

ESTUDIO DE CONEXIÓN PLANTA DE GENERACIÓN SOLAR SFV 150 KWp LABORATORIO LAFRANCOL

Cali, noviembre de 2021

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	5
1 MODELADO DEL SISTEMA	5
2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO	9
3 INFORMACIÓN BÁSICA.....	10
3.1 Conexión	10
4 ANÁLISIS TÉCNICO	11
4.1 Análisis Flujo de Carga actual y con Sistema Fotovoltaico 150 kWp	11
4.2 Demanda potencia circuito Popular.....	12
4.3 Cargabilidad demanda Media caso base y con SFV 150 kWp.....	16
4.4 Niveles de Tensión demanda Máxima caso base y con SFV 150 kWp.....	25
5 Análisis de corrientes de Cortocircuito.....	26
6 ANÁLISIS DE ARMÓNICOS	26
6.1 RESULTADOS FLUJO DE CARGA ARMÓNICO	27
6.1.1 RESULTADOS FLUJO DE CARGA ARMÓNICO SIN SFV 150 KWp.	27
7 CONCLUSIONES.....	31
8 DESCRIPCIÓN DE ANEXOS.....	32
8.1 Parámetros técnicos y Eléctricos de equipos y elementos.....	41

Figuras

Figura 1. Punto de conexión SFV 150 kWp – Circuito Popular Nodo 5272297 - PP12026.....	6
Figura 2. Demanda media circuito Popular	7
Figura 3. Modelado sistema Eléctrico	8
Figura 4. Ubicación Sistema Fotovoltaico 150 KWp – Laboratorio Lafrancol.....	9
Figura 5. Diagrama unifilar Sistema Fotovoltaico 150 KW	10
Figura 6. Tramo del circuito a analizar	11
Tabla 1. Demanda media circuito Popular generación Máxima (Información Suministrada por EMCALI)	12
Tabla 1. Demanda media circuito Popular generación Máxima (Información Suministrada por EMCALI) (continuación)	13
Tabla 1. Demanda media circuito Popular generación Máxima (Información Suministrada por EMCALI) (continuación)	14
Tabla 1. Demanda media circuito Popular generación Máxima (Información Suministrada por EMCALI) (continuación)	15
Tabla 3. Cargabilidad Líneas aéreas caso base y con SFV 150 kWp Demanda Media.....	16
Tabla 3. Cargabilidad Líneas aéreas caso base y con SFV 150 kWp Demanda Media (continuación).....	17
Tabla 3. Cargabilidad Líneas aéreas caso base y con SFV 150 kWp Demanda Media (continuación).....	18
Tabla 3. Cargabilidad Líneas aéreas caso base y con SFV 150 kWp Demanda Media (continuación).....	19
Tabla 4. Cargabilidad cables subterráneos caso base y con SFV 150 kWp Demanda Máxima	20
Tabla 4. Cargabilidad cables subterráneos caso base y con SFV 150 kWp Demanda Máxima (Continuación).....	21
Tabla 4. Cargabilidad cables subterráneos caso base y con SFV 150 kWp Demanda Máxima (Continuación).....	22
Tabla 4. Cargabilidad cables subterráneos caso base y con SFV 150 kWp Demanda Máxima (Continuación).....	23
Tabla 4. Cargabilidad cables subterráneos caso base y con SFV 150 kWp Demanda Máxima (Continuación).....	24
Tabla 5. Niveles de tensión caso base y con SFV 150 kWp Demanda Media.....	25
Tabla 6. Resultados cortocircuito trifásico y monofásico caso base y con SFV – 150 kWp ..	26
Tabla 7. Máxima distorsión de corriente armónica impar en porcentaje de la corriente nominal	27

Tabla 8. Máxima distorsión de corriente armónica par en porcentaje de la corriente nominal	27
Tabla 9. Límites de distorsión armónica de tensión (fuente: IEEE 519-2014).....	28
Tabla 10. Distorsión armónica del inversor	29
Tabla 11. THDV – Circuito Popular 34.5 kV	30
Figura 7. Nivel de HD individual	31
ANEXO 1	33
Figura 8. Resultados flujo carga caso base Demanda Media.....	34
Figura 9. Resultados flujo carga con SFV-150 kWp Demanda Media	34
ANEXO 2	35
Figura 10. Resultados Cortocircuito Trifásico sin SFV 150 kWp.....	36
Figura 11. Resultados Cortocircuito Monofásico sin SFV 150 kWp	37
Figura 12. Resultados Cortocircuito Trifásico con SFV 150 kWp	38
Figura 13. Resultados Cortocircuito Monofásico con SFV 150 kWp.....	39
ANEXO 3	40
Tabla 12 Parámetros Eléctricos – Transformadores dos devanados.....	41
Tabla 13 Parámetros Eléctricos – Cables de conexión	42
Tabla 14 Parámetros Eléctricos – Líneas de conexión.....	50
Tabla 15 Parámetros Eléctricos – Generación Solar	53

Tablas

Tabla 1. Demanda media circuito Popular generación Máxima (Información Suministrada por EMCALI)	12
Tabla 1. Demanda media circuito Popular generación Máxima (Información Suministrada por EMCALI) (continuación)	13
Tabla 1. Demanda media circuito Popular generación Máxima (Información Suministrada por EMCALI) (continuación)	14
Tabla 1. Demanda media circuito Popular generación Máxima (Información Suministrada por EMCALI) (continuación)	15
Tabla 3. Cargabilidad Líneas aéreas caso base y con SFV 150 kWp Demanda Media	16
Tabla 3. Cargabilidad Líneas aéreas caso base y con SFV 150 kWp Demanda Media (continuación)	17
Tabla 3. Cargabilidad Líneas aéreas caso base y con SFV 150 kWp Demanda Media (continuación)	18
Tabla 3. Cargabilidad Líneas aéreas caso base y con SFV 150 kWp Demanda Media (continuación)	19
Tabla 4. Cargabilidad cables subterráneos caso base y con SFV 150 kWp Demanda Máxima	20

Tabla 4. Cargabilidad cables subterráneos caso base y con SFV 150 kWp Demanda Máxima (Continuación)	21
Tabla 4. Cargabilidad cables subterráneos caso base y con SFV 150 kWp Demanda Máxima (Continuación)	22
Tabla 4. Cargabilidad cables subterráneos caso base y con SFV 150 kWp Demanda Máxima (Continuación)	23
Tabla 4. Cargabilidad cables subterráneos caso base y con SFV 150 kWp Demanda Máxima (Continuación)	24
Tabla 5. Niveles de tensión caso base y con SFV 150 kWp Demanda Media	25
Tabla 6. Resultados cortocircuito trifásico y monofásico caso base y con SFV – 150 kWp	26
Tabla 7. Máxima distorsión de corriente armónica impar en porcentaje de la corriente nominal	27
Tabla 8. Máxima distorsión de corriente armónica par en porcentaje de la corriente nominal	27
Tabla 9. Límites de distorsión armónica de tensión (fuente: IEEE 519-2014)	28
Tabla 10. Distorsión armónica del inversor	29
Tabla 11. THDV – Circuito Popular 34.5 kV	30
Tabla 12 Parámetros Eléctricos – Transformadores dos devanados	41
Tabla 13 Parámetros Eléctricos – Cables de conexión	42
Tabla 14 Parámetros Eléctricos – Líneas de conexión	50
Tabla 15 Parámetros Eléctricos – Generación Solar	53

INTRODUCCIÓN

El presente informe analiza la conexión de una Planta de generación solar con capacidad de 150 KWp, los sistemas fotovoltaicos aprovechan la energía del sol para convertirla directamente en energía eléctrica, que luego se inyecta a la red bajo unas condiciones predeterminadas (tensión, frecuencia, etc.)

Después de modelado el Circuito Popular 34.5 kV, según la información suministrada por el OR (EMCALI), se procedieron a realizar las siguientes actividades:

- Procesamiento de la información de EMCALI
- Modelado del sistema eléctrico
- Cálculos de cortocircuito
- Cálculos de flujo de carga

Para llevar a cabo el estudio del sistema eléctrico se utilizó el software de análisis de sistemas de potencia ETAP, adicionalmente se empleó información de normas internacionales tales como IEEE e IEC.

En los siguientes capítulos son presentados los modelos de red, las consideraciones utilizadas en el modelado de los elementos, cálculos de cortocircuito y flujos de carga.

1 MODELADO DEL SISTEMA

Con el fin de realizar el estudio de conexión a 0.44/34.5 KV, se tomó como punto de partida el sistema eléctrico de EMCALI, Circuito Popular 34.5 kV modelado en el software ETAP. El sistema será interconectado mediante un arreglo de paneles de 150 KWp.

En la figura 1 se presenta el diagrama donde se resalta el punto de conexión en la red del sistema eléctrico.

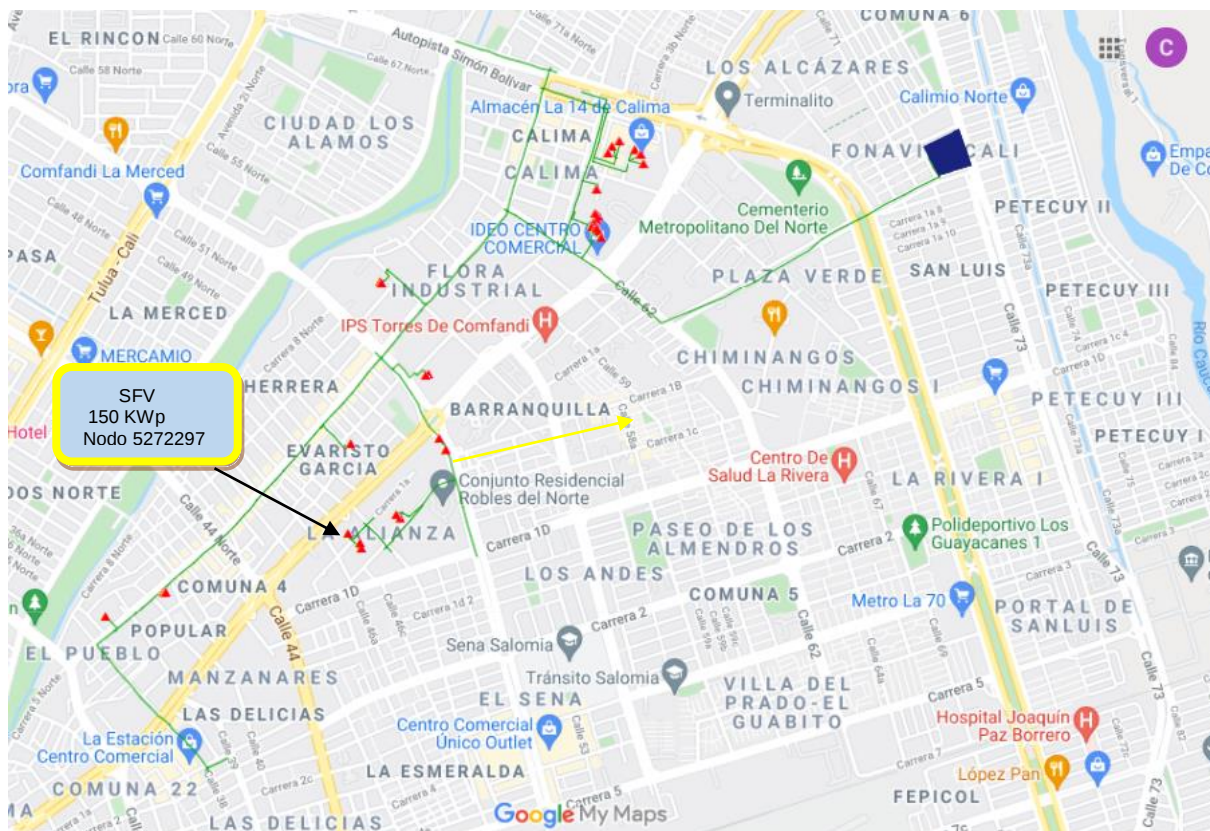


Figura 1. Punto de conexión SFV 150 kWp – Circuito Popular Nodo 5272297 - PP12026

Según la información suministrada por EMCALI, los datos de cortocircuito en el transformador P10414 son los siguientes:

