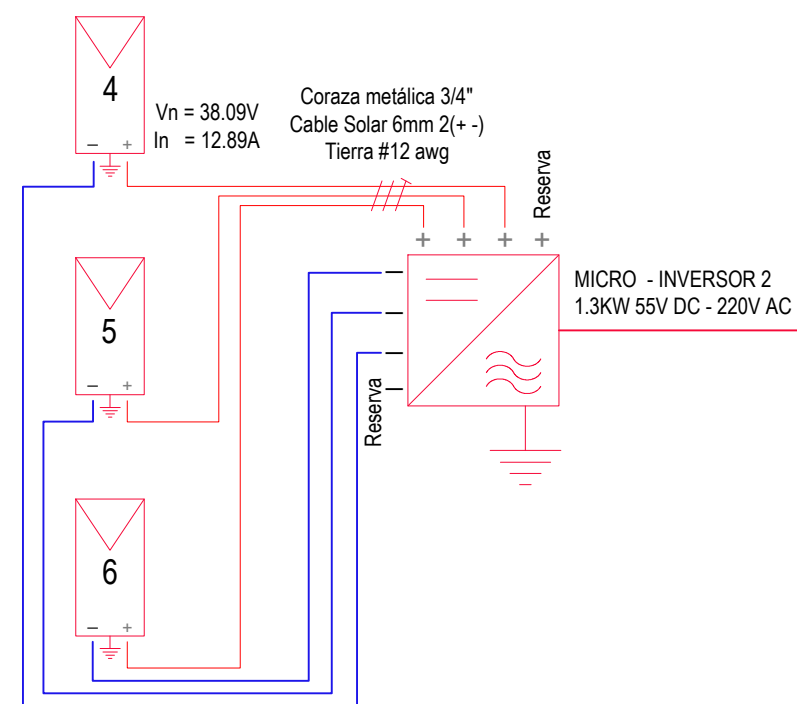
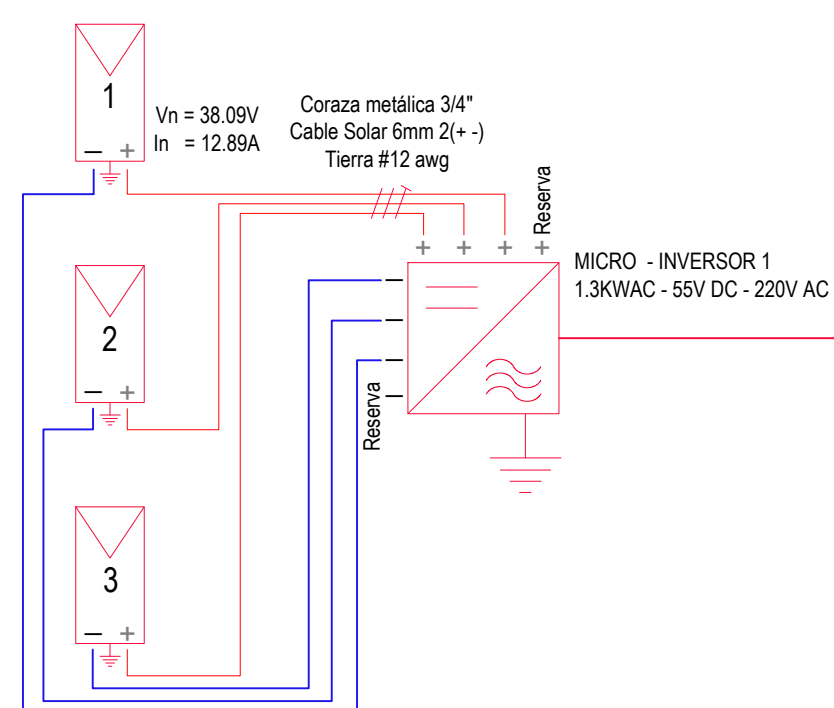
Tal y como se muestra en el diagrama unifilar, la salida del inversor, y entrada al tablero de distribución de la casa cuenta con una protección de interruptor automático de 3x20 Amperios, con el fin de maniobrar y proteger contra corriente el sistema.

