



# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

**EIA para la construcción y operación una línea de transmisión de energía eléctrica 115 Kv Jagüey – Jacana, en jurisdicción de los municipios de Tauramena y Villanueva, departamento de Casanare**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Localización.....</b>	<b>4</b>
<b>3.2 Características del proyecto .....</b>	<b>8</b>
3.2.1 Infraestructura existente .....	10
<b>3.2.2 Fases y actividades del proyecto.....</b>	<b>11</b>
3.2.3 Características técnicas .....	12
3.2.3.1 Adecuación y construcción de la línea .....	13
3.2.3.2 Adecuación y construcción de las subestaciones .....	35
3.2.3.3 Uso y aprovechamiento de los recursos naturales .....	48
3.2.3.4 Operación .....	50
3.2.3.5 Infraestructura Asociada al proyecto .....	59
3.2.3.6 Infraestructura y servicios interceptados por el proyecto.....	65
3.2.4 Insumos del proyecto para las diferentes etapas .....	66
3.2.4.1 Materiales de construcción .....	66
3.2.4.2 Productos usados en la fase de operación.....	67
3.2.4.3 Materiales sobrantes .....	67
3.2.5 Mano de obra.....	68
3.2.6 Manejo y Disposición de materiales sobrantes de Excavación y Construcción de Demolición.....	70
3.2.7 Residuos Generados .....	70
3.2.7.1 Residuos generados en la fase de construcción .....	70
3.2.7.2 Residuos generados en la fase de operación .....	71
3.2.8 Costos del proyecto.....	72
3.2.9 Cronograma del proyecto .....	73
3.2.10 Organización del proyecto.....	74

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1. Diagrama esquemático proyecto (Unifilar) conexión bloque Llanos 34.....</b>	<b>9</b>
<b>Figura 2. Estructura General del Conductor ACAR 300 kCmil (12/79) .....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 3. Estructura General del cable Alumoweld 7 No 8.....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 4. Estructura General del Conductor ACAR 300 kCmil (12/79) .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 5. Estructura General del Conductor ACAR 300 kCmil (12/79) .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 6. Apoyo tipo de torre doble circuito .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 7. Apoyo tipo de torre circuito sencillo .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 8. Apoyo tipo poste doble circuito .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 9. Apoyo tipo poste circuito sencillo .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 10. Cimentación tipo zapata .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 11. Cimentación tipo macizo concreto reforzado .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 12. Sistemas de puesta a tierra estructuras tipo torre .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 13. Sistema de puesta a tierra estructuras tipo torre. ....</b>	<b>28</b>

<b>Figura 14.</b> Balizas de señalización aérea .....	29
<b>Figura 15.</b> Desviadores de vuelo .....	29
<b>Figura 16.</b> Diagrama unifilar Subestación Tigana.....	38
<b>Figura 17.</b> Vista en Planta Subestación Tigana.....	39
<b>Figura 18.</b> Diagrama unifilar Subestación Jacana .....	41
<b>Figura 19.</b> Vista en Planta Subestación Jacana .....	42
<b>Figura 20.</b> Detalle de cuneta.....	63
<b>Figura 21.</b> Organigrama del proyecto.....	74

## LISTA DE IMÁGENES

<b>Imagen 1.</b> Localización geográfica del proyecto de construcción y operación de una línea transmisión de energía eléctrica. ....	5
<b>Imagen 2.</b> Línea eléctrica 115 Kv Villanueva- Tauramena .....	9
<b>Imagen 3.</b> Mapa de infraestructura .....	10
<b>Imagen 4.</b> Cruce Tacuya .....	13
<b>Imagen 5.</b> Vía vereda La Lucha y El Güira .....	13
<b>Imagen 6.</b> Vía Vigía trompillos altura estación Jagüey.....	14
<b>Imagen 7.</b> ingreso finca el retobo, carreteables predio el coleador .....	14
<b>Imagen 8.</b> Acceso finca Canaguaro.....	15
<b>Imagen 9.</b> Vía de acceso predio los lobos.....	16
<b>Imagen 10.</b> Vía de acceso predios, vereda la Urama .....	16
<b>Imagen 11.</b> Vía cruce las margaritas – Villa Andrea .....	17
<b>Imagen 12.</b> Hato La Libertad 1- La Isla.....	17
<b>Imagen 13.</b> Acceso predio Ato Agua verde .....	18
<b>Imagen 14.</b> Mapa de vías primarias, secundarias y terciarias .....	22
<b>Imagen 15.</b> Perfil de elevación de la línea de transmisión eléctrica 115 kV.....	22
<b>Imagen 16.</b> Ubicación geográfica subestación Tigana .....	37
<b>Imagen 17.</b> Ubicación geográfica subestación Jacana .....	40
<b>Imagen 18.</b> Esquema general de actividad.....	50
<b>Imagen 19.</b> Título minero IIO-10371 .....	60
<b>Imagen 20.</b> Mapa de infraestructura y servicios .....	65

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Coordenadas de la línea de transmisión eléctrica .....	5
<b>Tabla 2.</b> Coordenadas de las subestaciones .....	8
<b>Tabla 3.</b> Fases del proyecto construcción y operación de una línea de transmisión eléctrica. ....	11
<b>Tabla 4.</b> Información general de la línea .....	13
<b>Tabla 5.</b> Información general de las subestaciones Tigana y Jacana .....	13
<b>Tabla 6.</b> Vías de acceso a la línea.....	13
<b>Tabla 7.</b> Estructura cable de guarda y conductor ACAR.....	25
<b>Tabla 8.</b> Tipos de apoyos para las torres .....	26
<b>Tabla 9.</b> Tipos de cimentaciones .....	27
<b>Tabla 10.</b> Sistemas de puesta a tierra estructuras tipo torre. ....	27
<b>Tabla 11.</b> Sistemas de puesta a tierra estructuras tipo torre. ....	28

<b>Tabla 12.</b>	<b>Balizas de señalización aérea.</b>	<b>29</b>
<b>Tabla 13.</b>	<b>Desviadores de vuelo.</b>	<b>29</b>
<b>Tabla 14.</b>	<b>Vías de accesos a las subestaciones</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 15.</b>	<b>Coordenadas Subestación Tigana Origen Bogotá 3116.</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 16.</b>	<b>Coordenadas Subestación Jacana Origen Bogotá 3116.</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 17.</b>	<b>Volúmenes Totales de descapote, corte, relleno y excavación.</b>	<b>48</b>
<b>Tabla 18.</b>	<b>Volúmenes de agua usados en la construcción.</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 19.</b>	<b>Coordenadas de las captaciones</b>	<b>49</b>
<b>Tabla 20.</b>	<b>Cronograma de actividades mantenimientos fase de operación.</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 21.</b>	<b>Fuentes de materiales con licencia minera en el AID.</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 22.</b>	<b>Parámetros recomendados RAS 2010.</b>	<b>61</b>
<b>Tabla 23.</b>	<b>Demanda del uso hídrico.</b>	<b>64</b>
<b>Tabla 24.</b>	<b>Balance de materiales de construcción de la línea de 115 Kv</b>	<b>67</b>
<b>Tabla 25.</b>	<b>Balance de materiales de construcción de las subestaciones</b>	<b>68</b>
<b>Tabla 26.</b>	<b>Personal mano de obra calificada</b>	<b>68</b>
<b>Tabla 27.</b>	<b>Mano de obra calificada AID</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 28.</b>	<b>Mano de obra no calificada AID</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 29.</b>	<b>Actividad de operación y mantenimiento</b>	<b>69</b>
<b>Tabla 30.</b>	<b>Residuos generados fase de construcción</b>	<b>70</b>
<b>Tabla 31.</b>	<b>Residuos generados fase de Operación</b>	<b>71</b>
<b>Tabla 32.</b>	<b>Costo estimado de inversión de las subestaciones.</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 33.</b>	<b>Costo estimado Inversión de La línea de trasmisión</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 34.</b>	<b>Costo estimado Inversión de Licencias ambientales</b>	<b>72</b>
<b>Tabla 35.</b>	<b>Etapas y cronograma de ejecución del proyecto</b>	<b>73</b>

### **3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto consiste en la construcción y operación de una línea de transmisión eléctrica en los municipios de Villanueva y Tauramena ubicados en el Departamento de Casanare, el cual incluye la construcción de dos subestaciones (Tigana-Jacana) interconectadas por una línea eléctrica a la estación Jagüey, ubicada en el Km 85 desde Chivor, asociada a la Estación de Rebombeo de ODL en la vereda Vigía Trompillos, Casanare, con una capacidad de transformación de 60/80 MVA.

A través del desarrollo de este proyecto, se pretende mejorar el suministro de energía del bloque Llanos 34 que actualmente se abastece a través de generación localizada y diésel y para ello, se intenta viabilizar la conexión al Sistema Interconectado Nacional (SIN) a través de la subestación Jagüey.

En cuanto al transepto de la línea, esta tiene una longitud de aproximadamente 37 km de longitud de estos 8.69Km corresponde al municipio de Villanueva y 28.3Km aprox. corresponden al municipio de Tauramena, para todo el transepto se proyecta instalar 121 estructuras entre postes y torres. De acuerdo a la caracterización del área de influencia, se identificó que en la zona existe una fuerte actividad productiva asociada con cultivos de palma y arroz, que demandan la utilización de fumigación aérea bajo el uso, con frecuencia, de un aeródromo, no obstante, el trazado de la línea eléctrica atiende la normatividad ambiental y las restricciones aeronáuticas.

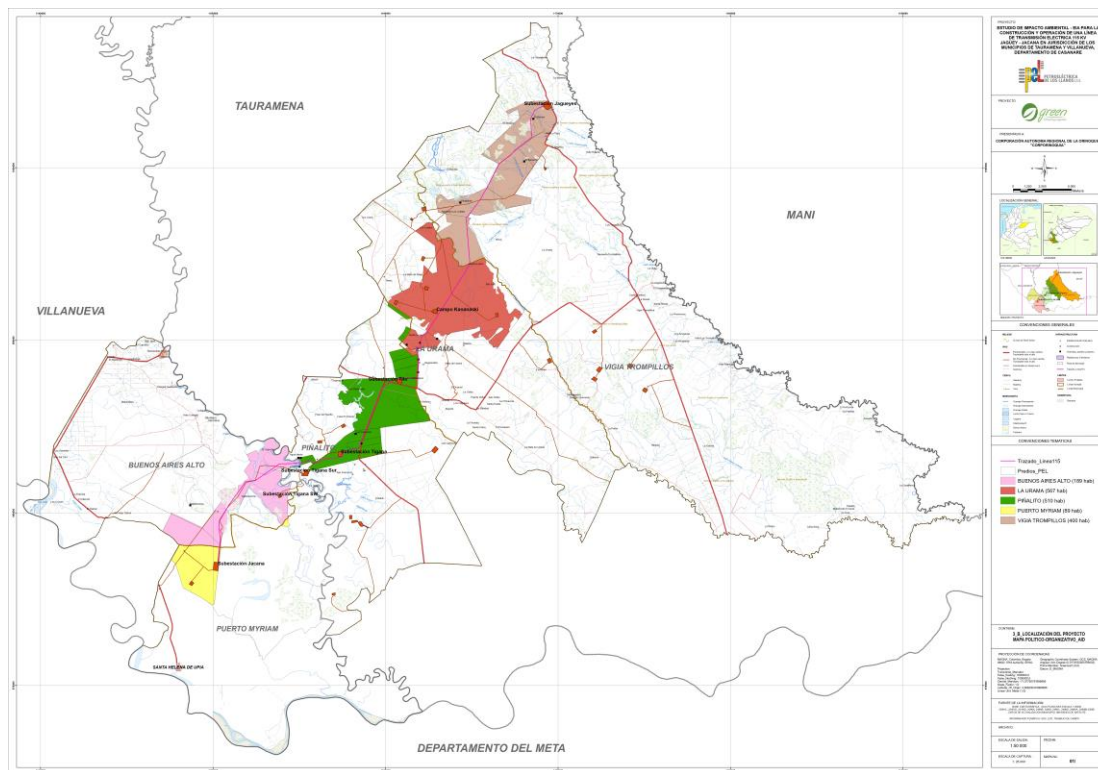
#### **3.1 Localización**

El proyecto se localiza en el Departamento de Casanare, dentro del área de influencia del proyecto se encuentran las veredas de Vigía Trompillos, La Urama y Piñalito que hacen parte del Municipio de Tauramena y Buenos Aires Alto, Puerto Miriam del municipio de Villanueva, en la siguiente imagen se encuentra la ubicación geográfica de la línea de transmisión eléctrica y las subestaciones.

Durante el recorrido por la ruta seleccionada y con el propósito de recopilar la información primaria para el presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA), se detectó que en la zona existe una fuerte actividad social productiva asociada a cultivos de palma y arroz, que demandan la utilización de fumigación aérea bajo el uso, con frecuencia, de un aeródromo ubicado en las coordenadas N 4°33'7,11" E 72°37'45,90", el cual se encuentra cercano a la vía carretable cuya ubicación (la vía) había sido tenida en cuenta para la determinación de la alternativa que finalmente fue aprobada mediante resolución 500.36-19-2281 del 06 de Diciembre de 2019.

Considerando la homogeneidad de las características bióticas y abiótica de la zona, y a fin de minimizar los riesgos asociados a la actividad aérea de fumigación aérea, se determinó un realineamiento en el trazado aprobado, de forma tal que la información secundaria aún sigue teniendo relevancia para el presente documento, en tanto que el trazado final atiende la normatividad ambiental y elimina la restricción aeronáutica. (Ver Anexo 12. Radicado Aerocivil).

**Imagen 1.** Localización geográfica del proyecto de construcción y operación de una línea transmisión de energía eléctrica.



**Fuente:** PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

A continuación, se encuentran las coordenadas de la línea de transmisión eléctrica

**Tabla 1.** Coordenadas de la línea de transmisión eléctrica

Pto_No	X	Y	Longitud	Latitud
1	1150263,91	977071,6785	-72,72384846	4,387628234
2	1150271,72	977140,2842	-72,723777	4,388248344
3	1150302,807	977413,3623	-72,72349256	4,390716632
4	1150334,941	977695,6415	-72,72319852	4,393268085

Pto_No	X	Y	Longitud	Latitud
5	1150366,047	977968,8898	-72,72291389	4,395737909
6	1150397,792	978247,7439	-72,72262342	4,398258401
7	1150428,056	978513,5971	-72,72234648	4,400661381
8	1150374,532	978845,1569	-72,72282315	4,403659764
9	1150343,621	979478,3228	-72,72309121	4,409384481
10	1150541,081	979813,3847	-72,72130717	4,412410397
11	1150738,576	980148,5037	-72,7195228	4,415436819
12	1150935,594	980482,8154	-72,71774272	4,418455942
13	1151172,217	980812,9712	-72,71560596	4,421436829
14	1151411,549	981146,9054	-72,71344473	4,424451817
15	1151657,905	981490,6414	-72,71122004	4,42755529
16	1151885,311	981807,9374	-72,70916645	4,430420035
17	1152056,741	981839,7453	-72,7076218	4,430704734
18	1152483,557	981897,4589	-72,70377638	4,431219358
19	1153853,376	982843,5743	-72,6914221	4,439749655
20	1154216,476	982849,9629	-72,68815142	4,439801255
21	1154614,056	982856,958	-72,68457017	4,439857737
22	1154851,821	982895,2893	-72,68242788	4,44020022
23	1155174,402	982947,2942	-72,67952141	4,440664863
24	1155531,113	983004,8014	-72,67630742	4,441178652
25	1155772,969	982946,0331	-72,67412995	4,440643217
26	1156041,568	982880,7665	-72,67171172	4,44004857
27	1156335,785	983090,3169	-72,66905803	4,441937932
28	1156658,032	983129,0531	-72,6661548	4,442282569
29	1156970,297	983166,5896	-72,66334149	4,44261652
30	1157309,804	983207,4008	-72,66028275	4,442979593
31	1157491,242	983271,32	-72,65864739	4,4435543
32	1157524,36	983483,92	-72,65834541	4,445475705
33	1157527,05	983516,85	-72,65832061	4,445773357
34	1157531,69	983545,8699	-72,65827831	4,446035627
35	1157537,07	983574,2058	-72,65822937	4,4462917
36	1157571,384	983581,8469	-72,65792015	4,446360183
37	1157630,2	983593,4175	-72,65739018	4,446463763
38	1157698,481	983606,4169	-72,65677493	4,446580096
39	1157763,409	983618,7781	-72,65618989	4,446690716
40	1157827,35	983630,9513	-72,65561374	4,446799654
41	1157940,281	983652,4514	-72,65459616	4,446992057
42	1158079,444	983677,5018	-72,65334225	4,447216097
43	1158456,783	983750,7844	-72,64994216	4,447872011
44	1158513,233	983905,1905	-72,64943101	4,449266905
45	1158631,394	984228,3948	-72,64836107	4,452186708
46	1158786,512	984646,7252	-72,64695656	4,455965827
47	1158944,475	985055,9288	-72,64552657	4,459662379
48	1159094,803	985445,3546	-72,64416567	4,463180261

Pto_No	X	Y	Longitud	Latitud
49	1159246,876	985839,3008	-72,64278896	4,466738971
50	1159436,167	986329,6595	-72,6410753	4,471168613
51	1159607,455	986773,3844	-72,63952458	4,475176979
52	1159782,932	987227,9578	-72,63793593	4,479283336
53	1160129,494	987477,6198	-72,63480981	4,481534188
54	1160495,223	987741,0903	-72,63151077	4,483909511
55	1160973,584	987784,2828	-72,62720109	4,484291434
56	1161378,663	987820,8583	-72,62355163	4,484614826
57	1161790,099	987858,0079	-72,61984491	4,484943274
58	1161854,393	987919,1267	-72,61926467	4,485494643
59	1161881,843	988326,5497	-72,61901011	4,48917733
60	1161908,121	988716,582	-72,6187664	4,492702822
61	1161867,656	989159,3775	-72,61912293	4,496706506
62	1161832,995	989538,6724	-72,61942833	4,500136029
63	1162010,422	989582,5742	-72,61782931	4,500529704
64	1162049,539	989899,5303	-72,61747125	4,503394337
65	1162085,114	990187,7976	-72,61714559	4,505999681
66	1162350,321	990367,9099	-72,61475338	4,507623121
67	1162510,486	990621,53	-72,61330605	4,50991298
68	1162678,794	990888,0434	-72,61178512	4,512319243
69	1162911,034	991255,7934	-72,60968644	4,515639527
70	1163128,283	991599,8059	-72,6077232	4,518745482
71	1163353,845	991956,9811	-72,60568483	4,521970266
72	1163541,671	992254,4025	-72,60398745	4,52465555
73	1163709,507	992520,1685	-72,60247071	4,527055024
74	1163893,212	992811,0634	-72,60081055	4,529681367
75	1164090,256	993123,0812	-72,59902983	4,53249841
76	1164287,118	993434,8112	-72,59725073	4,535312845
77	1164463,813	993714,6052	-72,59565388	4,53783894
78	1164642,954	993998,2735	-72,59403491	4,540400006
79	1164803,787	994252,9521	-72,59258138	4,542699336
80	1164883,512	994521,5159	-72,59185823	4,54512569
81	1164865,614	994738,3845	-72,59201545	4,547086529
82	1164847,926	994952,7002	-72,59217082	4,549024285
83	1164828,654	995186,2232	-72,5923401	4,551135707
84	1164806,957	995449,1138	-72,59253068	4,553512658
85	1164788,989	995666,8297	-72,59268851	4,555481159
86	1164768,923	995909,9599	-72,59286476	4,557679445
87	1164749,617	996143,8879	-72,59303434	4,559794529
88	1164730,229	996378,8065	-72,59320463	4,56191857
89	1164711,681	996603,539	-72,59336754	4,563950512
90	1164691,403	996849,2454	-72,59354566	4,566172092
91	1164673,641	997064,4625	-72,59370167	4,568118
92	1164855,559	997306,2195	-72,59205835	4,570300103

Pto_No	X	Y	Longitud	Latitud
93	1165052,795	997568,3317	-72,59027665	4,572665924
94	1165251,39	997832,2505	-72,58848267	4,575048043
95	1165507,865	998173,0887	-72,5861658	4,578124421
96	1165700,444	998529,8174	-72,58442424	4,581345637
97	1165868,951	998811,0224	-72,58290094	4,583884563
98	1166039,429	999146,4651	-72,58135884	4,586913753
99	1166231,102	999527,185	-72,57962494	4,590351841
100	1166391,727	999846,2361	-72,57817188	4,593233021
101	1166575,716	1000211,693	-72,57650745	4,596533258
102	1166905,118	1000471,736	-72,57353499	4,59887778
103	1167241,665	1000725,74	-72,57049826	4,601167562
104	1167530,132	1001039,504	-72,56789353	4,603998459
105	1167860,227	1001295,948	-72,56491484	4,606310376
106	1168180,951	1001545,111	-72,5620207	4,608556641
107	1168462,039	1001763,482	-72,55948422	4,610525288
108	1168446,801	1002114,75	-72,55961475	4,613701012
109	1168431,133	1002475,925	-72,55974897	4,616966308
110	1168415,325	1002840,338	-72,55988438	4,620260877
111	1168515,858	1003067,238	-72,5589743	4,622310087
112	1168652,712	1003328,618	-72,55773634	4,624670296
113	1168852,466	1003437,367	-72,55593464	4,625649507
114	1169027,473	1003532,643	-72,55435614	4,626507403
115	1169165,864	1003558,582	-72,55310886	4,626739204
116	1169214,83	1003567,76	-72,55266754	4,626821221

Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD

Tabla 2. Coordenadas de las subestaciones

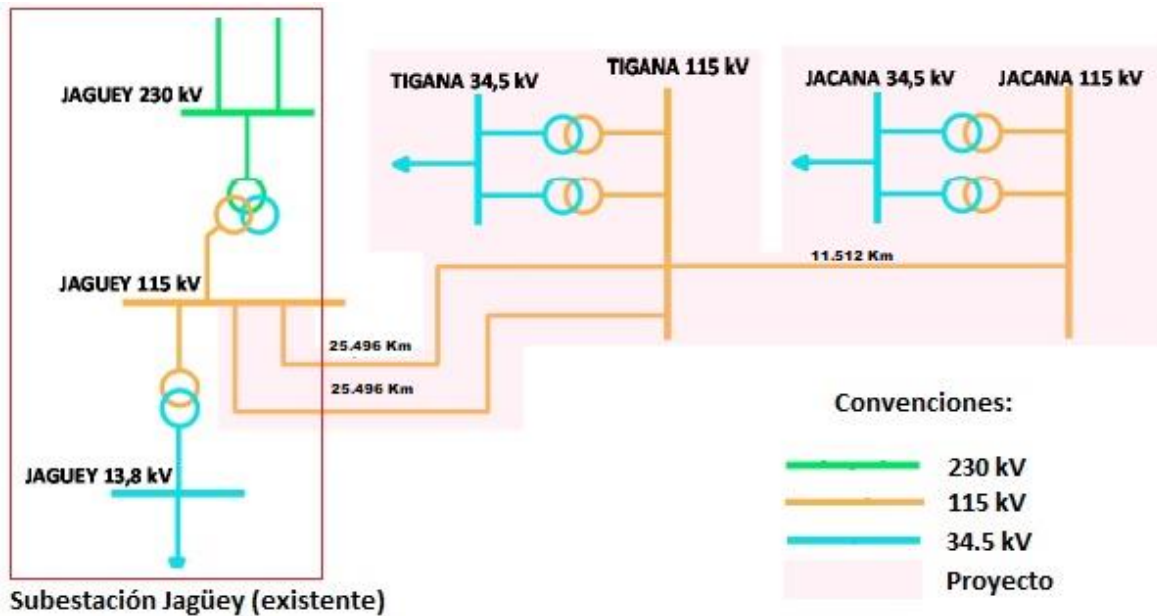
ESTACIÓN	X	Y
JAGÜEY	1169214.83	1003567.76
TIGANA	1157531.69	983545.8699
JACANA	1150263.9099	977071.6785

Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD

### 3.2 Características del proyecto

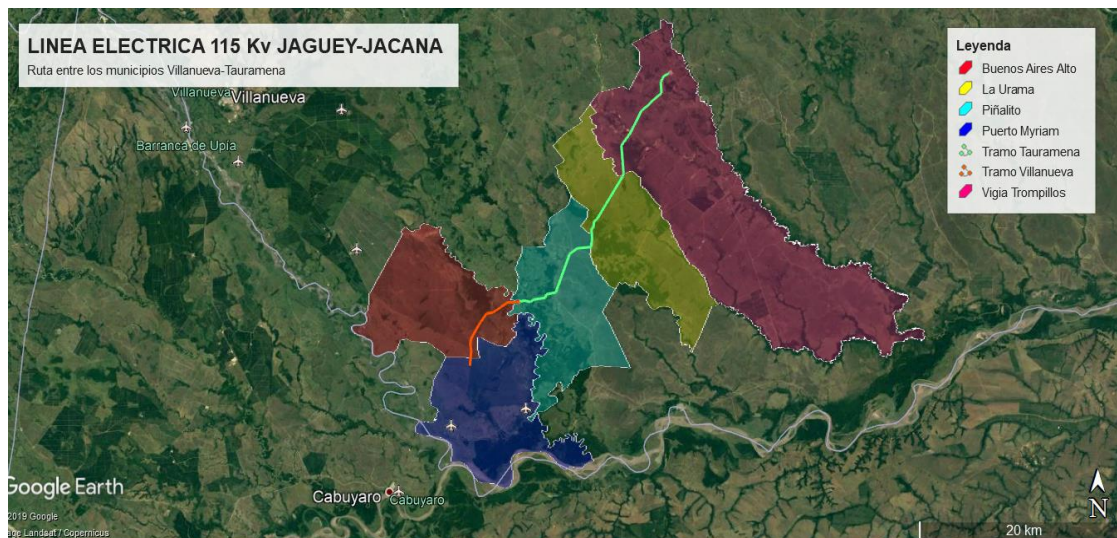
El proyecto consiste en la construcción de infraestructura para llevar a cabo la interconexión eléctrica a 115 kV desde la Subestación Jagüey, propiedad de PEL, que actualmente se conecta al SIN, hasta las subestaciones Tigana y Jacana, de acuerdo con el unifilar que se muestra en la siguiente figura, ambas dentro del campo Llanos 34, en el Departamento de Casanare.

Figura 1. Diagrama esquemático proyecto (Unifilar) conexión bloque Llanos 34.



Dentro de las características generales observadas en la figura 1, se identifica que la Tensión instalada será de 115 kv y la longitud de la línea entre la subestación Jagüey -Tigana es de 25.496 Km, así mismo la longitud entre la subestación Tigana-Jacana es de 11.512 km para un total de 37 Km, es de resaltar que la longitud de la línea en cada vereda es: 8.69Km para el municipio de Villanueva y 28.3Km en el municipio de Tauramena tal como se ilustra en imagen 2 .

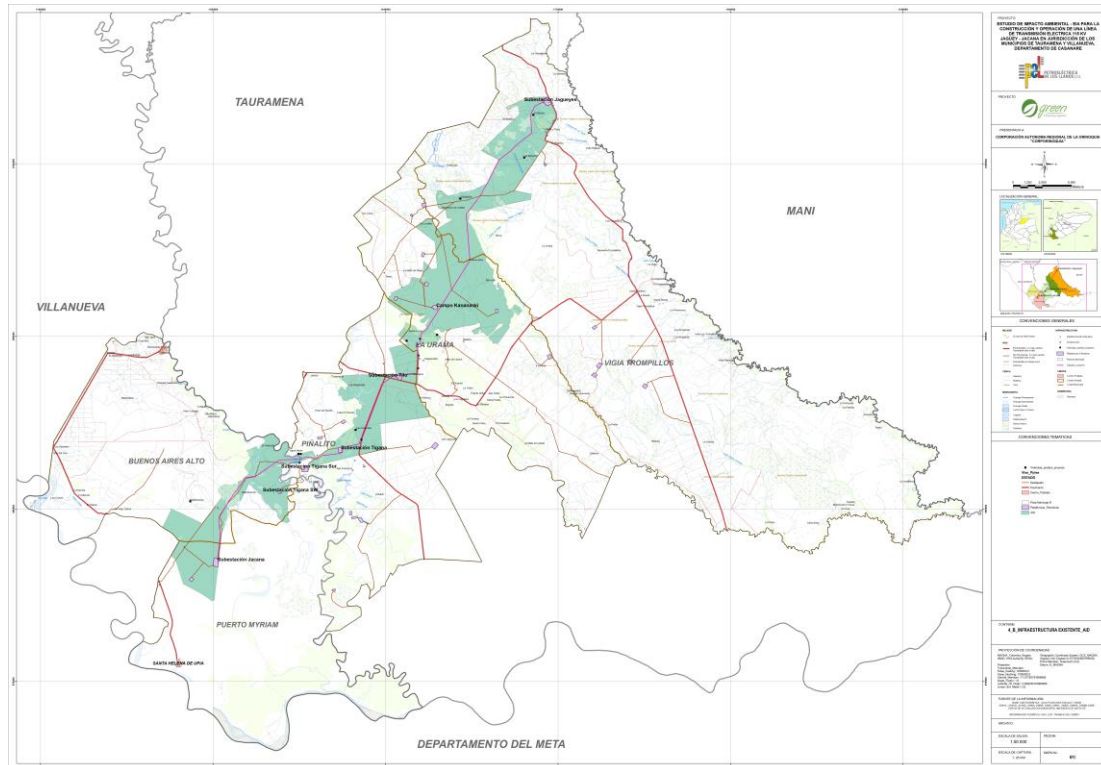
imagen 2. línea eléctrica 115 kv villanueva- tauramena



### 3.2.1 Infraestructura existente

En el siguiente mapa se identifica la infraestructura existente en el área de influencia del proyecto como son las vías, infraestructura social, centros poblados, áreas urbanas, escuelas, centros de salud en infraestructura del SIN.

Imagen 3. Mapa de infraestructura



Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

En cuanto a la infraestructura existente dentro del área de influencia directa del proyecto se identifican plataformas petroleras tales como: La subestación Jagüey, Campo Kananaski, subestación Tilo, Tigana, Tigana sur, Tigana SW, Jacana, Santa Helena, también se observan viviendas, habitadas principalmente por encargados de las fincas de los 25 predios que hacen parte del área de influencia directa del proyecto esta información se detalla en el capítulo 5.3, numeral 5.3.9 se encuentra la información detallada por predio, cabe resaltar que esta área tiene alta presencia de cultivos como arroz, palma y actividad ganadera.

En cuanto a las vías existentes para el ingreso al área de influencia del proyecto el principal acceso se realiza por la vía Tauramena-Villanueva y Caribayona, estas son vías pavimentadas en muy buen estado y con alto flujo vehicular de tipo pesado.

Por otra parte, el ingreso a los predios se realiza por vías privadas carretables con óptimos accesos, ejemplo de ello son las vías que atraviesan por los predios El Desierto y Los Lobos, no obstante, hay puntos de acceso complicados dentro de las áreas privadas ya que en invierno existen bajos con zonas inundables que dificultan el tránsito.

Finalmente, no se identifica instituciones educativas ni otra infraestructura de importancia social dentro del área de influencia directa del proyecto.

### 3.2.2 Fases y actividades del proyecto

De acuerdo al desarrollo del proyecto en la siguiente tabla se describen las actividades que se efectuarán durante las fases pre constructiva, constructiva, operativa y de desmantelamiento o abandono.

**Tabla 3.** Fases del proyecto construcción y operación de una línea de transmisión eléctrica.

FASES	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN	ACTIVIDADES GENERALES
PRECONSTRUCTIVA	Actividades relacionadas con el establecimiento de los diseños, compra de insumos, suministros y herramientas necesarias para la etapa constructivas. Negociación y acercamiento con las comunidades.	2 Semanas	Estudio de factibilidad del proyecto Socialización a la comunidad
		9 Semanas	Gestión Predial con el fin de negociar las servidumbres donde se realizara la construcción de torres y subestaciones
			Estudios de ingeniería de detalle civil, eléctrica, mecánica y de control.
			Definición de proveedores y compra de equipos
			Definición de Accesos
			Contratación y capacitación al personal
		Compra, equipos, materiales e insumos para la construcción.	
CONSTRUCCIÓN	*Organización laboral	23 Semanas	Mejoramiento de vías de acceso al proyecto Desmante, descapote, y/o limpieza.
	*Adecuación de instalaciones provisionales y de almacenamiento de materiales		Remoción de cobertura vegetal. Levantamiento Topográfico Replanteo de terreno Señalización
	*Construcción y/o adecuación de accesos		Construcción de cimentaciones para interruptor de potencia. Montaje de la estructura para el soporte del interruptor de potencia.
	*Adecuación de terreno		Adecuaciones de zonas de uso temporal Movilización de maquinaria, materiales, equipos y personal Excavaciones para la cimentación de torres

FASES	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN	ACTIVIDADES GENERALES
	*Cimentación de obras		Cimentación, relleno y compactación de materiales
			Montaje y vestidura de estructuras
			Tendido y tensiones de cables
	*Montaje de estructuras mecánicas, equipo electromecánico y cableado		Reconformación, revegetalización y limpieza final de áreas intervenidas
			Trazado y construcción del sistema de manejo de aguas lluvias en subestaciones.
OPERACIÓN	*Transmisión de energía	Permanente	Precomisionamiento
	*Mantenimiento electromecánico		Energización
	*Mantenimiento de estabilidad de obras civiles		Mantenimiento preventivo
	*Mantenimiento de zonas verdes		Mantenimiento coberturas vegetales en servidumbre
			Reconformación, revegetalización y limpieza final de áreas intervenidas
			Cierre de compromisos ambientales
DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO	*Actividades de desmantelamiento y abandono	Por definir	Cierre de compromisos sociales
			Desmantelamiento de equipos electromecánicos y obras civiles

Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

### 3.2.3 Características técnicas

A continuación, se presentan las consideraciones electromecánicas y civiles que serán utilizadas en la construcción de la línea de transmisión de energía a 115 kV Jagüey – Tigana en configuración doble circuito y Tigana – Jacana en configuración circuito sencillo, lo cual debe estar enmarcado en el cumplimiento de todas las normas y regulaciones aplicables. Esta línea se construirá aproximadamente 83 km al suroccidente de Yopal y 102 km al nororiente de Villavicencio en el Departamento del Casanare en los Llanos Orientales y tiene influencia en inmediaciones de las zonas rurales de los municipios de Villanueva y Tauramena.

La línea de transmisión de 115 kV a doble circuito, corresponde a la infraestructura entre las subestaciones Jagüey y Tigana, que será construida en estructuras de suspensión, retención y especiales, cuya información general se muestra en la Tabla 4. En esta misma tabla se muestra la información de la línea de transmisión a 115 kV en circuito sencillo, que

corresponde a la infraestructura entre las subestaciones Tigana y Jacana, y que será construida en estructuras de suspensión y retención, a continuación, se presentan las características técnicas.

**Tabla 4.** Información general de la línea

CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA		
Nombre de la línea	Jagüey – Tigana doble circuito 115 kV	Tigana – Jacana circuito sencillo 115 kV
Tensión del sistema	115 kV	
Longitud aproximada	25.496 km	11.512 km
No de apoyos (torres y/o postes)	78 Torres y 7 postes	36 Torres
No de cables de guarda	2	1
# de conductores	1 por fase	
Tensión de operación	115 kV	
Tensión máxima	123 kV	
Frecuencia asignada	60 Hz	
Tipo de puesta a tierra	Sólido	

Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

Así mismo en este proyecto se contempla la construcción de dos subestaciones (Tigana - Jacana) en la Tabla 5 se especifican las consideraciones electromecánicas y civiles que serán utilizadas.

**Tabla 5.** Información general de las subestaciones Tigana y Jacana

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS SUBESTACIONES		
Nombre de la subestación	Subestación Tigana	Subestación Jacana
Tensión del sistema	115 / 34.5 kV	
Configuración	Barra principal + Barra de transferencia	Barra sencilla
Número de bahías	6	3
No de cables de guarda	2	1
Conductores de la barra	AAC Meadowsweet 304 mm <sup>2</sup>	
Cable de guarda	Alumoweld 7 No 8	
Capacidad de corriente en barras	600 A	

Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

### 3.2.3.1 Adecuación y construcción de la línea

#### Vías de acceso

Para el proyecto de construcción y operación de una línea de transmisión de energía eléctrica de 115 kV, los equipos y maquinaria a utilizar se transportarán por vía terrestre, principalmente por las rutas de movilización que llegan hasta los municipios de Tauramena y Villanueva en el Departamento de Casanare, para luego tomar las vías secundarias y terciarias. Con vehículos livianos tipo 4 x 4 y para el transporte del personal staff se







utilizarán camionetas de los sectores de influencia desde los cascos urbanos más cercanos (Tauramena y Villanueva).


Para el ingreso a los predios se utilizarán las servidumbres y de requerirse se realizarán contratos con los propietarios de vías privadas.



A continuación, se detalla los accesos a la línea, principalmente en su etapa de construcción.



**Tabla 6.** Vías de acceso a la línea


DESCRIPCION DE LOS ACCESOS				
ITEM	VEREDA	KM	PUNTOS DE INTERES	FOTO
1	Güira, La Lucha, y Vigía Trompillos	0	La identificación de coberturas da inicio por la parte posterior de la Sub-Estación Jagüey, ubicada en la vereda Vigía Trompillos del municipio de Tauramena, al cual se accede por un recorrido de 22,8 Km por vía nacional terrestre (terciaria) desde el casco urbano del municipio de Tauramena en dirección al Casco urbano del municipio de Villanueva pasando por el puente del Tacuba y las veredas Güira, en este punto gira sobre el costado izquierdo de la vía recorriéndola 33,8 km hasta llegar al punto de interés "sub estación Jagüey".	<p><b>Imagen 4.</b> Cruce Tacuya</p>  <p><b>Imagen 5.</b> Vía vereda La Lucha y El Güira</p> 

DESCRIPCION DE LOS ACCESOS				
ITEM	VEREDA	KM	PUNTOS DE INTERES	FOTO
2	Vigía Trompillos	0 - 0,85	El punto de inicio del tramo se ubica entre la Sub estación Jagüey y el predio denominado el Coleador ubicado en la vereda Vigía Trompillos. Una vez arribado al punto de inicio del tramo se realiza un recorrido de 0,8 km aproximadamente por zonas naturales hasta llegar al cruce con el Caño La Tigra (Margen izquierda de la fuente hídrica).	<p><b>Imagen 6.</b> Vía Vigía trompillos altura estación Jagüey</p> 
3	Vigía Trompillos	0,85 - 2,20	Dando continuidad al tramo desde la margen derecha del caño La Tigra, ubicado en el predio El Retobo vereda Vigía Trompillos y al cual se ingresa por vía principal en un recorrido de 2,2 Km partiendo desde la Sub Estación Jagüey en dirección al punto conocido como cuatro vientos. En este punto se toma un carreteables a mano derecha el cual se transita por 0,8 Km hasta llegar al broche de ingreso al predio El Retobo, desde este punto se conduce por trocha 1,4 Km hasta llegar al caño la tigra (Margen derecha). Dando continuidad al recorrido hasta llegar al km 2,2 del tramo objeto de estudio, el cual se encuentra cerca al broche ingreso al Retobo y paralelo a la vía veredal.	<p><b>Imagen 7.</b> ingreso finca el retobo, carreteables predio el coleador</p> 

DESCRIPCION DE LOS ACCESOS				
ITEM	VEREDA	KM	PUNTOS DE INTERES	FOTO
4	Vigía Trompillos	2,20 - 4,65	Se accede conduciendo 2,2 km desde la estación Jagüey en dirección a la derecha, sobre este punto se toma un desvío a mano derecha de la vía, transitándola por 0,8 km hasta llegar al broche de acceso al predio El Retobo y sitio cercano para acceder y retomar el tramo, el cual continuo paralelo sobre a la margen de la vía en dirección a las Palmeras. Es de mencionar que a lo largo de este recorrido se cruzaran por tres fuentes naturales superficiales.	
5	Vigía Trompillos	4,65 - 7,10	Este tramo se retoma por un costado de la vía, cuyo acceso se localiza desde el km 2,2 desde la Subestación Jagüey en dirección al punto conocido como cuatro vientos, tomando un carreteables sobre la margen derecha de la vía, transitándola por 3,4 km hasta llegar al punto de interés. El recorrido del tramo se realiza a través de trochas y senderos de sabana iniciando el recorrido por el predio denominado El Desierto ubicado en la vereda Vigía Trompillos hasta llegar al km 6,2 del tramo, donde el recorrido se continua en el predio conocido como Los Cunagueros de la vereda Vigía Trompillos hasta llegar a vías de uso privado, hasta aproximarnos a la margen izquierda del Rio Tacuya, siendo este el Km 7 del tramo objeto de estudio. En este punto existen dos corrientes hídricas entre ellas Rio Tacuya y Un brazo del mismo, sin embargo, cuentan con puentes vehicular facilitando el transito del recorrido.	<p><b>Imagen 8.</b> Acceso finca Canaguaro</p> 