Nodo: 5272297

Circuito Popular

Subestación: San Luis

Distancia: 3890 m

Ifalla 3f: 4.47 kA

Ifalla 1f: 3.00 kA

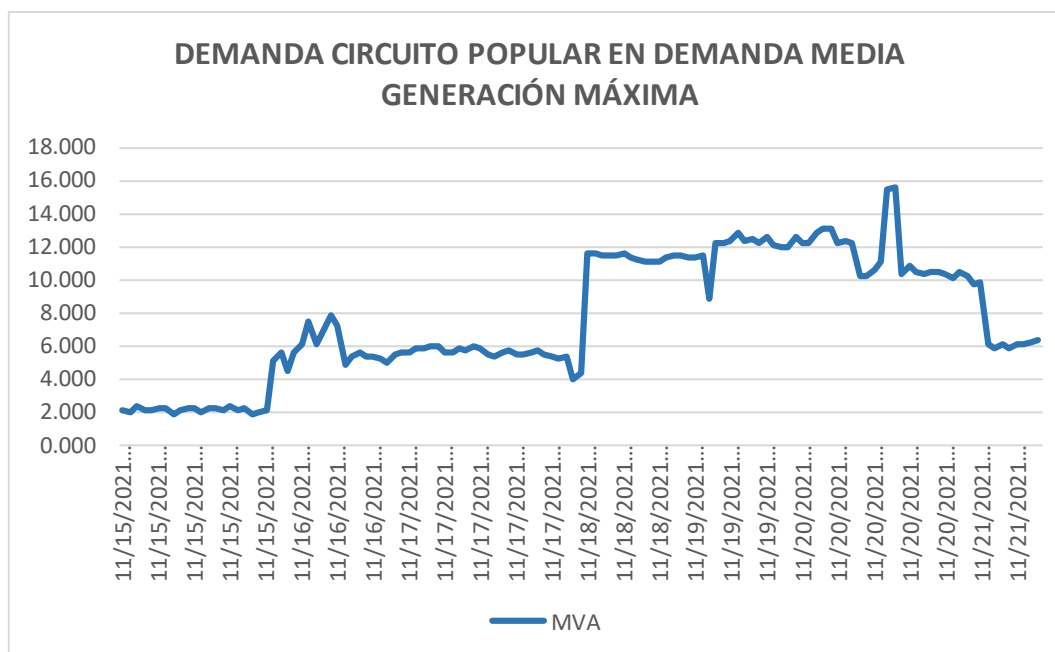


Figura 2. Demanda media circuito Popular

Para los análisis se considera la potencia generada al mediodía ya que es cuando se presenta la máxima generación del sistema fotovoltaico, por lo tanto, se modela la curva de carga de las mediciones del circuito Popular alrededor de las 12:00 m. de una semana de mediciones.

POTENCIA PROMEDIO LAFRANCOL:

550 kW; fp: 0.9

Por lo tanto, se modelará el circuito, para verificar la incidencia del proyecto y se evalúa la red adyacente al proyecto y se analizará la cargabilidad en los tramos adyacentes, para evaluar que la generación solar no genera sobrecarga en la red de EMCALI.

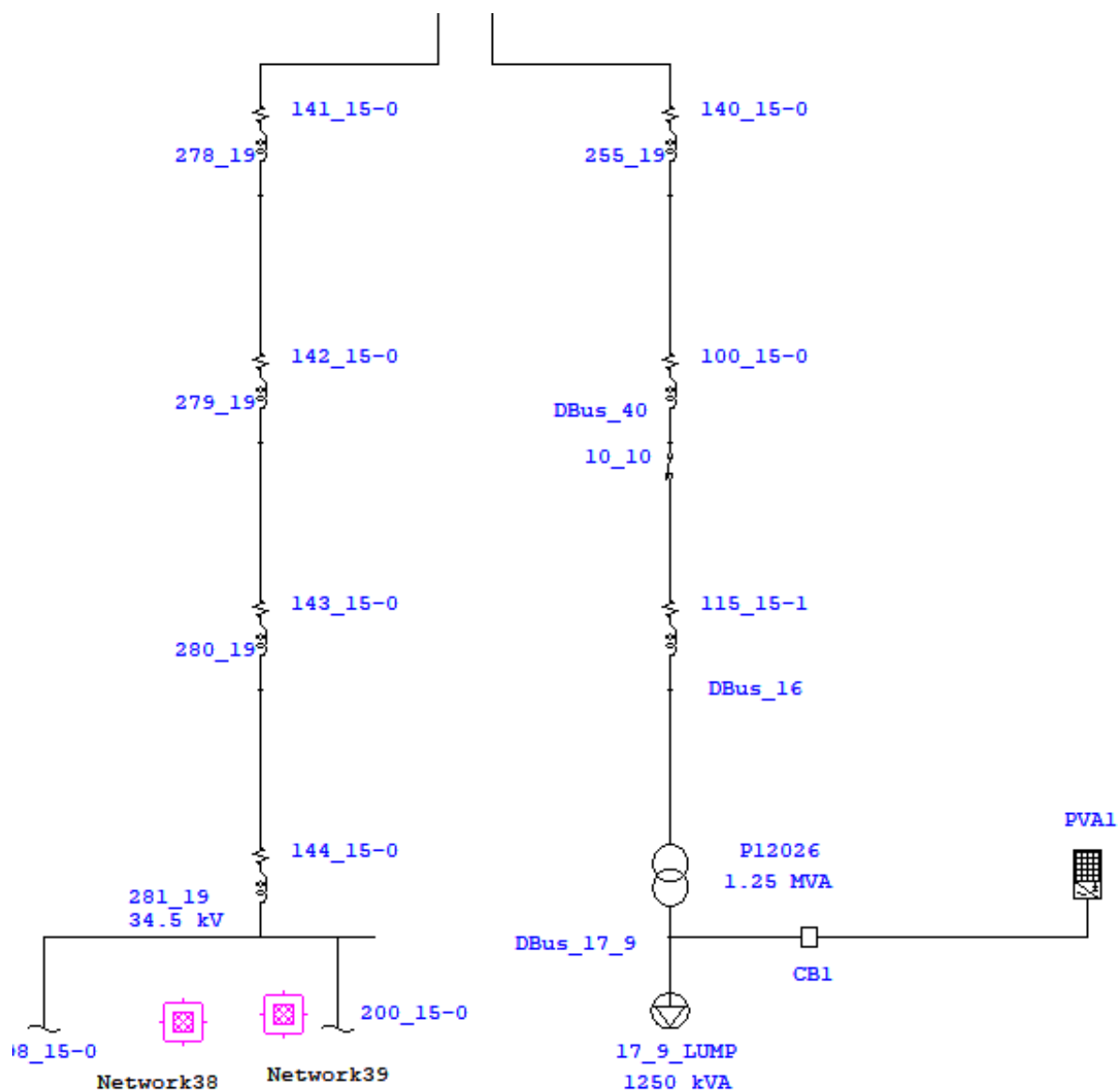


Figura 3. Modelado sistema Eléctrico

2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

Se proyecta ubicar la planta de generación solar en el LABORATORIO LAFRANCOL ubicado en la Carrera 1 entre calles 46 A y 47 de Cali, (Ver figura 4)

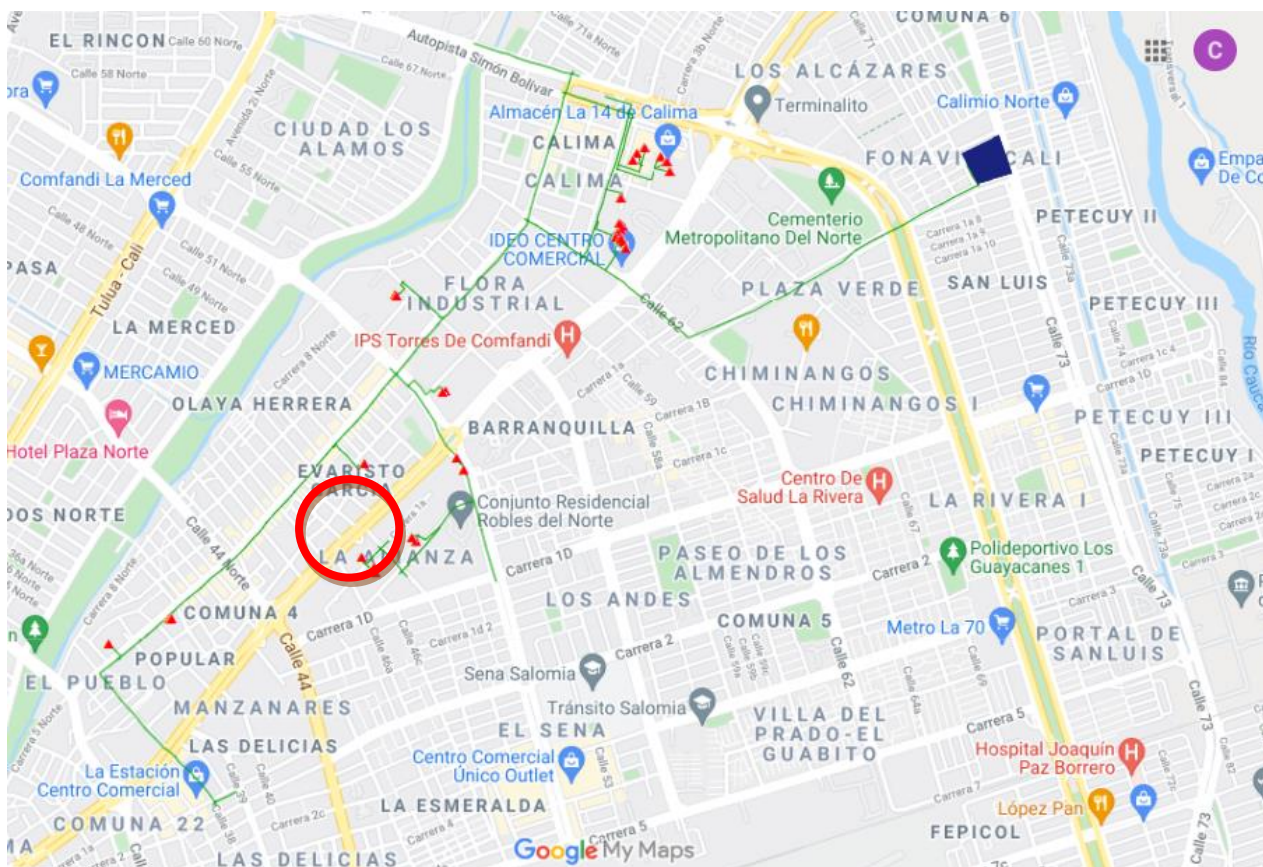


Figura 4. Ubicación Sistema Fotovoltaico 150 KWp – Laboratorio Lafrancol

3 INFORMACIÓN BÁSICA

3.1 Conexión

La potencia total a generar será de 150 KWp, la conexión se realizará a nivel de 0.44 kV, Ver figura 5.

