

PRIMERA LINEA DEL METRO DE BOGOTÁ



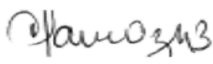
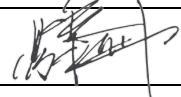
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA RECEPTORA SER 2 Y SU
LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 115 KV. CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DE PROYECTO

L1T1-0000-000-CON-ED-AMB-ES-0002

CONTROL DE EMISIONES		
REVISIÓN	FECHA	EMITIDO PARA
VBB	21/12/2022	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría
VA0	21/12/2022	Emitido para comentarios internos – Emisión preliminar para comentarios

El contenido de este documento no podrá ser divulgado a terceros ya sea en parte o en su totalidad sin autorización escrita de METRO LINEA 1 SAS
The content of this document may not be disclosed to third parties either in part or in full without written authorization from METRO LINEA 1 SAS
未经 METRO LINEA 1 SAS 的书面授权，不得将本档的内容部分或全部透露给第三方

CONTROL DE CAMBIOS		
REVISIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO
VBB	21/12/2022	Emitido para revisión y comentarios del cliente e Interventoría
VA0	21/12/2022	Emitido para comentarios internos – Emisión preliminar para comentarios

APROBACIÓN ML1			
	FIRMA	NOMBRE	CARGO
REVISÓ		Claudia Marcela Diaz	Coordinadora Ambiental
REVISÓ		Oscar Rene Avella	Director Ambiental y SST
REVISÓ		Alexandra Coredor	Director Ambiental y SST
APROBÓ		Yi Liming	Vicepresidente Ambiental y SST

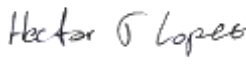
	APROBACIÓN CPA INGENIERÍA S.A.S.		
	FIRMA	NOMBRE	CARGO
ELABORÓ		Hector Julian Lopez	Coordinador de proyectos
REVISÓ		Sonia Ardila	Directora de proyectos
APROBÓ		Sonia Ardila	Directora de proyectos

Tabla de contenido

3. CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	1
3.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	1
3.2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	7
3.2.1 Infraestructura Existente	7
3.2.2 Fases y actividades del Proyecto	10
3.2.3 Características técnicas.....	19
3.2.4 Insumos del proyecto	70
3.2.5 Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción y demolición	76
3.2.6 Residuos peligrosos y no peligrosos	77
3.2.7 Residuos sólidos domésticos y convencionales	78
3.2.8 Residuos especiales	79
3.2.9 Costos del proyecto	79
3.2.10 Cronograma de proyecto.....	79
3.2.11 Organización del proyecto	83

Índice de tablas

Tabla 1. Coordenadas de la Subestación Eléctrica SER 2.....	2
Tabla 2. Coordenadas de la Subestación Eléctrica SER 2.....	3
Tabla 3. Infraestructura social existente cerca al área del proyecto.....	9
Tabla 4. Etapas de Construcción de Subestación y Líneas de Transmisión.....	10
Tabla 5 interpretación distribución general del proyecto.....	22
Tabla 6– Distribución tramos por Tecnología Sector SER-2	28
Tabla 7– Cálculo peso tubería kg/ml.....	30
Tabla 8– Datos cruce No 01-SER-2.....	32
Tabla 9– Datos cruce No 01-SER-2.....	35
Tabla 10– Datos cruce No 03-SER-2.....	37
Tabla 11– Datos cruce No 04-SER-2.....	40
Tabla 12– Disposición física de equipos en la SER-2	59
Tabla 13. Listado de interferencias con trazado de conexión a 115 a la SER 2	68
Tabla 14. Listado de interferencias con trazado de conexión a 115 a la SER 2 con paralelismos y exposición oblicua con otras redes de energía.....	69
Tabla 15. Volumen aproximado de Materiales pétreos.....	74
Tabla 16. Cantidad aproximada de Insumos procesados.....	74
Tabla 17. Información ambiental proveedores de material	75
Tabla 18– Cronograma del Proyecto	79

Índice de Figuras

Figura 1. Localización del Proyecto	2
Figura 2 Esquema de conexión.....	10
Figura 3 Ubicación de lote para la construcción de la subestación eléctrica receptora SER 2.....	19
Figura 4 Distribución general de proyecto	22
Figura 5 Vista superior subestación eléctrica receptora 2, SER 2.....	24
Figura 6 Línea de transmisión de la subestación eléctrica receptora 2, SER 2	25
Figura 7 Distribución tuberías tecnología PHD	29

Figura 8 Ubicación Cruce No 01-SER-2	31
Figura 9 Vista aérea Cruce No 1-SER-2 y ubicación de equipos	31
Figura 10 Vista aérea Fin Cruce No 1-SER-2 y ubicación de la lingada	32
Figura 11 Proyección perforación Cruce No 1-SER-2	33
Figura 12 Ubicación Cruce No 02-SER-2	33
Figura 13 Vista aérea Cruce No 2-SER-2 y ubicación de equipos	34
Figura 14 Vista aérea Cruce No 2-SER-2 y ubicación de la lingada.	34
Figura 15 Proyección perforación Cruce No 2-SER-2	35
Figura 16 Ubicación Cruce No 03-SER-2	36
Figura 17 Vista aérea Cruce No 2-SER-2 y ubicación de equipos	36
Figura 18 Vista aérea Cruce No 2-SER-2 y ubicación de equipos	37
Figura 19 Proyección perforación Cruce No 3-SER-2	38
Figura 20 Ubicación Cruce No 04-SER-2	38
Figura 21 Vista aérea Cruce No 4-SER-2 y ubicación de equipos	39
Figura 22 Vista aérea Cruce No 3-SER-2 y ubicación de la lingada	39
Figura 23 Proyección perforación Cruce No 4-SER-2	40
Figura 24. Vista Isométrica de la subestación SER2	59
Figura 25 Ubicación de la conexión a 115 kV a Subestación SER 2	61
Figura 26. Alternativa 4 Localización General (S11-19 a S11 – 29)	63
Figura 27. Alternativa 4 Localización General (S11 –29 a S11 - 34)	64
Figura 28. Alternativa 4 Localización General (S11 –29 a SER 2)	65
Figura 29 Organigrama de la Vicepresidencia ASST	83

3. CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

A continuación, se presenta las características técnicas del proyecto objeto de licenciamiento, el cual corresponde a la construcción, operación y desmantelamiento de la Subestación Eléctrica Receptora y su Línea de Transmisión a 115 kV SER 2, que se ubicará en la estación calle primera Estación 11 del sistema de Primera línea de metro de Bogotá D.C. PMLB alimentará parte de la infraestructura de la Primera Línea del Metro de Bogotá.

3.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto “Construcción de la Subestación Receptora SER 2 y su Línea de Transmisión a 115 kV”, se localiza en la ciudad de Bogotá D.C, en la Localidad de Mártires, Antonio Nariño y Santa Fé, tiene una extensión de 840 m2 entre la subestación eléctrica receptora y su línea de transmisión corresponde a un proyecto de tipo puntual y la línea de transmisión que responden a características de un proyecto lineal; donde se contemplan las obras para la construcción de la línea de transmisión subterránea en un tramo de 700 metros Figura 1. Localización del Proyecto).

La subestación Eléctrica Receptora SER2 alimentará de energía la infraestructura de la estación 11 “Calle Primera” del Metro de Bogotá, la subestación se conectará a través de una línea de transmisión de 115 kV, subterránea a la Subestación Eléctrica Calle primera (1) de Enel Colombia.

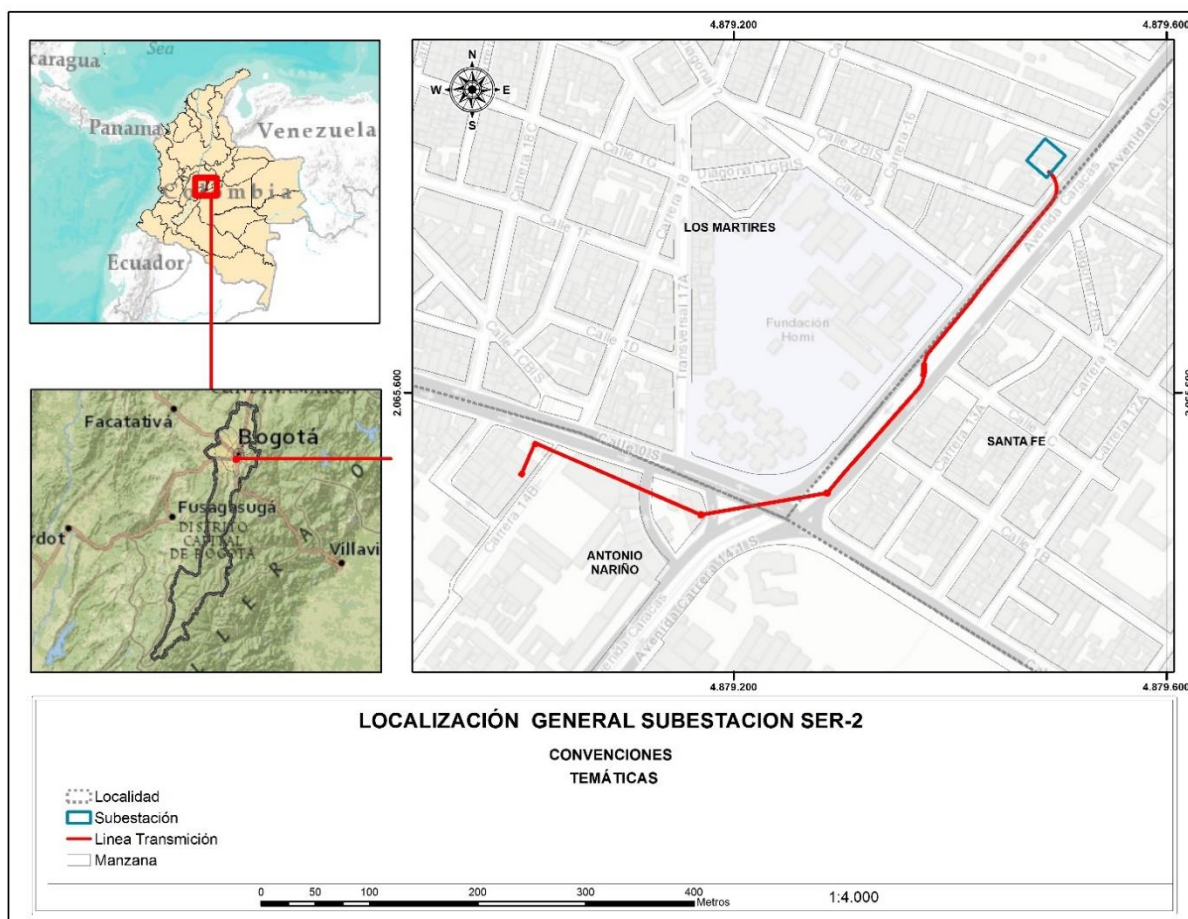


Figura 1. Localización del Proyecto

FUENTE: CPA INGENIERÍA SAS. 2022

El proyecto se encuentra ubicado en los barrios San Antonio, Eduardo Santos y San Bernardo, que pertenece a las UPZ Las cruces, Restrepo y Santa Isabel (UPL 23 Centro Histórico y 22 Restrepo) en las localidades de Los Mártires, Santafé y Antonio Nariño, enmarcada en las siguientes coordenadas:

Tabla 1. Coordenadas de la Subestación Eléctrica SER 2

COORDENADAS MAGNA Colombia CTM12		
VERTICES	ESTE	NORTE
1	4879470,68	2065814,93
2	4879489,44	2065799,22
3	4879506,54	2065819,51
4	4879487,92	2065835,21

FUENTE: CPA INGENIERÍA SAS. 2022

El trazado de la línea de transmisión inicia en la Calle 1 con Carrera 14B, se dirige hacia el oriente hasta la Avenida Caracas, punto en el cual cambia de dirección, paralelo a trazado de la Avenida Carracas hasta la Calle 3 que cambia de dirección al occidente hasta entrar a la Subestación Eléctrica SER 2, en la Tabla 2 se presenta las coordenadas en origen único del trazo de la línea:

Tabla 2. Coordenadas de la Subestación Eléctrica SER 2

COORDENADAS MAGNA_Colombia_CTM12		
VERTICES	ESTE	NORTE
1	4879002,99	2065523,77
2	4879015,06	2065551,58
3	4879015,63	2065551,33
4	4879003,57	2065523,52
5	4879429,49	2065697,74
6	4879380,84	2065637,55
7	4879381,03	2065637,79
8	4879380,36	2065636,93
9	4879379,91	2065636,28
10	4879379,48	2065635,62
11	4879379,08	2065634,94
12	4879378,71	2065634,25
13	4879378,37	2065633,54
14	4879378,05	2065632,82
15	4879377,77	2065632,09
16	4879377,51	2065631,35
17	4879377,28	2065630,59
18	4879377,09	2065629,83
19	4879376,92	2065629,06
20	4879376,79	2065628,29
21	4879376,68	2065627,51
22	4879376,61	2065626,72
23	4879376,01	2065627,09
24	4879375,98	2065626,77
25	4879376,1	2065627,9
26	4879376,22	2065628,7
27	4879376,37	2065629,5
28	4879376,55	2065630,29
29	4879376,77	2065631,07
30	4879377,01	2065631,84
31	4879377,29	2065632,61

COORDENADAS MAGNA_Colombia_CTM12		
VERTICES	ESTE	NORTE
32	4879377,6	2065633,36
33	4879377,93	2065634,1
34	4879378,3	2065634,82
35	4879378,7	2065635,53
36	4879379,12	2065636,22
37	4879379,57	2065636,9
38	4879380,05	2065637,55
39	4879380,55	2065638,19
40	4879370,87	2065604,55
41	4879370,68	2065604,31
42	4879371,35	2065605,17
43	4879371,81	2065605,81
44	4879372,24	2065606,47
45	4879372,64	2065607,15
46	4879373,01	2065607,84
47	4879373,36	2065608,55
48	4879373,68	2065609,26
49	4879373,97	2065610
50	4879374,23	2065610,74
51	4879374,45	2065611,49
52	4879374,65	2065612,25
53	4879374,82	2065613,02
54	4879374,96	2065613,79
55	4879375,07	2065614,57
56	4879375,74	2065614,99
57	4879375,65	2065614,18
58	4879375,53	2065613,38
59	4879375,38	2065612,58
60	4879375,19	2065611,79
61	4879374,97	2065611,01
62	4879374,72	2065610,24
63	4879374,44	2065609,48
64	4879374,13	2065608,73
65	4879373,79	2065607,99
66	4879373,42	2065607,27
67	4879373,02	2065606,56
68	4879372,6	2065605,87

COORDENADAS MAGNA_Colombia_CTM12		
VERTICES	ESTE	NORTE
69	4879372,15	2065605,2
70	4879371,67	2065604,54
71	4879371,16	2065603,91
72	4879493,81	2065776,7
73	4879493,67	2065776,54
74	4879494,29	2065777,32
75	4879494,74	2065777,96
76	4879495,17	2065778,62
77	4879498,03	2065786,72
78	4879498,11	2065787,5
79	4879498,15	2065788,28
80	4879498,17	2065789,07
81	4879498,15	2065789,86
82	4879498,1	2065790,64
83	4879498,03	2065791,42
84	4879497,91	2065792,2
85	4879494,72	2065800,17
86	4879494,27	2065800,81
87	4879492,19	2065803,17
88	4879492,79	2065803,47
89	4879495,37	2065800,35
90	4879498,57	2065792,09
91	4879498,68	2065791,28
92	4879498,75	2065790,47
93	4879498,79	2065789,66
94	4879498,8	2065788,85
95	4879498,77	2065788,04
96	4879498,72	2065787,23
97	4879496,01	2065778,8
98	4879495,59	2065778,1
99	4879495,14	2065777,43
100	4879494,66	2065776,77
101	4879494,16	2065776,14
102	4879018,05	2065552,29
103	4879429,45	2065697,71
104	4879429,46	2065697,7
105	4879429,45	2065697,71

COORDENADAS MAGNA_Colombia_CTM12		
VERTICES	ESTE	NORTE
106	4879376,61	2065626,67
107	4879375,98	2065626,72
108	4879381,06	2065637,83
109	4879381,07	2065637,83
110	4879380,58	2065638,23
111	4879381,06	2065637,83
112	4879371,13	2065603,87
113	4879370,64	2065604,27
114	4879374,89	2065626,54
115	4879494,12	2065776,1
116	4879493,64	2065776,5
117	4879171,13	2065485,69
118	4879167,63	2065486,7
119	4879171,09	2065485,64
120	4879169,2	2065484,96
121	4879168,8	2065488,74
122	4879171,1	2065488,25
123	4879170,4	2065486,94
124	4879169,03	2065487,23
125	4879286,22	2065508,89
126	4879285,03	2065508,15
127	4879286,96	2065507,71
128	4879285,78	2065506,96
129	4879016,96	2065552,66
130	4879017,32	2065553,49
131	4879017,78	2065552,31
132	4879018,14	2065553,13
133	4879017,91	2065551,98
134	4879018,47	2065553,26
135	4879016,63	2065552,53
136	4879017,19	2065553,82
137	4879014,99	2065551,89
138	4879015,34	2065552,71
139	4879015,81	2065551,53
140	4879016,17	2065552,35
141	4879015,94	2065551,2
142	4879016,5	2065552,48

COORDENADAS MAGNA_Colombia_CTM12		
VERTICES	ESTE	NORTE
143	4879014,66	2065551,76
144	4879015,21	2065553,04
145	4879017,17	2065553,77
146	4879015,84	2065554,35
147	4879017,29	2065550,67
148	4879017,87	2065552
149	4879015,96	2065551,25
150	4879015,26	2065553,02
151	4879429,46	2065697,7
152	4879376	2065626,72
153	4879376,61	2065626,67
154	4879375,96	2065626,46
155	4879167,97	2065487,3
156	4879168,29	2065487,85
157	4879381,05	2065637,84
158	4879380,58	2065638,23
159	4879018,3	2065552,86
160	4879287,2	2065508,58
161	4879287,69	2065508,18
162	4879284,73	2065507,18
163	4879284,89	2065506,55
164	4879171,18	2065487,52
165	4879171,24	2065486,88

FUENTE: CPA INGENIERÍA SAS. 2022

3.2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

A continuación, se presenta las características técnicas del proyecto en las diferentes fases, y la presentación de los diseños de la infraestructura a construir, con su respectivo cronograma de actividades y estructura organizacional.

3.2.1 Infraestructura Existente

4.1.1.1 Vías de Acceso

Localidad de los Mártires: El sistema vial del área de influencia del proyecto está conformado por grandes vías de acceso que atraviesan el Distrito Capital. Las principales vías que se encuentran son: La avenida Caracas; la carrera 30; la avenida Sexta; la calle trece o avenida Jiménez; y como vías

complementarias se encuentran la Carrera 18, 19 y 24. De acuerdo con el último informe dado por el IDU en el 2009 reportó para el buen estado de la malla vial en el 33% y regular y mal estado 67%.

En la actualidad la localidad cuenta con el Sistema Transmilenio, que se moviliza por la Avenida Caracas y la Calle 13. Los paraderos que se ubican cerca al área de influencia son: Calle 22, calle 19, Avenida Jiménez, Tercer Milenio, Hospital y Hortua.

Localidad Antonio Nariño: Localizada en el sector centro oriente de Bogotá DC, la Localidad de Antonio Nariño limita al norte con las Avenidas Calle 1 o Avenida de la Hortua, la Avenida Calle 8 Sur o Avenida Fucha y las localidades Los Mártires y Santa Fe; al sur con las Avenida Calle 22 sur o Avenida Primero de Mayo, la Avenida Carrera 27 o Avenida General Santander y la localidad Rafael Uribe Uribe; al oriente con la Avenida Carrera 10 antes conocida como Avenida Fernando Mazuera ahora Avenida Darío Echandía y la Localidad San Cristóbal y al occidente con la Avenida Carrera 30 o Avenida Ciudad de Quito y la Localidad Puente Aranda.

Localidad Santa fe: Localizado en sector centro de la ciudad, cuenta con importantes vías principales como son Avenida Patricio Samper Gnecco/Circunvalar (Carrera 1ª), Avenida Alberto Lleras Camargo (Carrera 7ª), Avenida Fernando Mazuera (Carrera 10ª), Avenida Caracas, (Carrera 14), Avenida Calle Primera, Avenida de los Comuneros (Calle 6), Avenida Jiménez (Calle 13), Avenida Ciudad de Lima (Calle 19) y la Avenida Jorge Eliecer Gaitán (Calle 26).

La localidad de Santa fe por ser uno de los centros administrativos distritales más importante de Bogotá cuenta con varias vías, entre otras están calle 36 entre carrera 7 y 5 - calle 17 entre carrera 5 y 10 – calle 18 entre carrera 5 y 10 - carrera 8 entre calle 19 y 22 - carrera 9 entre calle 19 y 24 - calle 12 entre avenida caracas y carrera 13 - sector de san Victorino. - Calle 21 entre carrera 7 y 5 – Calle 20 entre Carrera 7 y 5 (Alcaldía Mayor de Bogotá. 2019. p 15)

Teniendo en cuenta que las vías a utilizar corresponden a la red vial primaria de la ciudad de Bogotá, no será necesario realizar adecuaciones a los accesos a los sitios de trabajo donde sea posible el ingreso que prácticamente se encuentra a la red vial de la zona, considerando que se emplearán vehículos livianos para el transporte del personal, de herramienta y equipos requeridos para las actividades. Una vez se vaya a proceder a las labores de regulación y tendido de los conductores de fase y cables de guarda de la línea se procede a recoger los materiales y equipos desde la bodega principal.

Debido a que las estructuras se van a ubicar sobre la Calle primera sobre el andén sur, no se requiere hacer obras adicionales para adecuar accesos (Ver Anexos\AnexoG_Asp_Tecnicos\Planos). Se hará el cerramiento de las excavaciones y de los campamentos restringiendo el ingreso solo a personal autorizado y cumpliendo con los estándares Enel (Ver Capítulo 7 Ficha PMA 1.1 Manejo adecuado de obras de excavación).