Aspecto	Descripción
Descripción cualitativa del producto	Interruptores automático de baja tensión convencionales y con protección a tierra. GFI
Referente reglamentario	Numeral 20.16.2 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE. Resolución 90708 de 30 de agosto de 2013 del Ministerio de Minas y Energías.
Fabricante 1	Schneider Electric Usa, Inc.
Planta de fabricación 1	Cedar Rapids, Ia 52404-5403 USA3700 6TH ST SW. 1010 Airpark Center Dr. Nashville, tn 37217 USA. 1717 Centerpark RD.P.O. BOX 80667.LINCOLN,NE 68501,US.
Fabricante 2	Schneider Electric Squire D Industrias Electronicas Pacifico,S.A de C.V.
Planta de fabricación 2	Calle 9 Sur No. 106,Ciudad industrial Nueva,Tijuana,BC 22500,Mexico.
Marca	Square D
Línea	QO
Niveles de corriente	de 15A a 150A
Niveles de corto circuito	10kA y 22kA
Niveles de tensión	120 / 240 60Hz
No de polos	1, 2, o 3 polos
Ajuste de corriente	Fijos
Referencia de accesorios	QOC42UF LOAD CENTER COVER QO HQO306 ADAPTADOR AISLANTE CON ESPACIADOR
Exclusiones (*)	Ninguna
Usos	Elementos de protección en redes eléctricas de baja tensión

-) El sistema solar fotovoltaico diseñado es en configuración grid Tie o inyectado a re es decir, inyectará a la red para autoconsumo en las horas de sol, entregará excedentes a la red.

-) El sistema solar fotovoltaico en configuración Grid Tie, esta compuesto por 9 paneles solares fotovoltaicos de 490W, conectados en paralelo a los microinversores, con el fin de entregar 4410W dc.

-) Los tres inversores de 1300W ac 220V tienen incluida la protección anti isla por medio de un sistema de control conformado por un contactor normalmente cerrado, que se abrirá al momento de sentir ausencia de la red, para evitar el paso de corriente desde el sistema solar hacia la red eléctrica del distribuidor.



PROYECTO:	SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO 4.1kWdc CASA 54 PUNTA RUITOQUE
DIRECCIÓN:	CASA 54 CONJUNTO RESIDENCIAL PUNTA RUITOQUE
CONTIENE:  <div style="border: 1px solid black; height: 100px; margin: 10px 0; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">                     DIAGRAMA UNIFILAR                 </div>	PRESENTA:  <div style="text-align: center;">  <p style="font-weight: bold; font-size: 1.2em; margin-top: 10px;">IASCOL S.A.S.</p> <p style="font-size: 0.8em; margin-top: 5px;">ASOCIACIÓN INGENIEROS Y ARQUITECTOS DE COLOMBIA</p> </div>
DISEÑO: ING. SERGIO ARMANDO GAMBOA	<div style="text-align: center;">  <p style="font-weight: bold; font-size: 1.2em; margin-top: 10px;">IASCOL S.A.S.</p> <p style="font-size: 0.8em; margin-top: 5px;">ASOCIACIÓN INGENIEROS Y ARQUITECTOS DE COLOMBIA</p> </div>
DIBUJO: JAVIER ENRIQUE SOLANO	
REVISÓ: ING. JOSÉ PABLO CAMARGO J.	

CONVENCIONES:	
SÍMBOLO:	DESCRIPCIÓN:

CONVENCIONES:	
SÍMBOLO:	DESCRIPCIÓN:

SÍMBOLO:		DESCRIPCIÓN:	

OBSERVACIONES	

MODIFICACIONES				
REGION 1	CONCEPTO	FECHA	FRMA	MODIFICIO
LUB	AS-BUIT	03SEP 2023	FRMA: NOMBRE: ING. MATRICULA: SN 205-54775	MODIFICIO: NOMBRE: ING. SERGIO ARMANDO GAMBA MATRICULA: SN 205-54775
			FRMA: NOMBRE: ING. MATRICULA: SN 205-500000000X	
			FRMA: NOMBRE: ING. MATRICULA: SN 205-500000000X	
			FRMA: NOMBRE: ING. MATRICULA: SN 205-500000000X	
			FRMA: NOMBRE: ING. MATRICULA: SN 205-500000000X	