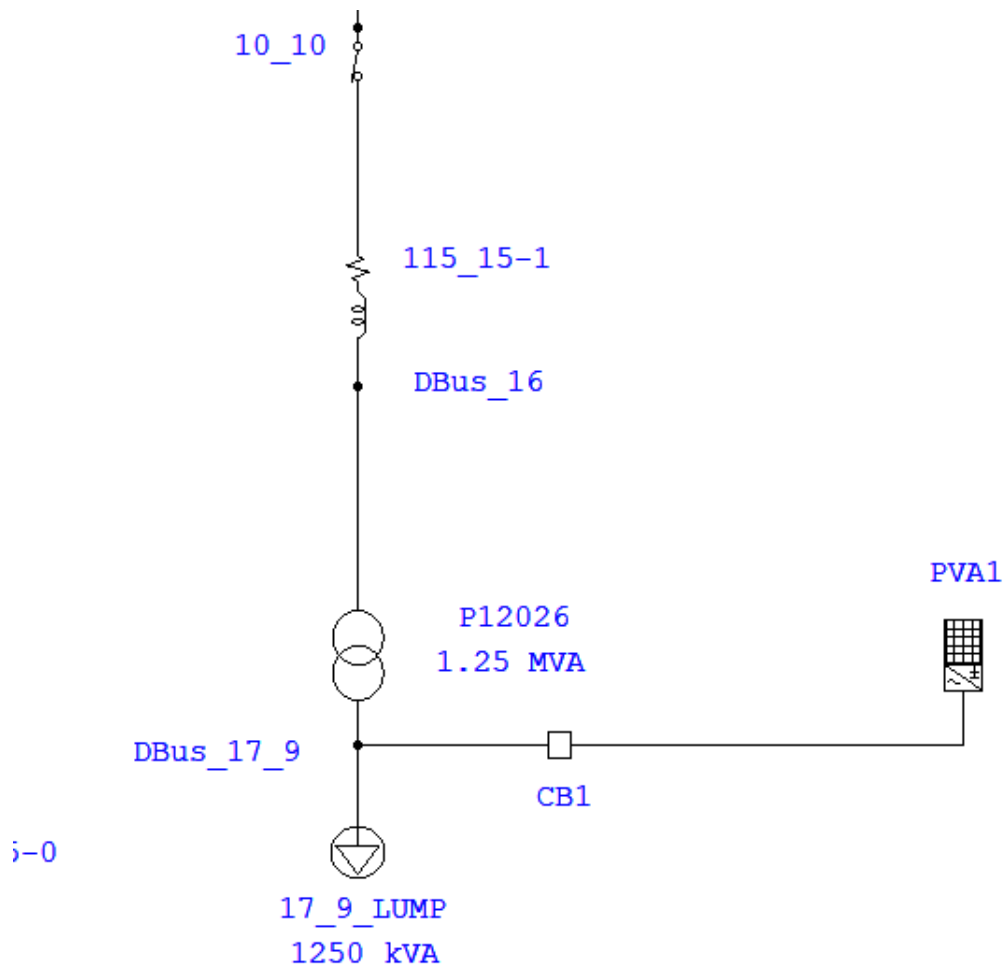


Figura 5. Diagrama unifilar Sistema Fotovoltaico 150 KW

4.2 Demanda potencia circuito Popular

HORA	MW	MVAR	MVA
11/15/2021 12:00:00 PM	2.095	0.216	2.106
11/15/2021 12:01:00 PM	2.024	0.205	2.034
11/15/2021 12:05:00 PM	2.287	0.187	2.295
11/15/2021 12:08:00 PM	2.107	0.292	2.127
11/15/2021 12:11:00 PM	2.073	0.424	2.116
11/15/2021 12:13:00 PM	2.237	0.239	2.249
11/15/2021 12:17:00 PM	2.173	0.304	2.194
11/15/2021 12:26:00 PM	1.839	0.055	1.840
11/15/2021 12:30:00 PM	2.089	0.180	2.097
11/15/2021 12:32:00 PM	2.164	0.222	2.175
11/15/2021 12:33:00 PM	2.273	0.229	2.285
11/15/2021 12:38:00 PM	1.988	0.314	2.013
11/15/2021 12:40:00 PM	2.201	0.562	2.272
11/15/2021 12:41:00 PM	2.200	0.544	2.266
11/15/2021 12:44:00 PM	2.094	0.307	2.117
11/15/2021 12:48:00 PM	2.340	0.089	2.342
11/15/2021 12:50:00 PM	2.138	-0.019	2.138
11/15/2021 12:53:00 PM	2.264	0.109	2.266
11/15/2021 12:56:00 PM	1.860	-0.185	1.869
11/15/2021 12:57:00 PM	1.904	-0.196	1.914
11/15/2021 12:58:00 PM	2.068	-0.069	2.069
11/16/2021 12:03:00 PM	5.146	0.051	5.147
11/16/2021 12:06:00 PM	5.646	0.308	5.654
11/16/2021 12:08:00 PM	4.469	-0.176	4.473
11/16/2021 12:12:00 PM	5.517	0.689	5.560
11/16/2021 12:13:00 PM	5.956	1.527	6.149
11/16/2021 12:16:00 PM	7.143	2.242	7.487
11/16/2021 12:24:00 PM	5.892	1.350	6.044
11/16/2021 12:25:00 PM	6.604	1.832	6.853
11/16/2021 12:27:00 PM	7.459	2.350	7.820
11/16/2021 12:29:00 PM	6.932	2.059	7.232
11/16/2021 12:31:00 PM	4.779	0.697	4.830
11/16/2021 12:33:00 PM	5.216	0.949	5.301
11/16/2021 12:36:00 PM	5.419	1.157	5.542

Tabla 1. Demanda media circuito Popular generación Máxima (Información Suministrada por EMCALI)

HORA	MW	MVAR	MVA
11/16/2021 12:39:00 PM	5.262	1.122	5.380
11/16/2021 12:41:00 PM	5.156	1.363	5.333
11/16/2021 12:49:00 PM	5.053	1.295	5.216
11/16/2021 12:58:00 PM	4.891	1.088	5.011
11/17/2021 12:01:00 PM	5.262	1.390	5.443
11/17/2021 12:03:00 PM	5.393	1.640	5.636
11/17/2021 12:07:00 PM	5.339	1.498	5.545
11/17/2021 12:09:00 PM	5.681	1.609	5.904
11/17/2021 12:10:00 PM	5.609	1.640	5.844
11/17/2021 12:14:00 PM	5.718	1.581	5.933
11/17/2021 12:16:00 PM	5.668	1.827	5.955
11/17/2021 12:18:00 PM	5.216	1.871	5.541
11/17/2021 12:20:00 PM	5.323	1.650	5.573
11/17/2021 12:21:00 PM	5.668	1.620	5.895
11/17/2021 12:23:00 PM	5.387	1.789	5.676
11/17/2021 12:26:00 PM	5.666	1.761	5.934
11/17/2021 12:28:00 PM	5.624	1.688	5.872
11/17/2021 12:29:00 PM	5.198	1.755	5.486
11/17/2021 12:31:00 PM	5.158	1.518	5.376
11/17/2021 12:33:00 PM	5.387	1.600	5.620
11/17/2021 12:35:00 PM	5.528	1.508	5.730
11/17/2021 12:38:00 PM	5.269	1.609	5.509
11/17/2021 12:40:00 PM	5.292	1.422	5.480
11/17/2021 12:41:00 PM	5.426	1.487	5.626
11/17/2021 12:42:00 PM	5.492	1.560	5.709
11/17/2021 12:45:00 PM	5.261	1.696	5.527
11/17/2021 12:46:00 PM	5.133	1.539	5.359
11/17/2021 12:50:00 PM	5.020	1.431	5.220
11/17/2021 12:53:00 PM	5.093	1.440	5.292
11/17/2021 12:58:00 PM	3.638	1.519	3.942
11/18/2021 12:08:00 PM	3.627	2.404	4.351
11/18/2021 12:09:00 PM	11.374	2.289	11.602
11/18/2021 12:16:00 PM	11.297	2.354	11.540
11/18/2021 12:18:00 PM	11.229	2.222	11.447

Tabla 2. Demanda media circuito Popular generación Máxima (Información Suministrada por EMCALI) (continuación)

HORA	MW	MVAR	MVA
11/18/2021 12:23:00 PM	11.214	2.320	11.452
11/18/2021 12:26:00 PM	11.262	2.402	11.515
11/18/2021 12:28:00 PM	11.373	2.255	11.595
11/18/2021 12:30:00 PM	11.129	1.957	11.300
11/18/2021 12:34:00 PM	11.069	2.172	11.280
11/18/2021 12:40:00 PM	10.818	2.279	11.055
11/18/2021 12:48:00 PM	10.853	2.351	11.105
11/18/2021 12:53:00 PM	10.825	2.403	11.088
11/18/2021 12:54:00 PM	11.029	2.489	11.306
11/19/2021 12:01:00 PM	11.147	2.674	11.463
11/19/2021 12:02:00 PM	11.154	2.405	11.410
11/19/2021 12:08:00 PM	11.041	2.455	11.311
11/19/2021 12:09:00 PM	11.013	2.454	11.284
11/19/2021 12:11:00 PM	11.130	2.663	11.444
11/19/2021 12:17:00 PM	8.484	2.446	8.829
11/19/2021 12:28:00 PM	11.998	2.176	12.194
11/19/2021 12:29:00 PM	11.996	2.173	12.191
11/19/2021 12:33:00 PM	12.163	2.073	12.338
11/19/2021 12:36:00 PM	12.647	2.397	12.872
11/19/2021 12:38:00 PM	12.116	2.634	12.399
11/19/2021 12:40:00 PM	12.251	2.412	12.486
11/19/2021 12:44:00 PM	11.991	2.325	12.214
11/19/2021 12:48:00 PM	12.304	2.515	12.559
11/19/2021 12:52:00 PM	11.863	2.307	12.086
11/19/2021 12:54:00 PM	11.769	2.383	12.008
11/19/2021 12:58:00 PM	11.781	2.356	12.014
11/20/2021 12:04:00 PM	12.391	2.191	12.583
11/20/2021 12:06:00 PM	12.045	2.280	12.259
11/20/2021 12:09:00 PM	11.904	2.530	12.170
11/20/2021 12:11:00 PM	11.826	5.157	12.901
11/20/2021 12:13:00 PM	12.204	4.788	13.109
11/20/2021 12:17:00 PM	12.020	5.046	13.036
11/20/2021 12:19:00 PM	11.968	2.398	12.206
11/20/2021 12:21:00 PM	12.035	2.501	12.292

Tabla 3. Demanda media circuito Popular generación Máxima (Información Suministrada por EMCALI) (continuación)

HORA	MW	MVAR	MVA
11/20/2021 12:26:00 PM	11.937	2.523	12.200
11/20/2021 12:28:00 PM	9.991	2.411	10.277
11/20/2021 12:29:00 PM	9.955	2.390	10.237
11/20/2021 12:32:00 PM	10.372	2.315	10.628
11/20/2021 12:34:00 PM	10.765	2.423	11.034
11/20/2021 12:38:00 PM	15.237	2.387	15.423
11/20/2021 12:39:00 PM	15.446	2.298	15.616
11/20/2021 12:44:00 PM	10.027	2.544	10.345
11/20/2021 12:45:00 PM	10.533	2.420	10.808
11/20/2021 12:47:00 PM	10.153	2.348	10.421
11/20/2021 12:50:00 PM	10.068	2.341	10.337
11/20/2021 12:52:00 PM	10.171	2.398	10.450
11/20/2021 12:53:00 PM	10.187	2.267	10.436
11/20/2021 12:57:00 PM	10.110	2.233	10.354
11/21/2021 12:08:00 PM	10.102	0.570	10.118
11/21/2021 12:09:00 PM	10.406	0.449	10.416
11/21/2021 12:16:00 PM	10.250	0.454	10.260
11/21/2021 12:20:00 PM	9.770	0.464	9.781
11/21/2021 12:21:00 PM	9.890	0.424	9.899
11/21/2021 12:30:00 PM	6.030	0.735	6.075
11/21/2021 12:40:00 PM	5.859	0.332	5.868
11/21/2021 12:41:00 PM	6.107	0.580	6.135
11/21/2021 12:43:00 PM	5.788	0.523	5.811
11/21/2021 12:48:00 PM	6.073	0.685	6.112
11/21/2021 12:52:00 PM	5.956	1.158	6.067
11/21/2021 12:56:00 PM	5.940	1.733	6.187
11/21/2021 12:57:00 PM	6.159	1.727	6.396

Tabla 4. Demanda media circuito Popular generación Máxima (Información Suministrada por EMCALI) (continuación)

4.3 Cargabilidad demanda Media caso base y con SFV 150 kWp

ID	Type	SIN SFV	CON SFV
3_14-0	Line	26.1	25.2
4_14-0	Line	26.1	25.2
5_14-0	Line	59	58.1
6_14-0	Line	59	58.1
7_14-0	Line	59	58.1
8_14-0	Line	59	58.1
9_14-0	Line	59	58.1
10_14-0	Line	59	58.1
11_14-0	Line	59	58.1
12_14-0	Line	59	58.1
13_14-0	Line	59	58.1
14_14-0	Line	59	58.1
15_14-0	Line	59	58.1
16_14-0	Line	59	58.1
17_14-0	Line	59	58.1
18_14-0	Line	3.4	3.4
19_14-0	Line	14.5	14.5
20_14-0	Line	14.5	14.5
21_14-0	Line	12.5	12.5
22_14-0	Line	55.6	54.8
23_14-0	Line	59	58.1
24_14-0	Line	59	58.1
25_14-0	Line	59	58.1
26_14-0	Line	59	58.1
27_14-0	Line	59	58.1
28_14-0	Line	59	58.1
29_14-0	Line	59	58.1
30_14-0	Line	59	58.1
31_14-0	Line	59	58.1
32_14-0	Line	59	58.1
33_14-0	Line	59	58.1
34_14-0	Line	59	58.1
35_14-0	Line	4.6	4.6
36_14-0	Line	55.6	54.8
38_14-0	Line	28	28
39_14-0	Line	27.6	26.7
40_14-0	Line	27.6	26.7
41_14-0	Line	27.6	26.7
42_14-0	Line	27.6	26.7