En ese sentido, se llegará a las áreas de trabajo ingresando por la Calle Tercera o por la Av. Caracas de acuerdo con donde se vaya a ubicar los campamentos provisionales.

3.2.1.1. Infraestructura Social y/o Productiva

En el área cercana del proyecto se encuentra infraestructura comercial y a lo largo de la línea de Transmisión se encuentra institutos educativos, entidades bancarias y pequeños centros comerciales (Ver Tabla 3)

Tabla 3. Infraestructura social existente cerca al área del proyecto

TIPO	NOMBRE	DIRECCIÓN
Salud	Fundación Hospital de La Misericordia	Avenida Caracas No 1 - 65
Salud	Clinica Medical SAS Sede Santa Juliana	Calle 1 d No 17 A 35
Salud	Centro Dermatológico Federico Lleras Acosta	Calle 1 No. 13 A 61
Salud	Capital salud	Avenida Caracas No 2 - 65
Seguridad	Escuela de investigación criminal Policía Nacional	Avenida 14 No 2 sur 23

FUENTE: GOOGLE EARTH. 2022

3.2.1.2. Infraestructura Sistema Interconectado Nacional

La Subestación eléctrica Receptora SER 2, estará conectada a la Subestación Eléctrica Calle Primera de la empresa ENEL Colombia, a través de una línea de transmisión subterránea de 700 metros de distancia.

El objetivo principal del proyecto Calle Primera es permitir la transmisión de energía eléctrica entre la Subestación Calle Primera y las subestaciones Concordia y Veraguas, así como reforzar el Sistema de Transmisión Regional de 115 kV en la zona central de la ciudad de Bogotá D.C. La subestación actual cuenta con la siguiente infraestructura:

- ▶ Cerramiento: el cerramiento perimetral está construido en mampostería y estructura en concreto el cual incluyen 2 puertas vehiculares y una puerta peatonal. El cerramiento tiene una longitud aproximada de 166.5m lineales.
- ▶ Los muros de fachada perimetrales están contruidos a partir de mampostería, con columnetas de soporte aproximadamente cada 2.5 metros y llegan a una altura aproximada de 3 metros. A partir de esta altura se encuentra instalada una malla de seguridad de altura de 0.6 metros, configurando de esta manera una altura total de 3.6 metros para el cerramiento de fachada.
- ▶ Casa de Control: se encuentra en el costado sur del predio. Esta edificación cuenta con un nivel, en los cuales se distribuyen las Celdas de media tensión, un baño, un cuarto de baterías, un cuarto para tableros de control, protecciones, comunicaciones y servicios auxiliares. El área de esta edificación es de 260m².

- Casa de subestación GIS 115kV: Se encuentra construida en el costado norte del predio, en esta instalación encuentra instalada la subestación tipo GIS marca AREVA tipo F35-DES4 el cual se tiene una configuración de 2 bahías de línea (Concordia y Veraguas 115kV), 2 bahías de transformador (D1 y D2), una bahía de acople de barra 115kV y dos transformadores de Tensión para medida de las barras B1.1 y B1.2 115kV. El área de esta instalación es de 97.2m2.

La sub estación eléctrica receptora SER 2 propiedad de la primera línea de metro de Bogotá PLMB tiene formulado en su planificación el conexionado con la subestación eléctrica calle primera propiedad de Enel Colombia S.A. infraestructura existente, la configuración propuesta para la realizar esta actividad se presenta en la Figura 2 Esquema de conexión.

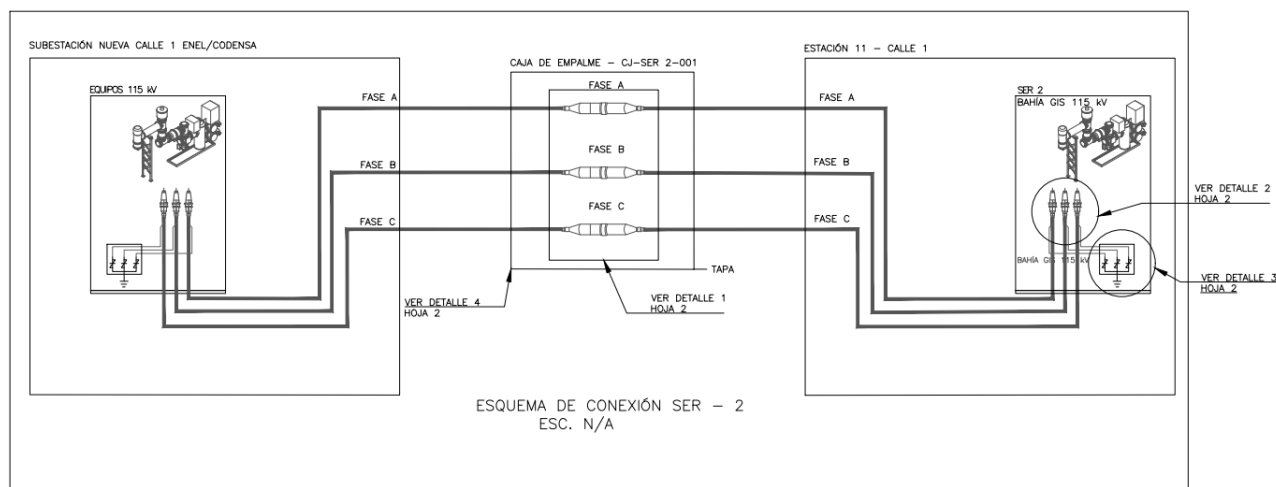


Figura 2 Esquema de conexión

FUENTE: METRO LÍNEA 1; DISEÑO WSP, 2022

3.2.2 Fases y actividades del Proyecto

El proyecto de la Subestación Eléctrica Receptora SER 2 incluye las fases pre-constructivas, constructivas de operación y mantenimiento; y finalmente la etapa de desmantelamiento del proyecto; cuyas actividades y descripción se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Etapas de Construcción de Subestación y Líneas de Transmisión

No.	Etapas	Actividad	Definición y Contexto
1	Etapas Pre-Constructiva	Contratación de mano de obra	Esta actividad consiste en la contratación del personal y la agrupación del equipo necesario para realizar los trabajos.

No.	Etapas	Actividad	Definición y Contexto
2		Localización y replanteo topográfico	El replanteo se realizará luego de la revisión del diseño y previo al inicio de la fase constructiva de la subestación y Línea de Transmisión, este replanteo consiste en la ubicación de puntos referenciales, desde los cuales se tomarán las medidas precisas de las ubicaciones de cimentaciones para los diferentes equipos y en general para todas las obras civiles a ser construidas.
3		Establecimiento de Áreas de trabajo, cerramiento provisional, áreas de almacenamiento de material y sustancias especiales. señalización	Consiste en delimitación temporal del espacio de trabajo, para restringir acceso de personas ajenas al proyecto, para proveer seguridad de los materiales a usar y del personal que participa en la construcción, se debe garantizar iluminación general, también comprende la planificación de los espacios dispuestos para la operación y la gestión administrativa y técnica del proyecto, en los cuales se ubicarán en contenedores oficina para las áreas administrativas, SSTA, Almacén y depósitos para almacenamiento de materiales y equipos para obra civil y electromecánico, herramientas, elementos químicos y otros que se requieran para desarrollar la operación de la obra. Y la debida señalización de las áreas dispuestas.
4		Construcción de campamento temporal.	Consiste en la planificación de los espacios dispuestos para la operación y la gestión administrativa y técnica del proyecto, en los cuales se ubicarán en contenedores oficina para las áreas administrativas, SSTA, Almacén y depósitos para almacenamiento de materiales y equipos electromecánicos y herramientas para obra civil, elementos químicos y otros que se requieran para desarrollar la operación de la obra. Este espacio debe contar con servicios básicos como baños portátiles, de suministro de agua, energía y comunicación y debe contar con la debida señalización de las áreas dispuestas.
5		Trasporte de Elementos Constructivos.	Consiste en el traslado de los elementos constructivos hasta y desde el sitio de montaje; para esta actividad se analiza el tipo de acceso y movilidad de transporte para el acarreo adecuado de los materiales. Se elabora y presenta el Plan de Manejo de Tránsito a la Secretaría Distrital de Movilidad.

No.	Etapas	Actividad	Definición y Contexto
6	Etapas Constructivas	Implementación de medidas de manejo de residuos. Generación, manejo y disposición de Residuos Líquidos y Sólidos.	Esta actividad hace referencia a la generación y manejo de residuos sólidos y líquidos durante el desarrollo de las demás actividades que hacen parte de la etapa constructiva y a su adecuada disposición de acuerdo a la normatividad aplicable.
7		Capacitación al Personal en Seguridad, Salud y Medio Ambiente.	Esta actividad se lleva a cabo con el personal que hace parte de la ejecución del proyecto, esto con el fin de que conozca las obligaciones establecidas sobre seguridad, salud y medio ambiente, esto incluye las obligaciones que contiene la Licencia Ambiental.
8		Implementación de los Programas Sociales.	Esta actividad es la que permite la interacción y la adecuada comunicación entre los encargados de la ejecución del proyecto y la comunidad circundante a este.
9		Adecuación de Accesos.	Para la construcción de la subestación, se emplearán y mantendrán las vías de acceso y vías perimetrales existentes, que permiten la movilidad de vehículos pesados como grúas para la instalación de equipos y demás actividades operativas. Teniendo en cuenta que las acometidas de Alta Tensión serán subterráneas, se buscará realizar el menor impacto visual y ocupación del espacio público, no obstante, en la etapa constructiva se emplearán como vías de acceso: las vías perimetrales existentes, andenes viales y vías principales.
10		Cimentación con Pilotes	Para la construcción de los pilotes de la cimentación solo se realizarán las excavaciones de los pre huecos cuando así lo indique el estudio de suelos, la perforación se iniciará desde la superficie, para garantizar superficie de trabajo más estable y evitar riesgos de estabilidad del terreno circundante. El pilotaje en pilotes pre excavados se realizara con maquinaria de alto torque, realizando las perforaciones en los diámetros indicados que pueden variar entre 1.20 y 1.50 m, con barrenos metálicos que se van ensamblando dependiendo de la longitud del pilote a construir, una vez la excavación se completa, se debe garantizar que no se presenten derrumbes al interior que afecten la integridad del Pilote como cambios de sección o vacíos que afecten la resistencia requerida, para esto se inyecta en la excavación un polímero especial que generan una capa de sello en las paredes de la excavación y evitan

No.	Etapas	Actividad	Definición y Contexto
			el derrumbamiento de las mismas. Una vez dispuesto el polímero se inserta la canasta de refuerzo previamente armada con acero de acuerdo con las indicaciones de diámetro y longitud del diseño estructural, cuando la misma quede posicionada se comienza el vertimiento del concreto que por gravedad y densidad comienza el desplazamiento del polímero que sale por rebose a la superficie, estos polímeros deben ser recuperados y deben ser dispuestos en sitio autorizado por autoridad ambiental.
11		Barretes y muros pantalla	Para la construcción de los barretes y muros pantalla en concreto, se hacen las excavaciones con la longitud y a la profundidad indicada en los diseños estructurales y según las recomendaciones del estudio de suelos, una vez se terminan las excavaciones, se inyecta polímero para evitar derrumbamientos de las paredes internas de la excavación y garantizar la sección requerida del elemento, cuando se termina de llenar la excavación, Utilizando la grúa auxiliar, se inserta la canasta de acero de refuerzo armada previamente en sitio de acuerdo con los diámetros, longitudes y traslapes indicados en los planos de despiece del diseño estructural. Se debe prever la instalación de acero constructivo para evitar deformaciones de la canasta durante el izaje e inserción en la excavación. Cuando la canasta esta posicionada se procede al vaciado de concreto de consistencia fluida utilizando bomba estacionaria, mangueras, embudos y tubos tremie; por gravedad y densidad el concreto va desplazando el polímero a la superficie en donde debe ser recuperado y dispuesto en sitio autorizado por entidad ambiental competente.
12		Dados y vigas de Cimentación	Una vez se tienen las cimentaciones con pilotes, barrretes y se han construido los muros pantalla, se procede a la excavación al nivel de losa de cimentación, Para la ejecución de los pilotes, el contratista debe verificar los niveles de diseño estructural, excavar hasta el nivel inferior de los dados y dejar previsto el espesor del concreto de limpieza, se descubren los pilotes, se descabezan y se restituye cualquier afectación en el acero de refuerzo, para las excavaciones de los dados se utilizan entibados de protección, se arma el acero de

No.	Etap	Actividad	Definición y Contexto
			refuerzo de los dados sobre una capa de concreto de limpieza, a la par se hace la excavación de las vigas de cimentación, se vierte concreto de limpieza y se dispone el acero de refuerzo, se encofran los dados, para las vigas se puede hacer la excavación sobre el terreno y si este lo permite se puede verter el concreto directamente, de lo contrario se puede instalar una formaleta para garantizar la sección de las vigas. Los dados tendrán diferentes tipologías y dimensiones, según las indicaciones de los planos estructurales no objetados. El proceso estará acompañado de la Supervisión Estructural.
13		Losa de Cimentación	Una vez se cuenta con los pilotes y las vigas de cimentación fundidos, se procede con el armado de acero de la losa de cimentación, dejando previstas las instalaciones de las diferentes redes (eléctricas, hidráulicas entre otras, de acuerdo con los diseños, incluso dejando previstos los negativos para los cárcamos necesarios para las acometidas que indica el diseño, la losa se funde con concreto certificado de planta, se utiliza vibrador para garantizar el asentamiento homogéneo de la mezcla.
14		Foso del Ascensor	Una vez se adelante la construcción de la losa de cimentación, se debe coordinar la construcción del foso del ascensor según las dimensiones aprobadas por el diseño estructural y los requerimientos del fabricante del equipo.
15		Piso Técnico	Para el armado del piso técnico y el cárcamo de control, se han dejado los arranques del acero de refuerzo de los tabiques de apoyo desde la fundida de losa o se pueden anclar con epoxico una vez se tenga la superficie de la losa de cimentación completamente fraguada y homogénea, se instalan las redes requeridas por el diseño, formaleta perdida y se funde la losa en concreto de acuerdo con las resistencias y los niveles establecidos. Las cubiertas del cárcamo de control se harán en marcos de rejilla metálica y el contramarco en ángulo quedará embebido en el concreto.
16		Columnas en concreto	Se arma acero de refuerzo para las columnas de acuerdo con los diámetros, longitudes y traslapos que indica el diseño estructural, Se instala formaleta, se apuntala y nivela y se funde concreto de acuerdo con la resistencia

No.	Etapas	Actividad	Definición y Contexto
			establecida, para esta fundida se debe utilizar vibrador eléctrico y golpes en la formaleta para garantizar un asentamiento homogéneo de la mezcla y un buen acabado de la superficie de concreto.
17		Muros en concreto	A la par que se desarrolla la construcción de las columnas de concreto, se debe iniciar la construcción de los muros en concreto del foso del ascensor, para ello se utilizan acero de refuerzo de acuerdo con el diseño estructural y formaleta metálica. Una vez terminado el foso en concreto del ascensor, el contratista que instala el ascensor comenzará la instalación de las guías metálicas, para el equipo.
18		Vigas y losa de entrepiso	Para el armado de las vigas del entrepiso del cuarto de equipos, se debe instalar formaleta certificada, con elementos de apoyo, cerchas de unión, y superficies de madera aglomerada sobre la que se dispone el acero de refuerzo, se dejan pases para la tubería de las diferentes redes y se utiliza formaleta recuperable, se debe aplicar a la misma un desmoldante a base de agua, se arma el acero de refuerzo de la losa de entrepiso, se dejan pases y tubería de las redes que indique el diseño y se funde en concreto de acuerdo a la resistencia especificada en el diseño, se utiliza vibrador para garantizar el asentamiento homogéneo de la mezcla, una vez fundido el concreto se aplican las recomendaciones del diseño estructural para garantizar un adecuado proceso de curado del concreto. La superficie de la losa de entrepiso debe ser completamente horizontal y no debe presentar problemas de acabado del concreto, sin fisuras ni hormigueros.
19		Obras previstas para ingreso de la subestación	En la etapa de construcción se dejará previsto un vano en la losa del nivel 0.00 para ingreso de los equipos que se requieran en la instalación de la subestación, una vez los equipos estén dispuestos en el espacio correspondiente en el sótano, la construcción seguirá con el cierre de este vano

No.	Etapas	Actividad	Definición y Contexto
20		Excavación y Adecuación del Terreno Línea de Trasmisión.	Con equipo mecánico o de forma manual se llegará hasta los diferentes niveles de los cárcamos establecidos por el Diseño para el recorrido de las líneas de transmisión. Desde las obras de cimentación, cajas de subterranización y la perforación de ductos subterráneos, si es necesario se harán los mejoramientos de suelo que indiquen los estudios de suelo y las recomendaciones del Diseño estructural.
21		Construcción y Obras Civiles de acabados de la Subestación	Una vez terminadas las obras civiles, se instalarán los acabados indicados en los diseños arquitectónicos, comenzando por las luminarias, bandejas porta cables, aparatos eléctricos puertas, barandas, afinados internos en pisos y cárcamos, pendienteados y finalmente cubiertas de cárcamos según se especifique, metálicas o en concreto prefabricado, pintura epoxica y señalización según diseños aprobados.
22		Construcción, Cimentación y Obras Civiles de la Línea de Trasmisión	Para la construcción de la infraestructura de la línea de transmisión, se realizarán sobre las excavaciones la construcción de la cimentación de los cárcamos, utilizando para ello, acero de refuerzo que podrá ser instalado en sitio, se funde la base y posteriormente se instala formaleta contra terreno y se funden las paredes, Para el tramo subterráneo se empleará maquinaria de perforación para los ductos y trabajo manual para las cajas de transición.
23		Instalación de Equipos Subestación Eléctrica	Esta etapa consiste en el montaje de todos los equipos y estructuras previstas, cableado y conexión hasta la caseta de alta tensión, caseta de la subestación GIS y la caseta de control de la subestación en donde finalmente se ubican los mandos y sistemas de operación y control de cada uno de los equipos y de la subestación en su conjunto. Las instalaciones de la subestación GIS y las celdas de alta tensión se instalarán directamente sobre las bases de hormigón armado y estará ubicados en una caseta construida para el efecto. Se costurarán bases en hormigón armado para instalar los transformadores de potencia los cuales estarán provistos de rieles de carga y muros cortafuego cumpliendo con la normatividad vigente.

No.	Etapas	Actividad	Definición y Contexto
24		Construcción de canalizaciones de Alta Tensión entrada a subestación.	Actividades de infraestructura civil para las redes eléctricas subterráneas los cuales comprende los aspectos de construcción de canalizaciones, cámaras, cajas de inspección, cárcamos, cajas y tapas, en los cuales se busca que la disposición de los conductores dentro del ducto conserve su posición y adecuación a lo largo del recorrido,
25		Montaje, tendido, conexión de la línea.	Esta actividad consiste en el montaje de estructura metálica, vestido de estructuras, instalación de herrajes y aisladores, tendido de conductores, templado y engrampado de conductores y cable de guarda, pruebas y puesta en servicio. Las actividades realizadas en una red subterránea de Alta Tensión consideran el tendido de cables aislados XLPE, instalación de soportes y aisladores de Transición, elaboraciones de terminales de conexión para cables aislados, tendido de conductor de tierra y fibra óptica, conexión de conductores, pruebas y puesta en servicio
26	Etapas Operativas	Energización Líneas de Trasmisión.	Corresponde a la energización o puesta en servicio, al nivel de tensión previsto en el diseño y el transporte de la energía eléctrica durante la operación del proyecto, cumplimiento de las distancias de seguridad verticales para cada fase del conductor, todo dentro del marco de las especificaciones técnicas.
27		Energización de Subestación Eléctrica AT/MT.	Corresponde a la energización o puesta en servicio al nivel de tensión previsto en el diseño, cumpliendo las normas y protocolos previstos para la operación segura de los equipos.
28		Operación de Equipos.	La operación del proyecto consiste en la transmisión de la energía en forma continua, de acuerdo con las normas de seguridad y cumpliendo los criterios de calidad respecto a la frecuencia, la regulación de tensión, las pérdidas de energía y la distorsión producida por armónicos.
29		Mantenimiento Subestación y Líneas de Trasmisión.	Mantenimiento preventivo: En esta fase se prevendrán los posibles daños en los equipos de las redes de distribución que puedan afectar la continuidad del servicio. Mantenimiento correctivo: En esta fase se repararán los daños ocasionados en los equipos de las redes de distribución que afecten el suministro de energía eléctrica. El mantenimiento de los equipos híbridos se

No.	Etapas	Actividad	Definición y Contexto
			realizará cada seis años y el de los transformadores cada 10 años. Estos mantenimientos serán realizados por profesionales especializados.
30		Generación, manejo y disposición de Residuos.	Esta actividad hace referencia a la generación y manejo de residuos sólidos y líquidos durante el desarrollo de las demás actividades que hacen parte de la etapa operativo del proyecto y a su adecuada disposición de acuerdo con la normatividad aplicable.
31		Desenergización	Es la actividad mediante la cual se corta el flujo de corriente eléctrica en la línea de transmisión, la subestación
32		Desmantelamiento de línea de transmisión y subestación.	Se refiere a la actividad de realizar el desmonte de conductores y equipos que hacen parte de las líneas de conexión a la subestación.
33	Etapa de Desmantelamiento de la infraestructura existente y entrega de predio.	Embalaje, transporte y almacenamiento de Equipos de potencia, control, protección y comunicaciones Subestación Eléctrica que serán reutilizados.	Las actividades de embalaje consisten en la fabricación de huacales, cajas de madera, embalajes tipo jaula y bases en madera con el fin de preservar el estado de los equipos eléctricos de potencia, control, comunicaciones, tableros y gabinetes eléctricos que se requieren transportar. Las actividades de transporte de equipos hacen referencia al traslado de los equipos desmontados y embalados adecuadamente para llevarlos a un sitio de almacenamiento o disposición final. Las actividades de almacenamiento están relacionadas con guardar, proteger y conservar correctamente los equipos durante el periodo de tiempo que sea necesario, a su vez se realizan actividades de transporte, ubicación, manipulación y acondicionamiento de las mismas desde su recepción hasta su expedición.
34		Reutilización y reciclaje de elementos.	Se refiere a las alternativas para manejar los elementos que se retiran de la red de distribución, subestación AT/MT y Línea de transmisión. Los elementos producto del desmantelamiento pueden ser reciclados y reutilizados en la construcción de otro proyecto.
35		Retiro y disposición final de residuos.	Los materiales sobrantes deberán ser dispuestos adecuadamente en sitios autorizados por la Autoridad Ambiental Competente.
36		Restauración de áreas intervenidas.	Implica la ejecución de labores para la recuperación de las áreas que fueron intervenidas por las obras.

FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S. 2022.

3.2.3 Características técnicas

3.2.3.1. Actividades pre-constructivas y transversales

► Organización laboral

Esta actividad consiste en la contratación del personal y la agrupación del equipo necesario para realizar los trabajos que se estima será de 150 empleados que prestarán sus servicios a lo largo del desarrollo de las distintas fases de ejecución del proyecto.

► Localización y Replanteo

► Localización del lote para construcción de la Subestación Eléctrica Receptora SER 2

La Subestación Eléctrica Receptora SER 2 se construirá en un área que limita con la con la Av. Caracas entre calles 2A y 3 costado occidental con la Avenida Caracas, dentro la localidad de Mártires, la cual se encuentra circunscrita dentro de los siguientes límites indicados anteriormente.

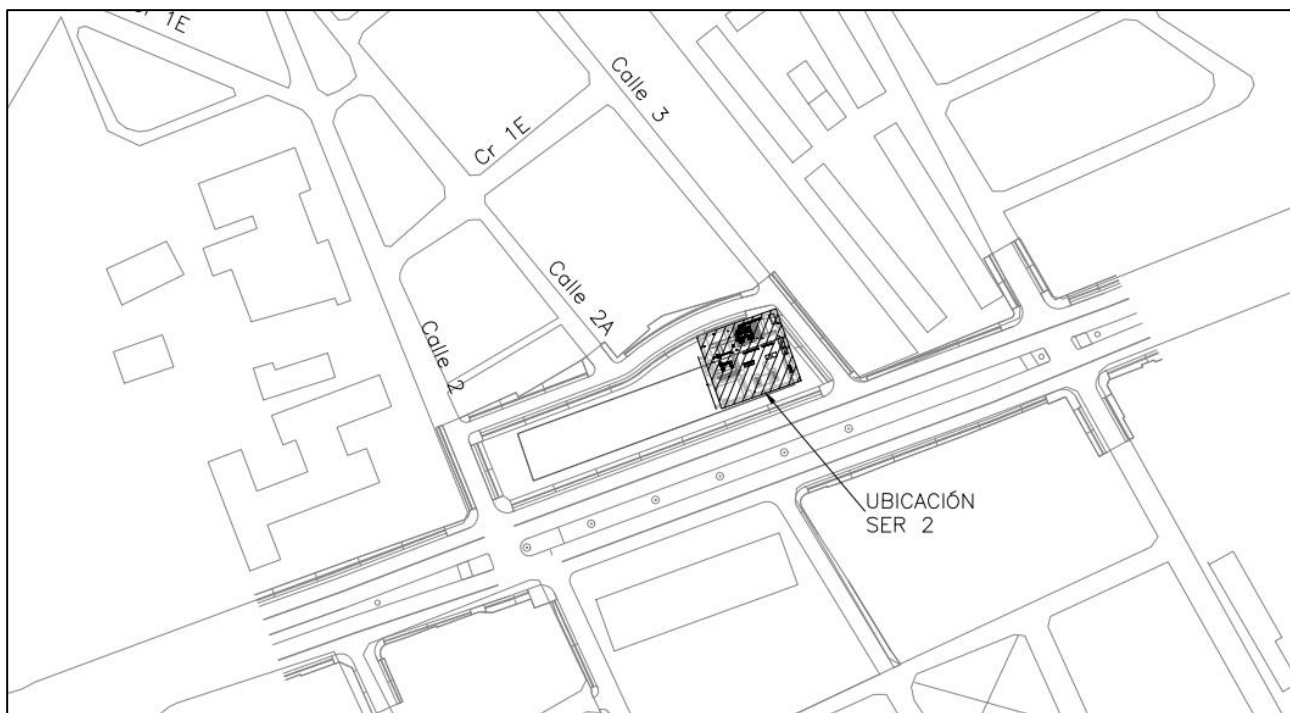


Figura 3 Ubicación de lote para la construcción de la subestación eléctrica receptora SER 2

FUENTE: CPA INGENIERIA, 2022

► Replanteo

El replanteo se realizará luego de la revisión del diseño y previo al inicio de la fase constructiva de la subestación. Este replanteo consiste en la ubicación de puntos referenciales, desde los cuales se tomarán las medidas precisas de las ubicaciones de cimentaciones para los diferentes equipos y en general para todas las obras civiles a ser construidas. En esta actividad se determinará como referencia planimetría y altimétrica el sistema de coordenadas y el mojón respectivamente empleando el levantamiento topográfico, se verificarán los linderos, cabida del lote y aislamientos; se emplearán niveles de precisión para obras de alcantarillado y drenajes. Se empleará nivel de manguera para trabajos de albañilería.

► Establecimiento de Áreas de trabajo, cerramiento provisional, áreas de almacenamiento de material y sustancias especiales. señalización

► Instalaciones provisionales de Obra:

- Movilización e instalación de equipos de construcción, campamentos y demás facilidades necesarias para la construcción de las obras.
- Suministrar y movilizar hasta el sitio de las obras todos los equipos, elementos de trabajo y personal, como también hacer las instalaciones temporales que se requieran para ejecutar normal y eficientemente todas las obras objeto del proyecto.

► Oficinas, talleres y otras instalaciones provisionales

Las actividades a que se refiere esta especificación son las siguientes:

- Localización, construcción de edificaciones y mantenimiento de las instalaciones provisionales, abastecimiento de agua, energía eléctrica para construcción, alcantarillados y servicios sanitarios, orden y limpieza, vigilancia, remoción de las instalaciones de construcción.

► Construcción de campamento temporal

Consiste en la planificación de los espacios dispuestos para la operación y la gestión administrativa y técnica del proyecto, en los cuales se ubicarán en contenedores oficina para las áreas administrativas, SSTA, Almacén y depósitos para almacenamiento de materiales y equipos electromecánicos y herramientas para obra civil, elementos químicos y otros que se requieran para desarrollar la operación de la obra. Este espacio debe contar con servicios básicos como baños portátiles, de suministro de agua, energía y comunicación y debe contar con la debida señalización de las áreas dispuestas.

► Uso y adecuación de accesos

La Subestación Eléctrica Receptora SER 2 cuenta con vías de acceso y vías perimetrales que permiten la movilidad de vehículos pesados como grúas para la instalación de equipos, y para el mantenimiento preventivo y correctivo que se realice en la subestación.

► Transporte de elementos constructivos

Consiste en el traslado de los elementos constructivos hasta el sitio de montaje; para esta actividad se analiza el tipo de acceso y movilidad de transporte para el acarreo adecuado de los materiales.

► Implementación de medidas de manejo de residuos. Generación, manejo y disposición de Residuos Líquidos y Sólidos.

Esta actividad hace referencia a la generación y manejo de residuos sólidos y líquidos durante el desarrollo de las demás actividades que hacen parte de la etapa constructiva y a su adecuada disposición de acuerdo a la normatividad aplicable.

► Capacitación al Personal en Seguridad, Salud y Medio Ambiente.

Esta actividad se lleva a cabo con el personal que hace parte de la ejecución del proyecto, esto con el fin de que conozca las obligaciones establecidas sobre seguridad, salud y medio ambiente, esto incluye las obligaciones que contiene la Licencia Ambiental.

► Implementación de los Programas Sociales.

Esta actividad es la que permite la interacción y la adecuada comunicación entre los encargados de la ejecución del proyecto y la comunidad circundante a este.

► Infraestructura de la Vías de acceso

Teniendo en cuenta que las vías a utilizar corresponden a la red vial primaria de la ciudad de Bogotá, no será necesario realizar adecuaciones a los accesos a los sitios de trabajo donde sea posible el ingreso que prácticamente se encuentra a la red vial de la zona, considerando que se emplearán vehículos livianos para el transporte del personal, de herramienta y equipos requeridos para las actividades.

Debido a que las estructuras se van a ubicar dentro de la ciudad, no se requiere hacer obras adicionales para adecuar accesos (Ver Anexos/Anexo G_Asp_Tecnicos\diseños línea de transmisión SER2 y Ver Anexos/Anexo G_Asp_Tecnicos\diseños subestación Eléctrica Receptora SER 2). Se hará el cerramiento de las excavaciones y de los campamentos restringiendo el ingreso solo a personal autorizado y cumpliendo con los estándares Metro Línea - 1 (Ver Capítulo 7 Ficha PMA 1.1 Manejo adecuado de obras de excavación).

En ese sentido, se llegará a las áreas de trabajo ingresando por la Calle 3 y Avenida Caracas hasta los campamentos provisionales.

3.2.3.2. Infraestructura de recepción y transformación de energía eléctrica

El proyecto contempla la construcción de una Subestación Eléctrica en un área aproximada de 840 m² y una Línea de Transmisión de 700 metros subterránea, a continuación, se presenta la información referente a la etapa de construcción tanto para la Subestación como su Línea de Transmisión. Esto se puede apreciar en la Figura 1. Localización del Proyecto y la Tabla 5 interpretación distribución general

del proyecto, adicionalmente a lo aquí expuesto se anexan los diseños de ingeniería de detalle (Ver Anexos/Anexo G_Asp_Técnicos\diseños línea de transmisión SER2 y Ver Anexos/Anexo G_Asp_Técnicos\diseños subestación Eléctrica Receptora SER 2).

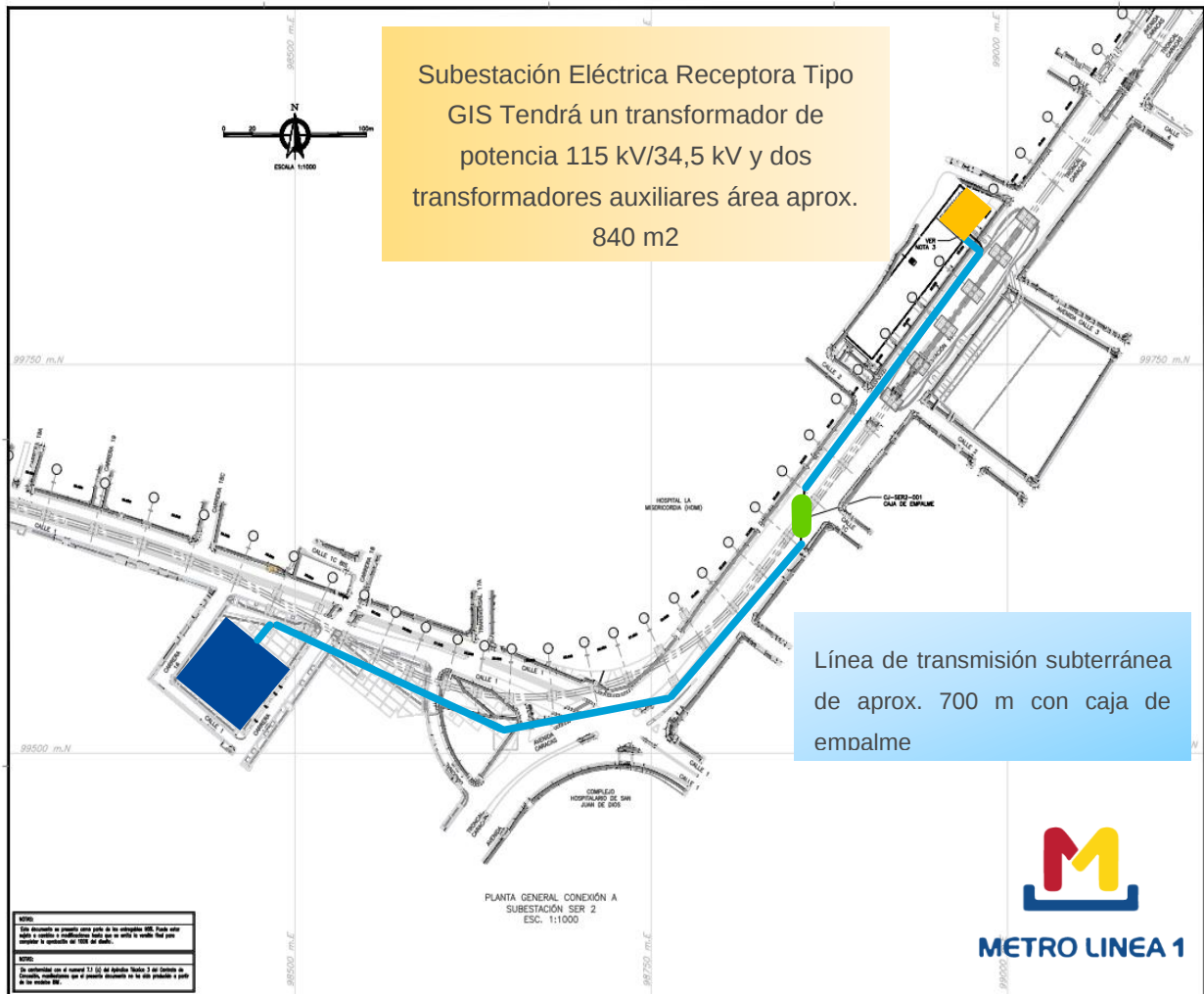


Figura 4 Distribución general de proyecto

FUENTE: CPA INGENIERIA, 2022

Tabla 5 interpretación distribución general del proyecto

Convención	Estructura
	Subestación calle primera ENEL Colombia S.A. E.S.P
	Subestación eléctrica SER 2

Convención	Estructura
	Caja de empalme
	Línea de transmisión 115 KV

FUENTE: CPA INGENIERIA, 2022

La fase de diseño incluyó la consulta a cerca del trazado de las redes subterráneas que se presentan debajo del área del proyecto, dando como resultado que el predio donde se ubicará la subestación no presenta redes de servicios que puedan llegarse a intervenir.

A continuación, se hace una descripción general de cada una de las características técnicas de la subestación eléctrica y la línea de transmisión en las diferentes etapas contempladas en el proyecto.

3.2.3.2.1. Subestación eléctrica receptora

La subestación eléctrica receptora 2 será subterránea del nivel de suelo hasta llegar a una cota de 12m de profundidad, la distribución general de la misma se presenta en la Figura 5 Vista superior subestación eléctrica receptora 2, SER 22-, en la cual se puede apreciar la distribución general, compuesta en un primer cuadrante superior izquierdo el área de acceso de los equipos, en el cuadrante superior central y superior derecho se localiza el cuarto de transformadores de potencia, en un cuadrante superior se central ubica el transformador de potencia 115/34.5/11.4 kV a 51/67 MVA y en un cuadrante superior derecho la puesta a tierra del sistema; en los cuadrantes centrales de la distribución se ubica en el central izquierdo la llegada del circuito 34.5kW y el módulo GIS 115kV, en el cuadrante central y centro derecha de la distribución se ubica el sótano del edificio de control con los tableros de control, la celda GIS 34.5 kV, el banco de compensación y los 2 transformadores de servicios auxiliares a 34.5 kV

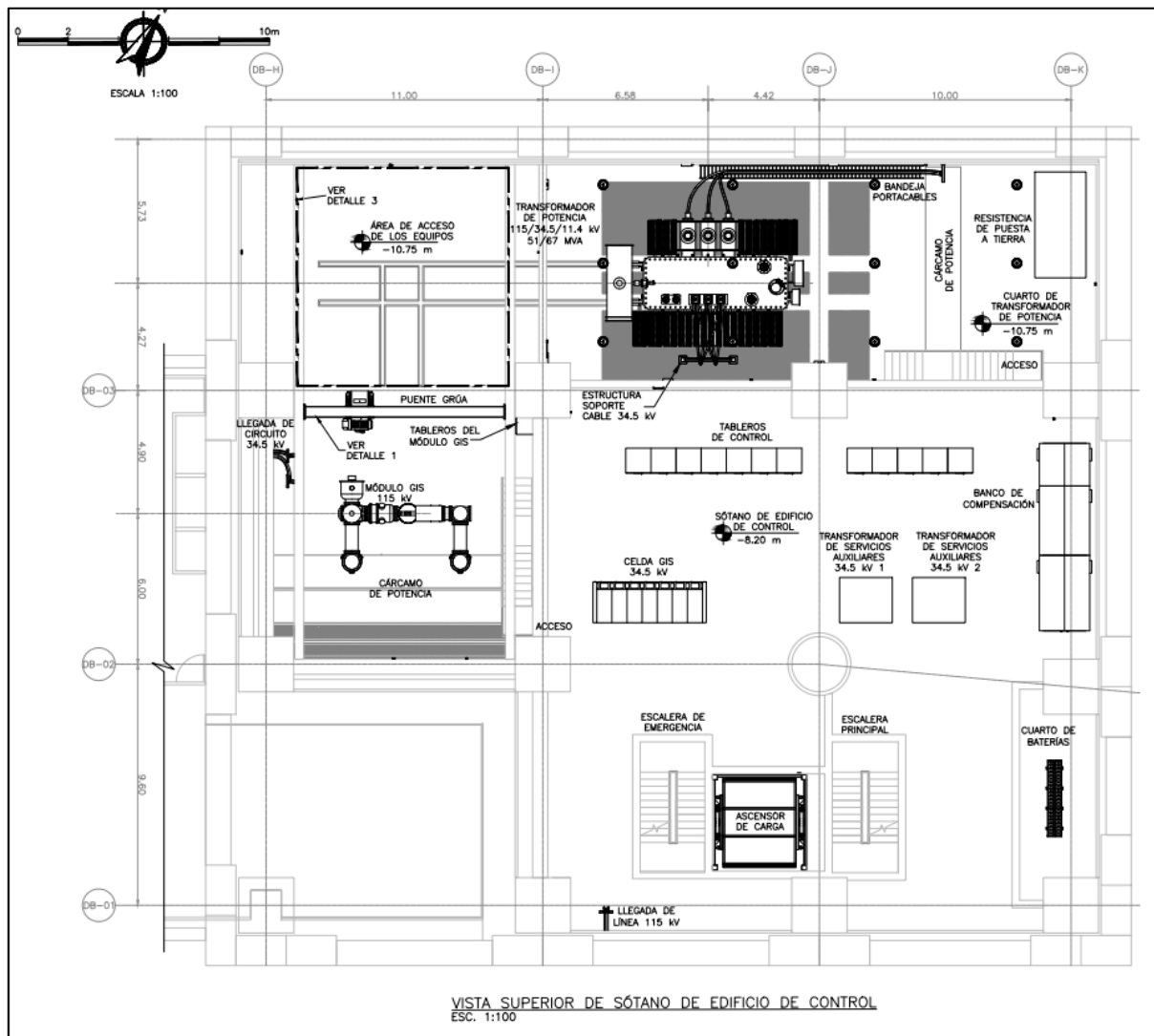


Figura 5 Vista superior subestación eléctrica receptora 2, SER 2

FUENTE: CPA INGENIERIA, 2022

3.2.3.2.2. Línea de transmisión a 115kV

La línea de transmisión a 115kV de la subestación eléctrica receptora SER 2 consiste de una línea de 700m aproximadamente con una caja de empalme la construcción de la línea presenta dos método constructivos a zanja abierta con apiques exploratorios para la implementación del segundo método constructivo que perforación horizontal dirigida (PHD) el diseño general de la línea de transmisión se presenta en la Figura 6 Línea de transmisión de la subestación eléctrica receptora 2, SER 2.

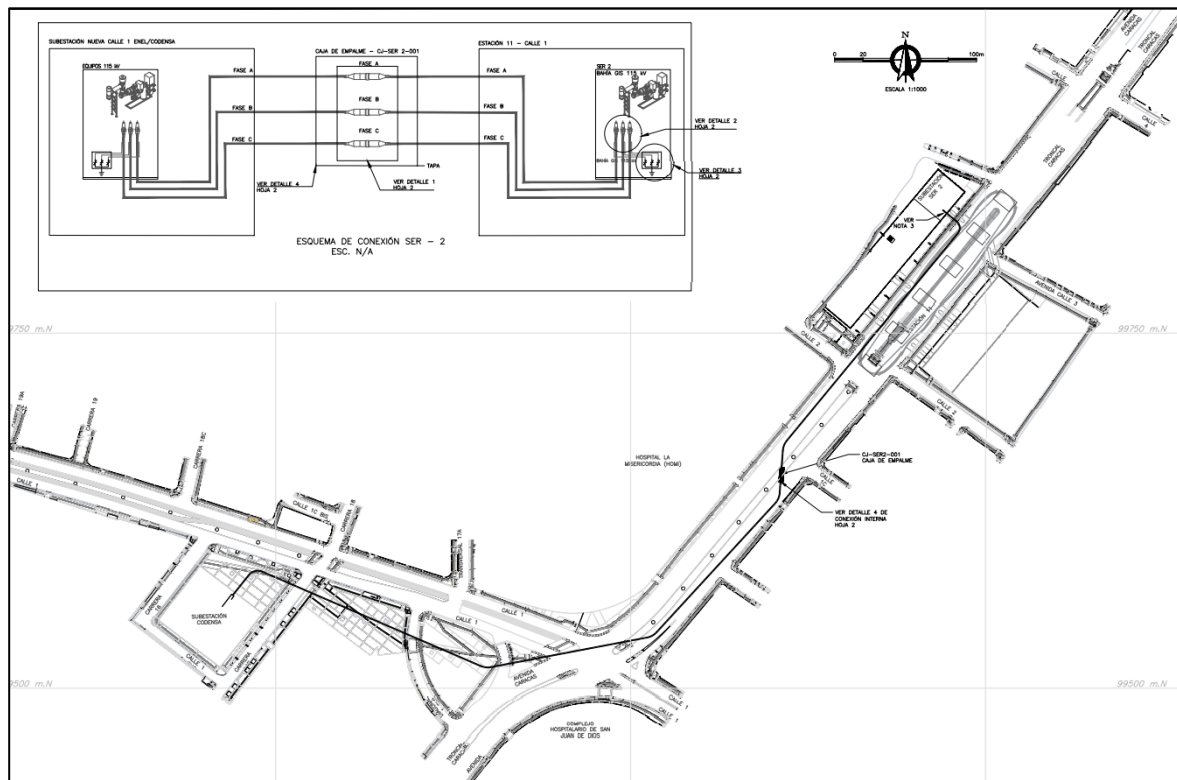


Figura 6 Línea de transmisión de la subestación eléctrica receptora 2, SER 2

FUENTE: CPA INGENIERIA, 2022

3.2.3.2. Actividades de construcción de la Subestación Eléctrica Receptora SER 2

La Subestación Eléctrica SER 2, estará construida sobre la estructura cimentada mediante pilotaje sobre con rellenos de material seleccionado cuyas características deberán cumplir con las especificaciones 310 – 18 código ET –IC -01 de las especificaciones técnicas generales de materiales y construcción para proyectos de infraestructura y espacio público de Bogotá del IDU (Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá). Para los parámetros requeridos de diseño se utilizará información correspondiente a este material y no al suelo característico de la zona. La descripción detallada de las actividades se presenta a lo largo de la presente descripción de proyecto.