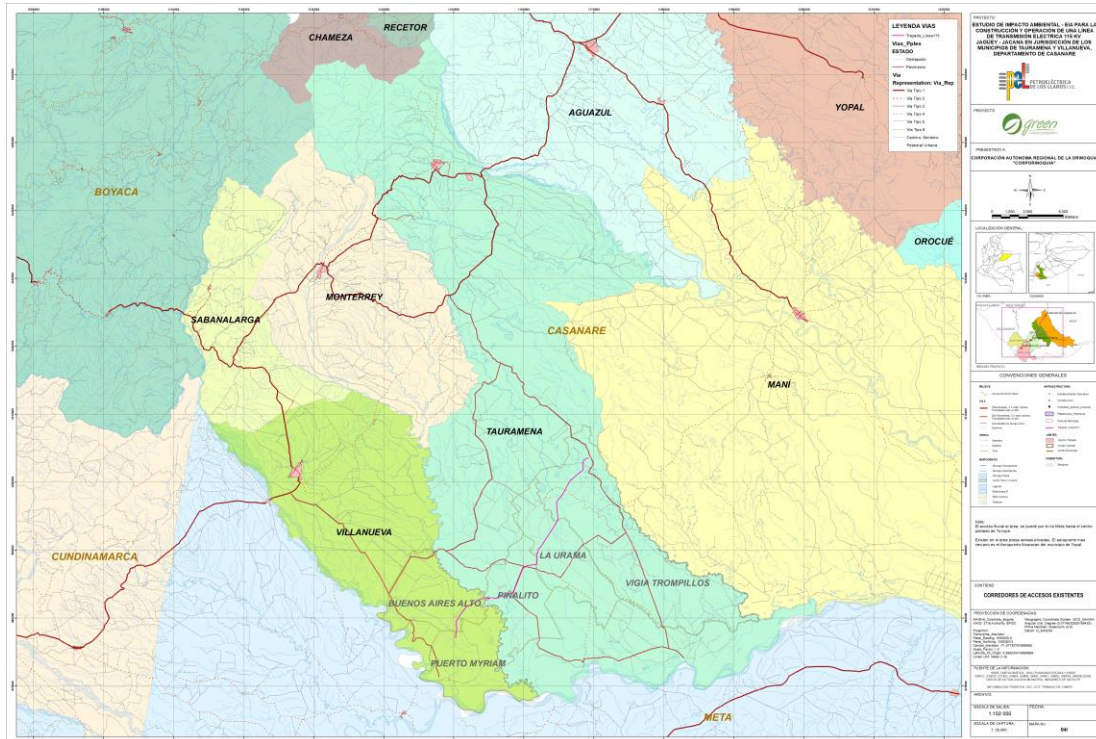
DESCRIPCION DE LOS ACCESOS				
ITEM	VEREDA	KM	PUNTOS DE INTERES	FOTO
6	Vigía Trompillos	7,10 - 17,70	El recorrido se re inicia desde la margen derecha del Rio Tacuya, ubicado en el predio Los Cunagueros vereda Vigía Trompillos. Al cual se llega tomando la vía principal que desde la estación Jagüey conduce a la vereda La Urama por un recorrido de 32,8 km, en dicho punto gira a mano derecha, para tomar un carreteables por 13,7 km, hasta llegar al puente sobre el Rio Tacuya. Sobre este punto el recorrido se realizará por senderos de sabana hasta llegar al km 8,2 del tramo, punto donde se debe atravesar un canal de riego, para continuar un recorrido internándose en un área de bosque denso hasta llegar al km 13 del tramo objeto de estudio, siendo este punto un cruce de vía cerca al campo Kanasqui, predio Los Lobos.	<p><b>Imagen 9.</b> Via de acceso predio los lobos</p> 
7	Urama y Piñalito	13,70- 19,20	El acceso para esta parte del tramo se continua por vías privadas desde el predio Los Lobos contiguo al pozo Kanasquis en la vereda la Urama. El recorrido del tramo se realiza por caminos de sabana y trocha ingresando por el predio Las Cañas Bravas de la vereda La Urama y los predios La Fortuna, La Virgen, Bonanza, Los Ángeles y Los Ángeles Margarita de la vereda Piñalito-Tauramena, hasta llegar al km 19,2 del tramo, punto que se ubica sobre la vía principal km 32 que desde la estación Jagüey conduce al centro poblado de Caribayona-Villanueva.	<p><b>Imagen 10.</b> Via de acceso predios, vereda la Urama</p> 

DESCRIPCION DE LOS ACCESOS				
ITEM	VEREDA	KM	PUNTOS DE INTERES	FOTO
8	Vereda el Criet, y Piñalito	19,20 - 24,00	El acceso para este tramo se localiza paralelo a la vía que desde la estación conduce a la vereda El Criet, en un recorrido de 4,3 km en la vereda Piñalito. Se inicia recorrido del tramo desde el predio Los Ángeles Las Margaritas continuando por los predios Las topochas, y El diamante ubicados en la vereda Piñalito hasta llegar al predio Villa Andrea.	<p><b>Imagen 11.</b> Vía cruce las margaritas – Villa Andrea</p> 
9	Piñalito, Buenos Aires Alto, Puerto Myriam	24,0 - 31,40	El predio Villa Andrea está localizado en la vereda Piñalito de Tauramena a 15 km partiendo desde el centro poblado de Caribayona en dirección a la estación Jagüey-Tauramena, sobre este punto gira sobre el costado derecho de la vía y transita por 4,1 km. Una vez ubicados en el predio Villa Andrea se reinicia el recorrido del tramo por caminos de tocha y sabana hasta llegar al cruce sobre el Rio Túa el cual cuenta con puente que permite el libre tránsito, se continua el recorrido bordeando campo tigana norte para luego ingresar a los predio San Jerónimo y Gaviotas de la vereda Piñalito -Tauramena, , Mi Gran Colombia de la vereda Buenos Aires Alto-Villanueva y el predio Hato La Libertad 1- La Isla de la vereda Puerto Myriam hasta llegar a la margen izquierda del Rio Túa y accisa km 31,4 del tramo.	<p><b>Imagen 12.</b> Hato La Libertad 1- La Isla</p> 

DESCRIPCION DE LOS ACCESOS				
ITEM	VEREDA	KM	PUNTOS DE INTERES	FOTO
10	Buenos Aires Alto, Puerto Myriam	31,4-37,0	El siguiente tramo se reiniciará desde el predio Somos Matamoriche de la vereda Buenos Aires Alto-Villanueva, el predio se localiza a 27,5 Km desde el centro poblado de Caribayona en dirección al Pórtico Jacana. Una vez sobre este punto y para iniciar recorrido sobre el tramo, se arriba hacia la margen derecha del Rio Túa, predio Samos Matamoriche de la vereda Buenos Aires Alto-Villanueva. El camino a seguir son sabanas y trochas recorriendo los predios Lote 2 Hato La libertad hoy llamado hato agua verde de la vereda Puerto Myriam y Viso Del Toro vereda Puerto Myriam de Villanueva sobre este predio el tramo se localiza paralelo a la vía que conduce al pozo Jacana siendo este el punto final del tramo objeto de estudio.	<p><b>Imagen 13.</b> Aceso predio Ato Agua verde</p> 

Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

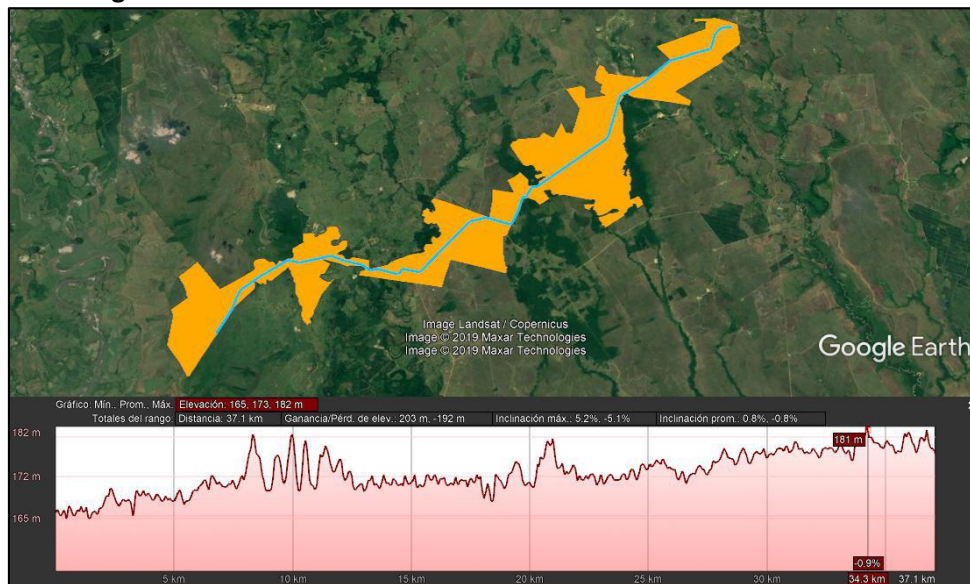
**Imagen 14.** Mapa de vías primarias, secundarias y terciarias



Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

**Infraestructura de la Línea de Transmisión de Energía Eléctrica**

**Imagen 15.** Perfil de elevación de la línea de transmisión eléctrica 115 kV.



Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

La línea de transmisión eléctrica tendrá una tensión de 115 Kv, según sus características técnicas tendrá un total de 114 torres y 7 postes para un total de 121 estructuras, la longitud aproximada es de 37 km y será interconectada entre las sub estación de Jacana- Tigana y Tigana- Jagüey, cabe resaltar que la subestación Jagüey se encuentra construida, esta cuenta con el debido licenciamiento por parte de la Autoridad Ambiental de Licencias Ambientales ANLA y pertenece a la empresa PETROELECTRICA DE LOS LLANOS LTD, por otra parte, las subestaciones de Jacana- Tigana serán objeto de licenciamiento en el presente Estudio de Impacto Ambiental para posteriormente continuar a su fase de construcción.

#### **a. Maquinaria equipos y materiales**

A continuación, se muestra el equipo convencional para la construcción de obras civiles y montaje electromecánico de la línea de transmisión:

- ① Estación total
- ① Camión grúa de 10 Toneladas
- ① Camión tipo plataforma mínimo 10 Toneladas
- ① Camioneta 4 x 4 mínimo 2.000 c.c.
- ① Equipo completo de tendido de cable OPGW (malacate, freno, poleas para torre adecuadas con neopreno).
- ① Retroexcavadora
- ① Vibro compactador
- ① Volqueta
- ① Carro tanque
- ① Taladros
- ① Sierra eléctrica
- ① Cortadora de Hierro
- ① Mezclador de concreto

#### **b. Elementos para la construcción de la línea de trasmisión eléctrica**

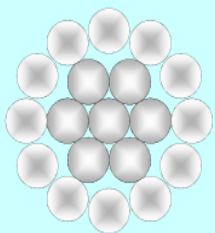


A continuación, se presentan las características de los elementos técnicos para la construcción de la línea:

##### ① **Cable conductor**

El conductor es el elemento por el cual circula la corriente eléctrica para la red, se construye con un núcleo de alambres de aleación de aluminio para mayor la resistencia mecánica, rodeado de una formación de alambres de aluminio tal como ilustra la Figura 2. Para este proyecto el tipo de conductor seleccionado se designa como ACAR 300 (12/7) kcmil, nomenclatura en la cual, la primera cifra es la sección útil del aluminio en Miles de

Circular Mils (milésimas de pulgada circular), y las siguientes cifras indican cantidad de hilos del conductor aluminio/aleación.

**Figura 2.** Estructura General del Conductor ACAR 300 kCmil (12/79)

DATOS TÉCNICOS	ACAR 300 kcmil (12/7)	
	 <p>Alambre de Aluminio 1350 H19</p>	
	 <p>Alambre de Aleación 6201</p>	

Fuente: PETROELECTRICA DE LOS LLANOS LTD.

### Cable de Guarda

El cable de guarda en una línea de transmisión actúa como elemento protector de la línea frente a la existencia de las descargas atmosféricas, en cuyo caso se asocia con los sistemas de puesta a tierra, que se mencionarán de manera independiente.

Los cables de guarda seleccionados para este proyecto son dos, en razón a que uno de ellos actúa única y exclusivamente como conductor de guarda, mientras que el otro, además de presentar dicha función, también actúa como conductor de comunicaciones, al contener en su interior la fibra óptica necesaria para tal efecto.

Entonces, el cable de guarda que se define para éste, el tramo doble circuito de la línea, es el Alumoweld 7 No.8, el cual se utilizará en compañía de un cable OPGW de 24 Fibras con una capacidad de 75 (kA)<sup>2</sup> sec; en las Figura 3 y Figura 4 pueden observarse las estructuras de cada uno de estos cables.

**Tabla 7.** Estructura cable de guarda y conductor ACAR

<b>Figura 3.</b> Estructura General del cable Alumoweld 7 No 8	<b>Figura 4.</b> Estructura General del Conductor ACAR 300 kCmil (12/79)
<p>Núcleo de acero Capa de Aluminio</p>	<p>Fibra óptica Aleación de Acero y Aluminio Gel de Bloqueo Tubo de acero inoxidable Alambre revestido de aluminio o aleación de aluminio</p>

Fuente: PETROELECTRICA DE LOS LLANOS LTDA

### Aisladores

Los aisladores son los elementos utilizados para sostener los conductores por medio de un material que no conduce la electricidad. Fabricados en porcelana, vidrio o resinas poliméricas, en este proyecto serán utilizados de dos tipos:

**Aislador Polimérico de Suspensión:** Este consiste en una pieza monolítica de caucho siliconado HTV (High Temperature Vulcanization), como recubrimiento del núcleo en fibra de vidrio en resina epóxica.

**Aislador Polimérico tipo Tensor:** Bajo la misma concepción de caucho sobre fibra de vidrio, este tipo de aislador es utilizado para suspender los conductores en redes de transmisión aéreas en las que existe un ángulo de giro mayor a 30° o en los extremos de la línea, razón por la cual deben soportar esfuerzos mecánicos elevados. El tamaño lo determina el voltaje de servicio en la línea y las condiciones ambientales de la zona de construcción. La Figura 5 muestra un aislador polimérico.

**Figura 5.** Estructura General del Conductor ACAR 300 kCmil (12/79)



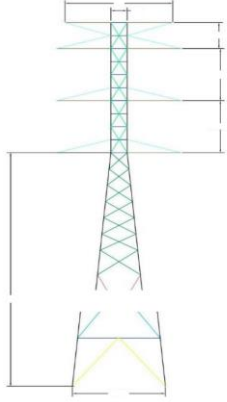
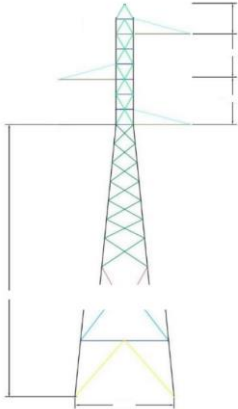


Fuente: PETROELECTRICA DE LOS LLANOS LTD.

### Apoyos

Son utilizados para que a través de los aisladores se puedan soportar los conductores y los cables de guarda de la línea. Generalmente en acero, pueden ser de armado en celosía (torres en ángulos de acero) o de armado enterizo en acero tubular (o concreto). Los hay

de diversas alturas y robustez en tanto lo exijan las condiciones de carga transmitida a través de los elementos allí apoyados, como se observa en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Tipos de apoyos para las torres

Figura 6. Apoyo tipo de torre doble circuito	Figura 7. Apoyo tipo de torre circuito sencillo
	
Figura 8. Apoyo tipo poste doble circuito	Figura 9. Apoyo tipo poste circuito sencillo
	

Fuente: PEROELECTRICA DE LOS LLANOS LTDA.

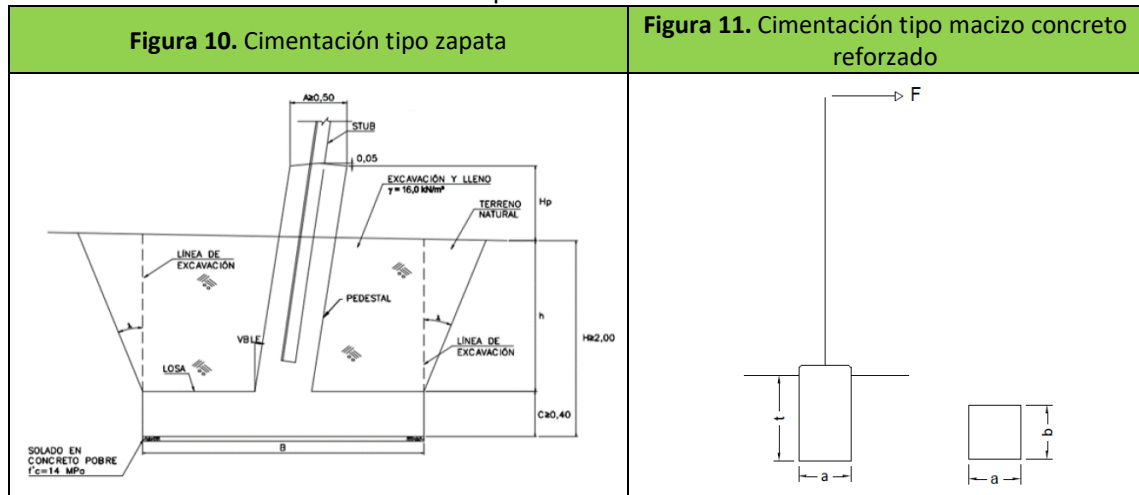
Las alturas y demás dimensiones de los apoyos las determinará la ingeniería de detalle, aunque se esperan alturas de apoyos entre los 22m y 43m para la línea doble circuito y entre los 18m y los 39m en la línea circuito sencillo. La Línea doble circuito tendrá dos apoyos especiales de 11m para realizar el cruce bajo una línea ya existente a 230 kV.

### Cimentaciones

Las cimentaciones son estructuras rígidas, generalmente en concreto o parrilla de acero galvanizado, que sirven para darle al apoyo (estructura de acero o concreto), la fricción necesaria para agarrarse del terreno; en ese sentido, de acuerdo con el resultado de los

estudios de suelos y con los tipos de apoyos serán utilizadas cimentaciones como las de la Tabla 9.

**Tabla 9.** Tipos de cimentaciones



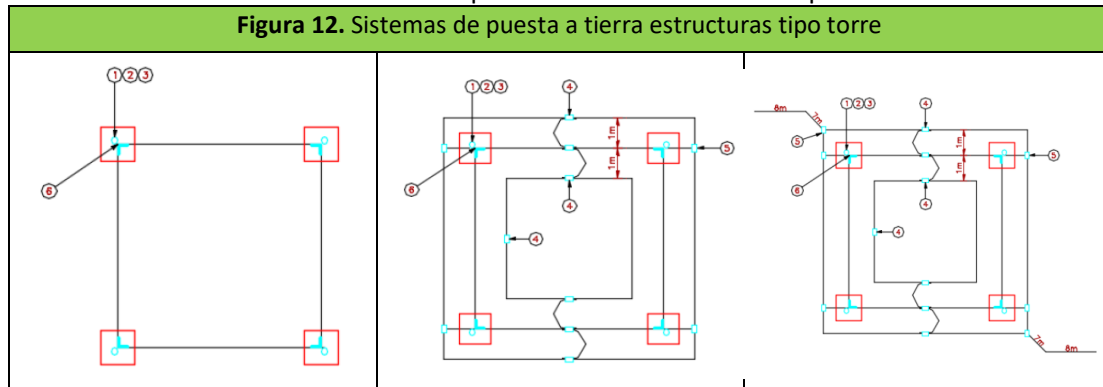
Fuente: PETROELECTRICA DE LOS LLANOS LTD.

### 🌿 Sistema de puesta a tierra SPT

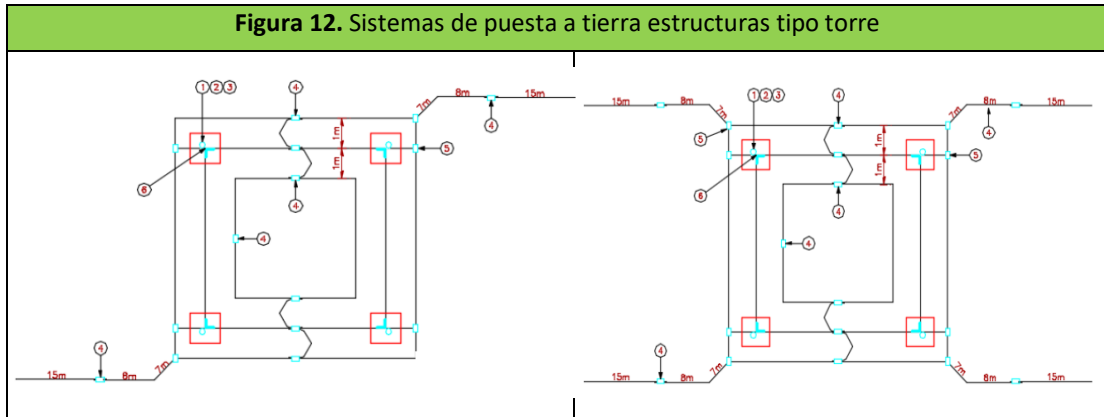
Los sistemas de puesta a tierra son el complemento a los cables de guarda para brindar protección a la línea contra las descargas atmosféricas; son complementos en cable de cobre y varillas de puesta a tierra (en cobre o recubiertas) que se entierran en la base de cada uno de los apoyos de la línea (torres o postes).

De acuerdo con los niveles de resistividad el terreno se instalarán diferentes Sistemas de Puesta a Tierra, que podrán ser uno de entre los siguientes, según la Tabla 10:

**Tabla 10.** Sistemas de puesta a tierra estructuras tipo torre.



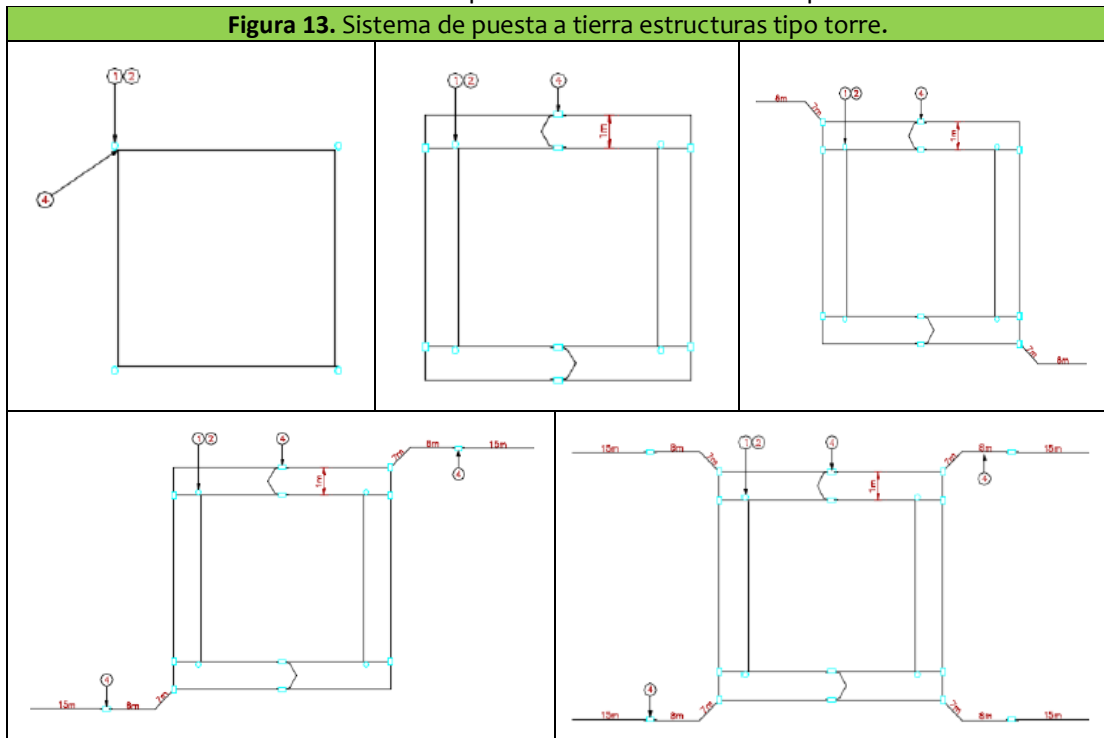
**Figura 12.** Sistemas de puesta a tierra estructuras tipo torre



Fuente: PETROELECTRICA DE LOS LLANOS LTD.