Tabla 5. Cargabilidad Líneas aéreas caso base y con SFV 150 kWp Demanda Media

ID	Type	SIN SFV	CON SFV
43_14-0	Line	27.6	26.7
52_14-0	Line	27.6	26.7
53_14-0	Line	27.6	26.7
54_14-0	Line	27.6	26.8
55_14-0	Line	27.6	26.8
56_14-0	Line	27.6	26.8
57_14-0	Line	27.6	26.8
58_14-0	Line	27.6	26.8
59_14-0	Line	27.6	26.8
60_14-0	Line	26.1	25.2
61_14-0	Line	6.6	6.6
62_14-0	Line	6.6	6.6
63_14-0	Line	6.6	6.6
64_14-0	Line	6.6	6.6
65_14-0	Line	6.6	6.6
66_14-0	Line	6.6	6.6
67_14-0	Line	6.6	6.6
68_14-0	Line	6.6	6.6
69_14-0	Line	6.6	6.6
70_14-0	Line	6.6	6.6
71_14-0	Line	6.6	6.6
72_14-0	Line	6.6	6.6
73_14-0	Line	6.6	6.6
74_14-0	Line	6.6	6.6
75_14-0	Line	6.6	6.6
76_14-0	Line	6.6	6.6
77_14-0	Line	6.6	6.6
78_14-0	Line	6.6	6.6
79_14-0	Line	1	1
80_14-0	Line	1	1
81_14-0	Line	1	1
82_14-0	Line	1	1
83_14-0	Line	1	1
84_14-0	Line	0.5	0.5
85_14-0	Line	1	1
110_14-0	Line	28	28
111_14-0	Line	28	28
112_14-0	Line	14.5	14.5
113_14-0	Line	9	9

Tabla 6. Cargabilidad Líneas aéreas caso base y con SFV 150 kWp Demanda Media (continuación)

ID	Type	SIN SFV	CON SFV
114_14-0	Line	9	9
115_14-0	Line	9	9
116_14-0	Line	12.5	12.5
117_14-0	Line	9.2	9.2
125_14-0	Line	37.5	37.5
126_14-0	Line	37.5	37.5
127_14-0	Line	37.5	37.5
128_14-0	Line	37.5	37.5
129_14-0	Line	21.7	21.7
131_14-0	Line	29.8	28.4
132_14-0	Line	29.8	28.4
133_14-0	Line	28.5	27.1
134_14-0	Line	28.5	27.1
135_14-0	Line	28.3	26.9
136_14-0	Line	28.1	26.7
137_14-0	Line	28.1	26.7
138_14-0	Line	28.1	26.7
144_14-0	Line	28.1	26.7
145_14-0	Line	28.1	26.7
146_14-0	Line	15.3	14
147_14-0	Line	15.3	14
150_14-0	Line	15.3	14
151_14-0	Line	15.3	14
152_14-0	Line	15.3	14
155_14-0	Line	15.3	14
156_14-0	Line	15.3	14
157_14-0	Line	27.6	26.8
158_14-0	Line	27.6	26.8
159_14-0	Line	26.1	25.2
160_14-0	Line	26.1	25.2
161_14-0	Line	7.8	7.8
162_14-0	Line	7.8	7.8
163_14-0	Line	7.8	7.8
164_14-0	Line	7.8	7.8
165_14-0	Line	7.8	7.8
166_14-0	Line	7.8	7.8
167_14-0	Line	7.8	7.8
182_14-0	Line	0.2	0.2
193_14-0	Line	26.1	25.2

Tabla 7. Cargabilidad Líneas aéreas caso base y con SFV 150 kWp Demanda Media
(continuación)

ID	Type	SIN SFV	CON SFV
194_14-0	Line	3.4	3.4
195_14-0	Line	3.4	3.4
196_14-0	Line	0.1	0.1
198_14-1	Line	0.1	0.1
202_14-0	Line	15.3	14.8
203_14-0	Line	15.3	14.8
206_14-0	Line	5.8	5.4
207_14-0	Line	5.8	5.4
210_14-0	Line	10.2	9.7
211_14-0	Line	10.2	9.7
212_14-0	Line	6.9	6.9
213_14-0	Line	6.9	6.9
214_14-0	Line	15.5	15.5
215_14-0	Line	15.5	15.5
216_14-0	Line	5.8	5.4
217_14-0	Line	5.8	5.4
218_14-0	Line	3.8	3.8
219_14-0	Line	1.9	1.9
220_14-0	Line	1.9	1.9
221_14-0	Line	9.6	9.1
222_14-0	Line	9.6	9.1
223_14-0	Line	5.8	5.4
224_14-0	Line	5.8	5.4

Tabla 8. Cargabilidad Líneas aéreas caso base y con SFV 150 kWp Demanda Media (continuación)

ID	Type	SIN SFV	CON SFV
1_15-0	Cable	0.3	0.3
2_15-0	Cable	1.5	1.5
3_15-0	Cable	2.3	2.3
4_15-0	Cable	1.5	1.5
5_15-0	Cable	3.2	3.2
6_15-0	Cable	7	7
8_15-0	Cable	0.6	0.6
9_15-0	Cable	2.3	2.3
10_15-0	Cable	1.2	1.2
11_15-0	Cable	1.2	1.2
12_15-0	Cable	2.3	2.3
13_15-0	Cable	5.1	5.1
14_15-0	Cable	5.1	5.1
15_15-0	Cable	5.1	5.1
16_15-0	Cable	2.3	2.3
17_15-0	Cable	2.3	2.3
18_15-0	Cable	2.3	2.3
19_15-0	Cable	0.8	0.8
20_15-0	Cable	0.8	0.8
21_15-0	Cable	0.8	0.8
22_15-0	Cable	0.8	0.8
23_15-0	Cable	0.8	0.8
24_15-0	Cable	0.8	0.8
25_15-0	Cable	0.2	0.2
26_15-0	Cable	6.6	6.6
27_15-0	Cable	6.6	6.6
28_15-0	Cable	10.2	9.4
29_15-0	Cable	10.2	9.4
30_15-0	Cable	3.2	3.2
31_15-0	Cable	57	56.2
32_15-0	Cable	57	56.2
33_15-0	Cable	57	56.2
34_15-0	Cable	57	56.2
35_15-0	Cable	57	56.2
36_15-0	Cable	57	56.2
37_15-0	Cable	17	16.1
38_15-0	Cable	17	16.1
39_15-0	Cable	17	16.1
40_15-0	Cable	17	16.1

Tabla 9. Cargabilidad cables subterráneos caso base y con SFV 150 kWp Demanda Máxima

ID	Type	SIN SFV	CON SFV
41_15-0	Cable	17	16.1
42_15-0	Cable	17	16.1
43_15-0	Cable	57.1	56.2
44_15-0	Cable	57.1	56.2
45_15-0	Cable	57.1	56.2
46_15-0	Cable	57.1	56.2
47_15-0	Cable	57.1	56.2
48_15-0	Cable	57.1	56.2
53_15-0	Cable	0.6	0.6
54_15-0	Cable	1.2	1.2
55_15-0	Cable	2.3	2.3
56_15-0	Cable	7	7
57_15-0	Cable	7	7
58_15-0	Cable	7	7
59_15-0	Cable	7	7
60_15-0	Cable	1.2	1.2
61_15-0	Cable	0.6	0.6
62_15-0	Cable	1.5	1.5
63_15-0	Cable	3.2	3.2
64_15-0	Cable	1.5	1.5
65_15-0	Cable	13.1	13.1
66_15-0	Cable	8.4	8.4
67_15-0	Cable	6.1	6.1
68_15-0	Cable	3.7	3.7
69_15-0	Cable	0.9	0.9
70_15-0	Cable	0.9	0.9
71_15-0	Cable	0.9	0.9
72_15-0	Cable	1.5	1.5
73_15-0	Cable	1.5	1.5
74_15-0	Cable	1.5	1.5
75_15-0	Cable	1.5	1.5
76_15-0	Cable	1.5	1.5
77_15-0	Cable	0.3	0.3
78_15-0	Cable	1.2	1.2
79_15-0	Cable	1.5	1.5
80_15-0	Cable	13.1	13.1
81_15-0	Cable	13.1	13.1
82_15-0	Cable	13.1	13.1
83_15-0	Cable	13.1	13.1

*Tabla 10. Cargabilidad cables subterráneos caso base y con SFV 150 kWp
Demanda Máxima (Continuación)*

ID	Type	SIN SFV	CON SFV
85_15-0	Cable	1.9	1.9
86_15-0	Cable	1.9	1.9
87_15-0	Cable	1.9	1.9
88_15-0	Cable	1.9	1.9
89_15-0	Cable	1.9	1.9
90_15-0	Cable	53.8	53
91_15-0	Cable	53.8	53
92_15-0	Cable	53.8	53
93_15-0	Cable	2.3	2.3
94_15-0	Cable	2.3	2.3
95_15-0	Cable	2.3	2.3
96_15-0	Cable	2.3	2.3
97_15-0	Cable	2.3	2.3
98_15-0	Cable	2.3	2.3
99_15-0	Cable	4.7	4.7
100_15-0	Cable	5.5	4.7
101_15-0	Cable	0.9	0.9
102_15-0	Cable	0.2	0.2
103_15-0	Cable	1.9	1.9
104_15-0	Cable	2.3	2.3
105_15-0	Cable	1.2	1.2
106_15-0	Cable	0.3	0.3
107_15-0	Cable	1.9	1.9
108_15-1	Cable	2.3	2.3
109_15-1	Cable	2.3	2.3
110_15-1	Cable	2.3	2.3
111_15-1	Cable	2.3	2.3
112_15-1	Cable	2.3	2.3
113_15-1	Cable	2.3	2.3
114_15-1	Cable	4.7	4.7
115_15-1	Cable	5.5	4.7
116_15-1	Cable	0.2	0.2
117_15-1	Cable	1.9	1.9
118_15-1	Cable	2.3	2.3
119_15-1	Cable	0.9	0.9
120_15-1	Cable	1.2	1.2
121_15-1	Cable	0.3	0.3
122_15-1	Cable	1.9	1.9
123_15-0	Cable	0.9	0.9

*Tabla 11. Cargabilidad cables subterráneos caso base y con SFV 150 kWp
Demanda Máxima (Continuación)*

ID	Type	SIN SFV	CON SFV
124_15-0	Cable	0.9	0.9
125_15-0	Cable	13.1	13.1
126_15-0	Cable	13.1	13.1
127_15-0	Cable	5.1	5.1
128_15-0	Cable	5.1	5.1
129_15-0	Cable	0.8	0.8
130_15-0	Cable	0.8	0.8
131_15-0	Cable	17	16.1
132_15-0	Cable	17	16.1
133_15-0	Cable	1.5	1.5
134_15-0	Cable	1.5	1.5
135_15-0	Cable	1.2	1.2
136_15-0	Cable	1.2	1.2
137_15-0	Cable	1.2	1.2
138_15-0	Cable	1.2	1.2
139_15-0	Cable	1.2	1.2
140_15-0	Cable	5.5	4.7
141_15-0	Cable	4.7	4.7
142_15-0	Cable	4.7	4.7
143_15-0	Cable	4.7	4.7
144_15-0	Cable	4.7	4.7
145_15-0	Cable	2.3	2.3
146_15-1	Cable	2.3	2.3
147_15-0	Cable	1.2	1.2
148_15-0	Cable	1.2	1.2
149_15-0	Cable	5.4	5.4
150_15-0	Cable	5.4	5.4
151_15-0	Cable	0.8	0.8
152_15-1	Cable	0.8	0.8
153_15-0	Cable	2.3	2.3
154_15-0	Cable	2.3	2.3
155_15-1	Cable	2.3	2.3
156_15-0	Cable	10.2	9.4
157_15-0	Cable	10.2	9.4
158_15-0	Cable	10.2	9.4
159_15-0	Cable	1.2	1.2
160_15-1	Cable	1.2	1.2
161_15-0	Cable	5.1	5.1
162_15-0	Cable	2.3	2.3

*Tabla 12. Cargabilidad cables subterráneos caso base y con SFV 150 kWp
Demanda Máxima (Continuación)*

ID	Type	SIN SFV	CON SFV
163_15-0	Cable	2.3	2.3
164_15-0	Cable	0.4	0.4
165_15-0	Cable	2.3	2.3
166_15-0	Cable	2.3	2.3
167_15-1	Cable	2.3	2.3
168_15-0	Cable	0.4	0.4
169_15-0	Cable	0.6	0.6
170_15-0	Cable	0.8	0.8
171_15-0	Cable	0.8	0.8
172_15-0	Cable	0.6	0.6
173_15-1	Cable	0.6	0.6
174_15-0	Cable	0.4	0.4
175_15-1	Cable	0.4	0.4
176_15-0	Cable	3.7	3.7
177_15-1	Cable	3.7	3.7
178_15-0	Cable	4.7	4.7
179_15-0	Cable	4.7	4.7
180_15-0	Cable	1.9	1.9
181_15-0	Cable	1.9	1.9
182_15-0	Cable	4.7	4.7
183_15-0	Cable	4.7	4.7
184_15-0	Cable	4.7	4.7
185_15-0	Cable	2.3	2.3
186_15-0	Cable	2.3	2.3
187_15-1	Cable	2.3	2.3
188_15-0	Cable	5.4	5.4
189_15-0	Cable	5.4	5.4
190_15-0	Cable	2.3	2.3
191_15-1	Cable	2.3	2.3
192_15-0	Cable	1.2	1.2
193_15-1	Cable	1.2	1.2
194_15-0	Cable	1.5	1.5
195_15-1	Cable	1.5	1.5
196_15-0	Cable	0.6	0.6
197_15-1	Cable	0.6	0.6
198_15-0	Cable	2.3	2.3
199_15-0	Cable	2.3	2.3
200_15-0	Cable	2.3	2.3
201_15-0	Cable	2.3	2.3

*Tabla 13. Cargabilidad cables subterráneos caso base y con SFV 150 kWp
Demanda Máxima (Continuación)*

Los resultados de cargabilidad no se ven afectados por la instalación del SFV en Laboratorio Lafrancol, se observa que en condiciones normales y con la entrada del proyecto el circuito Popular no presenta cargabilidad superior al 60 %.