► Cimentación con Pilotes

Para la construcción de los pilotes de la cimentación solo se realizan las excavaciones de los pre huecos cuando así lo indique el estudio de suelos, la perforación se inicia desde la superficie, para garantizar el trabajo más estable y evitar riesgos de estabilidad del terreno circundante. El pilotaje pre excavados se realiza con maquinaria de alto torque, efectuando las perforaciones en los diámetros indicados que pueden variar entre 1.20 y 1.50 m, con barrenos metálicos que se van ensamblando dependiendo de la longitud del pilote a construir, una vez la excavación se completa, se debe garantizar que no se

presenten derrumbes al interior que afecten la integridad del Pilote, como cambios de sección o vacíos que afecten la resistencia requerida, para esto se inyecta en la excavación un polímero especial que genera una capa de sello en las paredes de la excavación y evita el derrumbamiento de las mismas. Una vez dispuesto el polímero se inserta la canasta de refuerzo previamente armada con acero de acuerdo con las indicaciones de diámetro y longitud del diseño estructural, cuando la misma quede posicionada se comienza el vertimiento del concreto que por gravedad y densidad comienza el desplazamiento del polímero que sale por rebose a la superficie, estos polímeros deben ser recuperados y deben ser dispuestos en sitio autorizado por autoridad ambiental.

► Barretes y muros pantalla

Para la construcción de los barretes y muros pantalla en concreto, se hacen las excavaciones con la longitud y a la profundidad indicada en los diseños estructurales y según las recomendaciones del estudio de suelos, una vez se terminan las excavaciones, se inyecta polímero para evitar derrumbamientos de las paredes internas de la excavación y garantizar la sección requerida del elemento, cuando se termina de llenar la excavación, utilizando la grúa auxiliar, se inserta la canasta de acero de refuerzo armada previamente en sitio de acuerdo con los diámetros, longitudes y traslapes indicados en los planos de despiece del diseño estructural. Se debe prever la instalación de acero constructivo para evitar deformaciones de la canasta durante el izaje e inserción en la excavación. Cuando la canasta este posicionada se procede al vaciado de concreto de consistencia fluida utilizando bomba estacionaria, mangueras, embudos y tubos tremie; por gravedad y densidad el concreto va desplazando el polímero a la superficie en donde debe ser recuperado y dispuesto en sitio autorizado por entidad ambiental competente.

► Dados y vigas de Cimentación

Una vez se tienen las cimentaciones con pilotes, barretes y se han construido los muros pantalla, se procede a la excavación al nivel de losa de cimentación. Para la ejecución de los pilotes, el contratista debe verificar los niveles de diseño estructural, excavar hasta el nivel inferior de los dados y dejar previsto el espesor del concreto de limpieza, se descubren los pilotes, se descabezan y se restituye cualquier afectación en el acero de refuerzo, para las excavaciones de los dados se utilizan entibados de protección, se arma el acero de refuerzo de los dados sobre una capa de concreto de limpieza, a la par se hace la excavación de las vigas de cimentación, se vierte concreto de limpieza y se dispone el acero de refuerzo, se encofran los dados, para las vigas se puede hacer la excavación sobre el terreno y si este lo permite se puede verter el concreto directamente, de lo contrario se puede instalar una formaleta para garantizar la sección de las vigas. Los dados tendrán diferentes tipologías y dimensiones, según las indicaciones de los planos estructurales no objetados. El proceso estará acompañado de la Supervisión Estructural.

► Losa de Cimentación

Una vez se cuenta con los pilotes y las vigas de cimentación fundidos, se procede con el armado de acero de la losa de cimentación, dejando previstas las instalaciones de las diferentes redes (eléctricas, hidráulicas entre otras, de acuerdo con los diseños, incluso dejando previstos los negativos para los cárcamos necesarios para las acometidas que indica el diseño, la losa se funde con concreto certificado de planta, se utiliza vibrador para garantizar el asentamiento homogéneo de la mezcla.

► Foso del Ascensor

Una vez se adelante la construcción de la losa de cimentación, se debe coordinar la construcción del foso del ascensor según las dimensiones aprobadas por el diseño estructural y los requerimientos del fabricante del equipo.

► Piso Técnico

Para el armado del piso técnico y el cárcamo de control, se han dejado los arranques del acero de refuerzo de los tabiques de apoyo desde la fundida de losa o se pueden anclar con epoxico una vez se tenga la superficie de la losa de cimentación completamente fraguada y homogénea, se instalan las redes requeridas por el diseño, formaleta perdida y se funde la losa en concreto de acuerdo con las resistencias y los niveles establecidos. Las cubiertas del cárcamo de control se harán en marcos de rejilla metálica y el contramarco en ángulo quedará embebido en el concreto

► Columnas en concreto

Se arma acero de refuerzo para las columnas de acuerdo con los diámetros, longitudes y traslapes que indica el diseño estructural, se instala formaleta, se apuntala y nivela y se funde concreto de acuerdo con la resistencia establecida, para esta fundida se debe utilizar vibrador eléctrico y golpes en la formaleta para garantizar un asentamiento homogéneo de la mezcla y un buen acabado de la superficie de concreto.

► Muros en concreto

A la par que se desarrolla la construcción de las columnas de concreto, se debe iniciar la construcción de los muros en concreto del foso del ascensor, para ello se utilizan acero de refuerzo de acuerdo con el diseño estructural y formaleta metálica. Una vez terminado el foso en concreto del ascensor, el contratista que instala el ascensor comenzara la instalación de las guías metálicas, para el equipo.

► Vigas y losa de entepiso

Para el armado de las vigas del entepiso del cuarto de equipos, se debe instalar formaleta certificada, con elementos de apoyo, cerchas de unión, y superficies de madera aglomerada sobre la que se dispone el acero de refuerzo, se dejan pases para la tubería de las diferentes redes y se utiliza formaleta recuperable, se debe aplicar a la misma un desmoldante a base de agua, se arma el acero de refuerzo de la losa de entepiso, se dejan pases y tubería de las redes que indique el diseño y se funde en concreto de acuerdo a la resistencia especificada en el diseño, se utiliza vibrador para garantizar el asentamiento homogéneo de la mezcla, una vez fundido el concreto se aplican las recomendaciones

del diseño estructural para garantizar un adecuado proceso de curado del concreto. La superficie de la losa de entepiso debe ser completamente horizontal y no debe presentar problemas de acabado del concreto, sin fisuras ni hormigueros.

► Obras previstas para ingreso de la subestación

En la etapa de construcción se dejará previsto un vano en la losa del nivel 0.00 para ingreso de los equipos que se requieran en la instalación de la subestación, una vez los equipos estén dispuestos en el espacio correspondiente en el sótano, la construcción seguirá con el cierre de este vano

3.2.3.4. Actividades de construcción de la Línea de Transmisión a 115 kV

La conexión subterránea se realizará entre la S/E Nueva calle 1 hasta la SER 2 localizada en la estación 11. Para llevar a cabo la conexión subterránea será necesario el empleo de cajas de empalme y provisionales de paso que permitan un adecuado manejo de los cables conductores y fibra óptica.

Para el proyecto se contemplan diferentes tecnologías de construcción para la instalación de las redes eléctricas a las diferentes Estaciones, en los puntos donde no se realizará zanjas a cielo abierto, el proyecto contempla la tecnología de perforación horizontal dirigida para realizar la conducción de la línea de transmisión subterránea de energía; para la línea de transmisión de la SER-2 se tiene proyectado cuatro tramos por esta tecnología. Los cruces tendrán una longitud estimada de 650 metros, dividida en 4 tramos. A continuación, se puede observar la información para cada uno de ellos.

Tabla 6– Distribución tramos por Tecnología Sector SER-2

Tramo	Cruce No	Longitud Phd	Longitud Trazado	Pk Inicio	Pk Fin	Prof Max	Tecnologia
1			30.00	000+000	030+000	2.50	Cielo Abierto
2	1	217.66	160.00	030+000	190+000	4.20	PHD
3			30.00	190+000	220+000	3.20	Cielo Abierto
4	2	148.09	90.00	220+000	310+000	4.10	PHD
5			30.00	310+000	322+000	2.80	Cielo Abierto
6	3	163.90	126.00	322+000	448+000	3.60	PHD
7			12.00	448+000	460+000	2.60	Cielo Abierto
8			12.00	460+000	472+000	2.60	CAJA DE EMPALME
9			14.00	472+000	486+000	2.80	Cielo Abierto

Tramo	Cruce No	Longitud Phd	Longitud Trazado	Pk Inicio	Pk Fin	Prof Max	Tecnología
10	4	226.63	193.00	486+000	679+000	3.60	PHD
11			23.00	679+00	702+000	2.60	Cielo Abierto

FUENTE: WSP 2022

La perforación horizontal dirigida contará con una instalación de una camisa en tubería PEAD de 630 mm, en la cual se subductará las tuberías, donde se instalarán los cables de potencia y comunicaciones, en tubería de 63 mm que contendrá fibra óptica, y a su alrededor 4 ductos de 200 mm de diámetro cada uno, en material polietileno de alta densidad (PEAD). El túnel en el cual se instalará tendrá un diámetro de 36 pulgadas aproximadamente que corresponde al 150% del diámetro de la camisa a instalar, como se muestra en la Figura 7.

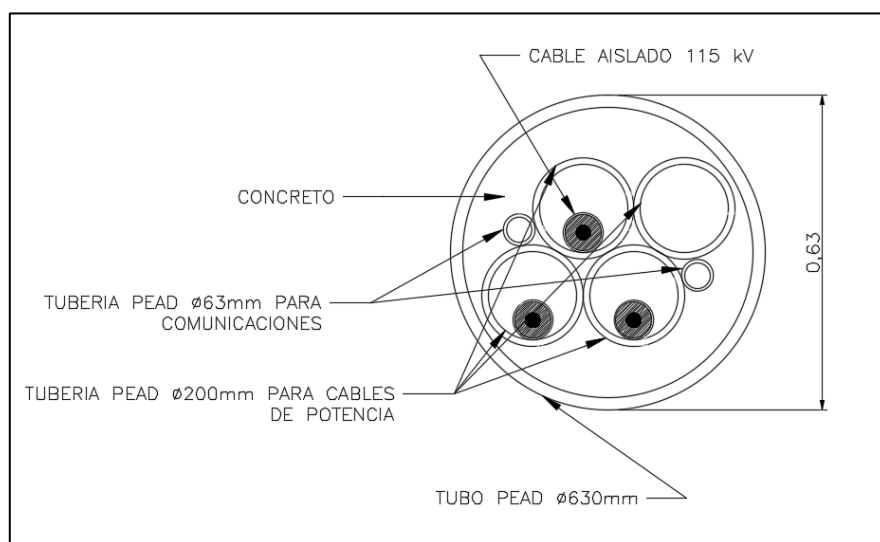


Figura 7 Distribución tuberías tecnología PHD

FUENTE: WSP 2022

► Selección de equipos de perforación y estimación de peso de las lingadas

Teniendo en cuenta las necesidades de instalación de las 6 tuberías dentro de una camisa exterior de 630 mm, dando cumplimiento a las NORMAS de Enel-Codensa; se realiza una estimación del peso de cada una de estas lingadas, con el fin de verificar que la capacidad de los equipos a utilizar para la ejecución de estos cruces sea viable para su construcción y preferiblemente se encuentren en los equipos disponibles en el mercado local.

Teniendo como base las fichas técnicas de las tuberías PEAD (Polietileno de Alta densidad), las cuales tienen la característica de soportar las tensiones requeridas en el proceso de halado de dichas lingadas

y los datos geométricos, como diámetro, RDE (Relación: Diámetro / Espesor), se tienen los siguientes datos:

Tabla 7– Cálculo peso tubería kg/ml

DESCRIPCION	CANT	RDE	ESPESOR (mm)	PESO KG/ML	VR PARCIAL KG/ML
Camisa de 630 mm	1	11	57.2	104.0	104
Tubería 75 mm	2	11	6.8	1.51	3.02
Tubería 200 mm	4	11	18.2	10.50	42.0
TOTAL					149.02

FUENTE: WSP 2022

De acuerdo con los datos de la Tabla 7 cada metro lineal de la configuración de los siete (7) tubos tendrá un peso de 149.02 Kg/ml, teniendo en cuenta la máxima longitud de cruce por la Tecnología de PHD de 193.00 ml, pesaría 28.76 Toneladas, con dicho requerimiento de halado se deberá seleccionar el equipo a usar. Para la instalación de la tubería de 75 mm y 200 mm, dentro de la camisa de 630 mm, se debe tener en cuenta que estos tubos pesan 45.02 kg/ml; en el caso del cruce de mayor longitud sería un peso de dicha lingada de 8.7 Toneladas; el equipo a utilizar para instalar previamente la tubería. Dentro de la camisa deberá tener una capacidad superior a las 10 Toneladas, para garantizar la instalación de dicha tubería.

A continuación, se describen las diferentes características y consideraciones de cada uno de los 4 cruces a ejecutar en el tramo de la Estación SER-2.

► Cruce No 01-SER-2

Este cruce está localizado como se muestra en la Figura 8; el cual inicia en la salida de la Sub-Estación de Enel ubicada sobre la Calle 1 y transcurre hasta llegar a la esquina Occidental de la Avenida Caracas con Calle 1.



Figura 8 Ubicación Cruce No 01-SER-2

FUENTE: GOOGLE EARTH

En este cruce se deberán ubicar los equipos de perforación en la zona aledaña a la Avenida Caracas, con el fin de facilitar la maniobra de ubicación de la lingada en el momento de halar; para evitar la colocación de esta sobre la Av. Caracas; en consecuencia, esta se deberá ubicar sobre la calle 1, en sentido occidente-oriente, como se muestra en la Figura 9.

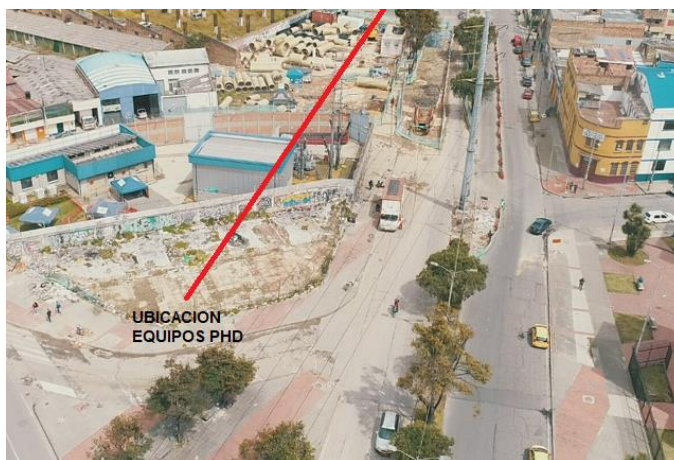


Figura 9 Vista aérea Cruce No 1-SER-2 y ubicación de equipos

FUENTE: WSP 2022

De acuerdo con la disposición de los equipos de perforación la lingada se deberá ubicar como se muestra en la Figura 10, para lo cual EL CONTRATISTA, deberá tramitar ante las autoridades respectivas los permisos para la construcción de la lingada y cierres temporales en el momento del halado de esta.



Figura 10 Vista aérea Fin Cruce No 1-SER-2 y ubicación de la lingada

FUENTE: WSP 2022

En la construcción del cruce No 1-SER-2, se requiere realizar una distancia de perforación mayor que la longitud del trazado, con el fin de contar con distancia suficiente para el ascenso y descenso de la tubería de perforación hasta la superficie del terreno; en dicho tramo encontramos entre otros servicios que interceptan el trazado una tubería de alcantarillado de diámetro 1800 mm, que determina la profundidad máxima en el presente cruce, a continuación en la Tabla 8 se presentan los datos finales del presente cruce y en la Figura 11 la proyección del desarrollo del cruce una vez modelado en el software Atlas Core Planner.

Tabla 8– Datos cruce No 01-SER-2

CRUCE	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	LONG TRAZADO (metros)	LONG (metros)	PHD	PESO LINGADA KG	REQ HALADO TON
No 1 – SER-2	0+030	0+190	160.00	195.00		23843	36.7

FUENTE: WSP 2022

Se realizó la simulación para una perforadora D100x120 II de la Marca Vermeer, que tiene una capacidad de halado de 50 Toneladas, la cual trabajaría en el halado a un 47.7% de su capacidad operativa en óptimas condiciones, el diámetro de las barras de perforación es de 3 1/2" y de 6.10 metros de longitud, el constructor deberá realizar su plan de perforación de acuerdo al equipo seleccionado

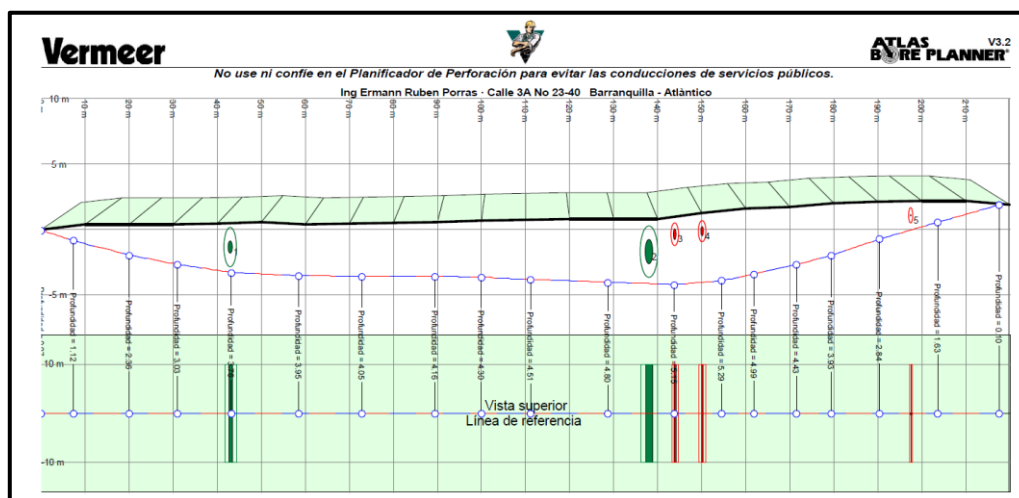


Figura 11 Proyección perforación Cruce No 1-SER-2

FUENTE: WSP 2022

► Cruce No 02-SER-2

Este cruce está localizado como se muestra en la Figura 12; el cual inicia en la futura zona verde esquina Occidental de la Avenida Caracas con Calle 1 y atraviesa la Avenida Caracas hasta llegar a la esquina Oriental de la Avenida Caracas con Calle 1.



Figura 12 Ubicación Cruce No 02-SER-2

FUENTE: GOOGLE EARTH

En este cruce se deberán ubicar los equipos de Perforación en la zona oriental de la Avenida Caracas, con el fin de facilitar la maniobra de ubicación de la lingada en el momento de halar; ya que no se cuenta con espacio para la lingada en el carril sur-norte de la Av Caracas, que tenga el alineamiento de la perforación. Tal como se muestra en la Figura 13.

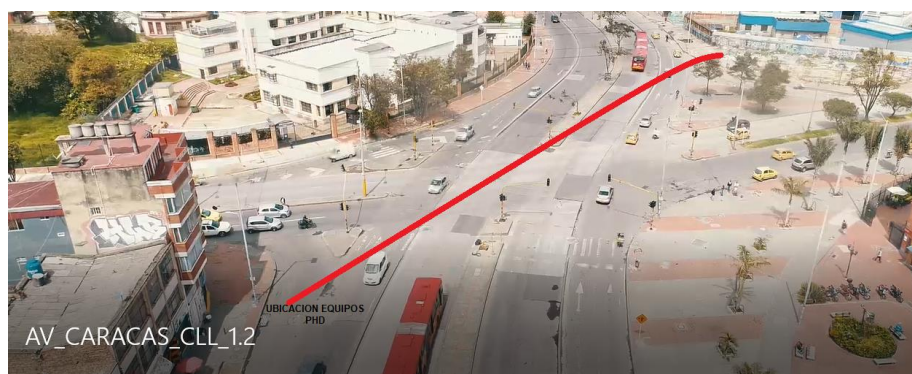


Figura 13 Vista aérea Cruce No 2-SER-2 y ubicación de equipos

FUENTE: WSP 2022

De acuerdo a la disposición de los equipos de perforación la lingada, se deberá ubicar como se muestra en la Figura 14, en la etapa de construcción esta área ya estará disponible, por lo cual no amerita el trámite de permisos adicionales.