**Tabla 11.** Sistemas de puesta a tierra estructuras tipo torre.

**Figura 13.** Sistema de puesta a tierra estructuras tipo torre.



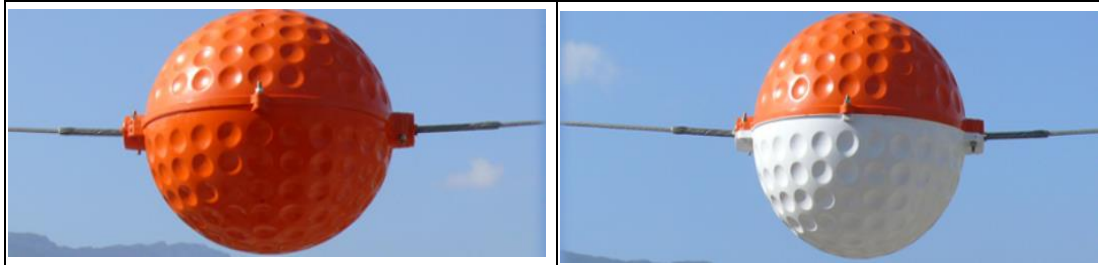
Fuente: PETROELECTRICA DE LOS LLANOS LTD.

### 🟡 Balizas de señalización

Este elemento corresponde a unas esferas rojas (o de colores combinados según exigencia aeroportuaria) de gran tamaño que se instalan en los cables de las líneas de transmisión (ver Tabla 12), en tramos (cortos y determinados) que están ubicados en las cercanías de aeropuertos, helipuertos y lugares en los que existe la posibilidad de que haya vuelos de aeronaves a baja altura.

**Tabla 12.** Balizas de señalización aérea.

**Figura 14.** Balizas de señalización aérea



Fuente: PETROELECTRICA DE LOS LLANOS LTD.

### Antiescalatorios

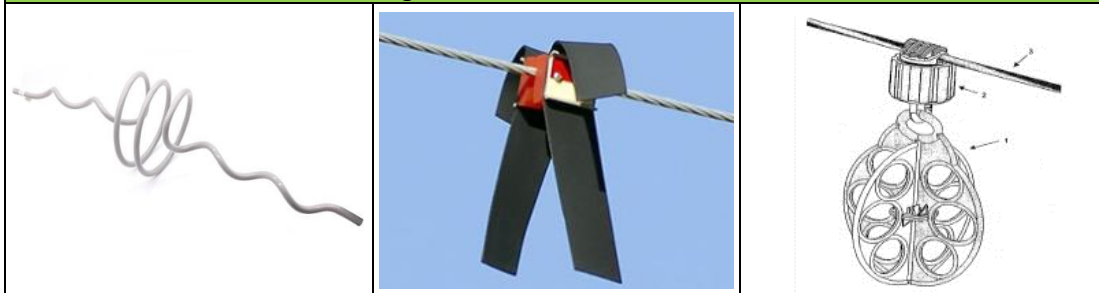
Los sistemas antiescalatorios van instalados a baja altura sobre las cuatro patas o el cuerpo único si se trata de apoyos tipo poste; son elementos metálicos que impiden el acceso a la torre de transmisión, tanto de personas como de animales a través de las patas.

### Desviadores de vuelo

Son elementos de instalación en la medida que la autoridad ambiental lo determine y sirven para evitar el acercamiento y posterior aterrizaje de aves sobre los conductores, particularmente en cercanía a los apoyos, donde como consecuencia de tal acercamiento pueden presentarse arcos eléctricos a través de las aves. Los hay de varios tipos (Tabla 13), como los que, de colores brillantes y contrastes intentan emular la forma de aves rapaces o los que simulan serpientes alrededor del conductor.

**Tabla 13.** Desviadores de vuelo

**Figura 15.** Desviadores de vuelo



Fuente: PETROELECTRICA DE LOS LLANOS LTD.

### c. Método Constructivo Líneas de Transmisión

#### 🕒 Levantamiento topográfico y replanteo de construcción

Corresponde a plasmar sobre el terreno en planta el eje del trazado definitivo para la construcción de la línea eléctrica de acuerdo con los planos planta – perfil elaborados durante la etapa de diseño de la línea. Este replanteo se realiza con equipos de topografía, tomando como amarre o base del trabajo las referencias topográficas instaladas en campo en sitios estratégicos, debidamente georreferenciados con coordenadas y cotas reales, próximos al trazado e identificados en los planos de diseño del proyecto durante dicha fase.

Al eje del proyecto, el replanteo debe identificar y señalar adecuadamente mediante estacas o banderolas, los sitios definidos para la ubicación de cada torre y el área a ocupar por cada una, datos que deben estar referenciados con coordenadas y cotas obtenidas de los planos de diseño de la línea.

En esta etapa y si es necesario se podrá optimizar localmente la ruta y la ubicación de los sitios de torre, en procura siempre de logra correctivos de carácter técnico y ambiental al diseño.

#### 🕒 Construcción y adecuación de accesos

En esta etapa, deben determinarse las vías del sector y las que dan acceso a la Línea de Transmisión, centros de acopio para el desarrollo de las actividades de construcción y donde se requiera llegar o salir con materiales, equipos, personal, por medio de diferentes medios de locomoción; incluyendo carreteras, caminos carreteables, caminos para mulas, etc. esto, dándosele prioridad al uso de accesos peatonales y carreteras existentes.

Ahora bien, es necesario precisar que en este proyecto no se van a adecuar vías, pues como accesos principales al trazado se utilizaran las vías existentes en la región, a través de las cuales se podrá llegar a los centros de acopio de materiales y oficinas en toda clase de vehículos.

#### 🕒 Adecuación sitios de torre

Corresponde a las actividades necesarias para conformar el sitio donde quedará emplazada cada torre, desde la limpieza del área hasta la excavación relleno y compactación del material, así como la construcción de obras de estabilización y/o drenaje si eventualmente se requiere.

### Remoción de cobertura vegetal

Las labores de construcción en cada uno de los sitios de ubicación de las torres inician una vez esté definido y adecuadamente demarcado por el replanteo topográfico, el área necesaria para las diferentes actividades de excavación, acopio y manejo de materiales.

La limpieza, remoción del material vegetal y el descapote se realizará sobre los 16 diferentes grupos de coberturas que se corroboraron en campo paralelo a la realización del inventario fustal al 100%, a continuación, se enlistan las coberturas encontradas:

- Arbustal abierto
- Arbustal denso
- Bosque denso
- Bosque fragmentado
- Bosque de galería
- Cultivo de arroz
- Cultivos de palma
- Zonas pantanosas (estero)
- Herbazal denso inundable arbolado
- Herbazal denso inundable no arbolado
- Herbazal denso de tierra firme arbolado
- Pastos arbolados
- Pastos enmalezados
- Pastos limpios
- Río
- Vegetación secundaria baja

Los materiales obtenidos de estas labores se dispondrán de manera adecuada, en proximidades de la excavación de tal forma que no se mezclen con los materiales de corte y puedan ser utilizados posteriormente para labores de revegetalización del área intervenida. Para esta actividad se deberá consultar los programas de manejo ambiental del medio abiótico contempladas en el Plan de Manejo Ambiental.

### Excavación

Esta actividad se realiza sobre el área previamente demarcada de acuerdo con los planos de diseño de la línea, Usualmente se realizará a mano, aunque en los sitios que sea posible el ingreso de maquinaria, se procederá con retroexcavadora a excavar los cimientos de cada torre hasta llegar a la profundidad de diseño, posteriormente y con personal especializado para el efecto se procederá a perfilar la excavación hasta dejarla como se encuentra en los planos de diseño.

En sectores donde las paredes de la excavación no son estables, debido al tipo de materiales presentes o a la elevada humedad, la excavación debe ser entibada utilizando gatos, cuñas o codales, que permitan la ejecución de la excavación hasta la profundidad planteada sin riesgos de desplomes o ampliación de esta. En sectores con elevados niveles freáticos, adicionalmente a la entibación de la excavación debe utilizarse bombeo que permita completar la excavación en condiciones de humedad adecuadas hasta la profundidad requerida en el diseño.

Una vez construida la cimentación de la torre, el material procedente de la excavación apto para el relleno de la misma, se separa y se acumula al lado, utilizando trinchos en madera para su retención. El resto de material, en especial los suelos orgánicos, se almacenan para reutilizarlos en la empedradización de la excavación.

De manera general para cada una de las cuatro patas de la torre se excava en promedio una superficie de 2,0 x 2,0 m y 2,50 m de profundidad, para un volumen de excavación aproximado de 10 m<sup>3</sup> por pata y 40 m<sup>3</sup> por torre, esto para las torres que se ubicarán en los sitios que no se consideran como especiales.

### **Cimentación**

De acuerdo con las características propias de los materiales de fundación de cada torre, en la fase de diseño definitivo y construcción, se establece el tipo de cimentación a utilizar. Para cada tipo de cimentación se prepara plano específico en el que se establecerá con precisión las diferentes necesidades y en que sitios será de aplicación a lo largo de la Línea. En todos los casos, las torres se montan sobre cimentaciones construidas por debajo de la superficie del terreno, para lo cual se utilizan generalmente parrilla metálica y concreta reforzada.

La cimentación de las torres debe garantizar la estabilidad de estas durante la vida útil del proyecto, de acuerdo con las características del terreno. Durante la etapa de diseño definitivo, se realiza la definición del tipo de cimentación para cada estructura de la línea; tomando como base los diseños de estructuras tipo contempladas, para lo cual se analizan las características de los materiales de fundación de las torres y se establecen las generalidades y detalles específicos de la cimentación para cada estructura de soporte de la línea.

### **Relleno y compactación de materiales**

Una vez terminadas las obras de cimentación procederemos con el relleno de la excavación realizada, utilizando los materiales adecuados procedentes de la misma

excavación; estos deben ser seleccionados para evitar la colocación de bloques de roca o materiales orgánicos que no permitan la adecuada compactación de los materiales de relleno y cumplir con ello las especificaciones técnicas dadas en el diseño.

Para la conformación del relleno debe proveerse de agregados pétreos, finos y gruesos, los cuales deberán adquirirse en las fuentes de materiales autorizadas de la zona.

#### **Plazas de tendidos**

Las plazas de tendido corresponden a los sitios, fuera o dentro de la franja de servidumbre de la línea, aptas para el almacenamiento del material y la ubicación del equipo necesario para el tendido de los conductores y cables de guarda. Los lugares para la instalación del freno y del malacate, serán limpiados y nivelados si es necesario, para permitir la ubicación de los carretes, enrolladores y bobinas de cable piloto según corresponda.

#### **d. Labores de montaje**

##### **Transporte y montaje de torres**

Una vez construidas las cimentaciones, se procederá al montaje de las estructuras metálicas. Cada torre está compuesta por una cantidad de piezas de menor tamaño que serán ensambladas en terreno, aunque puede ser posible el pre ensamblado de las mismas en tamaños intermedios desde el sitio de acopio de materiales. Las estructuras tipo poste se presentan desde uno hasta cuatro o cinco cuerpos dependiendo de la altura y serán transportados hasta el sitio de instalación para ensamblarse allí mismo con la ayuda de los equipos apropiados.

Con base en la clase de acceso y modalidad de transporte requeridos en cada sitio de torre (poste) para el acarreo adecuado de los materiales y equipos se organiza el programa de transporte; es decir, desde el patio de acopio o almacén, todos los elementos constructivos requeridos para el montaje de la torre: superestructuras, extensiones de cuerpo, patas, ángulos de espera, parrillas, pernos, tuercas normales y de seguridad, arandelas, escalera de pernos, dispositivos antiescalatorios, señales, etc., y los elementos necesarios para la instalación de las suspensiones y amarres de los conductores y de los cables de guarda, se transportan hasta el sitio de montaje.

##### **Ensamblaje e izado de torres**

En el sitio de torre se realiza un pre-armado de estructuras, en el cual se arma la parte inferior de la torre y algunos ángulos antes de iniciar el montaje. Luego se realiza el montaje de estructuras iniciando por los ángulos de espera que han de quedar embebidos

en concreto, se soportan en la posición apropiada, por medio de una plantilla de acero articulada rígida u otro medio adecuado que permita su instalación dentro de las tolerancias especificadas. La plantilla de armada de los ángulos de espera debe quedar independiente del suelo y contar con algún sistema que permita levantarla, para el caso que durante la colocación del concreto se detecte que los ángulos de espera se han desnivelado.

Las torres deben ser erguidas por el método de “erección floja” con excepción de los paneles del conjunto inferior de la torre, que deben ser emperrados y ajustados inmediatamente, después del ensamblaje y nivelación. Las diagonales principales deben ser emperradas en forma floja hasta que se realice el ajuste final de la torre.

### **Ensamblaje e izado de postes**

Hasta el sitio de poste deben ser transportados cada uno de los cuerpos. Luego se realiza el montaje de cada estructura iniciando por la inferior que, quedará perneada a la base en concreto. Luego deben ser erguidas una sobre la otra y en el orden correspondiente, cada una de las estructuras subsiguientes hasta llegar a la superior. Si bien, por gravedad, cada pieza tomará el lugar que le corresponde, estas deben ser emperradas y ajustadas después del ensamblaje y nivelación. Por último, serán ensamblados cada uno de los brazos que conforma en respectivo apoyo para el soporte de los aisladores y conductores.

### **Montaje de aisladores y accesorios**

Al final de cada cruceta en las torres o brazo en los postes, se instala una cadena de aisladores con sus respectivos accesorios y en cada cruceta (o brazo) se pone una polea para el tendido de conductores y cable de guarda. Se arman todas las partes componentes de los ensamblajes, se instalan todos los pasadores necesarios para completar las cadenas de aisladores y verificar que cada ensamblaje este correctamente instalado.

### **Instalación de puesta a tierra de las torres**

**Desbroce:** Se requiere el despeje de aquella vegetación presente en la franja de servidumbre que interfiera con la construcción u operación de la línea de transmisión, de forma que permita las labores de tendido del conductor y cable de guarda y no genere acercamientos (romper la distancia de seguridad) durante la etapa operativa, hecho que depende del tipo y altura de la vegetación.

La trocha de despeje de vegetación está ubicada dentro de la franja de servidumbre y su ancho depende del tipo de vegetación, alto y ancho de copa, topografía del terreno, distancias de seguridad entre la copa de los árboles y el conductor más bajo.

**Tendido del conductor y cable grúa:** Una vez terminado el montaje de las estructuras, se iniciará la instalación del conductor. Se elegirán puntos dentro de la franja de seguridad, en lo posible entre estructuras de anclaje, que permitan la instalación del equipo con tramos de tendido lo más extenso posible (5 - 10 Km aproximadamente). En estos puntos se instalarán los principales equipos que se requieren para el tendido: porta carrete, carretes con conductor, malacate, frenos y equipo auxiliar.

Aun cuando no se cruzarán vías principales, en aquellos sectores donde la línea cruza con obras como accesos privados, vías terciarias, caminos veredales; etc., se considera probable colocar portales de protección confeccionados con postes de madera.

El procedimiento de tendido será el siguiente:




1. Se instalarán las cadenas de aisladores, las cuales en sus extremos tendrán poleas por donde pasará el conductor.
2. Instaladas las cadenas, se pasará un cable guía por las poleas, desde el malacate al freno, donde se une al conductor.
3. Se tenderá el cable de guardia y el conductor por medio de un malacate. Con el freno se controlará la tensión del cable de guardia y del conductor, de modo que este último vaya a una distancia segura del suelo. Una vez que el conductor se haya tendido entre dos estructuras de anclaje, se procederá a tensarlo para su altura definitiva.
4. Finalmente, se fijarán mecánicamente los conductores a las cadenas de suspensión y de anclaje. Luego, se instalarán los accesorios tales como amortiguadores de vibración en los cables, balizas en los cruces del río y protecciones anti escalamiento.

### **3.2.3.2 Adecuación y construcción de las subestaciones**

#### **Vías de acceso**

El ingreso a las subestaciones se realiza por vía marginal del llano sentido Tauramena que conduce a Villanueva, a la altura del Río Tacuya se encuentra un desvío a mano izquierda que conduce hacia la vereda Vigía Trompillos en una vía de micropavimento la cual concurren vehículos de carga pesada de acuerdo con la dinámica de la zona, a continuación, se describen los accesos a las 3 subestaciones:

**Tabla 14.** Vías de accesos a las subestaciones

DESCRIPCION DE LOS ACCESOS			
ITEM	ESTACION	PUNTOS DE INTERES	FOTO
1	<i>Estación Jagüey</i>	La Sub Estación Jagüey se localiza en la vereda Vigía Trompillos del municipio de Tauramena, lugar al que se llega partiendo desde el casco urbano del municipio de Tauramena en dirección al municipio de Villanueva por vía de primer orden realizando un recorrido de 22,8 km, sobre este punto toma un desvío a mano izquierda y continuando por vía vereda pavimentada por 33,8 km llegando al punto de interés.	
2	<i>Estación Tigana</i>	Se realiza un recorrido por vía vereda que conecta el centro poblado Caribayona del municipio de Villanueva a la Estación Jagüey de la vereda Vigía Trompillos de Tauramena realizando un recorrido de 9,1 km, sobre este punto toma un desvío a mano derecha y transita por 5,1 km hasta llegar al predio Villa Andrea de la vereda Piñalito del municipio de Tauramena.	
3	<i>Estación Jacana</i>	Se localiza a 25,5 Km en dirección a la vereda Puerto Miryam del municipio de Villanueva sobre el predio denominado viso del Toro Lote D.	

Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

### Infraestructura de las subestaciones Tigana y Jacana

En relación con esta parte del documento se presentan las consideraciones técnicas y constructivas de las subestaciones Tigana y Jacana.

#### a. Características técnicas subestación Tigana

La construcción de la subestación Tigana se realizará en un área de 1723,51m<sup>2</sup> en las siguientes coordenadas.

**Tabla 15.** Coordenadas Subestación Tigana Origen Bogotá 3116.

Puntos	Este	Norte
P1	1157511,07	983570,78
P2	1157552,36	983565,68
P3	1157545,7	983511,79
P4	1157516,7	983515,37
P5	1157511,53	983516,01
P6	1157504,47	983517,36
P7	1157507,21	983539,57

Fuente: PETROELECTRICA DE LOS LLANOS LTD.

**Imagen 16.** Ubicación geográfica subestación Tigana



Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

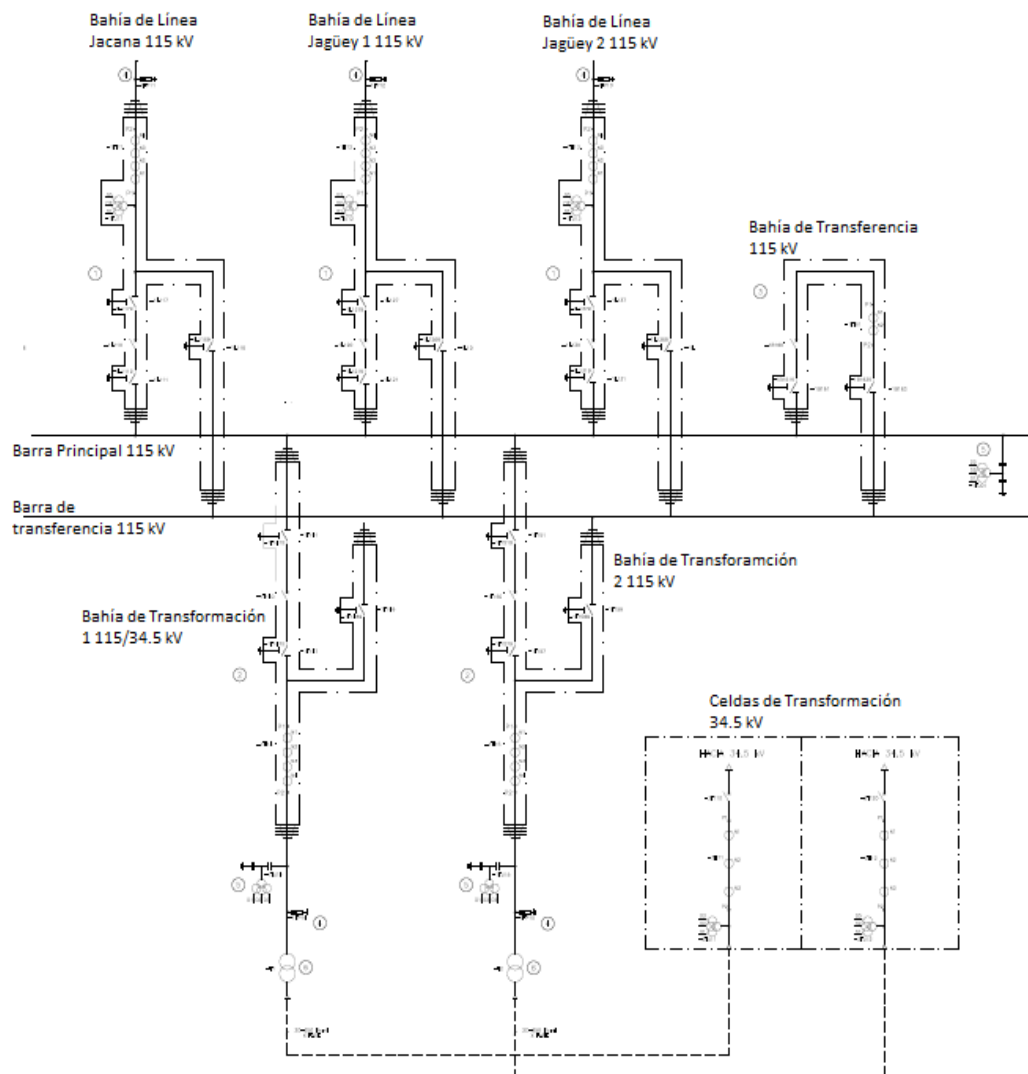
Los alcances de estas actividades consisten en el diseño, adquisición de los suministros, construcción, pruebas, administración, operación y mantenimiento de la subestación, con niveles de tensión 115kV y 34.5kV. Esta subestación, de acuerdo con el diseño, contempla:

1. Un (1) patio de 115kV con capacidad para tres (3) bahías de llegada de línea, dos (2) provenientes de la subestación Jagüey (subestación existente) y una (1) proveniente de la subestación Jacana, dos (2) bahías de transformación 115/34.5kV y una (1) bahía de transferencia a 115kV para conexión de las anteriores en caso de emergencia hacia la barra de transferencia de la subestación. No se contemplan bahías de reserva.
1. Dos (2) transformadores trifásicos 115/34.5kV de 20/25MVA cada uno.