4.4 Niveles de Tensión demanda Máxima caso base y con SFV 150 kWp

Bus ID	Nominal kV	SIN SFV	CON SFV
DBus_17_9	0.44	96.54	96.69
145_19	34.5	99.17	99.18
147_19	34.5	99.17	99.18
196_19	34.5	99.17	99.18
197_19	34.5	99.17	99.18
281_19	34.5	99.17	99.18
139_19	34.5	99.18	99.19
141_19	34.5	99.18	99.19
138_19	34.5	99.19	99.2
195_19	34.5	99.19	99.2
DBus_96	34.5	99.19	99.2
131_19	34.5	99.22	99.22
76_19	34.5	99.22	99.23
82_19	34.5	99.22	99.23
83_19	34.5	99.22	99.23
94_19	34.5	99.22	99.23
97_19	34.5	99.22	99.23
99_19	34.5	99.22	99.23
233_19	34.5	99.22	99.23
285_19	34.5	99.22	99.23
286_19	34.5	99.22	99.23
302_19	34.5	99.22	99.23
303_19	34.5	99.22	99.23
DBus_45	34.5	99.22	99.23
DBus_64	34.5	99.22	99.23
127_19	34.5	99.24	99.24
128_19	34.5	99.23	99.24
DBus_9	34.5	99.24	99.24
61_19	34.5	99.26	99.26
275_19	34.5	99.26	99.26
125_19	34.5	99.26	99.27
187_19	34.5	99.26	99.27
192_19	34.5	99.26	99.27
DBus_93	34.5	99.26	99.27
123_19	34.5	99.27	99.28
150_19	34.5	99.27	99.28
177_19	34.5	99.3	99.3
122_19	34.5	99.31	99.31
293_19	34.5	99.3	99.31

Tabla 14. Niveles de tensión caso base y con SFV 150 kWp Demanda Media

5 Análisis de corrientes de Cortocircuito.

Para este análisis se realiza un estudio de cortocircuito mediante la aplicación de una falla trifásica y monofásica en todos los nodos adyacentes al proyecto, con la intención de analizar el comportamiento de las corrientes de cortocircuito en cada uno de estos y con el fin de establecer una comparación de los niveles de las corrientes de cortocircuito en los nodos del sistema cuando no se han agregado sistemas fotovoltaicos y para cuando se agregan los sistemas fotovoltaicos. En la Tabla 6 se puede apreciar los valores de las corrientes de cortocircuito en cada nodo del sistema para cada una de las condiciones ya mencionadas.

BUS	CASO BASE (SIN SFV)		CON SFV 207 KW	
	Ifalla 3F - kA	Ifalla 1 F - kA	Ifalla 3F - kA	Ifalla 1 F - kA
DBus_17_9	31.82	30.64	31.87	30.68
5272297	6.43	4.48	6.43	4.48
255_19	6.43	4.48	6.43	4.48
197_19	6.44	4.49	6.44	4.49

Tabla 15. Resultados cortocircuito trifásico y monofásico caso base y con SFV – 150 kWp

6 ANÁLISIS DE ARMÓNICOS

Por medio de la norma internacional IEEE 1547 “Estandar for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems” se logra establecer los requisitos y los criterios para la interconexión de generadores distribuidos y autogeneradores con los sistemas de potencia.

La normativa establece los límites máximos de distorsión armónica de corriente pares e impares, estos límites se pueden observar en la Tabla 7 y la Tabla 8 respectivamente y lo cuales no deben ser superados. Como se puede observar, el límite de distorsión armónica total THD (Total Harmonic distortion) es del 5.0%

Individual odd harmonic order h	$h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h < 50$	Total rated Current Distortion (TRD)
Percent (%)	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0

Tabla 16. Máxima distorsión de corriente armónica impar en porcentaje de la corriente nominal

I_{rated} = the DER unit rated current capacity (transformed to the RPA when a transformer exists between the DER unit and the RPA).

Individual even harmonic order h	$h = 2$	$h = 4$	$h = 6$	$8 \leq h < 50$
Percent (%)	1.0	2.0	3.0	Associated range specified in TABLE 26

Tabla 17. Máxima distorsión de corriente armónica par en porcentaje de la corriente nominal

I_{rated} = the DER unit rated current capacity (transformed to the RPA when a transformer exists between the DER unit and the RPA).

Las tablas presentadas son tomadas de manera de la norma IEEE 1547, en las cuales se especifican los límites de distorsión armónica aceptados.

El inversor ABB TRIO-20/27.6 -TL-OUTD en su ficha técnica presenta una inyección total armónica (THD) menor a 3 %, que cumple con los límites máximos planteados según la norma IEEE 1547.

6.1 RESULTADOS FLUJO DE CARGA ARMÓNICO

6.1.1 RESULTADOS FLUJO DE CARGA ARMÓNICO SIN SFV 150 KWp

Para el análisis de armónicos se tuvo en cuenta la norma IEEE 519 de 2014. La norma establece diferentes límites de contenido armónico de las ondas de tensión y corriente dependiendo de los niveles de tensión y relación entre corriente de cortocircuito y corriente de plena carga del punto de conexión del usuario, sin embargo, para el caso de los generadores se tienen en cuenta los límites más

restrictivos de la norma, independientemente de la relación de corrientes de cortocircuito y plena carga. En las siguientes tablas se resumen los límites de distorsión armónica para tensión.

Tensión (kV)	Distorsión individual de tensión (%)	Distorsión total de tensión THD (%)
$V \leq 1$	5	8
$1 < V \leq 69$	3	5
$69 < V \leq 161$	1,5	2,5
$161 < V$	1	1,5

Tabla 18. Límites de distorsión armónica de tensión (fuente: IEEE 519-2014)

Los resultados que se muestran a continuación corresponden al estudio de flujo de carga armónico en la zona de influencia del proyecto; los análisis se realizaron con la finalidad de evaluar el impacto de la distorsión armónica en el sistema incluyendo la planta solar de 150 kW.

Para los análisis de armónicos se tomaron como referencia los inversores **TRIO-20.0/27.6-TL-OUTD** del fabricante **ABB** y se tuvo en cuenta que el control del inversor y el diseño del filtro tienen un gran impacto en los armónicos generados por el inversor.

Los armónicos medidos también variarán con la frecuencia de la red, la impedancia de la red y el nivel inicial de tensión armónica en la red. En la tabla 10 se presentan las contribuciones armónicas de este tipo de inversor, como parámetros para la simulación.

Orden	Ih(%)	Orden	Ih(%)	Orden	Ih(%)	Orden	Ih(%)
2	0,1323	14	0,0289	26	0,0192	38	0,0158
3	0,0622	15	0,0253	27	0,0177	39	0,0159
4	0,1382	16	0,0516	28	0,0206	40	0,0161
5	0,7811	17	0,2656	29	0,0343	41	0,015
6	0,0509	18	0,0717	30	0,0182	42	0,0156
7	0,6027	19	0,2147	31	0,0249	43	0,0134
8	0,09	20	0,0368	32	0,0154	44	0,0209
9	0,0178	21	0,0752	33	0,0181	45	0,0238
10	0,0401	22	0,0548	34	0,016	46	0,0135
11	0,2227	23	0,216	35	0,0227	47	0,0157
12	0,0224	24	0,0067	36	0,0165	48	0,0164
13	0,0542	25	0,0957	37	0,0117	49	0,0199
						50	0,0132

Tabla 19. Distorsión armónica del inversor

Antes de presentar los resultados encontrados en los análisis de flujo de carga armónico realizados, se deben indicar las siguientes consideraciones:

- I. Se tomaron como referencia para el análisis los armónicos de tensión (impares 1 al 15) medidos, reportados por el OR.
- II. Se evaluó el impacto armónico en el circuito Popular 34.5 kV en relación con la conexión del sistema fotovoltaico
- III. Se consideró una inyección de potencia de 150 kW en baja tensión del transformador.

Para el cálculo del THDv, una vez en operación el sistema fotovoltaico, se consideró el caso más crítico, es decir, usando el teorema de superposición para cada frecuencia armónica, se suma cada tensión armónica medida con la tensión armónica calculada producida por el sistema fotovoltaico 150 kW. Por consiguiente,

se asume que los armónicos están en fase, aunque en la realidad la tensión armónica resultante será menor.

El valor medido que se utilizó en los análisis, fue el suministrado por EMCALI, tomando el valor promedio de las tensiones armónicas medidas para cada una de las fases de las barras analizadas.

A continuación, en la tabla 11, se muestran los valores de THDv obtenidos para el circuito al que se conectaría el sistema fotovoltaico. Los resultados fueron obtenidos para los armónicos impares del 1 al 15, siguiendo la misma línea de información suministrada por EMCALI.

Armónico	Datos medidos			Datos simulados			Datos obtenidos metodo superposición		
	Mel 13.2 KV	Mel 13.2 KV	Mel 13.2 KV	Mel 13.2 KV	Mel 13.2 KV	Mel 13.2 KV	Mel 13.2 KV	Mel 13.2 KV	Mel 13.2 KV
	HD F1	HD F2	HD F3	HD F1	HD F2	HD F3	HD F1	HD F2	HD F3
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3	0.266	0.343	0.305	0.008	0.008	0.008	0.274	0.351	0.313
5	0.91	0.81	0.91	0.169	0.169	0.169	1.080	0.981	1.078
7	0.78	0.67	0.75	0.172	0.172	0.172	0.957	0.844	0.919
9	0.044	0.119	0.192	0.005	0.005	0.005	0.049	0.124	0.197
11	0.12	0.15	0.14	0.072	0.072	0.072	0.197	0.221	0.211
13	0.103	0.079	0.105	0.023	0.023	0.023	0.126	0.102	0.128
15	0.029	0.034	0.019	0.013	0.013	0.013	0.042	0.047	0.032
THD V	1.243	1.128	1.242	0.253	0.253	0.253	1.488	1.369	1.485

Tabla 20. THDV – Circuito Popular 34.5 kV

En las siguientes gráficas se presenta el nivel de distorsión armónica individual, para cada una de las alternativas de conexión y el escenario de generación analizado.

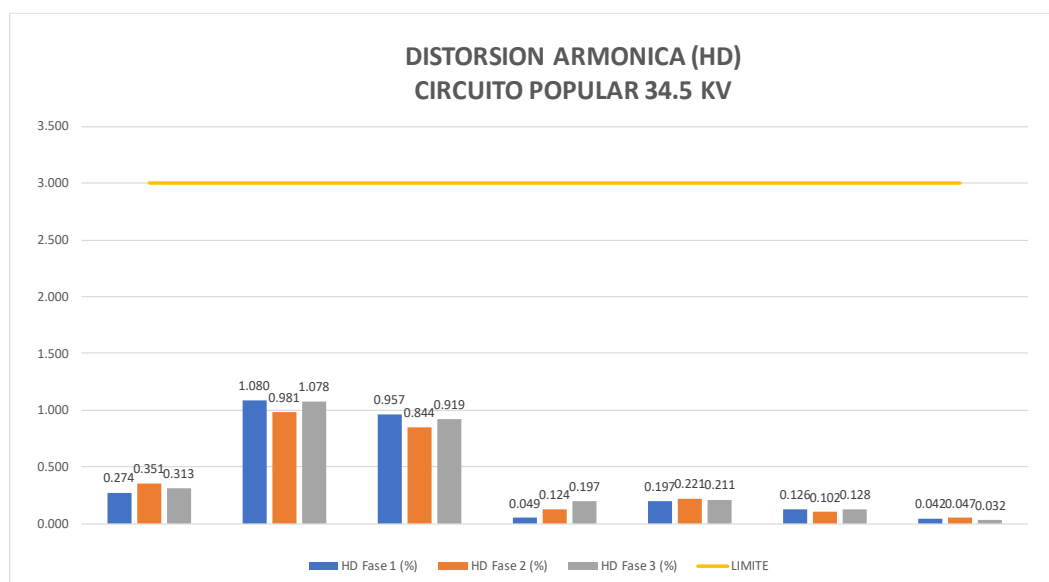


Figura 7. Nivel de HD individual

Al llevar a cabo una comparación entre los valores permitidos por la Norma IEE 519 2014 y los calculados (individual y total) para la conexión, se observa que desde el punto de vista de calidad de la potencia es posible la incorporación del nuevo sistema fotovoltaico sin que se sobrepasen los límites establecidos en la norma mencionada

7 CONCLUSIONES

FLUJO DE CARGA

- Los resultados muestran que la instalación del sistema fotovoltaico de 150 kWp, en laboratorios Lafrancol, no presenta problemas de cargabilidad en los equipos de la red eléctrica del operador de red ni en el interior de la planta, en estado estacionario.
- En el caso de máxima generación del sistema fotovoltaico, no se generan excedentes a la red de EMCALI.