Figura 14 Vista aérea Cruce No 2-SER-2 y ubicación de la lingada.

FUENTE: WSP 2022

En la construcción del cruce No 2-SER-2, se requiere realizar una distancia de perforación mayor que la longitud del trazado, con el fin de contar con distancia suficiente para el ascenso y descenso de la tubería de perforación hasta la superficie del terreno; en dicho tramo se encuentra entre otros servicios que interceptan el trazado, una tubería de alcantarillado de diámetro 1200 mm, que determina la profundidad máxima en el presente cruce. En la Tabla 9 se presentan los datos finales del presente

cruce y en la Figura 15 la proyección del desarrollo del cruce, una vez modelado en el software Atlas Core Planner.

Tabla 9– Datos cruce No 01-SER-2

CRUCE	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	LONG TRAZADO (metros)	LONG (metros)	PHD	PESO LINGADA KG	REQ HALADO TON
No 2 – SER-2	0+220	0+310	90.00	148.09		13412	20.6

FUENTE: WSP 2022

Se realizó la simulación para una perforadora D100x120 II de la Marca Vermeer, que tiene una capacidad de halado de 50 Toneladas, la cual trabajaría en el halado a un 26.9% de su capacidad operativa en óptimas condiciones, el diámetro de las barras de perforación es de 3 1/2" y de 6.10 metros de longitud, el constructor deberá realizar su plan de perforación de acuerdo al equipo seleccionado el cual no deberá tener una capacidad de halado inferior a la 25 Toneladas.

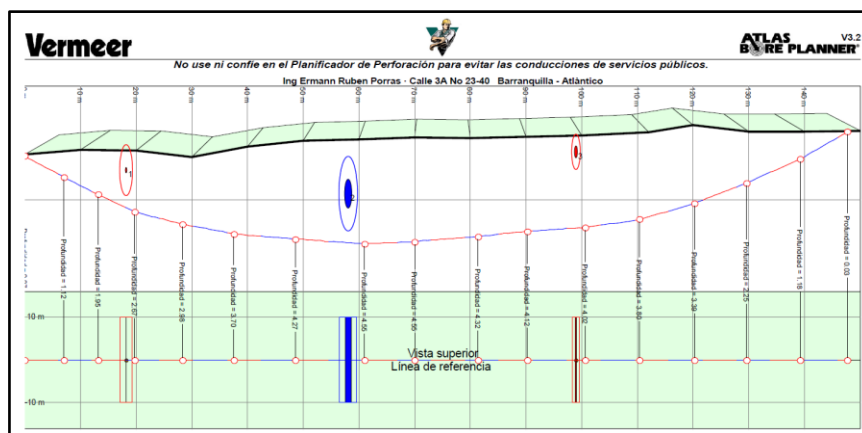


Figura 15 Proyección perforación Cruce No 2-SER-2

FUENTE: WSP 2022

► Cruce No 03-SER-2

Este cruce está localizado como se muestra en la Figura 16; el cual inicia en la esquina Oriental de la Avenida Caracas con Calle 1, transcurre por el carril Sur-norte de la Avenida Caracas hasta llegar al punto cercano donde se construirá la Caja de empalme



Figura 16 Ubicación Cruce No 03-SER-2

FUENTE: GOOGLE EARTH

En este cruce se deberán ubicar los equipos de Perforación en la zona oriental de la Avenida Caracas, con el fin de facilitar la maniobra de ubicación de la lingada en el momento de halar; como se muestra en la Figura 17.



Figura 17 Vista aérea Cruce No 2-SER-2 y ubicación de equipos

FUENTE: WSP 2022

De acuerdo con la disposición de los equipos de perforación la lingada, se deberá ubicar como se muestra en la Figura 18, en la etapa de construcción esta área ya estará disponible por lo cual no amerita el trámite de permisos adicionales.



Figura 18 Vista aérea Cruce No 2-SER-2 y ubicación de equipos

FUENTE: WSP 2022

En la construcción del cruce No 3-SER-2, se requiere realizar una distancia de perforación mayor que la longitud del trazado, con el fin de contar con distancia suficiente para el ascenso y descenso de la tubería de perforación hasta la superficie del terreno; en dicho tramo encontramos varios servicios que interceptan el trazado de dimensiones y profundidades menores, a continuación se presentan los datos finales del presente cruce y en la Figura 19 la proyección del desarrollo del cruce una vez modelado en el software Atlas Core Planner.

Tabla 10– Datos cruce No 03-SER-2

CRUCE	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	LONG TRAZADO (metros)	LONG PHD (metros)	PESO LINGADA KG	REQ HALADO TON
No 3 – SER-2	0+322	0+448	126.00	163.09	18777	28.9

FUENTE: WSP 2022

Se realizó la simulación para una perforadora D100x120 II de la Marca Vermeer, que tiene una capacidad de halado de 50 Toneladas, la cual trabajaría en el halado a un 37.5% de su capacidad operativa en óptimas condiciones, el diámetro de las barras de perforación es de 3 1/2" y de 6.10 metros de longitud, el constructor deberá realizar su plan de perforación de acuerdo al equipo seleccionado el cual no deberá tener una capacidad de halado inferior a la 30 Toneladas.

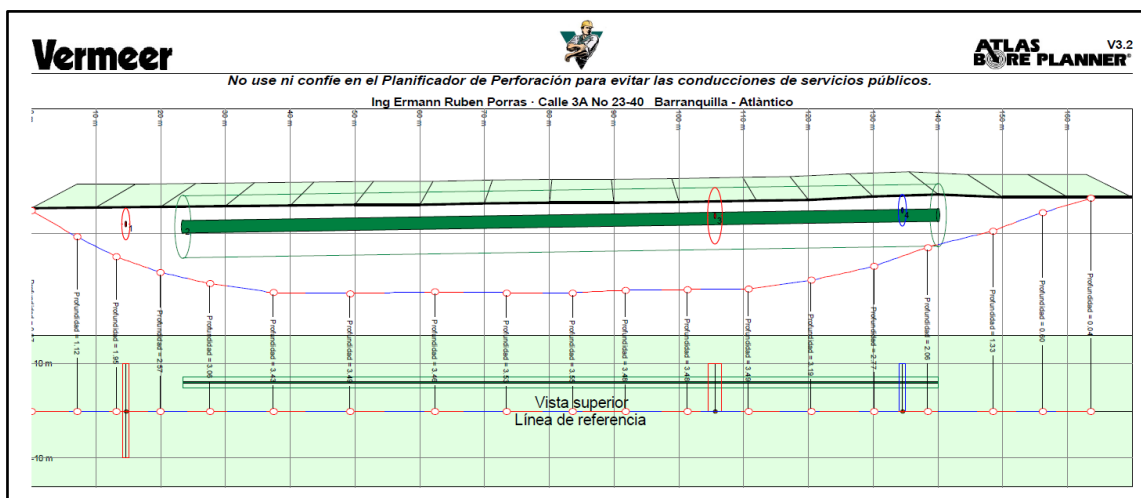


Figura 19 Proyección perforación Cruce No 3-SER-2

FUENTE: WSP 2022

► Cruce No 04-SER-2

Este cruce está localizado como se muestra en la Figura 20; el cual inicia en el carril Norte Sur de la Avenida Caracas y transcurre por este hasta llegar al punto cercano donde se construirá la estación SER-2.

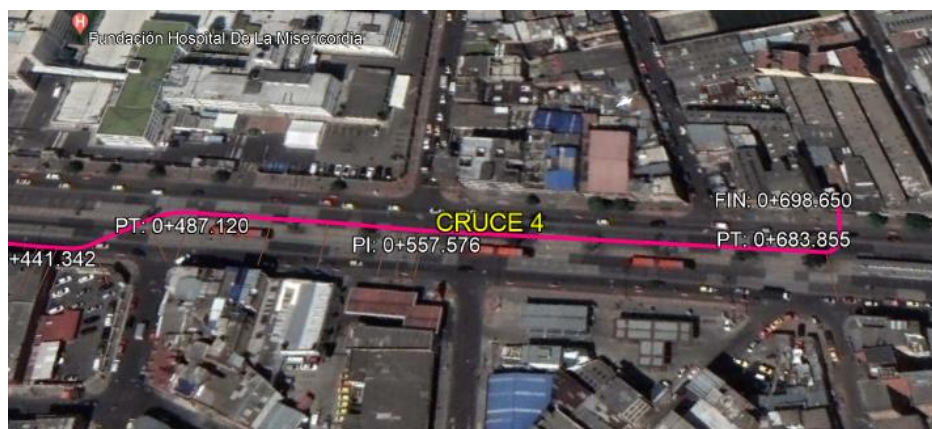


Figura 20 Ubicación Cruce No 04-SER-2

FUENTE: GOOGLE EARTH

En este cruce se deberán ubicar los equipos de Perforación en la zona occidental de la Avenida Caracas, con el fin de facilitar la maniobra de ubicación de la lingada en el momento de halar; como se muestra en la Figura 21.



Figura 21 Vista aérea Cruce No 4-SER-2 y ubicación de equipos

FUENTE: WSP 2022

De acuerdo con la disposición de los equipos de perforación la lingada se deberá ubicar como se muestra en la Figura 22, en la etapa de construcción esta área ya estará disponible por lo cual no amerita el trámite de permisos adicionales.

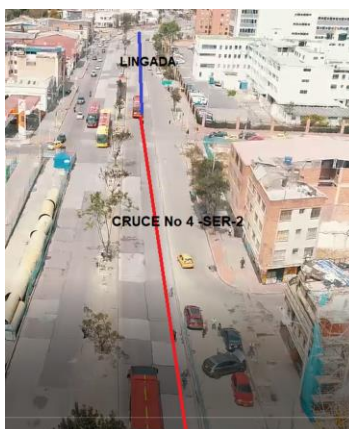


Figura 22 Vista aérea Cruce No 3-SER-2 y ubicación de la lingada

FUENTE: WSP 2022

En la construcción del cruce No 4-SER-2, se requiere realizar una distancia de perforación mayor que la longitud del trazado, con el fin de contar con distancia suficiente para el ascenso y descenso de la tubería de perforación hasta la superficie del terreno; en dicho tramo encontramos varios servicios que interceptan el trazado de dimensiones y profundidades menores, a continuación en la

Tabla 11 se presentan los datos finales del presente cruce y en la Figura 23 la proyección del desarrollo del cruce una vez modelado en el software Atlas Core Planner.

Tabla 11– Datos cruce No 04-SER-2

CRUCE	ABSCISA INICIAL	ABSCISA FINAL	LONG TRAZADO (metros)	LONG PHD (metros)	PESO LINGADA KG	REQ HALADO TON
No 4 – SER-2	0+486	0+679	193.00	226.63	28760	44.2

FUENTE: WSP 2022

Se realizó la simulación para una perforadora D100x120 II de la Marca Vermeer, que tiene una capacidad de halado de 50 Toneladas, la cual trabajaría en el halado a un 57.5% de su capacidad operativa en óptimas condiciones, el diámetro de las barras de perforación es de 3 1/2" y de 6.10 metros de longitud, el constructor deberá realizar su plan de perforación de acuerdo al equipo seleccionado el cual no deberá tener una capacidad de halado inferior a la 50 Toneladas.

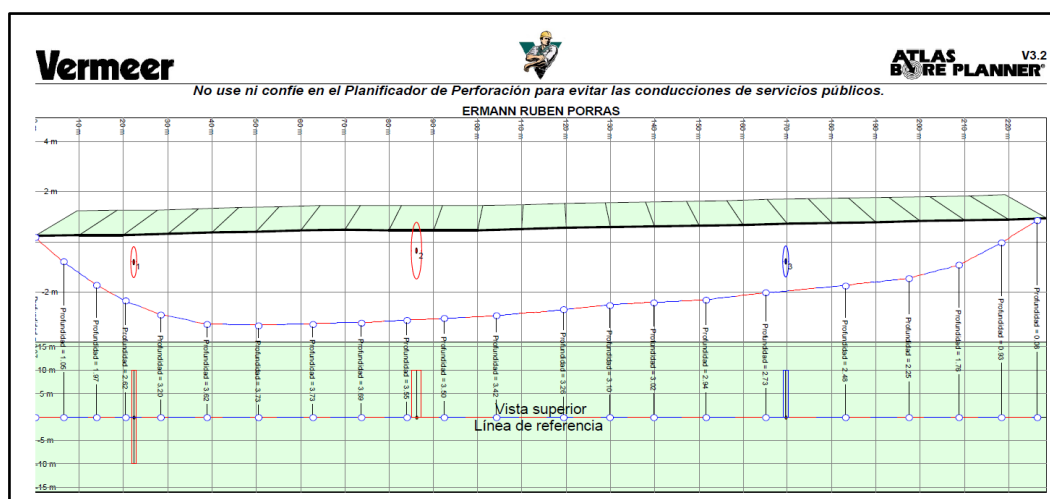


Figura 23 Proyección perforación Cruce No 4-SER-2

FUENTE: WSP 2022

► Validación de Diseños

Esta actividad deberá realizar la validación del diseño de cada uno de los cruces con los datos del equipo seleccionado para cada uno de los cruces, teniendo en cuenta que la capacidad de la máquina sea la requerida para cada uno de los cruces a realizar, siempre que su capacidad de halado exceda en un 30% la fuerza requerida para instalar las lingadas.

Este análisis se debe hacer teniendo como base que se realizará la instalación del conjunto de las tuberías donde se instalaron los conductores, fibra óptica y reserva, además la camisa exterior de 630 mm simultáneamente.

Se deberá en el diseño detallado determinar las longitudes reales de los cruces de carretera principal, así como, el diámetro del túnel perforado para colocar la tubería, permitiendo que cuando la tubería sea empujada ésta corra fácilmente sin atascamientos que puedan dañar el revestimiento.

Se deberá tener en cuenta que, si se tienen líneas en operación existentes que vayan paralelas a la vía a cruzar y éstas quedan ubicadas dentro de la longitud del trazado, deberá extremar los cuidados durante la instalación de la tubería con el fin de prevenir daños en estas líneas en operación.

Previo al inicio de la construcción se deberá realizar la verificación de todas las interferías existentes y proyectadas planteadas en el diseño, esto incluye redes eléctricas, telemáticas, infraestructura de acueducto y alcantarillado, redes de gas, etc. garantizando la identificación y localización total de estas, con fin de realizar los respectivos ajustes al trazado en caso de que sea necesario.

Los trabajos no consideran interrupción de los servicios públicos (energía, teléfono, acueducto, alcantarillado), en caso tal de sucesos imprevistos con estos, se deberá coordinar y colaborar con las entidades encargadas de la operación de tales servicios, para que las interrupciones sean mínimas y el servicio afectado sea restablecido en el menor tiempo posible.

Se protegerá el pavimento en los puntos de apoyo de la retroexcavadora o cualquier otra maquinaria pesada en caso de que se utilicen, en las áreas aledañas requeridas por fuera de la construcción del METRO de Bogotá, para la preparación de las lingadas de tubería y posicionamiento previo al halado de estas. Se prohíbe el tránsito del equipo pesado con oruga por la vía sin las protecciones debidas en las zonas que están por fuera del área de construcción del METRO de Bogotá.

Se realizará la reconstrucción de las estructuras del pavimento y las obras de arte que resulten deterioradas durante la preparación de las lingadas tales como: Cunetas, alcantarillas, andenes, bordillos, etc., y en general cualquier otro tipo de estructura que pueda haberse afectado a causa de las obras realizadas, las cuales serán reparadas y deberán quedar por lo menos en las condiciones que se encontraban antes de la iniciación de los trabajos, empleando materiales de buena calidad, iguales o superiores a los encontrados. Se deberá dejar registros fotográficos de las obras en su estado inicial (estado en que se encontraban antes de intervenir el área) y después de reparadas o de realizar el cruce.

► Localización de Replanteo

Para la localización y replanteo de la línea definitiva, se realizará todo el levantamiento topográfico que contemplará lo siguiente:

1. Levantamiento de planimetría y altimetría del eje y corredor de la línea.
2. Replantar y marcar los puntos de interés de la línea.

3. Elaboración del informe topográfico del levantamiento
4. Cálculo y chequeo de los amarres respectivos que se hicieron
5. Carteras topográficas
6. Georreferenciación de puntos topográficos

El levantamiento se realizará con personal que tenga experiencia amplia y suficiente (Ingeniero topográfico o topógrafo con licencia profesional vigente) certificando experiencia en proyectos lineales.

Para el levantamiento topográfico se determinará el sistema de coordenadas en que requieren la información producto de todo el levantamiento topográfico.

► Detección de Servicios Públicos Existentes

Para la detección de las redes existentes, se realizará el levantamiento de redes subterráneas, previo al inicio de actividades de excavación, deberá confirmar la ubicación y profundidad de las redes de otros servicios existentes en la zona de emplazamiento de la línea (energía, gas, agua, telecomunicaciones, etc.).

El levantamiento contemplará lo siguiente:

1. Dirección y pendiente de la red existente: Para cada red se deberá tomar al menos dos puntos, de tal manera que se pueda identificar la dirección y pendiente de la misma, en cada punto de cruce con la nueva línea de transmisión.
2. Diámetro de la tubería.
3. Georreferenciación de la red existente.
4. Procesamiento de los datos del levantamiento.
5. Elaboración del informe topográfico del levantamiento

► Instalaciones Provisionales

Se dispondrá de las instalaciones necesarias que le permitan ejecutar la construcción de la línea, los cruces por perforación horizontal dirigida, las cuales deben contar con mínimo los siguientes servicios:

1. Servicio de energía.
2. Servicio de comunicaciones
3. Servicio de agua potable
4. Servicio de internet

5. Contenedores si es el caso

Se tendrá cerca de los trabajos, oficinas adecuadas para la buena dirección y administración de la obra, se dispondrá también de las bodegas necesarias para el almacenamiento y clasificación de los materiales y para los equipos, herramientas, repuestos y demás elementos del proyecto.

De igual manera, construirá o adaptará y hará mantenimiento de todos los campamentos e instalaciones temporales, incluyendo las necesarias para el suministro de agua potable, protección contra incendio, redes eléctricas, servicios médicos, sanidad, seguridad del público, etc., donde éstas se requieran.

Una vez terminados los trabajos se desmontará las instalaciones provisionales y entregar al propietario, tales áreas en perfecto estado.

► Mantenimiento de las zonas

Se construirá las obras civiles de drenaje y protección necesarias y ejecutar el mantenimiento y la limpieza a satisfacción del supervisor, para conservar tanto los accesos como las obras provisionales, en estado adecuado para su utilización.

Al finalizar la obra, se removerá los campamentos e instalaciones provisionales, se retirará y dispondrá los escombros, todo tipo de residuos sólidos (carretes, concreto, entre otros) y residuos líquidos, en los sitios autorizados por la Autoridad Ambiental y otros elementos o materiales de desecho, todos los lugares utilizados en desarrollo de los trabajos.

► Personal y Equipo

Se dispondrá del personal necesario, aplicará los procedimientos técnicos, ambientales, prediales, arqueológicos, de seguridad industrial y el equipo necesario, para la correcta ejecución de los trabajos de construcción de la línea.

Para todos los equipos de seguimiento y medición se tendrá registro de los certificados de calibración. En el certificado de calibración será claramente identificado: el equipo calibrado, la vigencia de la calibración, el ente que realizó la calibración, datos del patrón empleado en la calibración, trazabilidad, norma / procedimiento utilizado, condiciones ambientales al momento de la calibración, incertidumbre en la medición y los datos obtenidos durante la calibración.

► Inducción y Verificación de Herramientas y Equipos de Seguridad

Antes del inicio de las actividades el personal de Salud Ocupacional del contratista realizará una inducción en prevención de riesgos a todos los trabajadores de la empresa contratista que vayan a participar y posteriormente se verificará el estado de los elementos de protección personal, herramientas, equipos de seguridad, vehículos y documentos de afiliación al sistema de seguridad integral

► Demoliciones

Esta actividad consiste en la demarcación del área a remover y posterior demolición ya sea concreto hidráulico, asfáltico o articulado respetando las dimensiones señaladas en los planos.

Respecto con la zona adyacente, se aislará de los trabajos del área establecida la cual buscará minimizar daños durante el desarrollo de la actividad. Este ítem contempla la demolición cargue y descargue de los residuos generados el procedimiento los cuales se dispondrán en un botadero o zona que tenga permiso o certificado de disposición de residuos establecidos por parte de la alcaldía de la ciudad.

Los materiales resultantes de la demolición podrán ser reutilizados para otras actividades como es el caso de los rellenos u otra, siempre y cuando se tenga una base sólida en la misma.

Se podrá utilizar equipos eléctricos, manuales o maquinaria para el desarrollo de la actividad, no se hará el uso de explosivos.

Se realizará el cerramiento con polisombra y/u otro mecanismo para velar por la zona a intervenir como también considerar el uso de agua para mitigar el levantamiento de material particulado, realizar socializaciones con la comunidad afectada, establecer horarios de trabajos acordes con los tiempos del cronograma, etc.

Se tendrá un plan de medidas de seguridad y salud en el trabajo previamente aprobado para el inicio de la actividad.

Se realizarán todas las obras necesarias para conformar los sistemas temporales de drenaje superficial y suministrar, instalar, mantener y operar todo el equipo de bombeo, así como los elementos necesarios para desaguar las distintas partes de la obra, para mantener las fundaciones libres de agua en la medida en que se requiera para construir cada parte de la obra.

Se contarán con señales y luces que den aviso de las actividades que se están ejecutando, igualmente se dispondrá de un PMT (plan de manejo de tránsito) que permita la transitabilidad.

Para acaecer las obras, y de acuerdo con los corredores seleccionado por donde pasará el proyecto se tendrá los respectivos permisos de intervención de los espacios públicos, ya sea del orden distrital, regional o nacional.