2. Dos celdas de transformación de 34.5kV asociadas a los transformadores en cuestión.
3. Un (1) cuarto de control tipo Shelter donde se albergarán todos los tableros de Control, Medida y Protección, Comunicaciones, Scada y equipos de servicios Auxiliares.
4. Un (1) Grupo Electrónico para alimentación de los servicios auxiliares.
5. Un (1) Tanque de almacenamiento de combustible.

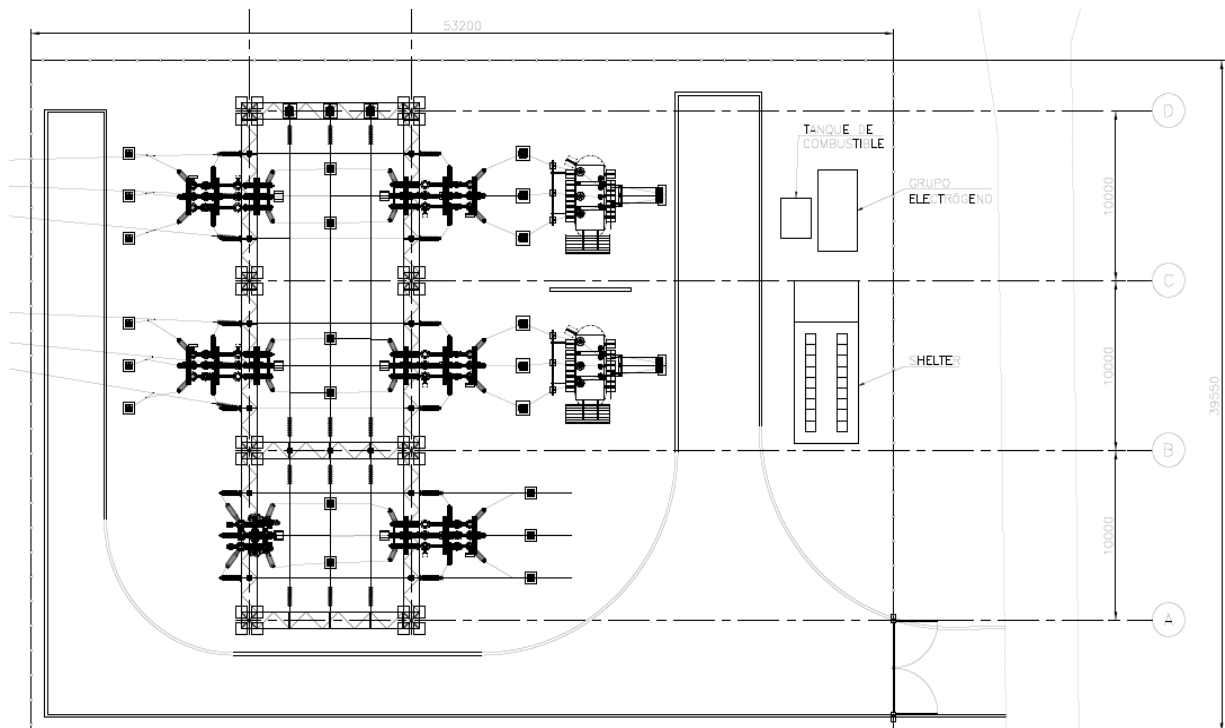
En la Figura 16 se presenta el diagrama unifilar de la Subestación Tigana 115/34.5kV y en la Figura 17 se presenta la vista en planta de la Subestación Tigana 115/34.5kV propuesta.

**Figura 16.** Diagrama unifilar Subestación Tigana



**Fuente:** PETROELECTRICA DE LOS LLANOS LTD.

Figura 17. Vista en Planta Subestación Tigana



Fuente: PETROELECTRICA DE LOS LLANOS LTD.

### b. Características técnicas subestación Jacana

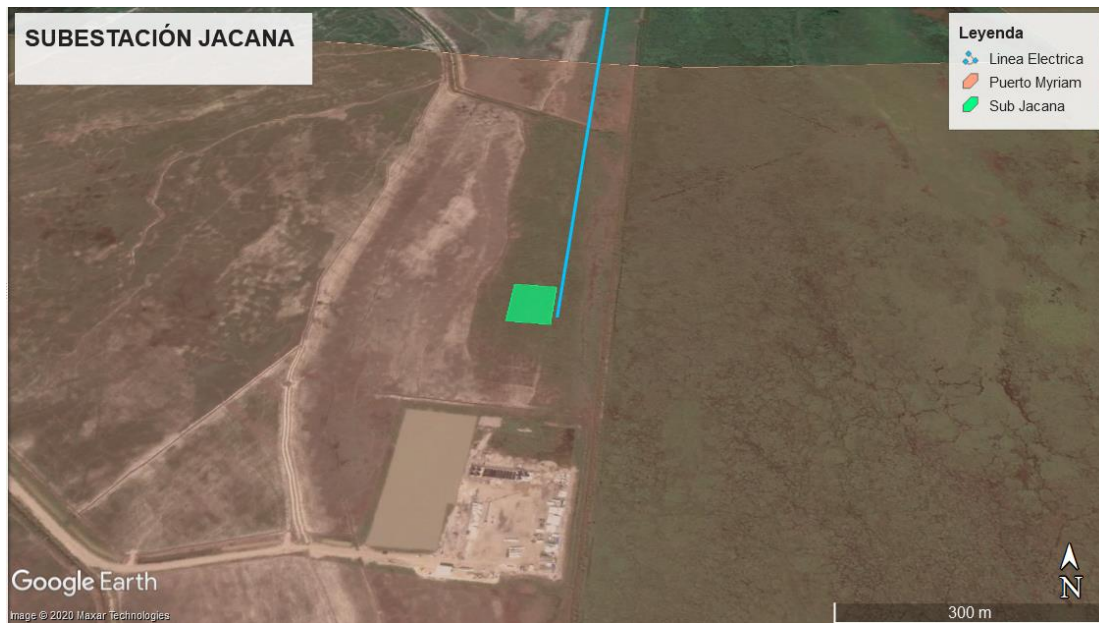
La construcción de la subestación Jacana se realizará en un área de 5.000,16 m<sup>2</sup> en las siguientes coordenadas.

Tabla 16. Coordenadas Subestación Jacana Origen Bogotá 3116.

Puntos	Este	Norte
P1	1150263,38	977132,925
P2	1150254,19	977055,963
P3	1150190,13	977063,617
P4	1150199,33	977140,579

Fuente: PETROELECTRICA DE LOS LLANOS LTD.

Imagen 17. Ubicación geográfica subestación Jacana



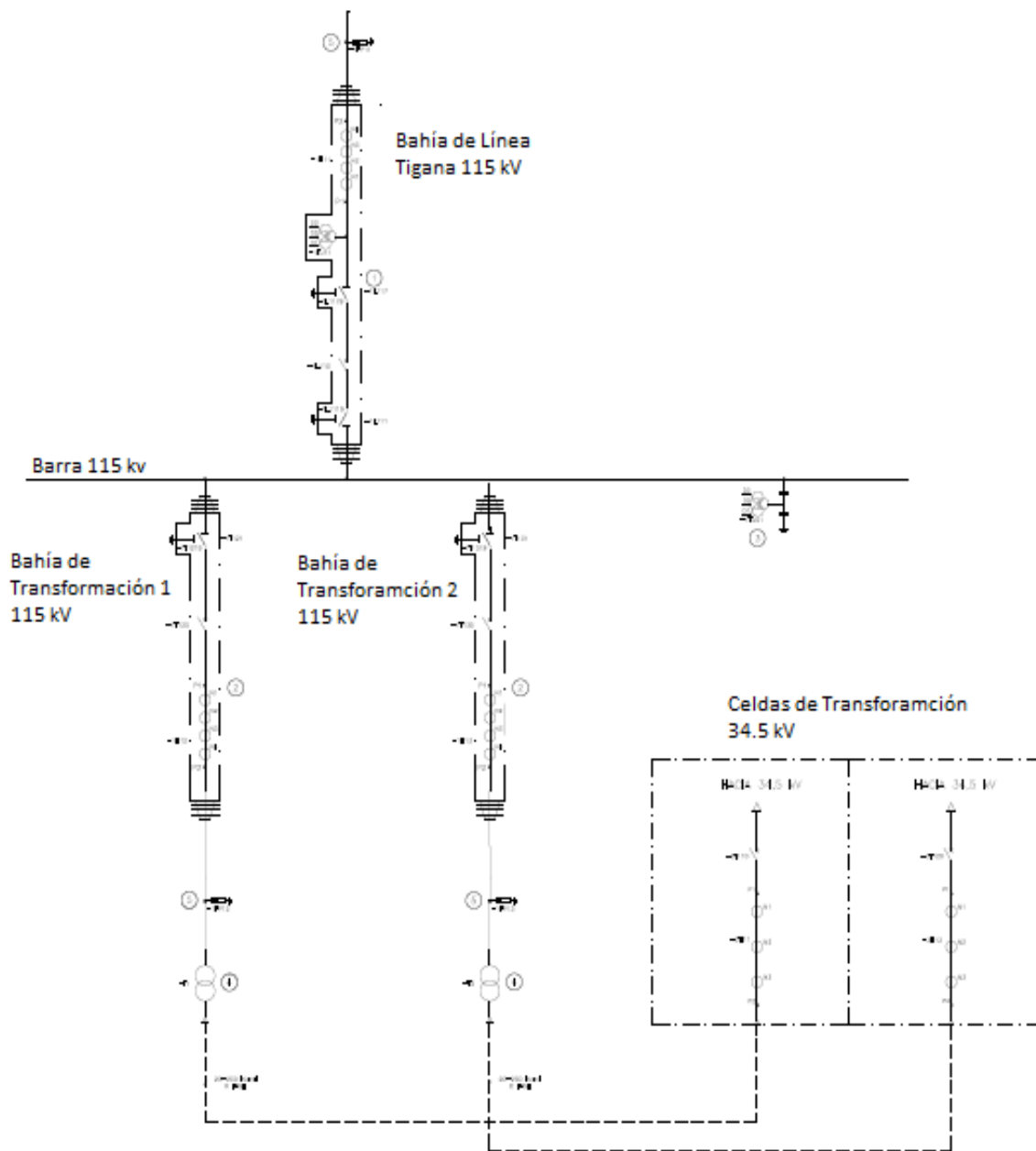
Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

La Subestación Jacana de este proyecto, consiste en el diseño, adquisición de los suministros, construcción, pruebas, administración, operación y mantenimiento de la subestación, con niveles de tensión 115kV y 34.5kV. Esta subestación, de acuerdo con el diseño, contempla:

1. Un (1) patio de 115kV con capacidad para una (1) bahía de llegada de línea proveniente de la subestación Tigana y dos (2) bahías de transformación 115/34.5kV.
2. Dos (2) transformadores trifásicos 115/34.5kV de 20/25MVA cada uno.
3. Dos celdas de transformación de 34.5kV asociadas a los transformadores en cuestión.
4. Un (1) cuarto de control tipo Shelter donde se albergarán todos los tableros de Control, Medida y Protección, Comunicaciones, Scada y equipos de servicios Auxiliares.
5. Un (1) Grupo Electrónico para alimentación de los servicios auxiliares.
6. Un (1) Tanque de almacenamiento de combustible.

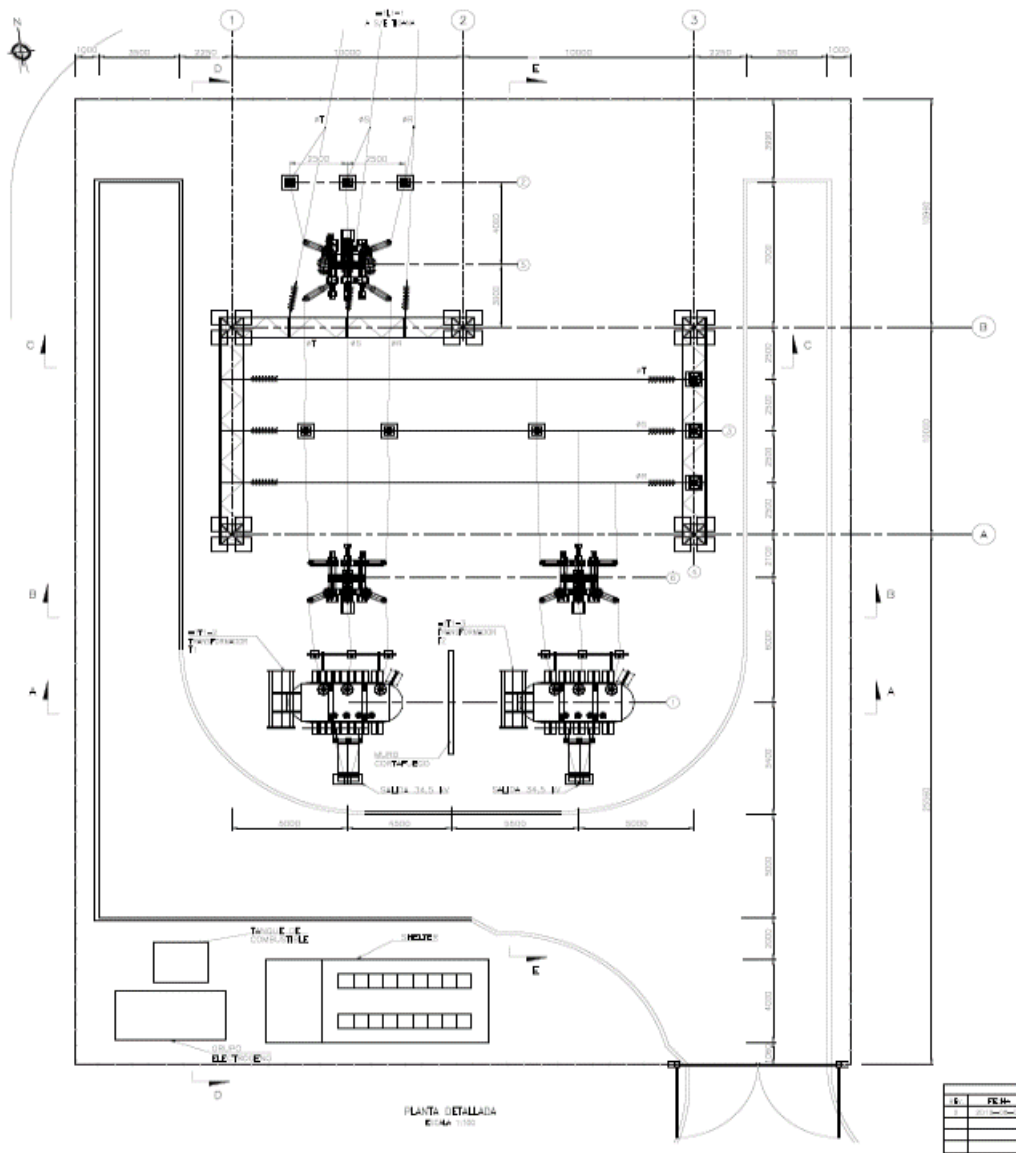
La Figura 18 presenta el diagrama unifilar de la Subestación Jacana 115/34.5kV y la Figura 19 presenta la vista en planta de la Subestación Jacana 115/34.5kV propuesta.

Figura 18. Diagrama unifilar Subestación Jacana



Fuente: PETROELECTRICA DE LOS LLANOS LTD.

Figura 19. Vista en Planta Subestación Jacana



Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

Las obras civiles asociadas a cada subestación, están compuestas por la malla de puesta a tierra; adecuación de la vía de acceso a la Subestación, las vías internas de acceso a los patios de conexiones; la adecuación del terreno, construcción del cuarto de control (tipo Shelter).

### **c. Actividades de la fase de construcción de las subestaciones**

La fase de construcción de las subestaciones se realizará teniendo en cuenta las mejores prácticas de ingeniería y comprende las siguientes etapas:

#### **🌿 Descapote**

Esta actividad se refiere al retiro de la capa vegetal del suelo y de la porción de suelo orgánico no apto para soportar las obras. Se tiene programado un descapote para la adecuación de las subestaciones de 2.447,43 m<sup>3</sup> por cada una para un total de 4894,86 m<sup>3</sup>.

El suelo extraído se almacenará temporalmente en las áreas anexas a los frentes de obra para ser utilizado después en actividades de revegetalización y recuperación de las zonas intervenidas.

Se protegerá el suelo y la biomasa vegetal para prevenir su arrastre por efecto de la lluvia, mediante la construcción de estructuras de contención como trinchos de madera, sacos rellenos o gaviones de roca.

#### **🌿 Adecuación del terreno**

Esta actividad comprende la construcción de una plataforma en material de préstamo debidamente compactada de acuerdo con los resultados de los ensayos próctor y próctor modificado realizados a los materiales de lleno. El material proviene de las fuentes de explotación debidamente autorizadas y listadas en este documento.

El material de relleno será adquirido por medio de un proveedor autorizado para este proyecto definir la empresa para comprar el material triturado tal como se muestra en el numeral 1.2.3.4. Infraestructura asociada al proyecto.

#### **🌿 Excavación**

La actividad de excavación se lleva a cabo sobre la plataforma ya conformada (adecuación del terreno) y se realizará para poder realizar las fundaciones de los transformadores de potencia, como módulos compactos transformadores de tensión, transformadores de potencial y pararrayos, así como para instalar la malla de puesta a tierra de la subestación. El material removido se almacenará temporalmente en las áreas anexas a los frentes de obra para ser utilizado después en actividades de relleno de las áreas intervenidas y otras áreas que requieran de este tipo de material.

### **Construcción de estructuras de cimentación y tendido de malla de puesta a tierra**

Una vez que haya sido adecuada la plataforma se procederá con la construcción de la malla de puesta a tierra, consistente en la ejecución de la excavación de las cuadrículas de la malla y el tendido del cable de cobre que la compone, podrá iniciarse de manera paralela con la construcción de las cimentaciones de las diferentes estructuras para pórticos, soportes de equipos, edificaciones, transformadores y reactores, tanques de almacenamiento de agua, tanques recolectores de aceite y demás equipos que componen la subestación, estas estructuras serán en concreto reforzado, sus actividades son: excavación, armado del refuerzo, formateado y posterior vaciado y curado del concreto.

### **Montaje electromecánico**

Una vez culminada la construcción de cimentaciones de pórticos y soportes de equipos se procede con el montaje de la estructura metálica, previamente fabricada en instalaciones industriales; esta estructura será de ensamble en sitio, sus actividades comprenden el armado, montaje y nivelación de tal manera que se pueda proceder con el montaje de los equipos, instalación de cadenas de aisladores y tendido de cables de aluminio tanto a nivel de pórticos como de interconexión entre equipos. Igualmente se procederá con la instalación del tendido de cable de fuerza y control en los cárcamos y ductos.

### **Montaje de equipos**

Los equipos principales de las subestaciones se componen de los equipos de corte, instrumentación, los equipos de transformación control, protección y medida, y otros que siendo necesario no necesariamente forman parte de los primeros mencionados:

### **Equipos de Corte**

En la categoría de los equipos de corte se encuentran los Interruptores y seccionadores y cuchillas de puesta a tierra que, para el caso del presente proyecto, corresponden a unidades compactas que albergan tanto a estos equipos, como de manera particular a los equipos de instrumentación; llámese transformadores de tensión o transformadores de corriente, además de tener el aislamiento correspondiente (aisladores) y necesario para la conexión exterior hacia los cables de la subestación.

### Equipos de transformación

Los equipos de transformación son cuatro unidades de 20/25MVA 115/34.5kV para instalar en dos por cada subestación. Son equipos prearmados desde fábrica y las actividades en sitio corresponderán al nivelado de aceite, cuya cantidad final se acerca a los 10000 galones por unidad.

Durante las actividades de instalación y puesta en servicio se tendrá especial cuidado con el manejo del aceite aislante (mineral), además de realizar otras actividades de conexionado de cables de potencia y control.