- Los niveles de tensión están dentro de los límites permitidos para cada uno de los nodos en los casos evaluados.

CORTOCIRCUITO

Las evaluaciones de cortocircuito permitieron verificar que la instalación de un sistema fotovoltaico de 150 KWp no representa incrementos significativos en las corrientes de falla trifásica ni monofásica.

CALIDAD POTENCIA

- Debido a la reducción de consumo de potencia activa de la red de distribución, se produce un desbalance entre la potencia activa y reactiva, por lo cual se debe tener en cuenta que los inversores permitan ajustar el factor de potencia o considerar un banco de condensadores automático, para evitar bajo factor de potencia.
- En el análisis de flujo de carga armónico, al llevar a cabo una comparación entre los valores permitidos por la Norma IEE 519 2014 y los calculados (individual y total) para la conexión analizada, se observó que es posible la incorporación del sistema fotovoltaico sin que se sobrepasen los límites establecidos en la norma.

8 DESCRIPCIÓN DE ANEXOS

Los anexos que conforman el presente documento muestran los los resultados gráficos, para cada uno de los análisis:

Anexo 1: Presenta diagramas de flujos de potencia en operación normal para los escenarios de demanda máxima y mínima.

Anexo 2: Presenta diagramas con los resultados de cortocircuito para los diferentes escenarios.

Anexo 3: Presenta los parámetros técnicos y eléctricos de los equipos y elementos del sistema.