► Excavaciones de Zanjas

Este ítem consiste en el conjunto de actividades de excavar, remover, cargue interno y externo y disponer los residuos y/o desechos provenientes de esta actividad. Las excavaciones en zanja para la línea se deberán hacer en manera simultánea con la excavación para las cimentaciones de las pilas del viaducto.

Antes de iniciar la actividad, se revisarán planos aprobados de diseño conforme al alineamiento, detallando pendientes, dimensiones y otros detalles objeto del diseño. Respecto con la información del

levantamiento de redes y otras estructuras subterráneas evidenciadas con el estudio geofísico y de tecnología no invasiva, se deberá revisar los planos de detalle para validar la ubicación precisa y evitar afectaciones a ellos.

Para el desarrollo de esta actividad se considerará previamente los siguientes aspectos:

1. Tener los planos de diseños finales y actualizados respecto con los cortes de vías y reposición de rasante.
2. Contar con un plan de manejo de aguas pluviales y nivel freático para el inicio de esta actividad el cual deberá estar aprobado por la INTERVENTORIA.
3. Tener planos topográficos de localización y replanteo finales aprobados.
4. Respetar los anchos y profundidades establecidas en los planos de diseño.
5. En caso de tener profundidades mayores a 1.5m considerar los criterios de trabajos en alturas.
6. Dependiendo del tipo de material encontrado y las condiciones de tiempo atmosférico prever la utilización de entibados y tabla estacados. El uso del entibado de madera se limitará a suelos en donde por su capacidad y ángulos de reposo lo permitan. La presencia de nivel freático a profundidades mayores de 0.70 m determinará el uso del entibado metálico, así como para profundidades mayores de 2.00 metros.

Las excavaciones se realizarán de acuerdo con el tipo de suelo encontrado o de acuerdo con los análisis de los estudios de suelos. Es de considerar y garantizar la estabilidad de la infraestructura aledaña existente.

Las excavaciones se podrán realizar de manera manual y/o maquinaria (retroexcavadora, retrocargador, compresor, martillo eléctrico, entre otras).

El fondo de cada una de las zanjas se apisonará y nivelará cuidadosamente. Además, se tomarán las precauciones necesarias para el manejo adecuado de las aguas subterráneas y aguas pluviales.

Durante las excavaciones se identificarán redes subterráneas existentes, las cuales serán evidenciadas en los planos planta perfil elaborados durante la detección de redes existente.

Las redes evidenciadas en planos y diseños quedarán en las mismas condiciones en que se encontraron.

► Disposición de Material Sobrante

Respecto con el material extraído de las excavaciones será utilizado para los rellenos de acuerdo con las zonas a cubrir. Cuando no se disponga de forma inmediata, se dispondrá temporalmente en una ubicación conveniente para su posterior uso. Este material será cubierto para evitar que su contenido de saturación aumente.

El material sobrante de la excavación que no se utilice será transportado y depositado en sitios autorizados por la alcaldía u otra entidad distrital a cargo de este procedimiento. Las zonas de acopio o desecho serán dejadas en condiciones aceptables de drenaje y nivelación, así como también garantizando la estabilidad de la zona donde se dispongan estos materiales de desecho.

► Rellenos

Una vez de realizada la instalación de ductos y las placas de concreto de los ductos se procederá con el lleno del material seleccionado del sitio donde se realizó la actividad previa de excavación.

Las disposiciones generales para los rellenos se considerarán como las bases granulares, subbase granular, arenilla y material seleccionado.

Los rellenos de la línea de transmisión se harán simultáneamente con los de las pilas del viaducto adyacentes, de tal manera que se ejecute una sola actividad.

La disposición de los rellenos considerará las siguientes características

Los materiales cumplirán con las normas vigentes, deberán ser agregados duros, durables sin materia orgánica y libre de agentes químicos.

El material de relleno cumplirá con lo establecido en el INVIAS respecto con la procedencia y clasificación del material. Los materiales deben ser extraídos de canteras certificadas y con licencia ambiental.

Los agregados acopiados en la zona del proyecto serán cubiertos con plásticos para evitar contaminación de este y saturación, adicionalmente estarán distribuidos o separados de donde se extraiga con el fin de no afectar su granulometría.

Con el fin de evitar segregaciones el transporte del material se realizará de manera cuidadosa con el fin de mantener al máximo la naturalidad del mismo.

Para la compactación de los rellenos este se realizará por capas no mayores a 0.15m de espesor y se podrán utilizar medios mecánicos o manuales. Para la correcta compactación se tendrá en cuenta la humedad adecuada. La compactación se suspenderá cuando esta no presente más reducción de volumen. Los controles de calidad se realizarán con el fin de obtener un contenido de humedad ideal y un número de repeticiones que garanticen un Proctor modificado del 95%.

Es preciso relacionar que durante la compactación se tendrá un plan de mitigación en el caso de que los ductos o placas de concreto de la línea misma o aledaños sufran algún daño. Los rellenos terminarán en el nivel de inicio de la capa de concreto que conforman el andén o calzada correspondiente.

► Transportes

Este ítem contempla todo lo relacionado con el movimiento interno y externo de los materiales, los cuales deberán estar considerados dentro del presupuesto del proyecto.

El transporte interno corresponde a los desplazamientos de todo lo relacionado en la obra y los equipos que la desarrollaran.

El transporte externo contempla el desplazamiento de los insumos en vehículos apropiados y que cuenten con toda la documentación necesaria solicitadas por las autoridades de tránsito.

► Distancias de Seguridad

Los ductos y cables subterráneos, cualquiera que sea su forma de instalación deberán cumplir las condiciones y distancias mínimas de proximidad. No se podrá canalizar paralelamente por encima o por debajo de otras instalaciones.

Para las redes tales como líneas de baja tensión, media tensión, comunicaciones, alcantarillado, agua y gas se deberá respetar una distancia mínima de 40cm entre sí. En el caso que no se respete esta distancia se podrán separar las instalaciones a través de hileras ya sea en concreto o ladrillo con un espesor de por lo menos 5cm para evitar el arco eléctrico y que resista el fuego.

En el caso de los cables telefónicos y según se acuerde con las compañías de telecomunicaciones solo se podrán realizar paralelismo en distancias no mayores a 500m., en el caso que sea distancias mayores en paralelo se deberá disponer de pantalla electromagnética.

► Cruces

Al igual que para los paralelismos, en los cruces con redes tales como líneas de baja tensión, media tensión, comunicaciones, alcantarillado, agua y gas se deberá respetar una distancia mínima de 40cm entre sí. En el caso que no se respete esta distancia se podrán separar las instalaciones a través de hileras ya sea en concreto o ladrillo con un espesor de por lo menos 5cm para evitar el arco eléctrico y que resista fuego.

Dentro de las consideraciones de cruces se contemplarán las siguientes distancias mínimas:

1. Para las líneas de baja, media y alta tensión, así como para las redes de comunicaciones, alcantarillado y agua se deberá respetar una distancia mínima de 40cm.
2. Para las tuberías de gas con diámetros menores a 12" se tendrán que respetar distancias mínimas de 50cm

► Cajas de Empalme

Respecto con los diseños de la ingeniería de detalle se tiene previsto construir cajas de empalme según las distancias y separaciones de una a otra las cuales estarán detalladas en los planos de taller finales.

La ubicación dependerá de las condiciones de las instalaciones o redes existentes y/o cruces especiales por perforaciones horizontales dirigidas.

Las cajas de empalmes se construirán en concreto reforzado de 28 MPa, impermeabilizado con muros perimetrales. Las dimensiones de la cimentación para las cajas se establecerán en los planos finales del diseño considerando las características propias del suelo resultantes de la exploración de este.

Las cajas deberán prever las adecuaciones necesarias para facilitar las labores futuras de empalmes de cables de potencia, así como de mantenimiento futuro, garantizando la hermeticidad de estas y disposiciones para instalar cubiertas provisionales para la actividad de empalme de cables.

► Conformación Concreto de Banco de Ductos

Este ítem contempla la conformación de los bancos de ductos en concreto simple. Dentro de las características de los bancos de ductos se describen sus particularidades.

1. El banco de ductos en concreto simple.
2. Dentro del banco de ductos a utilizar en el concreto simple se considera que la resistividad térmica es inferior a 1.00K-M/W que corresponde a una condición óptima.
3. En la base del banco de ductos se contemplará la colocación de arena en su base para que sirva de aislante térmico y en su parte superior deberá emplear colorantes de acuerdo a los planos como medida de seguridad para excavaciones futuros, seleccionado productos que no afecten la calidad del concreto instalado.
4. Los ductos deberán estar claramente posicionados
5. Se deberá instalar una cinta roja de precaución en la distancia establecida en los planos de detalle con la información especificada, en los tramos de instalación por el método de zanja a cielo abierto, excavación mecánica o manual de acuerdo a las facilidades constructivas.
6. El concreto simple que se instalará en la camisa de los cruces perforados deberá garantizar la fluidez necesaria para llegar en toda la longitud de cada uno de los tramos instalados.
7. El CONTRATISTA presentará un procedimiento específico para la instalación del concreto en los cruces perforados, donde indique los puntos de inyección, el tipo de aditamento en el extremo y las medidas de control para garantizar el lleno total; dicha actividad se realizará posterior a la limpieza interna de los ductos, el paso de la sonda e instalación de facilidades

requeridas para el halado final del cable de potencia y demás cables del proyecto (Fibra óptica, tierra, etc).

8. Respecto con las dimensiones de los bancos de ductos, en los planos de diseños se encuentran las medidas y posición de los ductos.

► Ejecución Cruces por PHD

Este sistema se realiza en aquellas zonas en la que se dificulta la realización de zanjas abiertas como, por ejemplo, para evitar afectar la movilidad o atravesar obstrucciones tales como redes existentes, cuerpos de agua, entre otros.

Para las instalaciones con PHD el banco de ductos está dado por tubos en Polietileno de Alta Densidad (PEAD o HPDE siglas en inglés), el diámetro del túnel que genere la máquina deberá ser por lo menos de 36 pulgadas, esta perforación corresponde a 1.5 veces el diámetro del banco de ductos.

El trazado de la perforación puede ser recto o gradualmente curvado, y la dirección de la cabeza perforadora puede ajustarse en cualquier momento durante la realización de la perforación piloto para esquivar obstáculos y seguir el trazado previsto. Con lo anterior, se deberá validar mediante tecnologías no invasivas la presencia de redes o infraestructura subterránea, por lo que podrán utilizarse geo-instrumentos, visualización y/o nichos de investigación considerando que, si se presenta algún daño o reparación a esta infraestructura.

Dentro de las actividades del proyecto metro como lo son las fundaciones para las pilas, se recomienda ejecutar la perforación horizontal dirigida después de que se realice la construcción de los pilotes para evitar daños en los bancos de ductos.

Las actividades principales para ejecutar dentro del alcance de la instalación por esta tecnología se encuentran las siguientes:

1. Perforación Piloto
2. Ensanchamientos.
3. Limpieza del túnel.
4. Halado de la lingada.
5. Construcción lingada en tuberías PEAD.
6. Empalmes entre PHDs consecutivas y con los tramos de Zanja a cielo abierto.

► Perforación Piloto

Una vez reciba la aprobación de cada uno de los diseños de los cruces subterráneos, en los cuales se debe definir el trazado definitivo del eje de la tubería a instalar, el tipo de lodos de perforación y los aditivos y se ubiquen los equipos de perforación en los sitios respectivos de inicio, se podrá dar inicio a la perforación del hueco piloto, teniendo en cuenta las especificaciones que se señalan a continuación:

Se deberá adelantar las actividades para la perforación del hueco piloto del cruce de acuerdo con el perfil de diseño aprobado para construcción.

Se deberá suministrar el personal especializado y todas las maquinarias, equipos y/o herramientas requeridas para realizar la perforación dirigida del hueco piloto y presentará para aprobación, con una antelación de diez (10) días calendario al inicio de los trabajos de perforación, el procedimiento que aplicará, incluyendo como mínimo lo siguiente aspectos:

1. La descripción del tipo de equipo de perforación dirigida, incluido el sistema de posicionamiento que utilizará para conocer la posición de la cabeza de perforación.
2. El tipo y diámetro de las tuberías de perforación.
3. Las especificaciones de los escariadores.
4. El fluido de perforación que se utilizará, incluido el proceso de circulación y tratamiento de los fluidos líquidos y de los cortes de material transportados.
5. El método de verificación de la profundidad del hueco piloto y los protocolos de perforación, que contendrán los datos sobre cada uno de los pasos realizados para la perforación del hueco piloto.
6. El rendimiento de perforación esperada en metros lineales por día.
7. Los registros de perforación, los cuales deberán contener como mínimo el número de barra, las correcciones realizadas, inclinación, profundidad, así como, datos adicionales tales como: dureza del suelo, comportamiento de la fluidez de los lodos y tonalidad, entre otros.

Se deberá presentar los certificados de calibración de la sonda que será empleada durante los trabajos de perforación del hueco piloto utilizando un receptor adecuado para verificar que los valores de medición se encuentran dentro de los parámetros definidos por el fabricante del equipo, la vigencia de dichos certificados no podrá ser superior de un (1) mes a la fecha de inicio del proyecto.

Previo a la iniciación de la perforación piloto deberá confirmar la localización a través de los medios que considere necesarios (Georadar, inspección cajas de empalme, etc), de los servicios que interceptan el

trazado que están referenciados en la ingeniería entregada y los que se evidencien nuevos que hubiesen sido instalados con posterioridad a la elaboración de la Ingeniería.

Se deberá suministrar para revisión los registros parciales del monitoreo constante del hueco piloto durante la perforación dirigida, los cuales serán graficados al menos cada 10 metros de avance de la perforación y deberán contener como mínimo los valores de las coordenadas (x,y,z) indicando el posicionamiento de la cabeza de perforación.

La perforación del hueco piloto se entenderá como aceptada cuando la herramienta de perforación empleada llegue al punto de salida en el (Pipe Site) y valide y apruebe los resultados del perfil de perforación con base en los registros gráficos finales entregados, las desviaciones generadas serán validadas para aceptar la continuación de la ampliación, con el fin de revisar la incidencia de dichas variaciones con los requerimientos para halado del cable.

La aceptación no releva de su responsabilidad si no resultare exitosa o conveniente para los trabajos, ni esto acarreará mayores costos.

Se deberá presentar durante la apertura del hueco piloto, como mínimo, por lo menos los siguientes reportes para aprobación:

1. De avance diario de los trabajos
2. De inserción de la herramienta
3. De monitoreo de lodos de perforación, entre otros.

► Ensanchamientos

Se deberá realizar el proceso de ensanchamiento del hueco piloto requerido para la instalación de las tuberías, una vez reciba la aceptación de los resultados de la perforación del hueco piloto.

Se deberá ensanchar el hueco piloto hasta el diámetro requerido para facilitar la instalación de la camisa de 630 mm, sin que en el momento de instalación se ocasionen daños en la geometría de la tubería y no colapse la perforación ejecutada. El diámetro final de la ampliación no deberá ser menos de 945 mm, que corresponden a 1.5 veces el diámetro de la camisa a instalar.

Se deberá proveer todos los equipos y herramientas reamers y tuberías en los diámetros progresivos con base en la geología del terreno, la geometría del cruce, el diámetro de la camisa a instalar y demás condiciones necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Se será responsable por el proceso continuo de inyección de los lodos de perforación, garantizando el suministro del volumen de bombeo de lodos requeridos acorde con el diseño del sistema de ensanchamiento de la perforación, consignado en el procedimiento previamente enviado para aprobación.

Se deberá presentar para aprobación el diseño del sistema empleado para la inyección, retorno y recirculación de los fluidos de perforación, así como, para el manejo de los cortes de material (ripio), los cuales serán monitoreados constantemente mediante la determinación de los porcentajes de cortes de material transportados.

Se deberá presentar para revisión el resultado de los porcentajes de (ripio) corte de material y la determinación de las ratas de penetración, las características del lodo y las ratas de bombeo de los mismos.

Se será responsable por la calidad y eficiencia en la aplicación de los fluidos de perforación, así como, por el tratamiento para el manejo de los desechos líquidos y sólidos, después de pasar por el sistema de control de sólidos, de acuerdo con las recomendaciones del Plan de Manejo Ambiental del Proyecto.

Se deberá tomar todas las precauciones necesarias durante la actividad de ensanchamiento del hueco piloto, ya que cualquier problema de atascamiento de los elementos de perforación o de los reamers en el ensanchamiento será responsabilidad de EL CONTRATISTA, sin que este hecho genere sobrecostos para EL CLIENTE ni sobrecostos por stand by de los equipos perforadores en caso de que se presente una falla durante las labores de ensanchamiento del hueco piloto, deberá contar con la cantidad de repuestos en stock, que garanticen la continuidad de los trabajos a realizar; se revisará que de cada uno de los diámetros a ampliar se cuente en obra mínimo con dos reamers.

Se deberá presentar durante el ensanchamiento del hueco piloto, como mínimo, por lo menos los siguientes reportes para aprobación:

1. De avance diario de los trabajos de ensanche de la perforación
2. De inserción de la herramienta
3. De monitoreo de lodos de perforación, entre otros

La aceptación no releva de su responsabilidad si no resultare exitosa o conveniente para los trabajos, ni esto acarreará mayores costos.

Se deberá suministrar todos los insumos y aditivos requeridos para la preparación de los fluidos de perforación que se utilizarán tanto en las labores de perforación del hueco piloto, como en el ensanchamiento y en la instalación de la tubería de conducción; incluido el transporte, almacenamiento y preparación en los sitios de las obras. En caso de requerirse la importación de insumos y aditivos especiales para la preparación de dichos fluidos, EL CONTRATISTA será responsable por obtener todos los permisos y pagar todos los impuestos que corresponda, sin que este hecho represente pagos adicionales o plazos en los tiempos de ejecución.

Se deberá realizar el correcto almacenamiento de los insumos y aditivos requeridos para la preparación de los fluidos de perforación de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del producto. No se aceptará el uso de productos vencidos o que sufran alteraciones durante el tiempo de almacenamiento.

Todos los sobrecostos que se generen durante la actividad de perforación por el uso inadecuado de los productos en la preparación de los fluidos de perforación serán por cuenta y riesgo de EL CONTRATISTA, sin que este hecho represente retrasos en los tiempos de ejecución pactados.

EL CONTRATISTA deberá suministrar el lodo de perforación y los aditivos que requiera para la preparación de los fluidos de perforación y presentará para aprobación de LA INTERVENTORÍA el procedimiento de preparación de los fluidos de perforación con una antelación de diez (10) días calendarios antes del inicio de esta actividad.

El procedimiento de preparación de los fluidos de perforación deberá contener como mínimo la siguiente información, la cual debe estar acorde al tipo de suelo existente en la zona de trabajo:

1. El tipo de lodo que se empleará y los aditivos, anexando al procedimiento las hojas técnicas de los productos.
2. El diseño de las mezclas y dosificación de los lodos y aditivos, teniendo en cuenta el tipo de suelo a perforar y las condiciones que se vayan encontrando en el sitio a medida que avanza la perforación.
3. El origen y calidad del agua utilizada para la preparación de los fluidos, la cual será suministrada por cuenta y riesgo de EL CONTRATISTA.
4. Las actividades que realizará el CONTRATISTA para la disposición de los lodos resultantes posterior a la evacuación del material de corte de la perforación.

Todos los costos de las pruebas de calidad requeridas para la preparación de las mezclas de los lodos de perforación y aditivos serán por cuenta y riesgo de EL CONTRATISTA.

Se deberá tener en cuenta al momento de seleccionar el lodo de perforación que éste deberá cumplir con las siguientes funciones básicas:

1. Trasladar los recortes afuera del túnel.
2. Limpiar y refrigerar las herramientas.
3. Formar una capa de filtrado estable que selle la pared del túnel y evite el derrumbe de las paredes.
4. Lubricar las herramientas y el ducto, reduciendo la fricción con la pared del túnel.
5. No debe afectar la salud de las personas ni al medio ambiente.

Se deberá suministrar el agua requerida para la preparación de los fluidos de perforación, realizará las pruebas de calidad del agua que se empleará para la preparación de los fluidos y lo presentará para aprobación de LA INTERVENTORÍA; todos los costos de las pruebas de calidad del agua suministrada serán por su cuenta y riesgo.

Se deberá contar con personal especializado para la preparación de los fluidos de perforación y para el monitoreo de los líquidos de perforación antes, durante y después de la ejecución de los trabajos, con el fin de verificar que no existe contaminación alguna en los puntos de vertimiento y disposición de los residuos, de acuerdo con lo indicado en el procedimiento entregado inicialmente el cual debe estar acorde a los lineamientos ambientales del proyecto.

Se deberá monitorear los lodos de perforación constantemente para medir como mínimo los siguientes parámetros: Densidad, viscosidad, pH, filtración y porcentaje de sólidos y deberá verificar que éstos están dentro de los rangos requeridos según el tipo de suelo encontrado a medida que avanza la perforación. Todos los costos de las pruebas de calidad requeridos para el monitoreo de los lodos de perforación y aditivos serán por cuenta y riesgo de EL CONTRATISTA, dicha información de los diferentes parámetros será registrada en el informe diario.

Se deberá llevar registros de los monitoreos efectuados a los lodos de perforación, los cuales serán firmados por LA INTERVENTORÍA como constancia de que conoce los resultados obtenidos.

Previo al vertimiento de los desechos líquidos provenientes de la perforación EL CONTRATISTA deberá realizarles un tratamiento catiónico con el fin de clarificar las aguas del fluido de perforación, esto se puede lograr mediante la adición de los aditivos que permitan ajustar su propiedades físico-químicas, de tal forma que el agua cumpla con los requerimientos exigidos para el vertimiento de líquidos exigidos por las entidades gubernamentales.