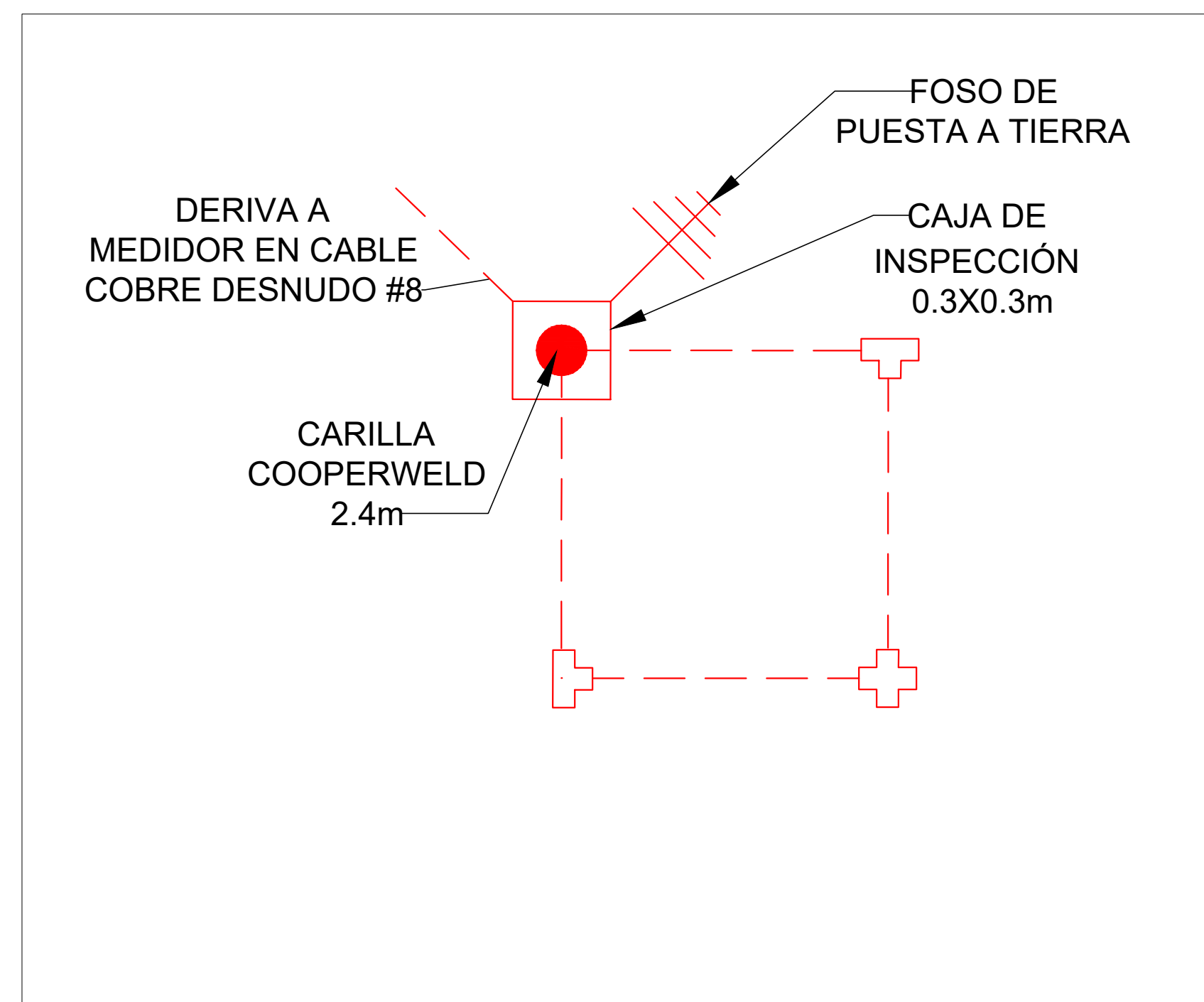
FECHA: <b>04 - 09 - 2023</b>	FORMATO:
ESCALA: <b>SIN ESCALA</b>	DIAGRAMA UNIFILAR
PLANO: <b>01</b>	UBICACIÓN DIGITAL: SISTEMA FOTOVOLTAICO CASA 54 PUNTA RUTIQUE, VALDIVIA

Sigrid Carbo.