ANEXO 1

RESULTADOS ANÁLISIS FLUJOS DE CARGA

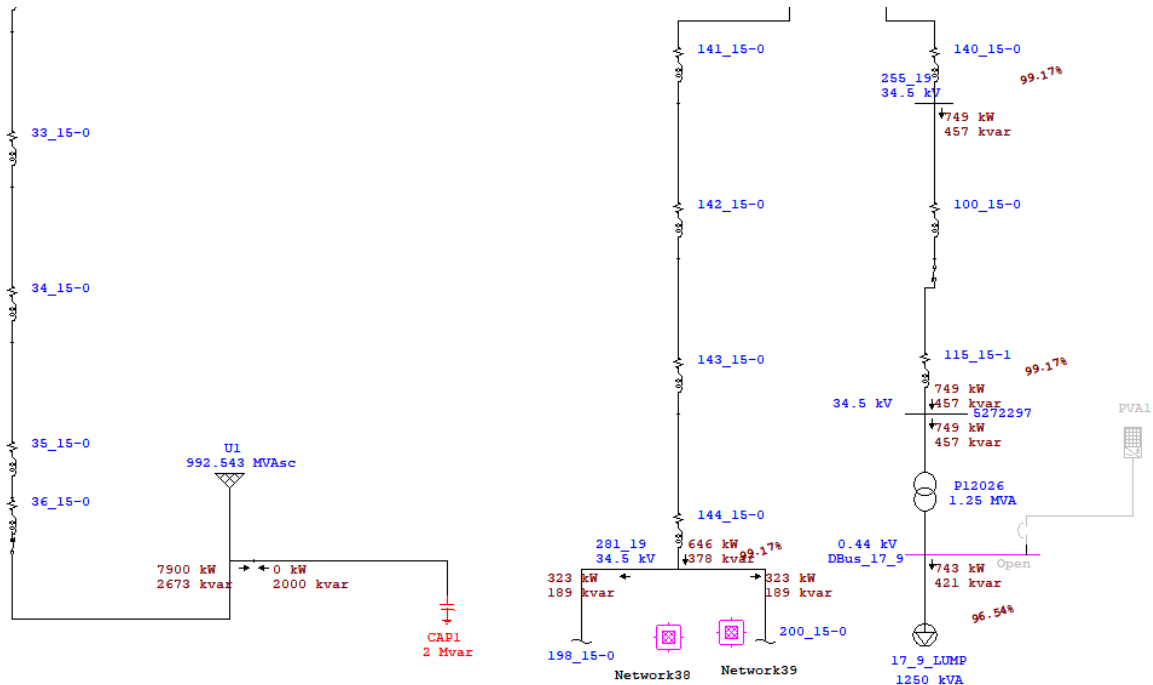


Figura 8. Resultados flujo carga caso base Demanda Media

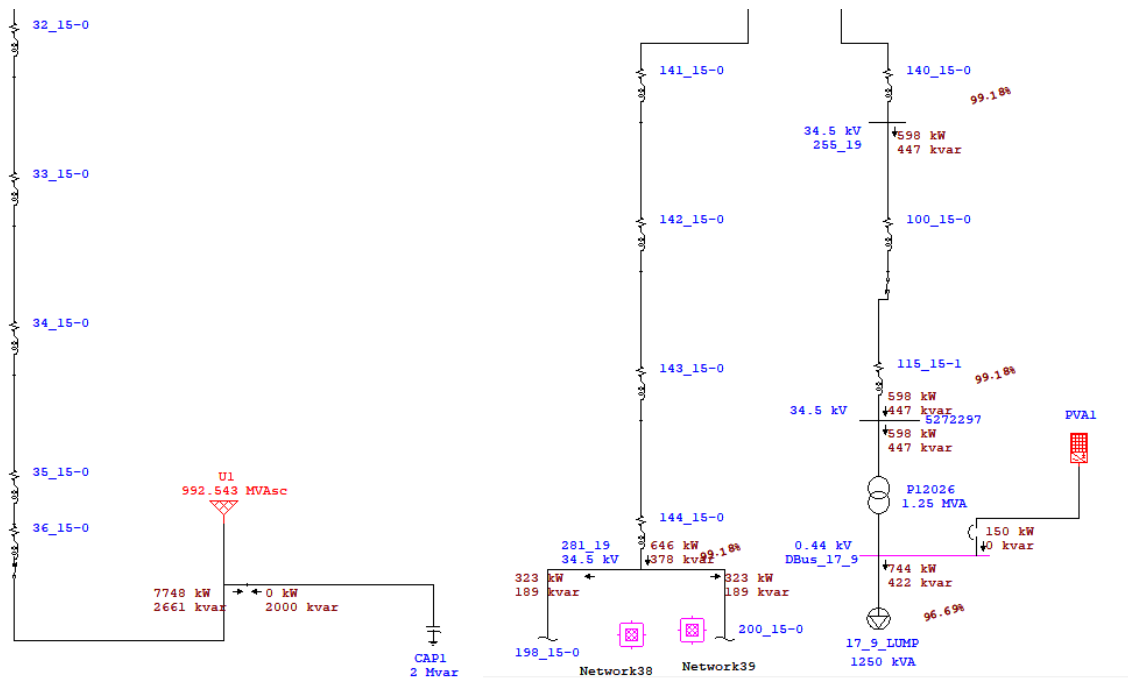


Figura 9. Resultados flujo carga con SFV-150 kWp Demanda Media

ANEXO 2

RESULTADOS CORTOCIRCUITO

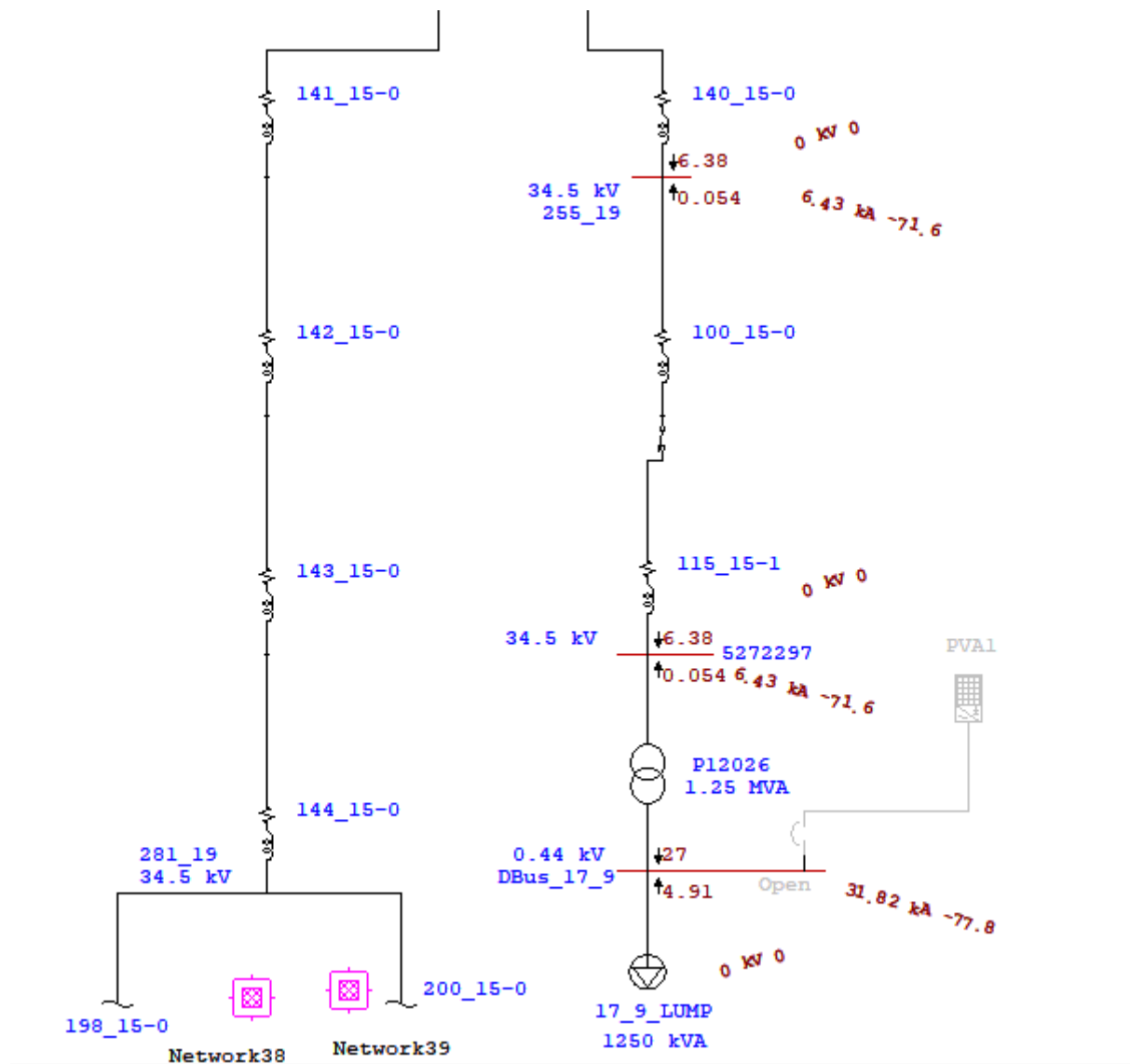


Figura 10. Resultados Cortocircuito Trifásico sin SFV 150 kWp

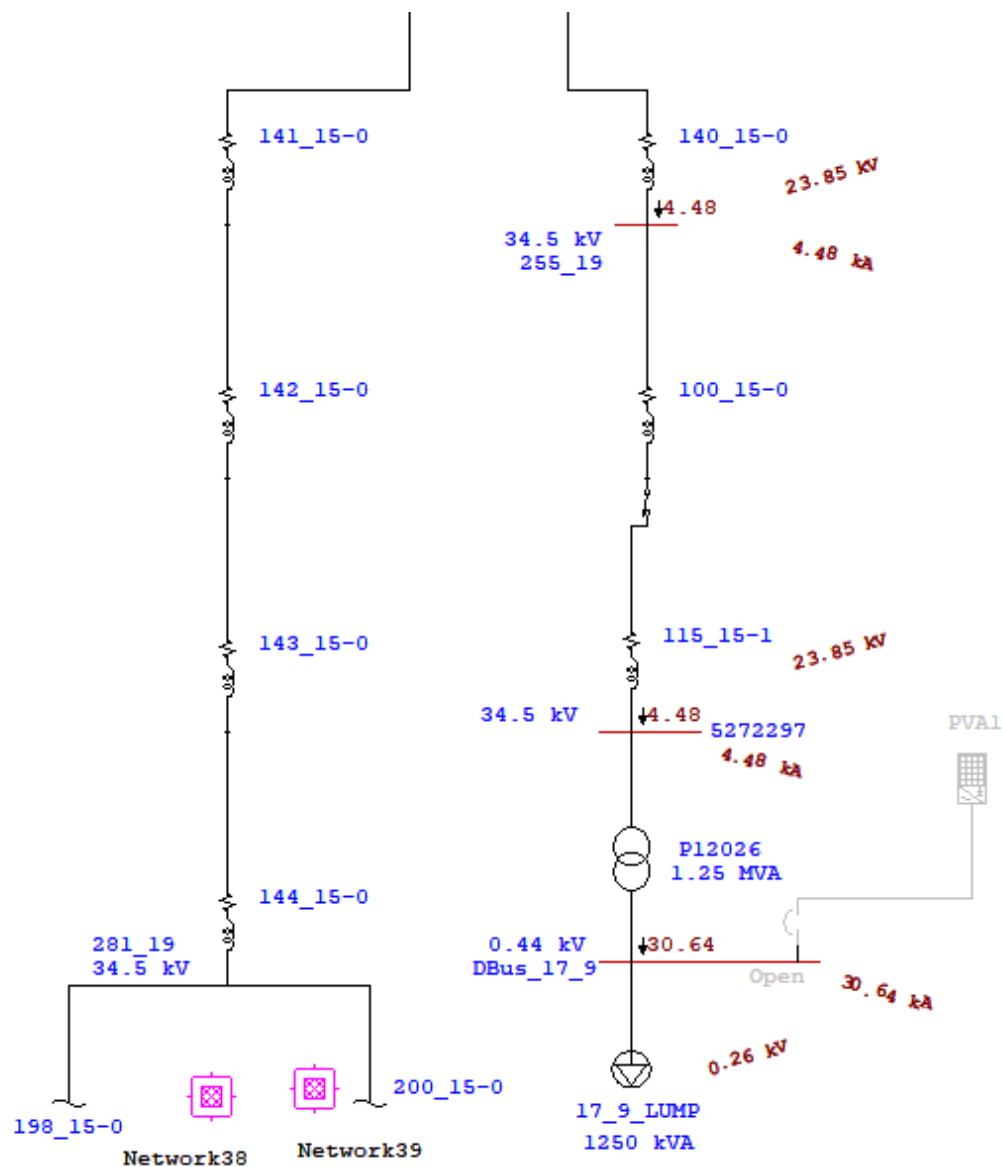


Figura 11. Resultados Cortocircuito Monofásico sin SFV 150 kWp

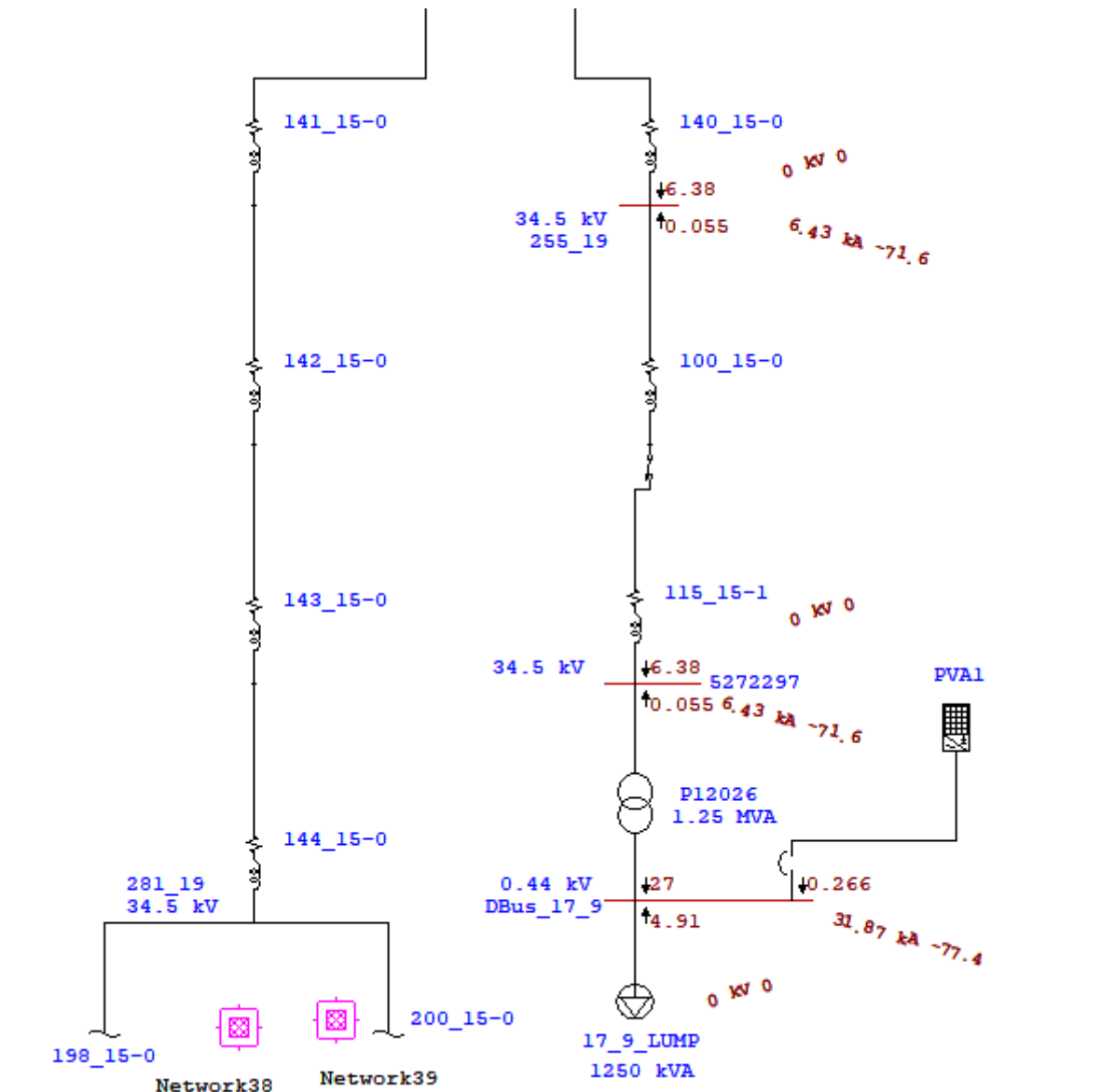


Figura 12. Resultados Cortocircuito Trifásico con SFV 150 kWp

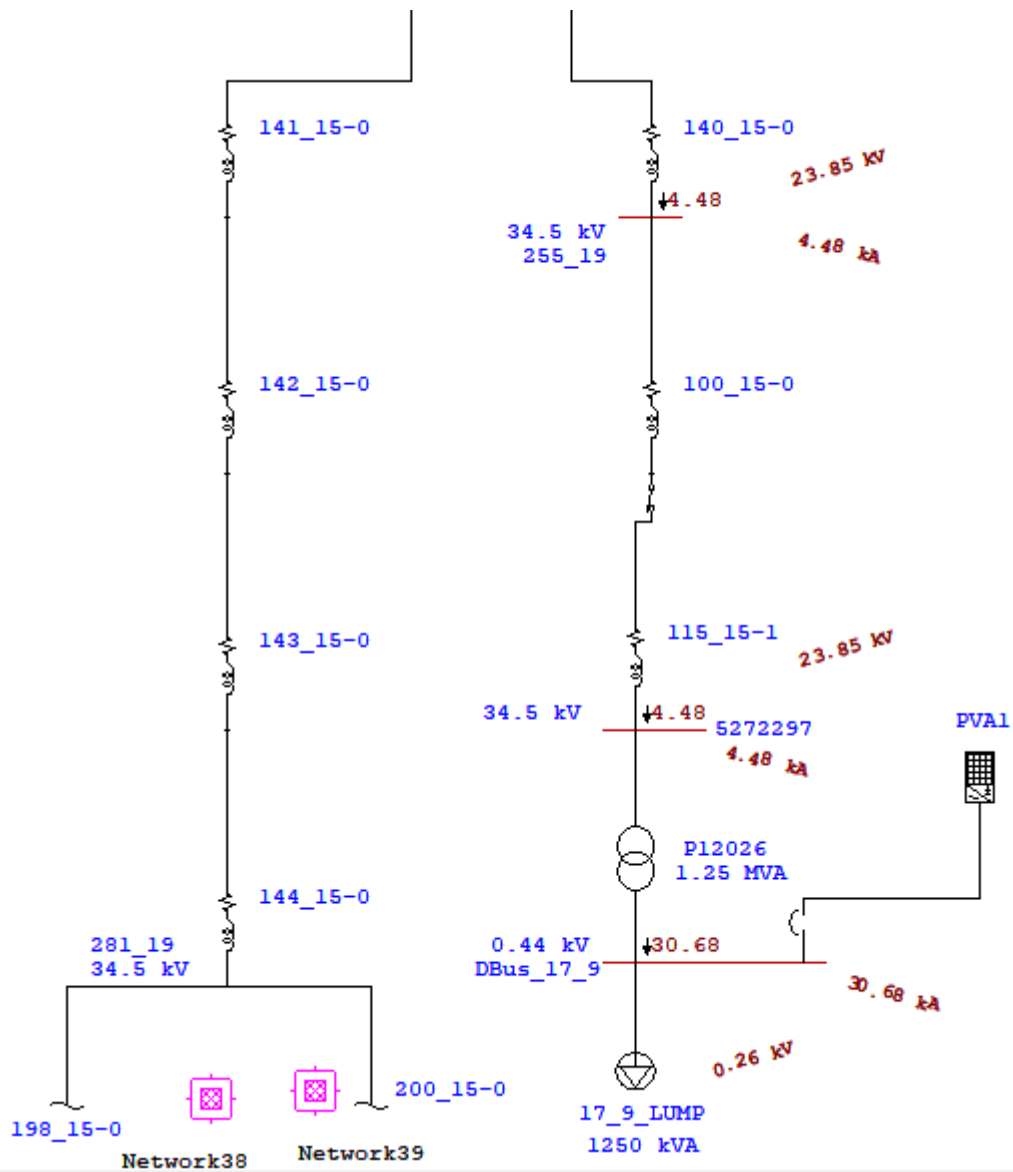


Figura 13. Resultados Cortocircuito Monofásico con SFV 150 kWp

ANEXO 3

PARÁMETROS TÉCNICOS Y ELÉCTRICOS DE EQUIPOS Y ELEMENTOS

8.1 Parámetros técnicos y Eléctricos de equipos y elementos

A continuación, se presentan los parámetros técnicos y eléctricos de los equipos y componentes usados para el proyecto objeto de análisis.

OBJECTID	FACILITYID	LABELTEXT	GRUPOCONEXION	DMT_CIRCUITO	EQUIPMENTCODE	Z	XOVERR	OperatingVoltage	LowSideVoltage	RatedKVA
1	6359906-P10804	P10804 - 500.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P10804	5.8	3.09	34.5	0.44	500
2	1194321-P10868	P10868 - 630.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P10868	5.8	3.96	34.5	0.44	630
3	1181173-P10869	P10869 - 150.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P10869	5.8	2.47	34.5	0.44	150
4	6752713-P10946	P10946 - 1000.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P10946	5.8	5.79	34.5	0.44	1000
5	6478123-P3914	P3914 - 1250.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P3914	5.8	5.79	34.5	0.46	1250
6	6478115-P3915	P3915 - 1250.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P3915	5.8	5.79	34.5	0.22	1250
7	5195110-P3916	P3916 - 1250.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P3916	5.8	5.79	34.5	0.216	1250
8	5195152-P4008	P4008 - 1250.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P4008	5.8	5.79	34.5	0.44	1250
9	6375642-P5803	P5803 - 1250.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P5803	5.8	5.79	34.5	0.22	1250
10	5128226-P6434	P6434 - 75.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P6434	5.8	2.47	34.5	0.225	75
11	5151121-P6813	P6813 - 45.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P6813	5.8	2.47	34.5	0.225	45
12	5207533-P7645	P7645 - 2500.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P7645	5.8	10.67	34.5	0.46	2500
13	5207584-P7646	P7646 - 1000.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P7646	5.8	5.79	34.5	0.44	1000
14	6375693-P7715	P7715 - 1250.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P7715	5.8	5.79	34.5	0.44	1250
15	5272220-P8390	P8390 - 112.5 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P8390	5.8	2.47	34.5	0.225	112.5
16	5287821-P9328	P9328 - 1250.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P9328	5.8	5.79	34.5	0.44	1250
17	5272297-P12026	P12026 - 1250.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P12026	5.8	5.79	34.5	0.44	1250
18	6490018-P10643	P10643 - 1250.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P10643	5.8	5.79	34.5	0.44	1250
19	2104725-P10405	P10405 - 400.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P10405	5.8	3.09	34.5	0.22	400
20	2112272-P12175	P12175 - 1250.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P12175	5.8	5.79	34.5	0.44	1250
21	2090058-P12626	P12626 - 630.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P12626	5.8	3.96	34.5	0.226	630
22	2189470-P12325	P12325 - 1250.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P12325	5.8	5.79	34.5	0.22	1250
23	5272181-P8389	P8389 - 300.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P8389	5.8	3.09	34.5	0.46	300
24	2315700-P13113	P13113 - 225.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P13113	5.8	3.09	34.5	0.22	225
25	5277302-P12998	P12998 - 2000.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P12998	5.8	7.098	34.5	0.23	2000
26	2348993-P13572	P13572 - 1250.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P13572	5.8	5.79	34.5	0.22	1250
27	2348985-P13573	P13573 - 1250.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P13573	5.8	5.79	34.5	0.22	1250
28	6375782-P13654	P13654 - 630.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P13654	5.8	3.96	34.5	0.208	630
29	6363920-P13653	P13653 - 800.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P13653	5.8	5.79	34.5	0.214	800
30	6375731-P13655	P13655 - 300.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P13655	5.8	3.09	34.5	0.214	300
31	2355558-P13492	P13492 - 1250.0 Kva	Dyn5	17537-POPULAR	P13492	5.8	5.79	34.5	0.44	1250