Se deberá suministrar la mano de obra, equipos y herramientas necesarias para llevar a cabo cada uno de los procesos requeridos para el tratamiento de los desechos líquidos de los lodos de perforación. Se deberá realizar los análisis físico-químicos para controlar la calidad de los fluidos antes y después de su tratamiento, los resultados de dichos análisis deberán ser presentados para aprobación de LA INTERVENTORÍA antes de que se ejecute cualquier vertimiento en los cuerpos de agua autorizados por la autoridad ambiental.

Entre los análisis físico-químicos que serán realizados para el tratamiento de los desechos líquidos de los fluidos de perforación se tienen, como mínimo: pH, alcalinidad, salinidad, contenido de calcio, turbiedad, cromo, sulfatos, DBO y sólidos totales. Estas pruebas serán realizadas en laboratorios reconocidos y aceptados por EL CLIENTE, dentro del proyecto METRO BOGOTA.

► Limpieza de Túnel

Previo a la instalación final de la tubería (Halado de la lingada); Se deberá hacer mínimo una pasada con un reamer o herramienta de limpieza de 24" o diámetro similar, con el objetivo de realizar la limpieza

final al túnel y de esta manera garantizar que todo el material de corte de la perforación ha sido evacuado y evitar atascamientos de la tubería en el halado final.

Se deberá presentar para aprobación el diseño del sistema que empleará para el tratamiento final de los desechos sólidos provenientes de la perforación. Se deberá tener sumo cuidado en la elección de la mezcla y el escarificador de acuerdo con las condiciones del suelo a perforar, de tal forma que se mantenga la estabilidad del túnel y el desplazamiento del suelo removido dentro del túnel por los efectos del escarificador.

Se deberá presentar durante disposición final de los lodos remanentes de perforación, como mínimo, los siguientes reportes para aprobación: De avance diario de los trabajos, de monitoreo de lodos de perforación, de los resultados de las pruebas, entre otros. La aceptación no releva de su responsabilidad si no resultare exitosa o conveniente para los trabajos.

► Halado de la Lingada:

Una vez ejecutadas las anteriores etapas y que las lingadas de tubería de conducción y camisa exterior se encuentren listas y posicionadas en el alineamiento de cada uno de los cruces se realizará el halado de la lingada, esta actividad deberá ser programada de tal manera que no tengo interrupciones, es decir en la misma jornada de trabajo se realice toda la actividad, toda vez que las pausas o paradas en el momento del halado pueden causar atascamientos que imposibiliten la continuación de la instalación en una segunda jornada.

Durante la instalación de la tubería en el cruce, deberán prevenirse flexiones excesivas o esfuerzos de torsión y deberá evitarse que la tubería gire, se utilizarán bandas anchas de material suave para manejar la tubería, con el fin de prevenir daños, no se acepta la utilización de guayas o cadenas de acero para el manejo de ésta.

Se deberá presentar un procedimiento específico detallado para la instalación de las tuberías dentro de la camisa de 630 mm, previo a la instalación de esta dentro del túnel final; en dicho documento se deberá indicar las pruebas a realizar para certificar la hermeticidad y correcta instalación dentro de la camisa; se indicará el tipo de amarre a realizar y la separación entre estos para garantizar que a lo largo de la longitud instalada conserve la misma posición del ingreso (La tubería no se gire dentro de la camisa)

Se deberá realizar la instalación de la línea en el hueco perforado, procedimiento que se denomina "PULLBACK", para lo cual deberá haber recibido por parte de LA INTERVENTORÍA la aceptación de todas las pruebas de la fabricación de la lingada, deberá haber colocado la tubería sobre los desplazadores (rollers, bicicletas o similar), a una distancia adecuada.

Con el fin de facilitar el desplazamiento de la lingada de la tubería sin interrupción una vez iniciada la operación de halado se deberá utilizar bandas anchas de material suave para manejar la tubería durante las maniobras de halado, con el fin de prevenir daños.

Se deberá suministrar todos los materiales, equipos y herramientas requeridos para el proceso de instalación de la lingada en el hueco perforado. Se deberá garantizar que el sistema de tiro que se instale en la tubería para su halado evite que ésta rote. EL CONTRATISTA será responsable por el suministro e inyección del fluido de perforación dentro del hueco, con el fin de prevenir la flotación de la tubería y la remoción de los materiales colapsados dentro del hueco perforado después de realizado el último paso de limpieza.

Se deberá garantizar durante el halado de la tubería en la perforación que el empuje producido con la tubería para la línea de conducción introducida dentro del lodo bentónico sea tal que este no cause esfuerzos superiores a los permisibles por la tubería, que puedan ocasionar variaciones en su geometría o causen daños en la tubería.

Se deberá presentar en el procedimiento de instalación del tubo en la perforación todos los cálculos de los esfuerzos que actúan directamente sobre la tubería y en caso de que se requiera deberá proveer el sistema que garantice que el empuje producido no sea mayor al peso de la tubería, previa aprobación.

Además, en los sitios que la ubicación de la lingada cierre el tránsito de vehículos o peatones, deberá tramitar ante las entidades de regulación, los correspondientes planes de Manejo de Tráfico y permisos de cierre de vía provisional; del mismo modo debe generar un aislamiento provisional en el sitio de ubicación de la lingada con el objetivo de evitar que los transeúntes se acerquen a esta y puedan generar accidentes eventuales durante la actividad de halado.

Una vez concluida la operación de halado ("Pullback") de la tubería Se deberá retirar la cabeza de halado y procederá a realizar el retiro, lavado y limpieza del equipo y todos sus componentes, teniendo en cuenta las recomendaciones señaladas en el procedimiento entregado inicialmente, para la disposición de las aguas residuales y desechos sólidos provenientes del lavado de equipos, maquinarias y herramientas en la plataforma de perforación, con el fin de no causar obstrucción en las vías de circulación públicas, derrumbes en el área circundante y contaminación.

► Construcción de la Lingada en Tuberías Pead

Debido a la presentación de la tubería de 200 mm y 630 mm, que se fabrica en tramos de 12 metros, se deberán realizar las uniones por el proceso de termofusión. A pesar de unir la tubería eficientemente, se deberán sujetar los tubos de 200 mm y los tubos de 76 mm mediante zunchos metálicos cada 2 metros, antes de ingresar a la camisa de 630mm.

La Termofusión es un método de soldadura simple y rápida, para unir tubos de polietileno y sus accesorios. La superficie de las partes que se van a unir se calienta a temperatura de fusión y se unen por aplicación de presión, con acción mecánica o hidráulica, de acuerdo con el tamaño de la tubería y sin usar elementos adicionales de unión.

Esta técnica produce una unión permanente y eficaz, y es económica. Apropriada para la unión de tuberías de la misma relación $\varnothing$ / espesor, con diámetros desde 32 mm hasta 630 mm.

Las superficies por soldar deben comprimirse contra el termoelemento con una fuerza que es proporcional al diámetro de la tubería y luego se debe disminuir hasta un valor determinado de presión, con el objeto de que las caras absorban el calor necesario para la poli fusión. Esta disminución provoca la formación de un cordón regular alrededor de la circunferencia, que está relacionado directamente con el espesor del tubo.

Se debe verificar que las juntas de los conductores de PEAD estén descalcificadas (en el diámetro interno de la tubería) para lograr un acabado suave de tal forma que permita un halado del cable sin interferencias y asegurar la integridad del cable.

► Empalmes entre los PHDS y los Tramos de Construcción a Cielo Abierto

Teniendo en cuenta que en los diferentes cruces por PHD, la perforación al salir a la superficie del terreno se desvía ligeramente del alineamiento diseñado para la instalación de los conductores, en dicho proceso la instalación de la lingada se realizará hasta profundidades entre los 1.80 metros y 2.60 metros, de acuerdo a las diferentes interferencias en el trazado, por lo cual quedará una zonas de empalme para construir por la tecnología de cielo abierto, entre cada uno de los cruces, al inicio y finalización del tramo y en la llegada y salida de la caja de empalme.

En dichos tramos que pueden ir desde 12 metros a 45 metros de largo se deberán realizar las excavaciones a las profundidades hasta donde quedaron instaladas las lingadas (1.80 metros a 2.60 metros); con el fin de dar continuidad a las tuberías para instalar los conductores, en estas zonas no se requiere la instalación de la camisa de 630 mm y se deberá conformar el banco de ductos en sección rectangular en similares condiciones a los tramos totales de zanja a cielo abierto.

El ancho de dichas excavaciones será de mínimo 2.50 metros y dependerá la profundidad de cada empalme, en este ancho se deberá garantizar el espacio suficiente para la ubicación del equipo de termofusión y el operario de este; se deberá proteger las excavaciones con entibado metálico; el cual para profundidades mayores a 2.50 metros, se deberá instalar en varias secciones como se muestra en la Figura 19-3, los elementos de apuntalamiento deberán garantizar soportar las fuerzas de empuje de acuerdo a cada una de las condiciones del terreno. En el documento L1T1-5140-571-CON-ED-CIV-IN-0001, se mencionad de igual forma la necesidad de ubicar entibado metálico para la protección de los taludes y del personal de obra para este caso.

No se permitirá la instalación de entibado de madera y se deberá garantizar la evacuación de las aguas de nivel freático que estuviesen presentes en dichos tramos.

En las transiciones a la salida e inicio de cada uno de los PHDs, teniendo en cuenta que la lingada viene instalada en una sección circular de diámetro de 630 mm, y transforma en sección rectangular de 450x450 mm; se deberá considerar instalar una longitud de camisa adicional en los extremos de mínimo 1.5 metros, la cual una vez instalado el PHD, se cortará con el fin de poder liberar cada una de las tuberías conductoras de 200 mm y 76 mm, con el fin de facilitar la termofusión o electro fusión según sea cada caso (Electro fusión si se instalan elementos de acoples); estas soldaduras serán espaciadas

mínimo cada 30 cm de distancia con el fin de no generar un mayor distanciamiento entre las tuberías por el efecto del cordón que deja la termo fusión de las tuberías de PEAD.

Previo a los empalmes el CONTRATISTA deberá verificar la limpieza de los ductos y realizar una prueba de calibración con un mandril o testigo de una dimensión del 95% del diámetro interno de cada una de las tuberías a calibrar, para corroborar que ninguna de estas tenga alguna deformación causada en el halado de la tubería; una vez realizado los empalmes de las tuberías PEAD, se procederá a realizar primero el lleno de concreto de la camisa de 630 mm y posteriormente la aplicación del concreto al banco de ductos de sección rectangular en los diferentes empalmes.

► Características técnicas de la Subestación eléctrica Receptora SER 2

Los siguientes son los criterios para el desarrollo de los diseños electromecánicos de la subestación SER2 en el nivel de tensión de 115 kV y la tensión nominal de distribución en MT de 34,5 kV.

La SER2 permitirá la alimentación de los dos anillos de distribución de MT, con la conversión de la potencia del operador de red, a un nivel de tensión de distribución de 34,5 kV; con redundancia de los equipos del circuito de potencia en la alimentación de la PLMB, y con la presencia de equipos de emergencia.

La SER2 será de tipo GIS, y se ubicarán en el sótano de la estación 11 Calle Primera del Metro, para lo cual se cumplirá con los requerimientos del Apéndice Técnico 8, la normativa aplicable, los requerimientos urbanísticos y el procedimiento de conexión establecido por el distribuidor de energía Enel Codensa.

La SER tendrá un transformador de potencia 115 kV/34,5 kV, dos transformadores auxiliares y una celda de medida para la facturación de los consumos. La SER2 incluirá:

1. Un cable de llegada de 115 kV y sus accesorios
2. Un interruptor (circuit breaker) 115 kV y los seccionadores 115 kV asociados
3. Un transformador de tensión 115 kV
4. Un transformador de corriente en 115 kV
5. Una bahía de medida
6. Un transformador de potencia 115 kV/34,5 kV
7. Tres bahías con interruptor 34,5 kV extraíble
8. Un transformador de tensión en 34,5 kV
9. Cables de 34,5kV, requeridos para su operación
10. Dos bahías con seccionador bajo carga – fusibles

11. Dos transformadores auxiliares
12. Una cabina de mando y control
13. Dos cargadores de baterías y baterías asociadas.

Los diseños se presentarán de acuerdo al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) [8], la normativa aplicable de ENEL-Codensa y los criterios definidos por la Empresa Metro de Bogotá.

En la Figura 24 se presenta en vista isométrica de la Subestación SR 2.

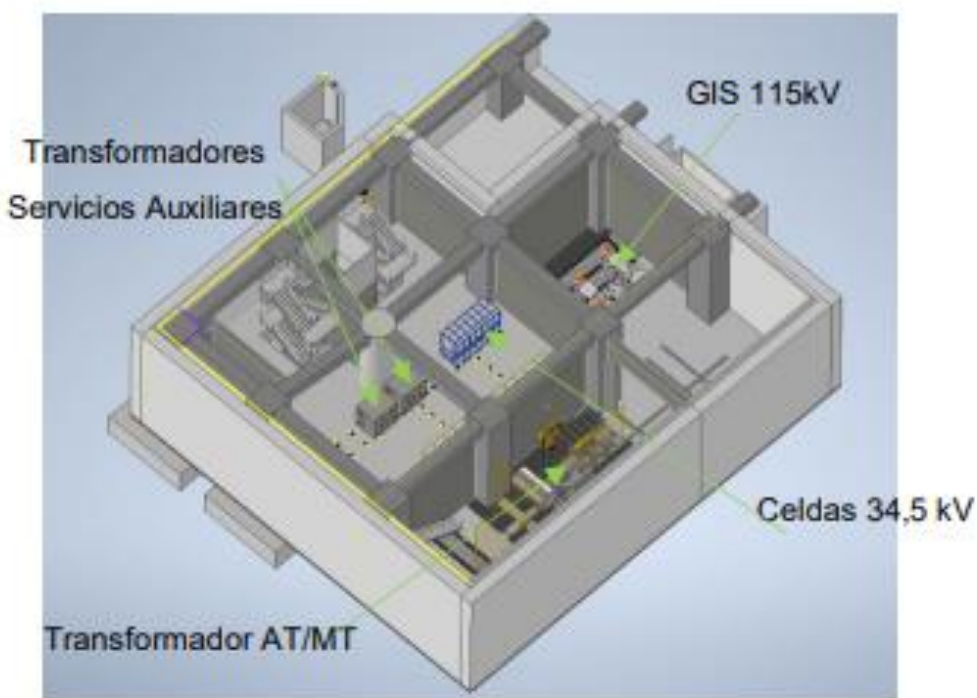


Figura 24. Vista Isométrica de la subestación SER2

Fuente: WSP. 2022

► Disposición Física de equipos en la Subestación

En la Tabla 12 se presenta la disposición física de equipos que tendrá la Subestación SER 2:

Tabla 12– Disposición física de equipos en la SER-2

DISPOSICIÓN FÍSICA DE EQUIPOS	
Niveles de tensión	0,208 kV, 34,5 kV, 115 kV

DISPOSICIÓN FÍSICA DE EQUIPOS	
Tipo de Subestación	GIS (Exterior SER 2)
Transformadores de potencia	*51/67 MVA 115/34,5/11,4 Kv Conexión Yn Y0D1 Con el neutro del secundario conectado a tierra mediante resistencias de puesta a tierra Con grupo de conexión Yny0d1 (requisito Codensa), la necesidad y uso del tercer devanando se definirá conjuntamente con CODENSA - ENEL
Configuración de la Subestación	34,5 Kv: Configuración barra sencilla celdas MT 115 Kv Transformador bahía de línea 115 Kv (Módulo GIS)
Edificios	Dos (2) Salas técnicas subterráneas tipo GIS con celdas de MT, armarios de control, alimentación de CA y CC y Cargadores de baterías
Vías Internas	Acceso a equipo
Cerramiento de la subestación	Según desarrollo de ingeniería (malla y/o muro de mampostería). Cerramiento interior
Consideraciones para la disposición	Distancias mínimas y de seguridad. El diagrama unifilar de la subestación. El nivel de aislamiento requerido. Los accesos de circulación de vehículos férreos. La facilidad para labores de ensamble, mantenimiento y desmontaje de equipos y estructuras. El área disponible para la construcción. Optimización de los recursos de materiales.
SERVICIOS AUXILIARES	
Transformador de servicios auxiliares	Dos (2) transformadores de servicios auxiliares de 34,5 kV / 0,208 kV, tipo seco, clase F.
Cargador de baterías	Dos (2) cargadores de baterías
Banco de baterías	Un (1) banco de baterías
Tableros de alimentación	Un (1) tablero AC. Dos (2) tableros DC. Un (1) panel de transferencia automática, según el desarrollo de la ingeniería y la petición del cliente.
Consideraciones para la disposición	Distancias mínimas y de seguridad. El diagrama unifilar de la subestación. El nivel de aislamiento requerido.

DISPOSICIÓN FÍSICA DE EQUIPOS	
	Los accesos de circulación de vehículos a facilidad para labores de ensamble, mantenimiento y desmontaje de equipos y estructuras. El área disponible para la construcción. Optimización de los recursos de materiales.

Fuente: WSP. 2022

► Características técnicas de la Línea de Transmisión a 115 kV

Se contemplan el método constructivo de Perforación Horizontal Dirigida (PHD) para la instalación de los 800 metros de la línea de transmisión.

La conexión a 115 kV entre la SER 2 y la subestación de Calle Primera ENEL Colombia se presenta en la Figura 25.

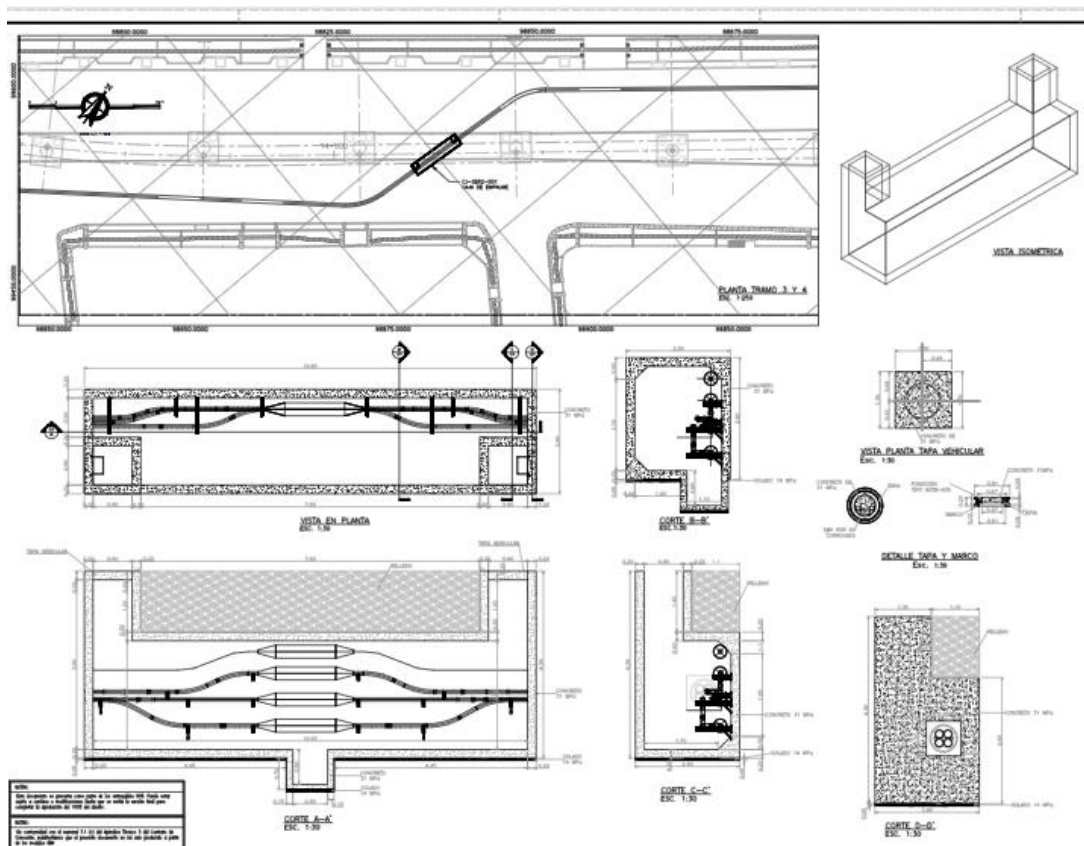


Figura 25 Ubicación de la conexión a 115 kV a Subestación SER

Fuente: WSP 2022

► Condiciones Particulares del Trazado

La conexión tiene las siguientes particularidades:

1. Trazado Subterráneo
2. Tramos de la conexión sobre AV Calle 1
3. Intersección entre vías Troncales (Av Calle 1ª y Avenida Caracas)
4. Cercanía a instalaciones del Hospital La Misericordia
5. Tramos de la conexión sobre AV Caracas
6. Transporte público masivo (Transmilenio)
7. Teniendo en cuenta las particularidades mencionadas anteriormente se prevén las siguientes dificultades para el trazado de las alternativas de la conexión de la línea a 115 kV:
 8. Cruces con infraestructura de redes secas y húmedas.
 9. Cercanía con hospital La Misericordia, declarado patrimonio Nacional e Integral.
 10. Restricciones de espacio por urbanismo.
 11. Limitaciones para la Operación del Transporte Público masivo (Transmilenio)
 12. Andenes con acometidas de servicios públicos (Telemáticos, Redes de media y baja tensión, Gas Natural, semaforización etc.)
13. Cimentaciones del metro.

Por lo anterior, se proponen el siguiente método constructivo para la conexión a 115 kV entre la Subestación Calle primera y la Subestación SER 2:

Combinación de zanja abierta y Perforación Horizontal Dirigida (PHD): Las consideraciones realizadas para la definición del trazado y el método constructivo a se encuentran en el Anexo N° 01 del presente documento.

► Trazado de la Conexión para la SER 2

El trazado de la línea definido como método constructivo la perforación horizontal dirigida que avanzará a lo largo de su recorrido por áreas de espacio público y las calzadas de Transmilenio de la avenida Troncal de la Caracas como se indica en la Figura 1.