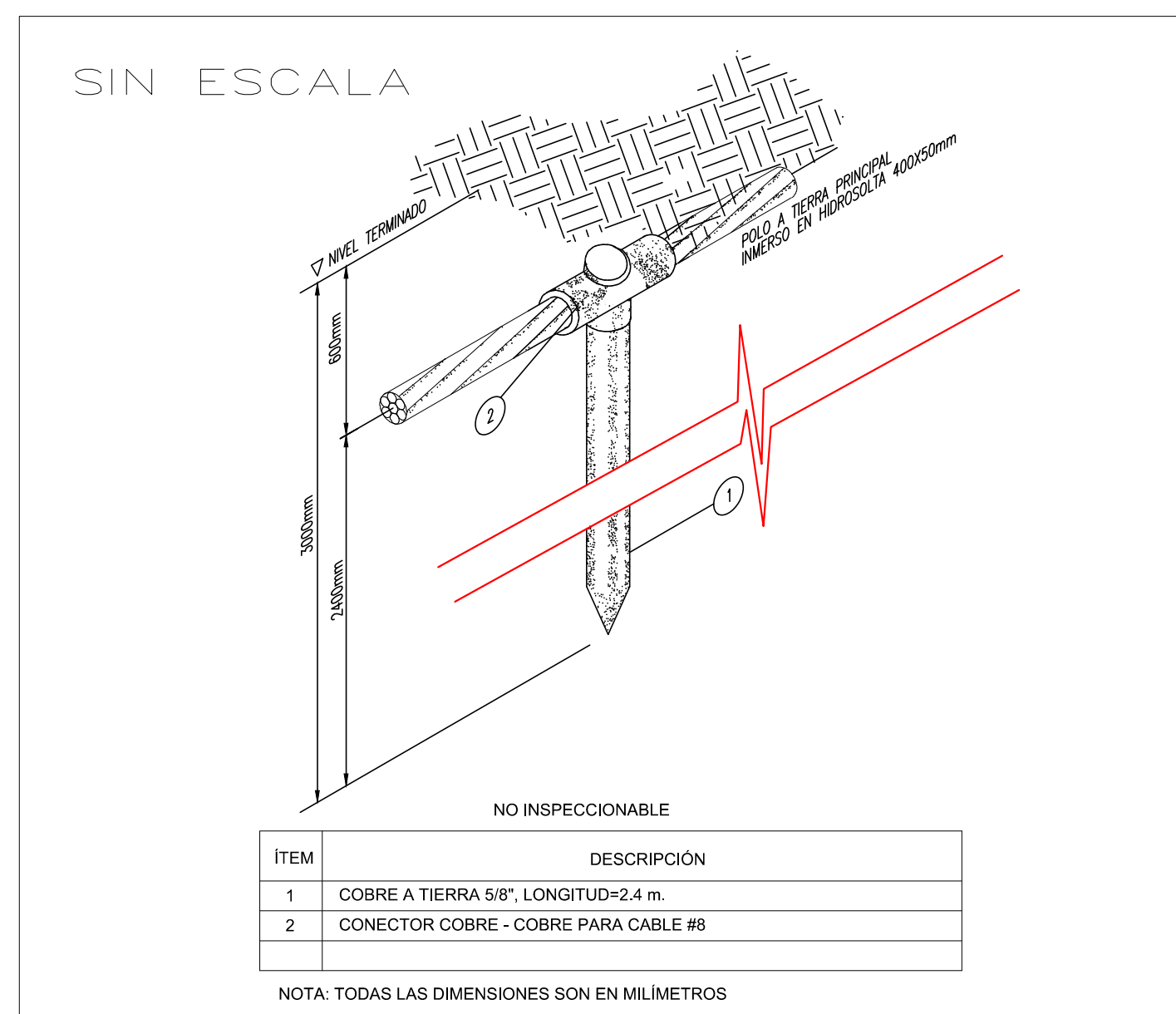




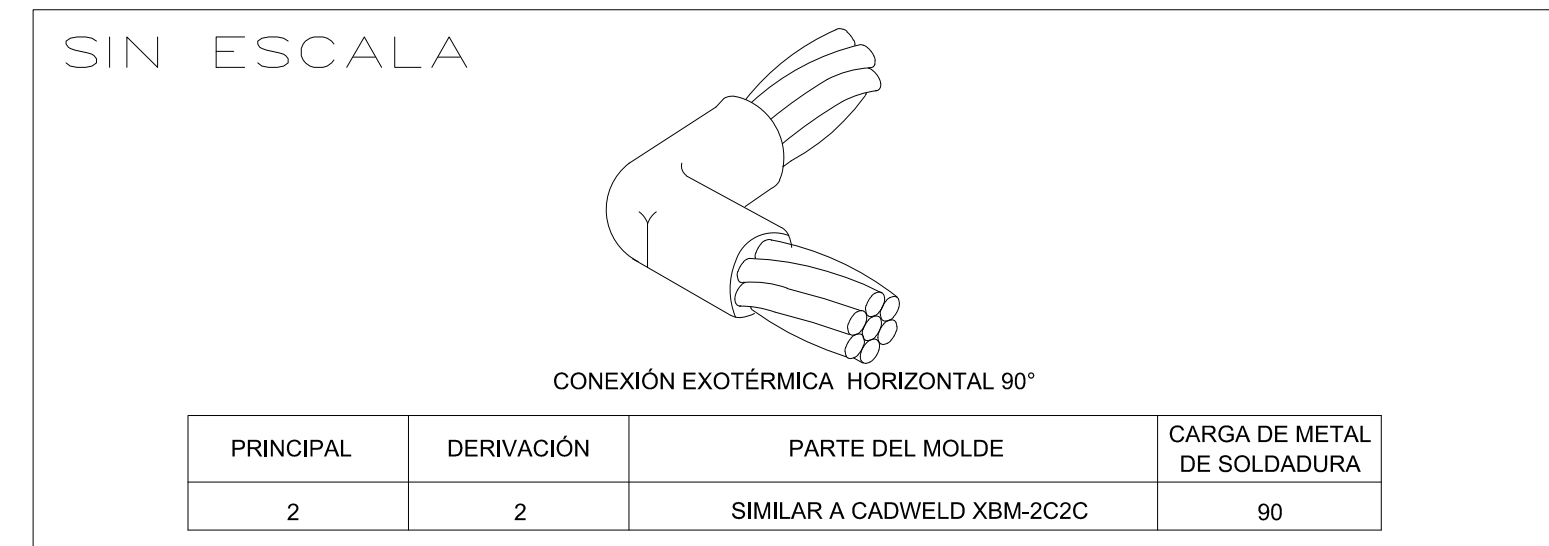
## MALLA DE PUESTA A TIERRA VISTA EN PLANTA