### Equipos de Control, Protección y Medida

Los equipos de control, protección y medida, obedecen a gabinetes prearmados en fábrica y que son llevados dentro del edificio de control, cuya actividad se limita al descargue en sitio e instalación dentro del cuarto en mención.

### Otros Equipos

Dentro de los equipos de la subestación que no hace parte necesariamente de los anteriores, se encuentran algunos transformadores de tensión y algunos pararrayos que se instalan en cercanía de los módulos compactos (equipos de corte) o de los equipos de transformación. Su actividad principal, también se limita al descargue en sitio e instalación.

## **Infraestructura construida del proyecto**

Para la ejecución del proyecto se contempla la construcción de dos subestaciones puesto que la estación Jagüey ya se encuentra construida a continuación se describe las características técnicas de la subestación Jagüey.

### Subestación Jagüey

El sistema eléctrico PEL está constituido por dos (2) circuitos de 230 kV, con 2 conductores por fase, en configuración vertical, con una longitud aproximada de 260 Km, que parten desde la SE Chivor, municipio Santa María, Boyacá, hasta el Campo Petrolero de Rubiales, municipio Puerto Gaitán, Meta. PEL tiene autorizado una capacidad de transporte de 192 MW.

Con el fin de minimizar el tiempo de traslado del punto de conexión temporal de PEL en la subestación Chivor, hacia una futura subestación Chivor II, que estará ubicada cercana a la primera, PEL modificó los primeros 7 Kms de línea, construyéndolos con tres (3)

conductores por fase, lo cual permitió a la UPME considerar este tramo con una capacidad de 2.000 A como válido para la interconexión entre Chivor y Chivor II. De ahí en adelante la línea continua su recorrido, tal y como se proyectó inicialmente, hasta el Campo Rubiales.

Uno de los circuitos, alimentará a la Estación de Rebombeo Jagüey, en Casanare y el otro a la Estación de Rebombeo Corocora, en Meta, continuando ambas líneas hasta la SE Quifa Despacho, donde se ubicará el Centro de Despacho de Carga de PEL. Desde Quifa, ambas líneas salen y terminan en Rubiales.

La Subestación Jagüey, está ubicada en el Km 85 desde Chivor, asociada a la Estación de Rebombeo de ODL en Trompillos, Casanare, con una capacidad de transformación de 60/80 MVA, para alimentar cargas motrices del Oleoducto Rubiales- Monterrey, de ODL.

La SE Jagüey consta de las siguientes áreas y sistemas:

**Patio 230kV:** El cual posee amplia capacidad de maniobra, con dos Diámetros o bahías extendidas para circuitos de salida de línea y de llegada de Autotransformador, Configuración Barra principal y Transferencia del mismo Nivel de Tensión compuesto de Disyuntores, Seccionadores, Transformadores de medida (TC, TP), Descargadores de protección contra Sobretensiones (DPS), barras de potencia, bancos de Autotransformadores de potencia con Salida 115Kv/13,8Kv.

**Diámetro 1:** Salida de Línea Chivor, asociada a la Barra Principal 1, con protección a través de fibra óptica, con esquema de tele protección, control, medición principal y secundaria redundante basado en función de protección de distancia. Del lado de línea el interruptor es de disparo  $1\emptyset + 3\emptyset$ .

**Diámetro 2:** Salida de línea Quifa 2, asociada a Barra Principal 1, con protección a través del canal de comunicación por fibra óptica, esquema de tele protección, control, medición principal y secundaria redundante basado en función de protección de distancia.

Caseta de Control, Protección y Medición Diámetros 1 y 2 (C21), para los tableros de CPM de las Salidas de Línea Chivor y Quifa II y para las Llegadas de Autotransformador ATR1.

Sistemas de Tele-protección y Comunicaciones elementos de protección guiados a través de Fibra Óptica (FO), siguiendo el esquema de la norma IEC 61850. Estos se encuentran instalados en Tableros de CPM en Casetas C21 230kV.

**Sistemas de Detección y Extinción Contra Incendio:** Sistema de Detección y Extinción de Incendio en patio Sistema de Detección de Incendios con monitores UV-IR en las áreas de transformadores. Además, estaciones manuales y sirena general en cada área.

**Sistema de Detección y Extinción de Incendio en Caseta de Control en Patio:** Equipo de extinción de incendio basado en gas CO<sub>2</sub>, detectores de incendio de calor y humo alrededor de los tableros de CPM y de SSAA, con estaciones manuales y sirena.

**Sistema de Detección y Extinción de Incendio en Edificio de Subestación:** Equipos de extinción de incendio basados en CO<sub>2</sub>, con detectores de incendio de calor y de humo alrededor del Tablero Principal de 13.8 kV y de tableros de control y fuerza dentro del cerramiento, con estaciones manuales, sirena y un Tablero Central de Control.

**Sistema de Puesta a Tierra y Protección contra Descargas Atmosféricas:** Mallas de Puesta a Tierra en Patio 230 kV y Patio 115 kV interconectadas entre sí y con las columnas de las estructuras de salida de línea, llegada de transformadores y las de soportes de barras principales.

**Malla de Puesta a Tierra perimetral,** incluyendo los sistemas de puesta a tierra del Edificio de Control, del Edificio de Subestación de 13.8 kV, de las canalizaciones de cables de potencia, fuerza y control e interconectada con la malla de puesta a tierra general.

**Sistema de Puesta a Tierra** de Control e Instrumentación / Comunicaciones / SCADA, independiente de la malla de puesta a tierra general, salvo conexión en un solo punto, con conductores y barra de puesta a tierra aislados.

**Sistema de Conductores Aéreos para apantallamiento contra descargas atmosféricas y sobretensiones** de la red eléctrica de transmisión, conectada al cable de guarda de las líneas entrantes y salientes de la Subestación y conectados a los terminales aéreos Franklin y la pantalla de la fibra óptica.

**Patio 115kV:** Capacidad de maniobra suficiente, bajo esquema de configuración Barra principal y Transferencia del mismo nivel tensión (115kV), compuesto de una (1) bahía para entrada de línea, una (1) para salida futura, una (1) alimentador de transformadores de potencia y posterior alimentación de 13.8 kV.

**Edificio Control Celdas Switchgear 13,8kV:** Estas son alimentadas desde Transformador Trifásico 1 patio 115kV, para Distribución de Carga Motrices de Estación de Rebombeo ODL y alimentación SSAA de tableros de Cargas Esenciales y NO Esenciales para la Subestación Jagüey.

**Edificio de Control**, Protección y Medición, para los tableros de CPM y sus tableros de control asociados, los tableros de Protección Diferencial de Barras y los de Control y Medición de subestación, Se incluyen además los elementos de SSAA y de Comunicaciones.

### **Volumen total estimados de descapote, corte, relleno y excavación.**

Para la etapa de construcción se requiere de los siguientes volúmenes estimados de descapote, relleno y excavación en el área del transeptor de la línea y en el área donde se proyecta la construcción de las subestaciones.

**Tabla 17.** Volúmenes Totales de descapote, corte, relleno y excavación.

ITEM	VOLUMEN TOTAL
Volumen estimado de descapote subestaciones	2447,43 m <sup>3</sup>
Volumen estimado de descapote línea	760 m <sup>3</sup>
Volumen estimado de relleno subestaciones	7391,8m <sup>3</sup>
Volumen estimado relleno línea	20360m <sup>3</sup>
Volumen estimado de excavación subestaciones	633,39m <sup>3</sup>
Volumen estimado de excavación línea	27608m <sup>3</sup>

**Fuente:** PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

### **3.2.3.3 Uso y aprovechamiento de los recursos naturales**

#### **Etapa de construcción**

Para el proyecto no se contempla solicitar permiso de vertimientos de aguas residuales domésticas, no obstante, se adecuarán baños portátiles para el personal de obra y la disposición final del agua residual se realizará por medio de un gestor autorizado.

#### **Uso del agua industrial**

En cuanto al aprovechamiento del recurso hídrico para las actividades de construcción se solicitará un permiso de **concesión de agua superficial** sobre dos puntos de fuentes hidrográficas pertenecientes al área de influencia del proyecto, las fuentes fueron seleccionadas de acuerdo a su oferta y el acceso vehicular por ello se definieron los puntos que aparecen en la Tabla 19, sobre el Río Túa y el Río Tacuya, la captación y transporte del recurso hídrico se realizara por medio de un carro tanque y no se construirán puntos de almacenamiento.

El volumen de agua para ser concesionada es de 1378.59 m<sup>3</sup>

**Tabla 18.** Volúmenes de agua usados en la construcción.

Agua usada para la construcción subestaciones	1.319.713 Lts
Agua usada para construcción de la línea	58.878Lts

Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

**Tabla 19.** Coordenadas de las captaciones

PUNTO	NORTE	OESTE
CAP TUA	4°30'1.46"	72°45'6.19"
CAP TACUYA	4°34'33.52"	72°35'32.46"

Fuente: PETROELECTRICA DE LOS LLANOS LTD

### **Uso del agua para consumo humano**

La empresa constructora gestionará mediante un tercero, el abastecimiento de agua para consumo humano que cuente con los permisos pertinentes y garanticen la calidad del fluido bajo los parámetros exigidos en la Resolución 2115 de 2007.

### **Recurso forestal**

Dentro de las actividades del proyecto se contempla la poda y tala de vegetación que se encuentra dentro del buffer de la servidumbre por tal motivo dentro del estudio de impacto ambiental se encuentra el desarrollo del **permiso de aprovechamiento forestal**.

### **Residuos sólidos**

Se realizará la debida clasificación de los residuos sólidos generados en la etapa de construcción del proyecto y posteriormente se acopiarán temporalmente para su disposición final la cual se realizará por medio de una empresa debidamente autorizada.

### **Uso de la atmosfera**

La planeación, construcción y operación de la línea eléctrica, no genera emisiones atmosféricas por la naturaleza del proyecto, sin embargo, durante algunas actividades en la etapa de construcción, generaran emisiones de gases provocadas por fuentes móviles a causa del tránsito de vehículos para la movilización de personal, materiales, equipos e insumos para los campamentos a lo largo del proyecto. La movilización de vehículos sobre las carreteras sin pavimentar causara la emisión de material particulado sobre las vías transitadas, para el manejo adecuado del impacto causado se desarrolla el Plan de Manejo Ambiental el cual muestra las acciones a seguir para la adecuada mitigación del impacto.

### Etapa de Operación

Para la etapa de operación no se requiere una fuente hídrica de abastecimiento permanente ya que no abra personal staff en las subestaciones, así mismo las actividades en esta fase no demandan un consumo permanente, por este mismo motivo no se tendrá permiso de concesión de agua ni permiso de vertimientos.

#### 3.2.3.4 Operación

A continuación, se presenta el esquema general de las actividades en la etapa de operación del proyecto.

Imagen 18. Esquema general de actividad



Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

#### Energización de la línea

Una vez realizado el montaje de la subestación, se realizan las pruebas operativas, teniendo en cuenta los protocolos de pruebas que se tienen oficializados al interior de la empresa.

El protocolo de energización, se ejecutará amparado bajo las consignaciones respectivas, las cuales forman parte de los requisitos de conexión de nuevos equipos. Para la elaboración del protocolo correspondiente, se toman los planos esquemáticos de la subestación y se tiene en cuenta el plan de consignaciones propuesto para la energización de los equipos nuevos.

#### Mantenimiento preventivo

**Inspección general:** Consiste en la revisión visual desde el piso y escalando la torre; incluye el reporte y registro del estado de todos los componentes de la torre como estructura, recubrimiento de elementos metálicos, cadenas de aisladores, herrajes, puestas a tierra, cable guarda, fibra óptica, cable conductor, señalización, cruces y paralelismos, estado de servidumbre (incluye, tipo de vegetación, construcciones y obstáculos en la faja de servidumbre, uso del suelo, erosiones e invasiones) en el sitio de torre y el vano así como demás detalles de la línea según el caso.

Esta actividad incluye ajustes y reparaciones puntuales y menores en algunas torres en línea energizada tales como: ajuste e instalación de herrajes en cables de fase, guarda y

fibra óptica; instalación, ajuste, apriete o aseguramiento de tuercas, ajuste de herrajes de suspensión, cambio o ajuste de amortiguadores en el cable de guarda, cuernos salta chispas, instalación de pines, instalación menor de estructura (hasta 5 elementos en torre), ajuste e instalación de partes del sistema de puesta a tierra, retiro de maleza en la base de o sitio de torre, poda individual y esporádica de vegetación. Estas actividades en ningún caso serán actividades generalizadas en una línea.

Las actividades específicas de esta tarea son:

- Inspeccionar cadena de aisladores
- Inspeccionar herrajes
- Inspeccionar estructura
- Inspeccionar cables conductores, de guarda y fibra óptica
- Inspeccionar sitio de torre y obras civiles
- Inspeccionar sistema de puesta a tierra
- Inspeccionar vano

Actividades posteriores a la ejecución de los trabajos:

- Aplicar lo establecido en el plan de trabajos
- Despejar completamente el área de trabajos de las herramientas, disponer residuos.

Para su ejecución, la actividad Inspección General Pedestre y electromecánica, se divide en:

**Inspección cadenas de aisladores:** Esta actividad consiste en la revisión visual detallada, desde la estructura, de las cadenas de aisladores identificando el tipo de aislador, evaluación de la condición y cantidad de elementos afectados en cada cadena indicando si están quebrados, flameados, corroídos o contaminados. Adicionalmente se deberá verificar la verticalidad de las cadenas y la condición de los pasadores.

**Inspección herrajes:** Esta actividad consiste en la revisión visual detallada, desde la estructura, de las cadenas de aisladores identificando el tipo de aislador, evaluación de la condición y cantidad de elementos afectados en cada cadena indicando si están quebrados, flameados, corroídos o contaminados. Adicionalmente se deberá verificar la verticalidad de las cadenas y la condición de los pasadores.

**Inspección de elementos estructurales:** Consiste en la inspección visual de los diferentes componentes de la torre para la búsqueda de elementos con presencia de corrosión, deformada, suelto o faltante.

**Inspección de cables conductores y de guarda:** Esta actividad consiste en la revisión detallada del estado de cables conductores, de guarda, OPGW y ópticos. Esta actividad se hará tanto desde el suelo como desde la torre, en busca acercamientos, hilos rotos, deformaciones, hilos fundidos o con corrosión, estado y fijación de escoltas y cajas de empalme, estado de empalmes; se deberá especificar cantidad de hilos afectados, ubicación (Distancia referida a una de las torres), midiendo distancias de seguridad, evidencias de corrosión en cables, grapas y empalmes indicando severidad y afectación.

Esta revisión incluye la verificación de los elementos ubicados sobre los cables conductores como amortiguadores de vibración, espaciadores amortiguadores y elementos ubicados sobre el cable de guarda tales como amortiguadores de vibración, balizas de señalización, desviadores de vuelo y dispositivos anti aves.

**Inspección de cables aéreos de fibra óptica:** Consiste en la revisión y registro del estado de todos los componentes del cable de fibra óptica (OPGW y ADSS).

**Inspección de cable canalizado:** Consiste en un recorrido pedestre a los tramos y tendido de cable de fibra óptica o eléctrico canalizado, que incluye:

- Verificación del estado del terreno del trazado canalizado.
- Cámaras: Incluye apertura e inspección, extracción del material sólido, bombeo de líquidos, verificación de los soportes para fijación de las reservas de cable, inspección del cable, inspección del dispositivo “Marker” y restauración del sello hermético.
- Verificación y ajuste de las estructuras de cruces especiales. Retoque puntual de pintura de acabado en áreas menores, donde la capa epóxica anticorrosiva no haya sufrido deterioro.
- Verificación del funcionamiento de los dispositivos marker.

**Inspección del terreno en sitio de torre y obras civiles:** Consiste en la revisión visual en un radio aproximado de cincuenta (50) metros del centro de la torre para determinar: formación de cárcavas, surcos, erosiones, aguas superficiales, empozamientos, deslizamientos, movimiento del terreno, grietas y hundimientos en sitio de torre. Adicionalmente incluye la revisión del estado de las obras de protección como: canaletas, cunetas, tubería, trinchos, gaviones, muro de concreto, filtros, empradizaciones y cualquier otra obra en la torre. Esta actividad requiere la medición de distancias a cauces de ríos y quebradas en un radio de 100m alrededor del sitio de torre y la estimación del ancho del mismo.

En caso de encontrar cualquier anomalía, se deberán tomar el registro fotográfico y elaboración de esquema en planta y perfil (mano alzada) con todos los datos de distancia a la torre, dimensiones generales de ancho, profundidad y longitud.

**Inspección de las conexiones a tierra:** Esta actividad comprende la revisión de los elementos metálicos para fijación a la torre, tales como colillas de puestas a tierra y cables contrapesos. También incluye la revisión de elementos metálicos externos a la línea pero que son influenciados por la inducción de ella, tales como cercas, rejas, puertas, techos, tanques, mallas y otros elementos metálicos. De estos elementos se verificará el estado general de las conexiones, afectación por corrosión, elementos faltantes o deformados y se realizarán los reaprietes y ajustes necesarios y se dejará registro de la afectación.

**Inspección de corredor de servidumbre:** Consiste en la inspección del corredor de servidumbre establecido para cada línea transmisión de acuerdo con la regulación. En esta actividad se identifica la vegetación dentro de la franja de servidumbre en riesgo inmediato o futuro de acercarse a los conductores, incluye la identificación de la especie, la localización con respecto al eje y la torre, la distancia de la copa al conductor y las medidas para estimar el volumen o el área de la vegetación a intervenir, reporte de datos de propietario del predio o personas de contacto.

El contratista, deberá también reportar datos de propietarios de predios o empresas constructoras que se encuentren ejecutando obras.

**Inspección por fuera del corredor de servidumbre:** Esta actividad consiste en la inspección de la vegetación fuera de los corredores de servidumbres establecidos en la actividad anterior, identificando la vegetación en riesgo inmediato o futuro de caer y/o acercarse a los conductores y la medición de la distancia a los mismos. Esta actividad incluye la identificación de la especie, la localización con respecto al eje y la torre, la distancia de la copa al conductor y las medidas para estimar el volumen o el área de la vegetación a intervenir, reporte de datos de propietario del predio o personas de contacto.

### **Mantenimiento correctivo programado sin desenergización**

Estas actividades consisten en la ejecución de reparaciones, ajustes, sustituciones o modificaciones a componentes de la línea donde se requiera desenergizar los activos del sistema. Son realizadas normalmente por condición de acuerdo con las inspecciones, evaluaciones y solicitudes de PEL.

En general y para todos los casos en donde se requieran los trámites de solicitud para desenergizar un circuito, deshabilitar los res cierres o alertar sobre trabajos con línea

energizada, estos serán realizados por PEL, quien informará al Contratista la aprobación de los trabajos para su cumplimiento o ajuste al plan de trabajos.

Para la realización de los trabajos, se deberá contar siempre en sitio de trabajo con un sistema de comunicación que permita el contacto en cualquier momento con PEL.

Luego de las actividades realizadas, todos los elementos desmontados de la línea de transmisión y materiales retirados, cortados o podados se deberán disponer y transportar de acuerdo con las instrucciones dadas por PEL o la autoridad ambiental.

- Teniendo en cuenta lo anterior se realizan las siguientes actividades:
- Mantenimiento de servidumbres
- Instalar o reparar puestas a tierra
- Cambio, instalación o ajuste de herrajes en conductores o cables de guarda (en frío)
- Mantenimiento de obras civiles de protección
- Instalación, reparación y recubrimiento de elementos estructurales
- Aplicación de recubrimientos

#### **Mantenimiento correctivo programado con desenergización:**

Estas actividades consisten en la ejecución de reparaciones, ajustes, sustituciones o modificaciones a componentes de la línea donde se requiera desenergizar los activos del sistema. Son realizadas normalmente por condición de acuerdo con las inspecciones, evaluaciones y solicitudes de PEL.

En general y para todos los casos en donde se requieran los trámites de solicitud para desenergizar un circuito, deshabilitar los res cierres o alertar sobre trabajos con línea energizada, estos serán realizados por PEL, quien informará al Contratista la aprobación de los trabajos para su cumplimiento o ajuste al plan de trabajos.

Para la realización de los trabajos, se deberá contar siempre en sitio de trabajo con un sistema de comunicación que permita el contacto en cualquier momento con PEL.

Luego de las actividades realizadas, todos los elementos desmontados de la línea de transmisión y materiales retirados, cortados o podados se deberán disponer y transportar de acuerdo con las instrucciones dadas por PEL o la autoridad ambiental.

Para el mantenimiento se realizan las siguientes actividades:

- Cambio de cadenas de aisladores
- Reparación o cambio cables conductores y de guarda

- Reparación o cambio cable tipo OPGW
- Instalación o cambio de balizas de señalización aérea y desviadores de vuelo
- Instalación, cambio o ajuste de herrajes

### **🌿 Mantenimiento de las subestaciones**

Este tipo de mantenimiento se efectúa en forma mensual, sin desenergizar la línea, no utiliza herramientas ni instrumentos en la mayor parte de los casos, y como su nombre lo indica consiste sólo en inspecciones visuales. Tiene la finalidad de revisar visualmente el estado exterior de los equipos, anotándose en una planilla los resultados de dicha inspección

Existen ciertos ítems que se observan a la hora de hacer una inspección visual, y se registran el estado de estos ítems en las planillas de inspección, según lo antes mencionado. Para los equipos de una subestación, se tiene:

**Transformador de potencia:** Construcciones civiles, tanque, conexión a tierra, porcelanas de los bushings, limpieza general, tanque conservador, radiadores, ventiladores, silicagel, relé Buchholz, cambiador de taps, manómetro, vacuómetro, nivel de aceite, indicador de temperatura, caja de control, terciario, temperaturas de aceite y bobinas.