Tabla 21 Parámetros Eléctricos – Transformadores dos devanados

OBJECTID	SIZEMATERIA	rposit	xposit	yposit	rcero	xcero	ycero	SHAPE_Length
1	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.118
2	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.118
3	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.118
4	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.803
5	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.803
6	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.803
7	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.803
8	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.803
9	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.803
10	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.118
11	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.118
12	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.118
13	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	32.521
14	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	42.577
15	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	23.678
16	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	47.512
17	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	55.736
18	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	47.649
19	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	28.563
20	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	31.247
21	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	35.028
22	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	27.204
23	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	12.656
24	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	28.329
25	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	11.049

Tabla 22 Parámetros Eléctricos – Cables de conexión

OBJECTID	SIZEMATERIAL	rposit	xposit	yposit	rcero	xcero	ycero	SHAPE_Length
26	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	2.506
27	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	27.404
28	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	3.449
29	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	14.689
30	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	6.158
31	CU_750	0.00008	0.0001	0	0.00009	0.00189	0	2.748
32	CU_750	0.00008	0.0001	0	0.00009	0.00189	0	40.842
33	CU_750	0.00008	0.0001	0	0.00009	0.00189	0	29.562
34	CU_750	0.00008	0.0001	0	0.00009	0.00189	0	13.359
35	CU_750	0.00008	0.0001	0	0.00009	0.00189	0	44.738
36	CU_750	0.00008	0.0001	0	0.00009	0.00189	0	7.703
37	CU_4/0	0.00021	0.00009	0	0.00022	0.00202	0	3.790
38	CU_4/0	0.00021	0.00009	0	0.00022	0.00202	0	42.230
39	CU_4/0	0.00021	0.00009	0	0.00022	0.00202	0	33.378
40	CU_4/0	0.00021	0.00009	0	0.00022	0.00202	0	56.370
41	CU_4/0	0.00021	0.00009	0	0.00022	0.00202	0	53.823
42	CU_4/0	0.00021	0.00009	0	0.00022	0.00202	0	30.687
43	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	2.718
44	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	27.739
45	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	26.901
46	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	24.410
47	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	35.645
48	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	3.473
49	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.485

OBJECTID	SIZEMATERIAL	rposit	xposit	yposit	rcero	xcero	ycero	SHAPE_Length
50	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	21.381
51	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	21.939
52	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	2.116
53	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	18.608
54	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	22.321
55	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	63.305
56	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	5.737
57	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	57.417
58	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	69.044
59	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	43.991
60	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	10.045
61	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	25.255
62	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	27.054
63	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	29.562
64	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	10.766
65	CU_300	0.00023	0.00012	0	0.00023	0.00084	0	15.475
66	CU_300	0.00023	0.00012	0	0.00023	0.00084	0	18.064
67	CU_300	0.00023	0.00012	0	0.00023	0.00084	0	17.034
68	CU_300	0.00023	0.00012	0	0.00023	0.00084	0	17.034
69	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	8.508
70	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	20.923
71	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	43.064
72	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	11.755
73	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	3.359

OBJECTID	SIZEMATERIAL	rposit	xposit	yposit	rcero	xcero	ycero	SHAPE_Length
74	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	3.310
75	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	11.659
76	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	21.499
77	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	9.808
78	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	17.755
79	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	29.824
80	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	26.459
81	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	14.607
82	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	25.350
83	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	26.516
84	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	16.358
85	CU_2	0.00064	0.0001	0	0.00065	0.00214	0	3.487
86	CU_2	0.00064	0.0001	0	0.00065	0.00214	0	18.719
87	CU_2	0.00064	0.0001	0	0.00065	0.00214	0	20.096
88	CU_2	0.00064	0.0001	0	0.00065	0.00214	0	18.877
89	CU_2	0.00064	0.0001	0	0.00065	0.00214	0	16.797
90	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	2.459
91	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	37.061
92	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.417
93	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
94	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
95	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
96	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
97	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414

OBJECTID	SIZEMATERIAL	rposit	xposit	yposit	rcero	xcero	ycero	SHAPE_Length
122	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
123	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.139
124	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	2.870
125	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.170
126	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	4.060
127	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.159
128	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	5.861
129	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.125
130	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.811
131	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	3.622
132	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.296
133	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.187
134	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	3.441
135	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	10.505
136	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	21.003
137	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	32.037
138	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	65.254
139	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	29.364
140	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	11.585
141	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	7.555
142	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	17.818
143	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	13.406
144	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	16.212
145	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414

OBJECTID	SIZEMATERIAL	rposit	xposit	yposit	rcero	xcero	ycero	SHAPE_Length
146	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
147	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.261
148	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.708
149	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	5.751
150	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	4.778
151	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
152	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
153	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	15.086
154	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
155	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
156	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	2.702
157	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	23.122
158	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	3.240
159	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
160	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
161	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.803
162	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.118
163	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.118
164	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.803
165	CU_2	0.00064	0.0001	0	0.00065	0.00214	0	44.122
166	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
167	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
168	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	30.790
169	CU_1/0	0.0004	0.0001	0	0.00042	0.00208	0	10.742

OBJECTID	SIZEMATERIAL	rposit	xposit	yposit	rcero	xcero	ycero	SHAPE_Length
170	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	11.459
171	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	2.076
172	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
173	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
174	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
175	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
176	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
177	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
178	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	3.072
179	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	16.625
180	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	3.547
181	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	17.960
182	CU_2	0.00064	0.0001	0	0.00065	0.00214	0	3.902
183	CU_2	0.00064	0.0001	0	0.00065	0.00214	0	4.522
184	CU_2	0.00064	0.0001	0	0.00065	0.00214	0	4.282
185	CU_2	0.00064	0.0001	0	0.00065	0.00214	0	4.814
186	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
187	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
188	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	0.735
189	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	0.964
190	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
191	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
192	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
193	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414

OBJECTID	SIZEMATERIAL	rposit	xposit	yposit	rcero	xcero	ycero	SHAPE_Length
194	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
195	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
196	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
197	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
198	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	2.264
199	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	12.701
200	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	3.057
201	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	6.480
202	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414
203	CU_500	0.0001	0.0001	0	0.00011	0.00193	0	1.414

OBJECTID	FEEDERID	SIZEMATERIAL	rposit	xposit	yposit	rnegat	xnegat	ynegat	rcero	xcero	ycero	SHAPE_Length
1	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	7.56
2	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	7.08
3	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	27.48
4	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	54.92
5	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	69.17
6	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	57.53
7	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	48.85
8	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	56.24
9	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	87.16
10	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	76.53
11	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	62.98
12	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	110.22
13	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	73.93
14	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	80.84
15	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	23.34
16	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	46.68
17	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	47.98
18	17537-POPULAR	ACSR_1/0	0.0005	0.0005	0.002964	0.0005	0.0005	0.002964	0.0007	0.0014	0.002145	72.39
19	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	25.26
20	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	52.89
21	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	30.68
22	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	5.29
23	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	23.64
24	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	71.94
25	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	51.00
26	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	43.57
27	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	39.73
28	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	71.85
29	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	34.91
30	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	48.96
31	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	44.85
32	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	63.94
33	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	65.94
34	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	49.07
35	17537-POPULAR	CU_2/0	0.0003	0.0007	0.002926	0.0003	0.0007	0.002926	0.0004	0.0015	0.002125	42.31
36	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	47.02
37	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	8.23
38	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	30.30
39	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	27.53
40	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	57.14

Tabla 23 Parámetros Eléctricos – Líneas de conexión

Estudio de Conexión Planta de Generación Solar SFV – 150 KWp – Laboratorio Lafrancol

OBJECTID	FEEDERID	SIZEMATERIAL	rposit	xposit	yposit	rnegat	xnegat	ynegat	rcero	xcero	ycero	SHAPE_Length
161	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	12.67
162	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	55.98
163	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	49.27
164	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	59.39
165	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	58.71
166	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	52.51
167	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	59.00
168	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	41.38
169	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	51.86
170	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	52.93
171	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	57.11
172	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	50.20
173	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	35.79
174	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	25.47
175	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	59.06
176	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	60.07
177	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	26.04
178	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	12.00
179	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	22.85
180	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	36.21
181	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	36.27
182	17537-POPULAR	CU_1/0	0.0003	0.0007	0.002878	0.0003	0.0007	0.002878	0.0005	0.0015	0.0021	27.56
183	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	31.66
184	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	21.64
185	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	13.12
186	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	14.79
187	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	39.02
188	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	11.28
189	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	19.95
190	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	32.72
191	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	29.94
192	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	24.31
193	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	32.05
194	17537-POPULAR	ACSR_1/0	0.0005	0.0005	0.002964	0.0005	0.0005	0.002964	0.0007	0.0014	0.002145	50.37
195	17537-POPULAR	ACSR_1/0	0.0005	0.0005	0.002964	0.0005	0.0005	0.002964	0.0007	0.0014	0.002145	58.79
196	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.41
197	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.41
198	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.41
199	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.41

Estudio de Conexión Planta de Generación Solar SFV – 150 KWp – Laboratorio Lafrancol

OBJECTID	FEEDERID	SIZEMATERIAL	rposit	xposit	yposit	rnegat	xnegat	ynegat	rcero	xcero	ycero	SHAPE_Length
41	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	49.17
42	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	69.04
43	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	31.74
44	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	17.89
45	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	10.21
46	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	13.36
47	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	26.20
48	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	32.57
49	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	7.87
50	17537-POPULAR	ACSR_477	0.0001	0.0006	0.003361	0.0001	0.0006	0.003361	0.0003	0.0014	0.002338	34.46
51	17537-POPULAR	ACSR_477	0.0001	0.0006	0.003361	0.0001	0.0006	0.003361	0.0003	0.0014	0.002338	37.88
52	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	20.27
53	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	41.80
54	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	68.91
55	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	53.09
56	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	33.60
57	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	63.95
58	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	56.67
59	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	23.67
60	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	44.39
61	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	41.57
62	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	48.17
63	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	61.96
64	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	61.92
65	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	47.92
66	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	42.89
67	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	57.19
68	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	41.99
69	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	39.80
70	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	38.97
71	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	50.48
72	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	66.55
73	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	49.03
74	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	52.46
75	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	51.43
76	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	46.42
77	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	30.24
78	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	30.40
79	17537-POPULAR	CU_4/0	0.0002	0.0006	0.003029	0.0002	0.0006	0.003029	0.0003	0.0015	0.002177	28.92

OBJECTID	FEEDERID	SIZEMATERIAL	rposit	xposit	yposit	rnegat	xnegat	ynegat	rcero	xcero	ycero	SHAPE_Length
200	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.13
201	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.16
202	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.18
203	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.17
204	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.14
205	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.13
206	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.17
207	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.14
208	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.17
209	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.24
210	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.16
211	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.16
212	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.22
213	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.21
214	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.16
215	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.16
216	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.12
217	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.14
218	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	67.91
219	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	6.25
220	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	27.32
221	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	1.17
222	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	33.79
223	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	6.03
224	17537-POPULAR	CU_500	8E-05	0.0006	0.003314	8E-05	0.0006	0.003314	0.0003	0.0015	0.002316	76.31

ID	Max Pwer	PVA Power	Isc	Voc	Base Irradiance
PVA1-150KW	150 KWp	185	8.3	38.8	1000

Tabla 24 Parámetros Eléctricos – Generación Solar