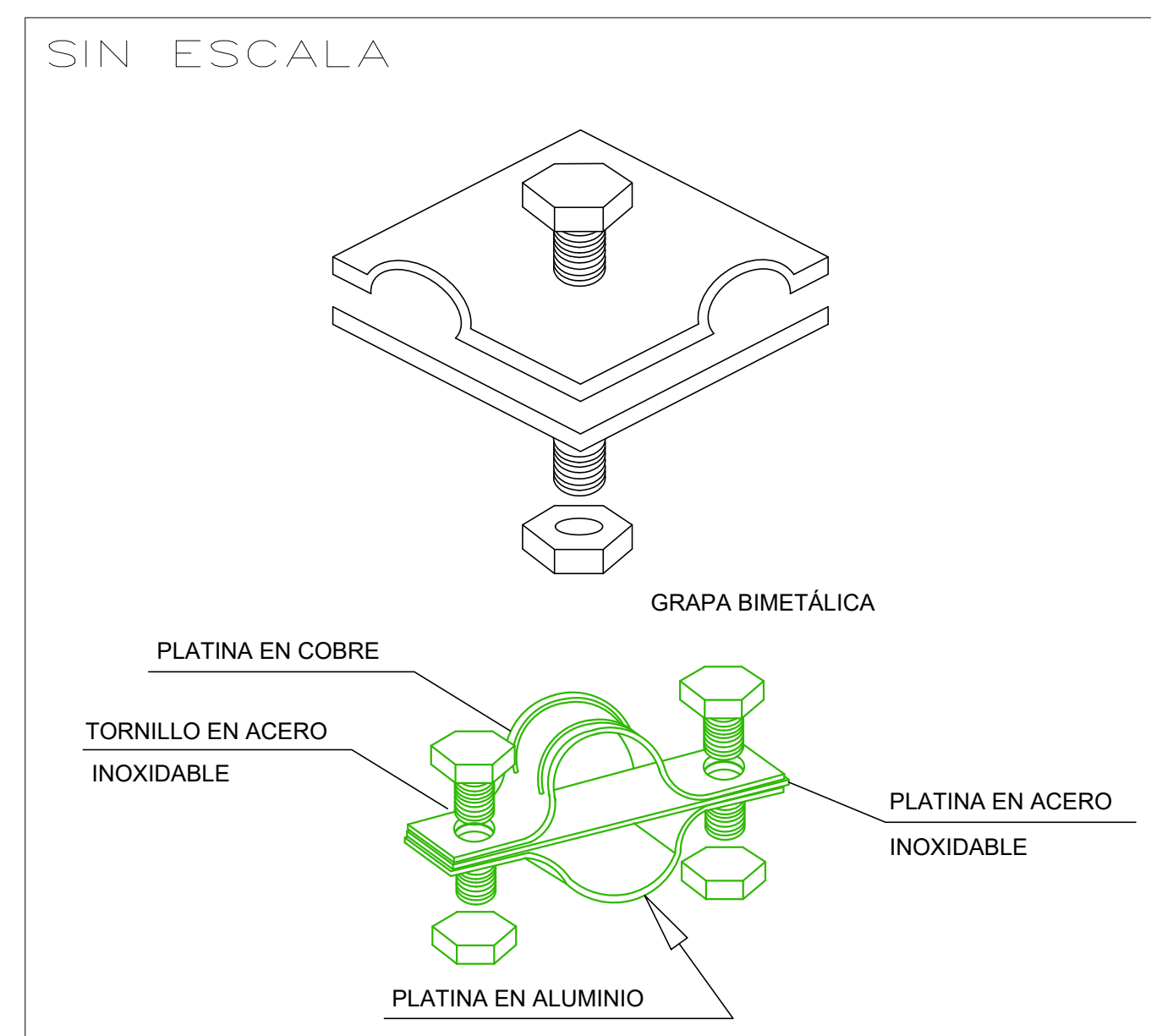
## VARILLA DE COBRE PURO 2.5 mts



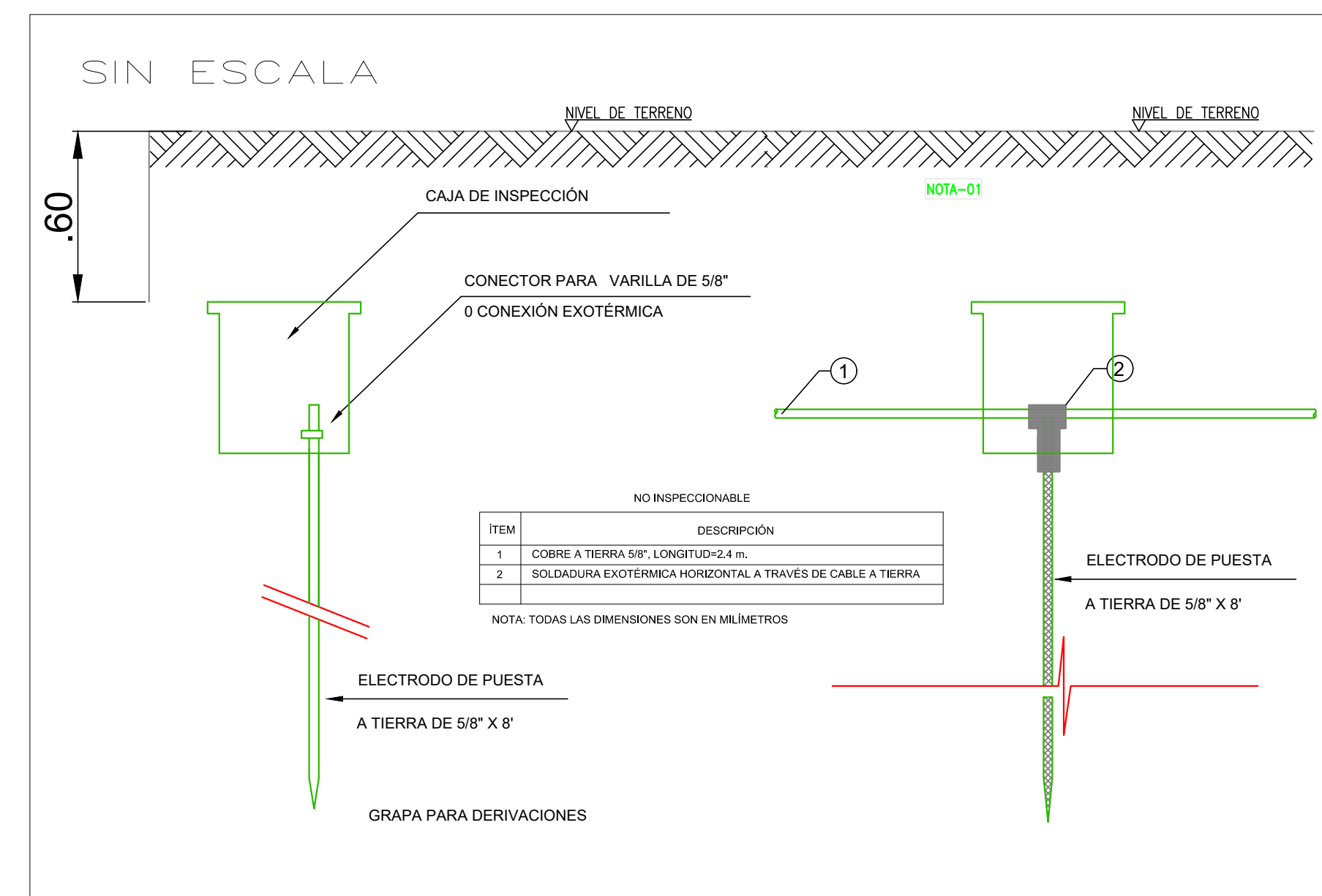
## CONEXIÓN EXOTÉRMICA HORIZONTAL X



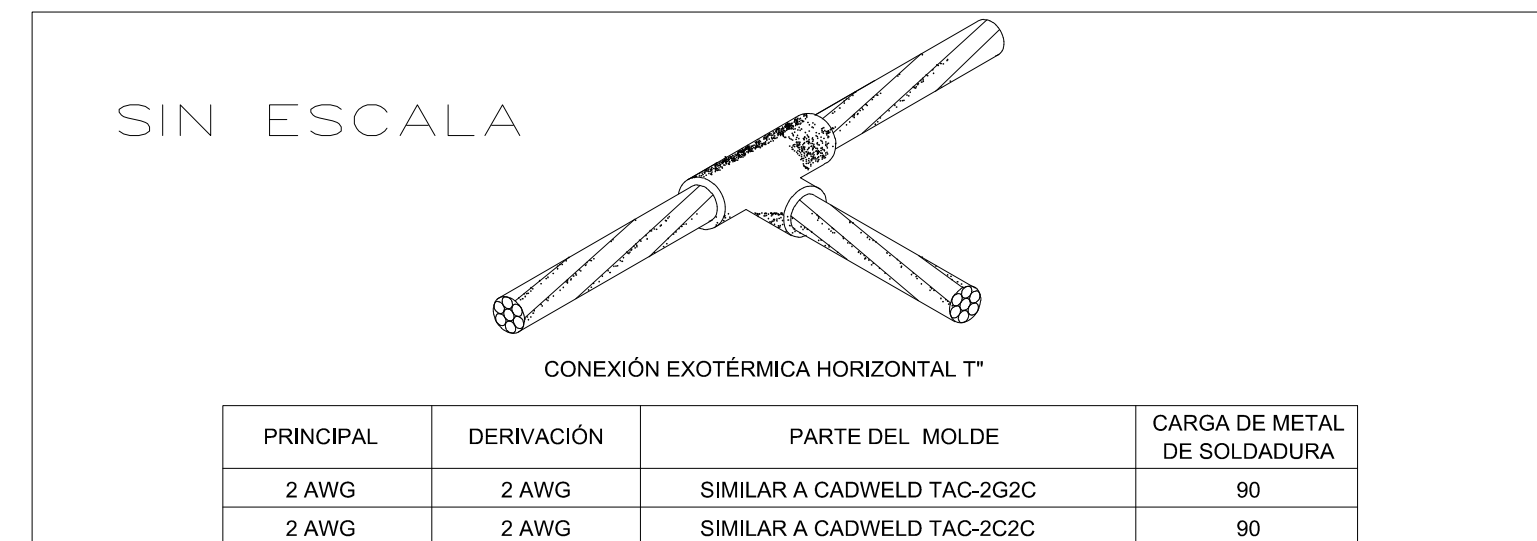
## GRAPA PARA DERIVACIONES



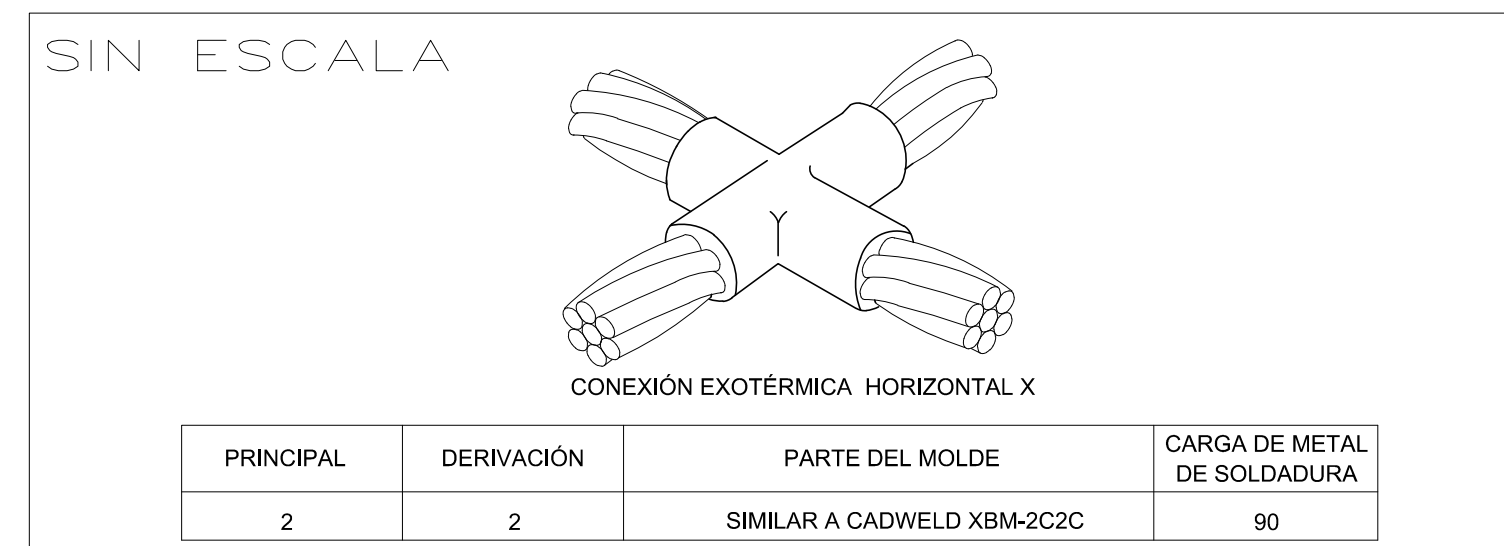
## DETALLE DE CAJAS EN TERRENO

















## CONEXIÓN EXOTÉRMICA HORIZONTAL T



## CONEXIÓN EXOTÉRMICA HORIZONTAL X



<b>PROYECTO:</b> SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO INYECTADO A RED 4.4KW dc - 3.9KWac - CASA 54 PUNTA RUITOQUE	
<b>DIRECCIÓN:</b> CASA 54 , PUNTA DE RUITOQUE	