- Interruptores (aceite, SF6, vacío, aire): Fundaciones civiles, estructura, conexión a tierra, porcelanas, indicador de estado, mando, borneras, calefacción, hermeticidad, fugas de aceite, presión de gas (N<sub>2</sub>), número de operaciones, hermeticidad.
- Transformadores de medida (CT's, PT's, CCPD's): Fundaciones civiles, estructura, conexión a tierra, porcelanas, visor de aceite, nivel de aceite, calefacción, caja de borneras, nivel de N<sub>2</sub>, capacitor.
- Seccionadores: Fundaciones civiles, estructura, conexión a tierra, porcelanas, hermeticidad mando, relé de conexión a tierra.
- Pararrayos: Fundaciones civiles, estructura, conexión a tierra, porcelanas, anillo equipotencial, número de descargas, conexión de potencia.
- Banco de capacitores: Fundaciones civiles, estructura soporte, conexión a tierra, malla de seguridad, señalización, aisladores conexiones, fugas.
- Banco de baterías: Estructura soporte, conexión a tierra, ventilación, tensión de banco, tensión de cada celda, nivel, temperatura, densidad.

**Mantenimiento de ductos y canaletas e inspección de cables:** Consiste en evaluar el estado operativo de los ductos y canaletas existentes en los patios de llaves, edificios de control, sala de servicios auxiliares y otros ambientes que posean estas obras civiles

destinadas a permitir la instalación de cables de control, cables de energía y eliminación de aguas pluviales.

Se efectuará la limpieza general y fumigación de los ductos y canaletas. Además, se debe inspeccionar el estado de los cables instalados en los mismos,

Comunicar al Asistente de la Subestación en caso de encontrar deficiencias o deterioro en los ductos y canaletas, también informar si los cables de control o de energía se encuentran con deterioro.

**Inspección termografía de la subestación:** Consiste en la inspección de todos los equipos de la subestación, conectores, gabinetes de control y medida, cubículos de protecciones a fin de identificar puntos calientes que deben ser atendidos a corto y mediano plazo. Dicha actividad se efectuará utilizando cámara termografía que permita evaluar la condición del equipo.

**Mantenimiento de sistemas de iluminación de SSEE:** El mantenimiento del sistema de iluminación de la subestación se realiza para mantenerlo en óptimo funcionamiento en el patio de llaves, cerco perimétrico y accesos.

Consiste en evaluar el estado de conservación y operatividad de los puntos de iluminación externa e interna de la Subestación. De encontrar deficiencias se procederá a cambiar las partes dañadas y se cambiará las lámparas que se encuentren defectuosas.

Se llevará un registro de todos los puntos con deficiencias y las acciones correctivas efectuadas en cada punto de iluminación.

### **Mantenimiento para equipos de subestaciones**

Comprenden todas las actividades generales aplicables a todos los equipos de la subestación. Para su ejecución se requiere personal entrenado para trabajos en altura bajo la supervisión de técnicos con experiencia en montaje y mantenimiento de equipos de patio.

**Inspección termografía de subestación:** Consiste en la inspección de todos los equipos de la subestación, conectores, gabinetes de control y medida, cubículos de protecciones a fin de identificar puntos calientes que deben ser atendidos a corto y mediano plazo.

**Reapriete de conexiones de equipos de Bahía:** Se refiere a la verificación y complemento de todos los elementos que conforman los sistemas de unión como son: tornillos, tuercas,

arandelas planas, arandelas de presión y pisadores, respetando los valores de torque suministrados por el fabricante.

**Actividades por condición:** Previos análisis de los resultados de las pruebas y la verificación del estado funcional de los equipos, se procede a programar actividades que corrijan o mejoren sus condiciones. Las actividades deben ser realizadas por personal entrenado para trabajos en altura bajo la supervisión de técnicos con experiencia en montaje y mantenimiento de equipos de patio.

**Corrección de puntos calientes:** Actividad que se realiza cuando se detectan puntos calientes en condiciones no aceptables en conectores y terminales reportados por la inspección termo gráfica. La actividad consiste en limpieza del conjunto conector terminal en los puntos de contacto y apriete de la tornillería asociada respetando los valores de torque suministrados por el fabricante.

#### **Actividades de apoyo en mantenimiento de subestaciones**

Consiste en apoyar al área de mantenimiento de subestaciones en las siguientes actividades:

#### **Pruebas eléctricas:**

- Limpieza de cada equipo a probar, como pararrayo, bujes, aisladores, cuerpo de seccionadores, interruptores.
- Desconexión total de las acometidas de AT, BT, MT.
- Preparar el circuito de prueba para cada equipo, según instrucción del supervisor encargado de REP.
- Normalizar las conexiones de las acometidas en AT, BT, MT.
- Reponer la silicona quitada para los ensayos correspondientes.
- Limpieza del área de trabajo.

#### **Montaje de equipos electromecánicos.**

- Desembalaje de los accesorios de la unidad.
- Izaje del mismo.
- Apoyo durante el montaje,
- Limpieza del área de trabajo.
- Traspaso de todos los cilindros de aceite utilizados para el nuevo equipo (solo aplica transformador)

### **Cambio de partes de un equipo**

- Preparación para el izaje, si esta lo requiere.
- Limpieza en el punto de montaje para efectuar las pruebas correspondientes.
- Conexión de la acometidas y tendido de los cables de alimentación.

### **Tratamiento y generación de aceites dieléctricos**

- Ayuda en la carga de las maquinarias e insumos correspondientes, para el servicio.
- Descarga de los insumos para el servicio de regeneración, como tierra fuller, aceite dieléctrico.
- Descarga y adecuación de los insumos y módulos de tratamiento y regeneración.
- Instalación de los cables de alimentación y mangueras correspondientes a los módulos.
- Limpieza constante de la zona de trabajo.
- Apoyo en el cambio de tierra fuller,
- Apoyo en la limpieza y traspaso del aceite contenido en cilindros a una bolsa colapsible.
- Desconexión de todos los equipos que intervienen en el proceso.
- Ayuda en la carga de las maquinarias e insumos correspondientes

### **Cronograma de mantenimientos en la etapa Operativa**

En la siguiente tabla se encuentra el cronograma de ejecución de actividades de los mantenimientos preventivo, predictivo y correctivo.

**Tabla 20.** Cronograma de actividades mantenimientos fase de operación.

<b>LINEA 115 KV</b>		
<b>ITEM</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PERIODICIDAD</b>
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>		
1	Mantenimiento de servidumbre	semestral
2	Inspección Electromecánica	semestral
3	Correctivos menores (apretar tornillería floja, aplicar pintura corrosiva, puesta a tierra destapadas, arreglar obras de protección menor)	Inmediato
<b>MANTENIMIENTO PREDICTIVO</b>		
1	Medición del sistema de puesta a tierra	Cada 2 años
2	Pruebas de cronografía	Anual en las estructuras que lo requieran
3	Pruebas de termografías	Anual en las estructuras que lo requieran

MANTENIMIENTO CORRECTIVO		
1	Conductores de guarda y de fase averiados	Programar desconexión del acto para realizar la reparación de manera inmediata
2	Aisladores flameados, contaminados, averiados	
3	Herraje averiados que afectan la seguridad de línea	
4	Cambio de balizas, desviadores de vuelos amortiguadores, etc.	

Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

### 3.2.3.5 Infraestructura Asociada al proyecto

#### Campamentos permanentes y transitorios, sitios de acopio y almacenamiento de materiales.

Se ha considerado que a lo largo del trazado de la línea no será necesario establecer o instalar campamentos o alojamientos ya que la longitud es relativamente corta, debido a ello el personal pernoctará en los municipios de Villa Nueva y/o Tauramena según la parte del trazado que se encuentre en construcción.

Por otra parte, en cuanto al almacenamiento de materiales, equipos y herramientas que sean necesarios para la ejecución de las actividades de construcción se proyecta establecer sitios temporales de almacenamiento a lo largo del trazado de la línea y en las tres subestaciones.

Una parte del personal que se empleará en la construcción de la línea será mano de obra no calificada contratada directamente en la zona, por lo que dicho personal retornará diariamente a sus viviendas para pernoctar en la noche. El personal de mano de obra calificada retornará diariamente a los alojamientos establecidos en los municipios indicados y desde allí se trasladará diariamente a los frentes de trabajo.

#### Fuentes de materiales

Para el proyecto se contempla la compra de material triturado en sitios legalmente constituidas en el Área de Influencia del Proyecto, corresponden a las que se listan a continuación y se pueden evidenciar en la listan que se encuentra continuación.

**Tabla 21.** Fuentes de materiales con licencia minera en el AID

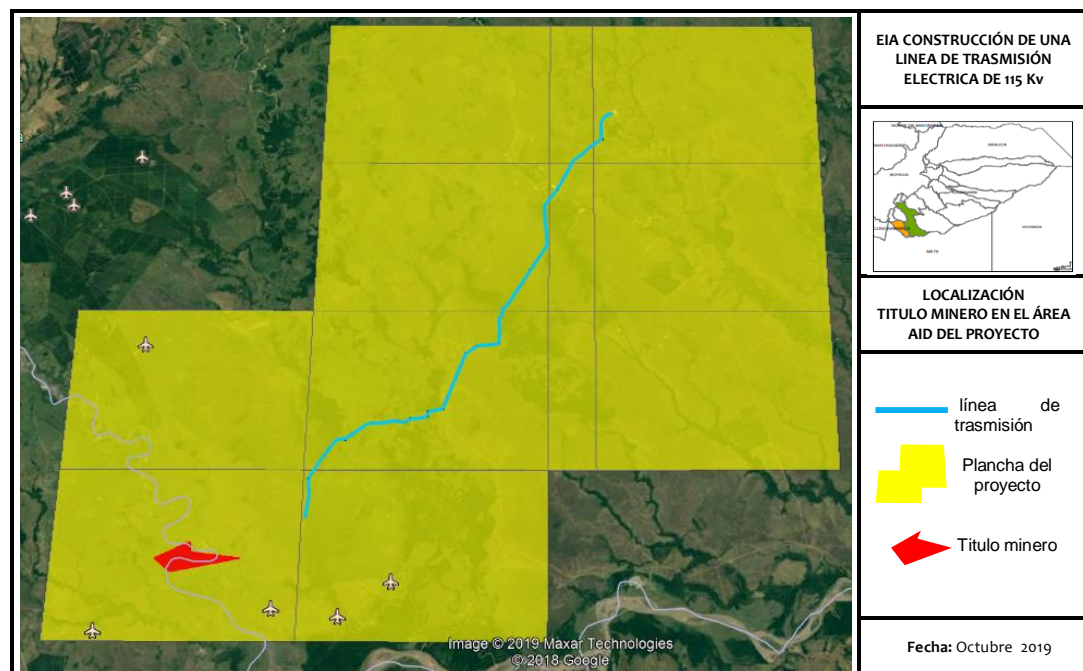
Municipio	Titular	Código Ingeominas	Área
Cabuyaro (Meta) / Villanueva (Casanare)	Oscar Huertas	IIO - 10371	248,06 Has.
Cabuyaro (Meta) / Villanueva (Casanare)	Fredy Antonio Barrera Solano	JGF - 16121	242,46 Has.
Villanueva (Casanare)	Consorcio Central MT	RAM - 14461	137,61 Has.
Barranca de Upía (Meta) / Villanueva (Casanare)	Ramiro Antonio Gutiérrez Mora	JK4 - 15041	70,66 Has.

Municipio	Titular	Código Ingeominas	Área
Villanueva (Casanare)	Alcaldía de Villanueva (Casanare)	KI4 - 08421	81,14 Has.
Villanueva (Casanare)	Fredy Antonio Barrera Solano	IKE – 08551X	234,50 Has.
Villanueva (Casanare)	Alcaldía de Villanueva (Casanare)	KIO - 09591	16,73 Has.
Villanueva (Casanare)	León Darío Uribe Mesa	KJF - 14221	87,62 Has.
Monterrey y Villanueva (Casanare)	Oscar Huertas	KF3 - 16341	571,40 Has.

Fuente: Corporinoquia

De acuerdo con la ubicación geográfica de los títulos mineros, probablemente se seleccionará el que se encuentra dentro de la plancha del proyecto, el del señor Oscar Huertas, localizado en el municipio de Villanueva, título minero IIO – 10371, en la siguiente imagen se encuentra localizado el título minero en relación con la ubicación del proyecto.

Imagen 19. Título minero IIO-10371



Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

### Infraestructura de drenaje

En forma simultánea se ejecutarán las obras de drenaje de las subestaciones, consistentes en filtros, colectores de agua lluvia, cunetas y canales. A continuación, se presentan los diseños típicos a utilizar.

### 🕒 Cálculo del diseño

Para el diseño del drenaje de la subestación se consideró la siguiente información:

- Plano de levantamiento topográfico
- Reglamento técnico del sector de la república de Colombia RAS-2010
- Dato de intensidad de lluvia, curva sintética (región de la Orinoquia)

$$I = 41.30 \left( \frac{Tr^{0.20}}{D^{0.56}} \right) = 144 \text{ mm/h}$$

Donde:

I= intensidad lluvia

D= 0.19 horas

Tr= 5 años

### 🕒 Parámetros

Los parámetros que se consideraron para el diseño del drenaje son con base en los valores recomendados en el RAS 2010.

**Tabla 22.** Parámetros recomendados RAS 2010

<b>Tiempo de retorno</b>	5 años
<b>Tiempo de concentración inicial</b>	11,5 minutos
<b>Coefficiente de rugosidad, n</b>	0.009 para PVC
<b>Pendiente máxima</b>	0.5%
<b>Velocidad máxima</b>	0,45 m/seg
<b>Velocidad máxima (Tub.PVC)</b>	10.0 m/ seg

**Fuente:** PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

### 🕒 Evaluación del caudal de diseño

El caudal de diseño o cantidad de agua lluvia se calculará mediante el modelo lluvia-escorrentía método racional.

El modelo establece que el caudal superficial producido por una precipitación se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$QII = C \times I \times A$$

**Donde:**

- QII: Caudal de agua lluvia [l/s]
- C: Coeficiente de escorrentía.
- I: Intensidad de la precipitación [l/s - Ha]
- A: Área tributaria [Ha]

### 🌿 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía es función de la precipitación, las características físicas de la hoya de drenaje y la intervención humana en la cuenca, se determinará de acuerdo a la siguiente expresión:

$$C = 0.14 + 0.65 \times I + 0.05 \times P^1$$

**Donde:**

- I: Coeficiente de impermeabilidad. Se toma un valor de 0.60
- P: Pendiente promedio del área tributaria = 1%
- Luego:

$$C = 0.14 + 0.65 \times 0.60 + 0.05 \times 0.01$$

### 🌿 Calculo de la tubería de drenaje

El diámetro mínimo de las tuberías colectoras para un sistema de drenaje debe ser de 200mm y el diámetro de los filtros para un sistema de drenaje debe ser de 100mm.

En flujo por gravedad, se utiliza la ecuación de Manning para calcular el caudal a sección llena.

$$Q = \frac{V \times Am}{N} = \frac{R_H^{2/3} \times S^{1/2}}{N} \times Am$$

Dónde:

**Q:** Caudal a sección llena [m<sup>3</sup>/s]

**V:** Velocidad a sección llena [m/s]

**Am:** Área mojada de la sección de flujo [m<sup>2</sup>]

**RH:** Radio hidráulico [m]

**S:** Pendiente del tramo de tubería [decimales]

**N:** Coeficiente de rugosidad de Manning = 0.009 para PVC

Para revisar el canal perimetral, se estima por el método racional el caudal que drena cada tramo. Luego, a partir de la ecuación de Manning se calcula el caudal y la velocidad a sección llena, además se calcula la relación QII / Q, se debe cumplir que:

$$\frac{QII}{Q} < 0.75$$

QII: Caudal lluvia (obtenido por el método racional)

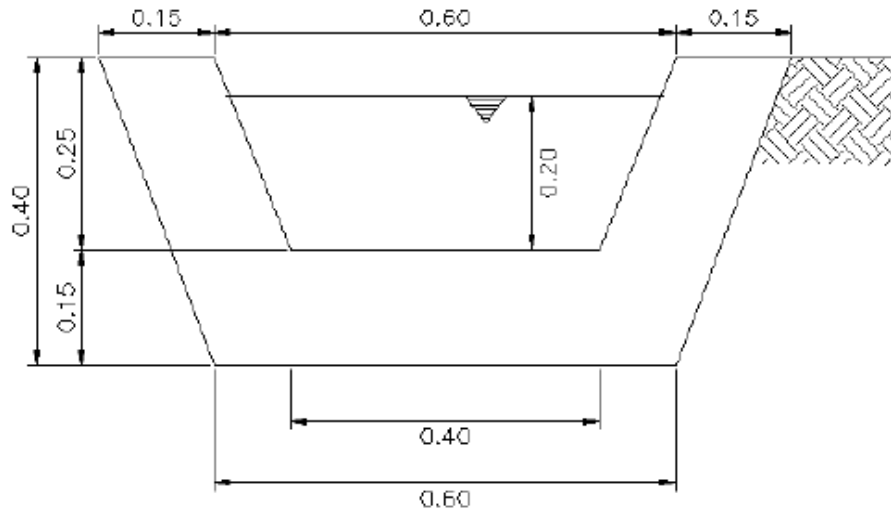
Q: Caudal a sección llena

<sup>1</sup> Experimental Examination of the rational method”. ASCE Journal of Hydraulics Division, Vol 93 Shaake, geyer Krapp,1997.

### 🌿 Diseño de drenajes

De acuerdo con los cálculos del diseño en la siguiente figura se encuentra el diseño del canal de drenaje típico para las subestaciones.

**Figura 20.** Detalle de cuneta



Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

### Infraestructura de suministro de energía

- 🌿 **Etapa de construcción:** En la etapa de construcción la única energía que se requerirá es en el hospedaje de los trabajadores, como estos se hospedarán en fincas aledañas y/o en los cascos urbanos y estos sitios cuentan con su propia energía ya sea red eléctrica o plantas eléctricas.
- 🌿 **Etapa de operación:** PEL es una empresa de transporte de energía eléctrica y por ende la energía para la Operación se utilizará de la Línea 230 kV.

### Infraestructura de suministro de agua

#### 🌿 Consumo humano

El agua potable para consumo del personal requerido en la etapa de construcción, operación y mantenimiento se gestionará mediante un tercero, que cuente con los permisos pertinentes y garanticen la calidad del fluido bajo los parámetros exigidos en la Resolución 2115 de 2007.

### 🌱 Uso en la etapa constructiva

Se estima necesario un caudal promedio de 0,051 L/s en la etapa de construcción, de acuerdo con lo anterior se solicitará ante CORPORINOQUIA una concesión de aguas superficial para los siguientes usos y el siguiente volumen:

**Tabla 23.** Demanda del uso hídrico.

Agua usada para las actividades de construcción de las subestaciones	1.319.713 Lts
Agua usada para las actividades de construcción de la línea	58.878Lts
Total de la demanda del recurso hídrico	1.378.591 Lts
Tiempo estimado para la construcción	11 meses
Caudal estimado	0,05 L/S
% De pérdidas durante el transporte y distribución	2%
Caudal total a Solicitar	<b>0,051 L/s</b>

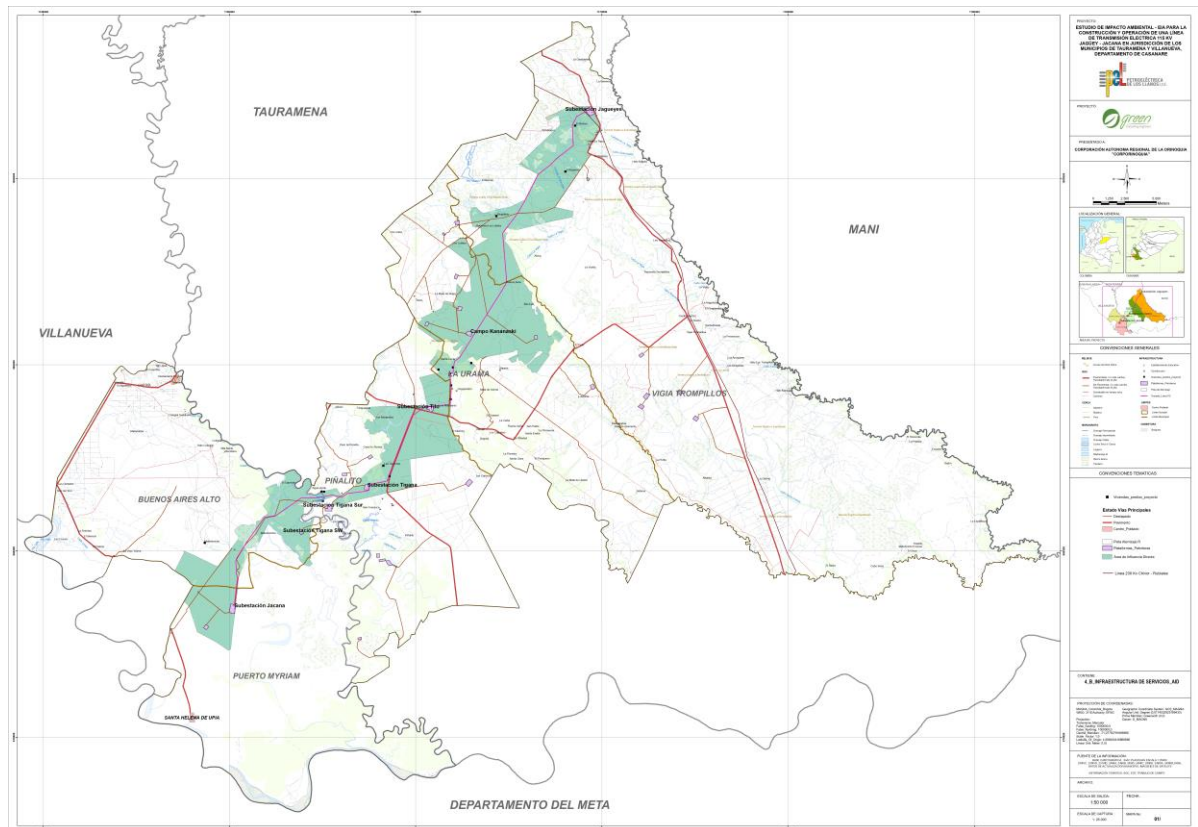
Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

### 🌱 Uso en la etapa Operativa

En la etapa de operación no se requiere de uso y aprovechamiento del recurso hídrico ya que la presencia de los operadores es rotativa en las subestaciones, por otra parte, las demás actividades no requieren de un volumen de agua constante.