<b>CONTIENE:</b> SISTEMA PUESTA A TIERRA	<b>PRESENTA:</b>  <b>IASCOL S.A.S</b> <small>INGENIERO Y CONSULTOR EN SISTEMAS DE ENERGÍA</small>
<b>DISEÑO:</b> ING. SERGIO A GAMBOA	
<b>DIBUJO:</b> JAVIER ENRIQUE SOLANO	
<b>REVISÓ:</b> ING. JOSE PABLO CAMARGO.	

CONVENCIONES	
SÍMBOLO:	DESCRIPCIÓN:
	Foso de puesta a tierra
	Caja de inspección y bajante de 30x30cm
	Soldadura exotérmica en X
	Soldadura exotérmica en T
	Soldadura exotérmica 90°
	Ducto por muro e techo
	Ducto por piso
	Ducto por baja
	Ducto por sube
	
	
	
	
	

CONVENCIONES	
SÍMBOLO:	DESCRIPCIÓN:

SIMBOLODESCRIPCIÓN:		SIMBOLODESCRIPCIÓN:	
M.T.	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	M.T.	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
B.T.	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	B.T.	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
BCI	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	BCI	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
TGBT	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	TGBT	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
T1P1	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	T1P1	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
T2P4	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	T2P4	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
T3P6	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	T3P6	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
TW6	XXXXXXXXXXXXXXXXXX	TW6	XXXXXXXXXXXXXXXXXX

OBSERVACIONES	
XXXX	

REVISION	CONCEPTO	FECHA	MODIFICACIONES	MODIFICADO
L10	AS-SULT	14-SEP-2020	FIRMA: MATRICULA SIN 205-X000000000X	ING.
			NOMBRE: ING.	
			FIRMA: MATRICULA SIN 205-X000000000X	
			NOMBRE: ING.	
			FIRMA: MATRICULA SIN 205-X000000000X	
			NOMBRE: ING.	
			FIRMA: MATRICULA SIN 205-X000000000X	
			NOMBRE: ING.	

FECHA: 11-09-2023	FORMATO:  B1
ESCALA: INDICADAS	
PLANO:	UBICACIÓN DIGITAL: PLANO, ELÉCTRICO, V04.DWG