### 3.2.3.6 Infraestructura y servicios interceptados por el proyecto

Imagen 20. Mapa de infraestructura y servicios



Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

Según el recorrido de la línea en sus 37 km aprox. y el buffer de 20 metros de servidumbre no se identifica ningún tipo de afectación o intervención de manera directa sobre infraestructura y/o servicios, debido a que el proyecto se sitúa en áreas destinadas en su mayor porcentaje a actividades como: cultivos, ganadería y actividad petrolera, por lo tanto, el proyecto no requiere trasladar o reubicar infraestructura. Ver mapa 4\_B\_INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS\_AID.

En cuanto a la infraestructura de red eléctrica se identifica la infraestructura del SIN interconectado desde la subestación de Chivor en Boyacá hasta llegar a la subestación Jagüey ubicada en el kilómetro 85, desde Chivor asociada a la estación de remboqueo ODL en Trompillos, Casanare.

Los servicios de saneamiento básico ambiental en el área de influencia son escasos ya que no cuentan con red de acueducto y alcantarillado, por lo tanto, como fuente de abastecimiento utilizan fuentes de agua subterránea para uso doméstico y para la disposición del agua residual tienen pozos sépticos según la información dada por la comunidad.

Cabe resaltar que la línea pasa sobre 19 fuentes hídricas superficiales sin embargo sobre ninguna de estas se instalará postes o torres por lo tanto no tendrá ninguna afectación ni ocupación de cauce, así mismo el proyecto garantizará la protección de la flora y la fauna de la región, mediante el plan de manejo ambiental del presente estudio de impacto ambiental.

### **3.2.4 Insumos del proyecto para las diferentes etapas**

#### **3.2.4.1 Materiales de construcción**

Los materiales granulares requeridos para la construcción serán utilizados en la preparación de concretos para las cimentaciones de las estructuras, obras de drenaje y estabilización. Generalmente, dichos materiales se obtienen de plantas de extracción y trituraciones existentes en la región, cuya actividad esté debidamente legalizada y desde allí serán llevados directamente a los frentes de trabajo.

La cimentación más frecuente para las diferentes torres consiste en la construcción de macizos de hormigón, en las zonas con materiales de buena resistencia. Para los sectores con materiales de baja resistencia, será necesaria la utilización de parrillas de refuerzo en acero.

El concreto necesario para las cimentaciones de las torres puede ser preparado de forma mecánica, en centrales de mezcla próximas a la zona y transportado en camiones mezcladores a los sitios de cada torre, con este procedimiento se asegura la calidad del concreto utilizado.

En los sectores de difícil acceso el concreto puede ser preparado manualmente en cada sitio con los recursos técnicos necesarios para obtener un concreto con la calidad y resistencia exigida por las respectivas especificaciones de construcción. Se estima que los materiales de construcción requeridos son del orden de 40 m<sup>3</sup>/torre aproximadamente.

Adicionalmente, serán necesarios materiales de construcción para la adecuación y construcción de las subestaciones Tigana y Jacana.

La obtención de dicho material se hará por compra en las canteras, sitios de explotación de material aluvial o trituradoras existentes en la zona, debidamente legalizadas y con las correspondientes licencias y permisos ambientales vigentes tal como se muestra en la Tabla 21.

### 3.2.4.2 Productos usados en la fase de operación

Dentro de los productos a usar en la fase de operación se encuentran:

- ① **Aceites dieléctricos para transformadores:** Los aceites actúan como medio de refrigeración y aislantes
- ② **Lubricantes para tuercas y tornillos:** Se refiere a la verificación y complemento de todos los elementos que conforman los sistemas de unión como son: tornillos, tuercas, arandelas planas, arandelas de presión y pisadores, respetando los valores de torque suministrados por el fabricante
- ③ **Aceite aislante del cambiador de tomas:** El aceite aislante que se utiliza en el transformador, debe cumplir con ciertas características técnicas establecidas como criterio para evaluar su calidad y confiabilidad dentro del cambiador de tomas. El cambio de aceite y la revisión se debe hacer siguiendo las directrices del fabricante que son: Después de 100.000 maniobras o cada 6 años, lo primero que se cumpla. Esto con el fin de garantizar la disponibilidad del transformador sin riesgos de que falle por parte del cambiador de tomas.

### 3.2.4.3 Materiales sobrantes

A continuación, se describe los volúmenes de materiales y su respectivo balance de masas

**Tabla 24.** Balance de materiales de construcción de la línea de 115 Kv

LINEA 115 KV			
Volumen Excavación	Volumen Relleno	Volumen Cemento	Volumen sobrante
27.608	20.360	7.332	84

Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

La excavación se realizará por cada estructura para ello se proyecta separar y acumular el material al lado de cada una, utilizando trinchos en madera para su retención, si es necesario, o algún mecanismo apropiado para contención de sedimentos. El resto de material, en especial los suelos orgánicos, se almacenan para reutilizarlos en la empradización de la excavación.

Teniendo en cuenta lo anterior se estima extraer un volumen de material orgánico por torre de 6 m<sup>3</sup>, ya que son 121estructuras el volumen aprovechable total será de 726 m<sup>3</sup>, de

ese volumen 84 m<sup>3</sup> serán usados para procesos de empedrado y revegetalización y el sobrante será usado para relleno.

**Tabla 25.** Balance de materiales de construcción de las subestaciones

SUBESTACIONES			
Excavación	V. Relleno	V. Faltante	Observaciones
633, 4 m <sup>3</sup>	7391,8 m <sup>3</sup>	6758,4 m <sup>3</sup>	No hay material sobrante

**Fuente:** PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

De acuerdo con el balance de masas realizado para las subestaciones se identifica que se requiere un volumen estimado de 6758,4 m<sup>3</sup> para relleno el cual será utilizado en las labores de adecuación y estabilización del terreno para las subestaciones, para tal fin se proyecta la compra de material triturado tal como se menciona en el numeral 1.2.3.5. Infraestructura asociada al proyecto, fuentes de materiales.

### 3.2.5 Mano de obra

#### a. Mano de obra en la etapa de construcción

Para la fase de construcción de la Línea eléctrica de 115kv Jagüey - Jacana se proyecta contratar el personal de Mano de Obra Calificada (MOC) que se relaciona en la Tabla 26 También se proyecta la contratación de personal Mano de Obra Calificada en el Área de Influencia del Proyecto, la cual se relaciona en la Tabla 27 y la proyección de la contratación de personal Mano de Obra No Calificada en el Área de Influencia en la Tabla 28.

**Tabla 26.** Personal mano de obra calificada

CARGO	CANT	CARGO	CANT
Ing. Superv. Ambiental	1	Encargado	2
Administrador	1	Enfermera	2
Almacenista	2	Ing. Residentes	2
Asistente administrativa	1	Mecánico	1
Auxiliar Bodega	1	Médico	1
Auxiliar de ingeniera	1	Oficial	1
Auxiliar HSEQ	1	Operador Maquinaria	2
Auxiliar Enfermería	2	Servidumbre y permisos acceso	4
Cadenero	3	Soldador	1
Capataz	5	Subgerente	1
Conductor	5	Supervisor Técnico	2
Control Proyectos	1	Topógrafo	2
Coordinación HS	1		
Coordinador HSEQ	1		
Supervisor HSE	2		
Director de Proyecto	1		

CARGO	CANT	CARGO	CANT
TOTAL 50			

Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

**Tabla 27.** Mano de obra calificada AID

SECTOR		CONTRATACIÓN MONC
CASANARE	TAURAMENA	22
	VILLA NUEVA	13
TOTAL MOC AID		35

Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

**Tabla 28.** Mano de obra no calificada AID

SECTOR		CONTRATACIÓN MONC
CASANARE	TAURAMENA	30
	VILLA NUEVA	20
TOTAL MONC		50

Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

#### b. Mano de obra en la etapa de operación

Para la fase de operación se requiere un técnico el cual debe realizar supervisión y mantenimiento de la línea, no obstante, el técnico será rotativo entre las diferentes subestaciones.

Para los mantenimientos preventivos y correctivos se contratará en el momento requerido el personal pertinente esto de acuerdo con el cronograma estipulado en la fase de operación, esto con el fin de realizar actividades como podas y desbroce en la servidumbre, así como labores técnicas de inspección, cambio de conectores y otros, en la siguiente tabla se relaciona el personal necesario para tales actividades.

**Tabla 29.** Actividad de operación y mantenimiento

ACTIVIDAD	TOTAL
Mantenimiento de Subestaciones	3
Mantenimiento Línea	6
Área Operativa	4
Total de personal	13

Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

### 3.2.6 Manejo y Disposición de materiales sobrantes de Excavación y Construcción de Demolición.

No se generarán residuos de demolición y/o construcción, el material sobrante de la excavación será utilizado dentro de las actividades propias de la construcción como para relleno, por otra parte, el material orgánico será utilizará para empradización. En caso de presentarse excesos, se gestionará la debida disposición en un lugar autorizado y será reportado en los respectivos informes.

### 3.2.7 Residuos Generados

#### 3.2.7.1 Residuos generados en la fase de construcción

Teniendo en cuenta las actividades constructivas a realizar se pueden generar los residuos que se encuentran en la Tabla 30, Para el cálculo de la producción per cápita de residuos generados durante las actividades, se tendrá en cuenta la cantidad máxima de empleados los cuales se estimó una población de 56 personas en la etapa de construcción ver con más detalle **Capítulo 7.Demanda, Uso y aprovechamiento de los recursos naturales numeral 7.3** , los residuos se clasificaran siguiendo la clasificación interna estandarizada por PETROELECTRICA DE LOS LLANOS LTDA, además se contara con puntos ecológicos en las áreas de construcción de las subestaciones

**Tabla 30.** Residuos generados fase de construcción

CLASE DE RESIDUO	ORIGEN O TIPO
Residuos reciclables	Plástico, cartón , metales, vidrio
Residuos peligrosos	Envases de productos químicos, pintura, materiales absorbentes de aceites y grasas.
Residuos vegetales	Madera y follaje
Residuos biosanitarios	Papel
Residuos Orgánicos	Restos de alimentos
Material sobrante de las excavaciones	Suelo orgánico, limos, arcillas, gravas, etc.

**Fuente:** PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

**Residuos Orgánicos:** Estos residuos deberán ser recogidos diariamente y trasladados a las cabeceras municipales.

**Residuos reciclables:** serán almacenados en los puntos de acopio y posteriormente se trasladarán de manera separada hacia las cabeceras municipales para su venta.

**Residuos peligrosos:** Estos residuos deberán ser recolectados, tapados y dispuestos en orden para ser entregados al fabricante o a una empresa autorizada para que este realice su disposición final, se recuerda que por ningún motivo pude lavarse vehículos, equipos, maquinaria, envases y frascos y recipientes que contengan sustancias contaminantes en la cercanía a fuentes de agua.

**Residuos vegetales:** Las ramas, troncos o árboles que sean producto de las acciones de poda y tala de especies forestales serán dispuestas sobre la franja de servidumbre o zonas boscosas aledañas para que se degraden y aporten sus nutrientes al suelo y troncos mas grandes serán usados para entregar a la comunidad que la requiera, utilizado en el entibalo de las excavaciones.

**Residuos biosanitarios:** para el proyecto se usarán baños portátiles y el agua residual se dispondrá con empresas debidamente autorizadas, por otra parte, los residuos como el papel serán recogidos por la empresa contratada de baños portátiles que realizarán el manejo y disposición en lugares autorizados.

**Material sobrante de excavaciones:** el material sobrante de la excavación será utilizado dentro de las actividades propias de la construcción como relleno, y el material orgánico será utilizado para empradización.

Cabe resaltar que en cada uno de los frentes de trabajo se instalarán puntos ecológicos, donde se realizara la clasificación de los residuos generados, posteriormente serán trasladados a las cabeceras municipales.

### 3.2.7.2 Residuos generados en la fase de operación

Teniendo en cuenta las actividades de operación se pueden generar los siguientes residuos.

**Tabla 31.** Residuos generados fase de Operación

CLASE DE RESIDUO	ORIGEN O TIPO
Residuos peligrosos	Envases de productos químicos, pintura, materiales absorbentes de aceites y grasas.
Residuos Reciclables	Metales, Plástico, Papel
Residuos vegetales	Madera y follaje

**Fuente:** PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD.

**Residuos peligrosos:** Estos residuos deberán ser recogidos, tapados y dispuestos en orden para ser entregados al fabricante o a una empresa autorizada para que este realice su disposición final.

**Residuos reciclables:** serán almacenados en los puntos de acopio y posteriormente se trasladarán de manera separada hacia las cabeceras municipales para su venta.

**Residuos vegetales:** Las ramas, troncos o árboles que sean producto de las acciones de poda y tala de especies forestales en los periodos de mantenimiento, serán dispuestas sobre la franja de servidumbre o zonas boscosas aledañas para que se degraden y aporten sus nutrientes al suelo y troncos mas grandes serán usados para entrega a la comunidad que la requiera, o utilizada en el entibado de las excavaciones.

### 3.2.8 Costos del proyecto

En las siguientes tablas se encuentra el costo estimado para la ejecución del proyecto, se encuentra el costo de cada subestación y el costo de inversión del trazo de la línea.

**Tabla 32.** Costo estimado de inversión de las subestaciones.

ÍTEM INVERSIÓN SUBESTACIONES	Configuración	Capacidad de transformación	Tecnología	Valor Total (COP)	Valor Total (USD)
SUBESTACIÓN JAGÜEY	Barra Principal + Barra de Transferencia	N.A.	AIS	COP 5.201.462.602	1.618.880 USD
115 kV					
SUBESTACIÓN TIGANA	Barra Principal + Barra de Transferencia	2 x 20/25 MVA	Hibrida	COP 23.211.312.032	7.224.187 USD
115/34,5 kV					
SUBESTACIÓN JACANA	Barra sencilla	2 x 20/25 MVA	Hibrida	COP 18.090.653.165	5.630.455 USD
115 /34,5 kV					
<b>TOTAL SUBESTACIONES</b>				<b>COP 46.503.427.799</b>	<b>14.473.523 USD</b>

Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD

**Tabla 33.** Costo estimado Inversión de La línea de trasmisión

ÍTEM INVERSIÓN LÍNEAS	Total km	Total estructuras	Valor Total (COP)	Valor Total (USD)
CIRCUITO SENCILLO	12	79	COP 7.135.480.149	2.168.661 USD
DOBLE CIRCUITO	24,9	36	COP 20.191.264.023	6.286.197 USD
<b>TOTAL LÍNEAS</b>			<b>COP 27.326.744.171</b>	<b>8.454.858 USD</b>
<b>TOTAL PROYECTO</b>			<b>COP 73.830.171.971</b>	<b>22.928.380 USD</b>

Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD

**Tabla 34.** Costo estimado Inversión de Licencias ambientales

<b>COSTO ESTIMADO DE LICENCIAS AMBIENTALES</b>	
ÍTEM INVERSIÓN LICENCIAS	VALOR
COSTOS DEL DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS	COP 107.000.000
COSTOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	COP 1.100.000.000
<b>TOTAL ESTIMADO</b>	<b>COP 1.207.000.000</b>

Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD

### 3.2.9 Cronograma del proyecto

A continuación, se presenta el cronograma de actividades para la ejecución del proyecto en las etapas pre-constructiva, diseño, construcción y operación.

**Tabla 35.** Etapas y cronograma de ejecución del proyecto

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES EIA LINEA 115 Kv JAGUEY -JACANA																									
ETAPA	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21	MES 22	MES 23	MES 24	MES 25
<b>FASE PRE-CONSTRUCTIVA</b>																									
INFORMACIÓN A LA COMUNIDAD																									
GESTIÓN PREDIAL																									
INGENIERIA DE DETALLE																									
<b>FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>																									
CONTRATACION DEL PERSONAL																									
REPLANTEO DE CONSTRUCCION																									
ADECUACION DE ACCESOS																									
ADECUACION SITIO PUNTUAL DE CONSTRUCCION																									
EXCAVACIÓN																									
CIMENTACIÓN																									
RELLENO Y COMPACTACION DE MATERIALES																									
TRANSPORTE Y MONTAJE DE TORRES																									
MONTAJE DE AISLADORES Y ACCESORIOS																									
INSTALACION DE PUESTA A TIERRA DE TORRES																									
TENDIDO DE LINEA																									
OBRAS DE GEOTECNIA																									
<b>FASE DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>																									
ENERGIZACION																									
RECORRIDOS DE INSPECCION																									
MANTENIMIENTO DE LINEA																									

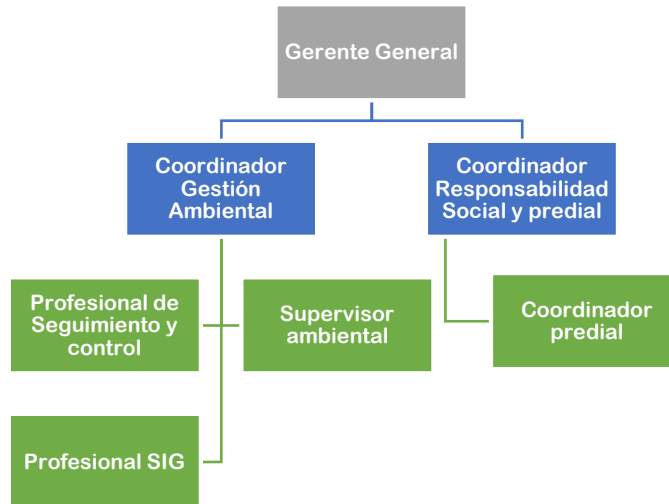
Nota: se estima que la etapa de operación y mantenimiento se realice todo el tiempo que la Línea eléctrica esté funcionando

Fuente: PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD

### 3.2.10 Organización del proyecto

La estructura organizacional general para el desarrollo de este Proyecto, se dará como se muestra a continuación en la siguiente figura.

**Figura 21.** Organigrama del proyecto



**Fuente:** PETROELÉCTRICA DE LOS LLANOS LTD

Petroeléctrica de los Llanos Ltd. PEL cuenta con un profesional líder encargado del área Ambiental durante la construcción y operación de la línea eléctrica y las subestaciones, las políticas y directrices en materia ambiental están alineadas a las del Grupo Ethuss como principal accionista.

Se cuenta con un equipo Ambiental compuesto por un Coordinador Ambiental, un Profesional de seguimiento y Control y un Supervisor Ambiental para la construcción del proyecto, adicionalmente de acuerdo con el volumen de la actividad se ha tenido supervisión de un profesional en Sistemas de Información Geográfica, de la misma manera se tiene una coordinación de responsabilidad social y predial presencial en campo, que cuenta con un back up encargado además de cubrir el tema social, también maneja el tema predial de la línea eléctrica .

El área encargada de la etapa constructiva contará con un equipo de inspectores HSE por frente de obra que tendrán a su cargo el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental y de todas las obligaciones establecidas en la Licencia Ambiental que se obtenga para el proyecto.

El Sistema Gerencial se enmarca en la Política de Salud Ocupacional y Medio Ambiente, la cual considera la protección y conservación del medio ambiente, así como la seguridad de sus empleados, de las personas vinculadas con las operaciones y de la comunidad en general, como parte esencial del desarrollo de sus actividades de construcción, operación y mantenimiento de la línea de Transmisión Eléctrica y tiene a cargo entre otras, las siguientes funciones:

- Garantizar el cumplimiento de todas las políticas, normas y procedimientos ambientales vigentes, tanto internos como externos; mediante la verificación directa o por intermedio de empresas especializadas en el área Ambiental.
- Evaluar el desempeño de las medidas ambientales e introducir las modificaciones necesarias para su optimización.
- Disponer los recursos necesarios para la ejecución de los programas de manejo ambiental y coordinar su acción con los demás estamentos de la organización y con las autoridades locales y regionales en el área de influencia del proyecto.
- Desarrollar las actividades de comunicación con las comunidades asentadas en el área de influencia directa e indirecta del proyecto, con el propósito de mantenerlas informadas acerca de las actividades de este, así como fortalecer y orientar a las organizaciones comunitarias en sus responsabilidades con el medio ambiente.
- Representar a la organización ante las autoridades ambientales y mantenerlas informadas sobre el desarrollo ambiental del proyecto a través de informes, inspecciones de campo y mantenimiento de líneas de comunicación permanentes y expeditas para estos fines.

Durante la construcción y operación de la Línea de Transmisión Eléctrica Jagüey – Jacana, se verificará la ejecución de las medidas de manejo, la operación y funcionamiento de los sistemas, y se coordinará la elaboración de los Informes de Cumplimiento Ambiental para conocimiento de la autoridad ambiental (Corporinoquia).