El Trazado parte de la Nueva Subestación Calle 1, hasta llegar hasta llegar frente a la pila S11-18 para continuar paralelos por el costado sur de las pilas del viaducto en el tramo de la calle 1. Luego avanza hasta cerca a la pila S11-25, donde realiza una deflexión de 34° (decimales) aproximadamente hacia la izquierda. Este tramo avanza por futuros espacios públicos. Luego, continua por el tramo comprendido entre la pila S11-25 a la pila S11-29 Atravesando la intersección entre la Troncal de la Caracas y la Calle 1ª. A la altura de la Pila S11-29 se deflecta nuevamente 37° (decimales) aproximadamente hacia la izquierda tal como se muestra en la Figura 26.



Figura 26. Alternativa 4 Localización General (S11-19 a S11 – 29)

Fuente: WSP 2022

Entre la Pila S11-29 a la pila S11-33, la ruta continua paralela por el costado oriental de los dados del viaducto, avanzando por la Calzada de Transmilenio sentido Sur-Norte. Entre las pilas S11-33 y S11-34 se realiza un cambio de costado pasando al costado occidental de los dados, quedando en este sector ubicada la caja de empalme, tal como se muestra en la Figura 27.



Figura 27. Alternativa 4 Localización General (S11 –29 a S11 - 34)
Fuente: WSP 2022

Entre las Pilas S11-34 y E11-5, la ruta avanza por el costado occidental de los dados de las pilas del viaducto, ocupando la Calzada de Transmilenio en el sentido Norte-Sur. Ver Figura 28



Figura 28. Alternativa 4 Localización General (S11 –29 a SER 2)

Fuente: WSP 2022

► Descripción del alineamiento

El alineamiento comprendido entre la Nueva Subestación Calle Primera de propiedad de ENEL-CODENSA y la subestación SER2 presenta las siguientes características.

El polígono proyectado para la construcción de la subestación ENEL-CODENSA se encuentra actualmente con cerramiento perimetral en teja de zinc como se observa en la Figura 7. Desde allí se proyecta la salida de la línea cruzando la carrera 14B y continuando por un área donde actualmente se las estructuras que se encontraban sobre esa acera fueron demolidas.

Continuando con el alineamiento se presenta el cruce o intersección de la avenida Caracas con Calle Primera, zona de alto flujo vehicular, el cual debe ser considerado como punto crítico durante el desarrollo de las obras. Luego de cruzar la intersección mencionada anteriormente se dispone un segundo pozo de transición para dirigir el alineamiento en el sentido sur - norte sobre la avenida Caracas, en el carril derecho de la calzada de Transmilenio.

Después de cruzar la intersección de la Avenida Caracas con Calle Primera se realiza cambio de carril con el alineamiento, donde se ubicaría la caja de empalme proyectada, sobre parte del separador de las calzadas de Transmilenio y de la calzada sur-norte de este, conservando una distancia adecuada

hacia las pilas y sus pilotes proyectados. Una vez se cruza el separador, el alineamiento se direcciona sobre la calzada de Transmilenio en el sentido norte-sur, sin interceptar redes principales.

Hacia el final del recorrido y para la entrada a la subestación SER2 se haría un giro de aproximadamente 90° (decimales). Cabe resaltar que actualmente no se ha llevado a cabo el proceso de demolición de la infraestructura en este punto sobre la acera. En el radio de giro de entrada a la subestación SER2 según lo visualizado en el recorrido, se podría estar cruzando una red principal de alcantarillado la cual se localiza sobre la calzada vehicular.

3.2.3.5. Operación

Se debe cumplir con los criterios establecidos por el código de operación (Resolución CREG 025 de 1995), acuerdos operativos, acuerdos CNO, Manual de Operación, Consignas Operativas, y demás procedimientos que rijan para garantizar la operación, supervisión y control de forma segura y confiable de dicho sistema al igual que la reglamentación vigente como la resolución CREG 070 de 1998 (Reglamento de Distribución), CREG 080 de 1999 (funciones de planeación, coordinación supervisión y Control entre el Centro Nacional de Despacho (CND) y los agentes del SIN) y todas aquellas que sustituyen o modifiquen apartes de éstas.

3.2.3.5.1. Descripción de las características técnicas de operación

3.2.3.5.1.1. Mantenimiento

Entre las principales actividades de mantenimiento que se deben realizar durante la etapa de operación de la Subestación Receptora son las siguientes:

► Mantenimiento de las obras civiles

Es necesario realizar la limpieza de la subestación en general, para evitar que se acumule basura, malezas y vegetación en forma desordenada. Se debe realizar el mantenimiento adecuado a la casa de mando, al cerramiento exterior, a los sistemas de drenaje, cunetas, bordillos y demás obras civiles, de forma que permanezcan siempre en condiciones óptimas de funcionamiento.

► Mantenimiento de las estructuras metálicas

Las estructuras metálicas serán revisadas para determinar que no exista oxidación en sus elementos, verificar su verticalidad y verificación del estado de galvanizado. En caso de fallas que se presenten en las estructuras, estas deben ser corregidas inmediatamente por el personal de mantenimiento, para precautelar la integridad y garantizar su vida útil.

► Mantenimiento de aisladores

Durante la etapa de mantenimiento se debe realizar la inspección visual del estado de los aisladores para prevenir fallas por pérdida de aislamiento. Igualmente se deberá revisar el estado del galvanizado de las partes metálicas de los aisladores y de todos los herrajes. En caso de que se acumule polvo en

los aisladores, estos serán sometidos a un proceso de limpieza o lavado, con lo que se evitará fallas y por consiguiente ayudará a mantener la continuidad del servicio.

► Mantenimiento de equipos

Los equipos para instalar requieren mantenimiento mínimo, mismo que debe ser efectuado de acuerdo con lo establecido en los manuales que proporciona el fabricante. Como mantenimiento de rutina, es necesario realizar limpieza de estos elementos y ajuste de los conectores para asegurar un buen contacto.

Existen dos grandes clasificaciones en la realización de los mantenimientos; uno es el mantenimiento preventivo y otro el mantenimiento correctivo. A continuación, se describe cada uno de ellos:

► Mantenimiento Preventivo

Para que todos los equipos de la subestación eléctrica funcionen correctamente, se les debe realizar un mantenimiento preventivo, acorde con los manuales específicos entregados por los fabricantes de los equipos.

El mantenimiento preventivo se ocupa entre otros de realizar revisiones físicas, lubricación de partes mecánicas, ajuste de conexiones, algunas pruebas mecánicas, eléctricas y dieléctricas, limpieza a partes de equipos. Igualmente, labores de limpieza a todas las estructuras tales como edificaciones, cárcamos, cunetas, y trampas de arenas. Todas estas actividades se deberán realizar por parte de los encargados con los equipos adecuados contra arco eléctrico, manteniendo las distancias de seguridad adecuadas ante el riesgo eléctrico y utilizando los elementos necesarios de protección personal.

El mantenimiento preventivo será una actividad periódica para evitar que ocurran fallas y antes de una avería de algún sistema. Se ejecuta sin la existencia de algún error en el sistema. Las características son las siguientes:

- Las actividades de mantenimiento preventivo se adelantarán en horas de productividad de la subestación.
- Se debe tener un programa en donde se especifiquen las actividades a realizar, la mano de obra y las herramientas a utilizar.

► Mantenimiento Correctivo

Como resultado del mantenimiento preventivo pueden surgir reportes que indiquen que a futuro ocurrirán fallas inminentes de algún equipo, por lo cual se deben tomar acciones correctivas para evitar una falla de servicio.

El mantenimiento correctivo también debe aplicarse ante la ocurrencia de una falla grave en el que se deba reemplazar el equipo o corregir una avería de inmediato, en especial si hay pérdida de servicio de la energía eléctrica que se presta a la comunidad. Estos daños pueden ser causados por descuidos humanos, condiciones climáticas, desgaste de piezas, vandalismo o problemas de orden público.

El programa tendrá un manual de procedimiento el cual se deberá seguir paso a paso con el fin de solucionar la falla con el número de equipos y repuestos necesarios. Para la atención rápida de la emergencia se tiene provisto un listado de proveedores para repuestos o cambios de equipos.

En el caso que ocurra una falla de servicio deberá haber comunicación con una cuadrilla de personal idóneo que atienda la avería en el menor tiempo disponible.

4.1.1.2 Infraestructura asociada al proyecto

4.1.1.2.1 *Campamentos transitorios, sitios de acopio, almacenamiento de materiales*

No se realizarán obras transitorias, ya que se instalará campamentos temporales en carpa de lona que hará de oficina técnica y para el personal operativo del proyecto. Tampoco se requerirá hacer plazas de tendido ya que las estructuras nuevas a instalar serán transportadas al sitio al momento de su instalación. Esto debido a las facilidades de acceso por encontrarse en perímetro urbano

4.1.1.2.2 *Fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, industrial y contingencia*

Dada la ubicación del proyecto, no se requerirá de la obtención directa de agua en ninguna fuente superficial o subterránea. El suministro de agua se realizará durante la etapa constructiva mediante la compra de los volúmenes necesarios a un tercero autorizado. No se considera la necesidad de captar o intervenir aguas subterráneas, por lo tanto, no se requiere tramitar ni obtener permiso de Concesión de Aguas superficiales o Subterráneas para el desarrollo de las actividades, no se realizará vertimientos de aguas residuales, domésticas o industriales a fuentes superficiales ni al suelo y por ende no requiere tramitar ni obtener permiso de vertimientos para el desarrollo del proyecto.

3.2.3.6. Infraestructura y servicios interceptados por el Proyecto

En la Tabla 13 se listan las principales interferencias con el trazado de la conexión a 115 kV a la SER 2.

Tabla 13. Listado de interferencias con trazado de conexión a 115 a la SER 2

Ubicación	Norte [m]	Este [m]	Cota Eje interferencia [m]	Tipo Redes	Propietario	Tipo Interferencia
0+048.16	99574.3833	98508.4738	2470.67	Redes Energía	ENEL/CODENSA	Cruce
0+030.19	99572.1803	98513.2577	2569.59	Redes de Acueducto y/o Alcantarillado	EAAB	Cruce
0+065.51	99567.4441	98524.3513	2570.41	Redes Telemáticos	ETB	Cruce
0+068.18	99567.1643	98524.9486	2570.81	Redes Energía	ENEL/CODENSA	Cruce
0+068.25	99566.3410	98526.8731	2570.61	Redes Telemáticos	ETB	Cruce
0+145.78	99535.6398	98588.0552	2570.58	Redes de Acueducto y/o Alcantarillado	EAAB	Cruce
0+148.45	99534.5426	98600.5453	2571.43	Redes Energía	ENEL/CODENSA	Cruce
0+206.56	99515.4140	98654.5390	2572.11	Redes Telemáticos	ETB	Cruce
0+207.42	99515.5588	98655.3411	2572.81	Redes de Acueducto y/o Alcantarillado	EAAB	Cruce
0+207.63	99515.6584	98655.7564	2572.04	Redes Telemáticos	ETB	Cruce
0+223.14	99518.4844	98670.7432	2572.38	Redes Telemáticos	ETB	Cruce
0+223.47	99518.5704	98671.1047	2572.53	Redes Energía	ENEL/CODENSA	Cruce
0+236.76	99574.3184	98508.4386	2573.76	Redes Energía	ENEL/CODENSA	Cruce
0+238.98	99572.2125	98513.3003	2572.90	Redes Telemáticos	ETB	Cruce
0+239.19	99521.4258	98686.3772	2572.77	Redes Energía	ENEL/CODENSA	Cruce
0+244.66	99521.4755	98686.6541	2572.46	Redes Telemáticos	ETB	Cruce
0+265.05	99522.5183	98692.0576	2571.38	Redes de Acueducto y/o Alcantarillado	EAAB	Cruce
0+304.88	99526.4883	98713.0711	2572.49	Redes de Acueducto y/o Alcantarillado	EAAB	Cruce
0+308.38	99533.7114	98751.1544	2573.00	Redes Energía	ENEL/CODENSA	Cruce
0+313.46	99534.3748	98754.6691	2573.21	Redes Telemáticos	ETB	Cruce
0+413.53	99535.3002	98759.6353	2573.00	Redes Telemáticos	ETB	Cruce
0+415.66	99605.7889	98829.3612	2573.00	Redes de Acueducto y/o Alcantarillado	EAAB	Cruce
0+455.11	99607.8485	98831.2726	2573.23	Redes de Acueducto y/o Alcantarillado	EAAB	Cruce
0+488.80	99637.7566	98855.0085	2573.69	Redes Telemáticos	ETB	Cruce
0+490.83	99671.4089	98858.2029	2573.25	Redes Energía	ENEL/CODENSA	Cruce
0+553.60	99673.1261	98859.0353	2573.13	Redes Telemáticos	ETB	Cruce
0+554.64	99721.4909	98898.9107	2573.10	Redes Telemáticos	TELEFONICA	Cruce
0+558.58	99722.3505	98899.6904	2573.65	Redes Telemáticos	ETB	Cruce
0+597.18	99725.4069	98902.2472	2573.51	Redes de Acueducto y/o Alcantarillado	EAAB	Cruce
0+603.47	99755.1366	98926.7948	2573.49	Redes de Acueducto y/o Alcantarillado	EAAB	Cruce
0+641.05	99759.9655	98930.7583	2573.63	Redes Telemáticos	TELEFONICA	Cruce
0+643.65	99790.9461	98956.3150	2573.17	Redes de Acueducto y/o Alcantarillado	EAAB	Cruce
0+648.69	99794.7715	98959.5631	2572.65	Redes de Acueducto y/o Alcantarillado	EAAB	Cruce
0+649.57	99795.5111	98960.0906	2573.59	Redes de Acueducto y/o Alcantarillado	EAAB	Cruce
0+681.90	99820.3879	98960.6958	2573.59	Redes de Acueducto y/o Alcantarillado	EAAB	Cruce
0+687.10	99825.3624	98981.6983	2574.07	Redes Energía	ENEL/CODENSA	Cruce
0+690.65	99828.3572	98979.9396	2574.36	Redes Energía	ENEL/CODENSA	Cruce
0+692.19	99829.3937	98978.7765	2573.80	Redes Telemáticos	ETB	Cruce
0+692.47	99829.5712	98978.5466	2574.61	Redes Energía	ENEL/CODENSA	Cruce

Fuente: WSP 2022

► Tramos con exposición oblicua con redes de distribución de energía

La Tabla 14 muestra los tramos de la Conexión a 115 a la SER 2 con paralelismos u exposición oblicua con otras redes de energía en el trazado. Se observa que la máxima longitud no supera los 150 metros de recorrido con exposición oblicua o paralela, por lo que se espera que no se presenten afectaciones sobre las redes existentes y futura.

Tabla 14. Listado de interferencias con trazado de conexión a 115 a la SER 2 con paralelismos y exposición oblicua con otras redes de energía

Abscisa Inicio	Abscisa Fin	Longitud paralela u exp Oblicua [m]	Angulo incidencia [°]	Separación [m]	Tipo Redes
0+000,00	0+018,39	18.39	0	25.2	LT de AT Enel
0+047,12	0+182,94	135.82	0	11.4	LT de AT Enel
0+023,10	0+049,22	25.64	0	6.1	Redes de Distribución MT/BT
0+051,09	0+164,52	113.32	5	7 - 17.76	Redes de Distribución MT/BT
0+26,82	0+279,40	15.61	8	16 - 17.55	Redes de Distribución MT/BT
0+281,39	0+293,56	12.17	11	13 - 17.72	Redes de Distribución MT/BT
0+295,45	0+335,03	23.03	33	19 - 19.09	Redes de Distribución MT/BT
0+312,58	0+316,41	3.83	61	8 - 14.96	Redes de Distribución MT/BT
0+318,59	0+453,69	137	0	9.1	Redes de Distribución MT/BT
0+335,03	0+346,66	12.66	0	25	Redes de Distribución MT/BT
0+348,37	0+466,10	103.96	0	20.5	Redes de Distribución MT/BT
0+443,27	0+475,69	16.57	35	18 - 22.74	Redes de Distribución MT/BT
0+459,11	0+491,57	16.57	37	14 - 24.65	Redes de Distribución MT/BT
0+489,39	0+546,45	57.24	0	9.9	Redes de Distribución MT/BT
0+549,51	0+579,42	29.62	0	9.4	Redes de Distribución MT/BT
0+581,466	0+682,05	4.03	0	9	Redes de Distribución MT/BT
0+474,16	0+568,28	79.49	0	23.9	Redes de Distribución MT/BT
0+568,25	0+582,84	14.63	7	25 - 26.99	Redes de Distribución MT/BT
0+582,84	0+648,14	65.3	0	27.2	Redes de Distribución MT/BT
0+651,00	0+677,81	26.92	9	28 - 32.43	Redes de Distribución MT/BT

Fuente: WSP 2022

3.2.4 Insumos del proyecto

► Cemento

Este material tendrá las siguientes características:

- Deberá ser cemento Portland tipo UG
- No se deberá usar cemento destinado para uso en mampostería
- El cemento deberá ser de marca reconocida y tener su ficha técnica con sus especificaciones.
- El contratista deberá emplear el cemento contemplado en el diseño de mezcla, de no ser así, deberá realizar nuevamente un diseño según las nuevas dosificaciones que se emplearon donde deberá cumplir con la resistencia requerida según los diseños.
- Este material deberá quedar almacenado en un lugar cubierto, ventilado libre de humedad, adicionalmente los bultos se deberán disponerse en plataformas de manera respetando una altura mínima de 10cm desde el suelo y con una capacidad máxima de 10 bultos por plataforma.

- ▶ El cemento no deberá superar un periodo de 2 meses de almacenado y en el caso que se utilice después de esta fecha se deberá realizar un ensayo demostrando que es apto para utilizarlo.

▶ Agregados

El agregado pétreo cumplirá los siguientes requisitos:

- ▶ El agregado grueso para el concreto a fundir deberá ser de $\frac{3}{4}$ " y la grava fina de $\frac{1}{2}$ ".
- ▶ Agregado peso normal: NTC 174.
- ▶ Si respecto con el diseño de mezcla se utilizan agregados diferentes a los mencionados anteriormente, queda a juicio de LA INTERVENTORIA definir si se aprueba o no la utilización de otros agregados.
- ▶ Se deberá cumplir con lo estipulado en el título C de la NSR-10.
- ▶ Los agregados deberán disponer de los certificados de calidad e igualmente la procedencia de cada uno de ellos deberán corresponder de canteras que estén certificadas y con licencia ambiental vigente.
- ▶ En el almacenamiento de los agregados se deberá cubrir de la mejor manera posible como lo es cubriendo el material para evitar saturación de estos. LA INTERVENTORIA podrá solicitar ensayos de humedad a diario para determinar la corrección de humedad para el diseño de mezcla. Con el acopio de los agregados no se podrán utilizar los últimos 5cm de material siendo que estarían contaminados.

▶ Aditivos

Se podrán usar aditivos de marcas y calidad reconocidas con el fin de modificar las propiedades del concreto según indique EL CONTRATISTA su propósito. Los posibles aditivos que se podrían utilizar serían:

- ▶ Reductores de agua, acelerantes y retardantes de fraguado.
- ▶ Se deberá cumplir con lo estipulado en la NSR-10 título C
- ▶ Incluidores de aire cumpliendo la ASTM C 260

▶ Agua

El agua para utilizar en concretos, hidratación compactación o uso general deberá estar libre de aceites, sales, ácidos, limo, materia orgánica o cualquier impureza.

Este líquido deberá ser suministrado por empresas que tengan vigente el registro sanitario, licencia ambiental y cualquier otro documento dentro del marco normativo.

▶ Suministro del Concreto

De acuerdo con las especificaciones finales de la ingeniería de detalle se suministrará el concreto con mezcladores mecánicos o concreto premezclado cumpliendo a cabalidad con la resistencia requerida para cada elemento estructural.

Si se realizara el concreto con mezclador mecánico se contará con el diseño de mezcla aprobado en el cual se llevará a cabo el procedimiento exacto para obtener la resistencia requerida. Este procedimiento será supervisado y aprobado por la interventoría donde se llevarán a cabo los ensayos in situ de toma de muestras de concreto y posteriores ensayos en laboratorio.

El concreto premezclado será suministrado por una planta reconocida que cuente con toda la documentación al día respecto con permisos, licencias y certificaciones de calidad de la mezcla.

► Concretos

Este ítem contempla las características a utilizar en el proyecto, los cuales contemplan concreto estructural, módulos de rotura o limpieza.

Los concretos a emplear según NSR -10 podrán ser los siguientes:

- Cajas de paso y de empalme. à $f'c = 28 \text{ MPa}$ (280 kg/cm²). Norma NTC 673
- Tapas para cajas de paso y de empalme à $f'c = 28 \text{ MPa}$ (280 kg/cm²). Norma NTC 673
- Perfiles metálicos angulares para cajas à Acero norma ASTM A-36

El concreto para colocar cumplirá la NSR-10 título C y norma INVIAS artículo 500-13 y sección 400 - concreto hidráulico.

El manejo del concreto cumplirá como mínimo con lo siguiente:

El transporte de la planta hacia el lugar de disposición del concreto cumplirá con lo mínimo establecido en la NSR-10.

- El transporte interno del concreto dentro del proyecto se podrá disponer desde el mixer o transportarse internamente por carretilla si llega hacer el caso en distancias no mayores de 25m, adicionalmente se debe garantizar la homogeneidad del concreto.
- Cada fundida será autorizada por LA INTERVENTORIA
- El área para fundir deberá estar limpia y sin impurezas
- El vibrado del concreto debe sacar el aire de exceso del mismo, pero se debe realizar de la mejor manera para no realizar desplazamiento vertical u horizontal de este.
- La tolerancia del asentamiento en obra deberá ser $+1"$ respecto con el concreto especificado en los diseños estructurales.

► Vaciado y Colocación

En caso de presentar nivel freático se dispondrá del sistema de bombeo, el cual en el momento de disponer del concreto debe estar seco, libres de escombros y sin lodos.

La caída libre del concreto estará permitida a una altura máxima de 1m para evitar la segregación de la mezcla. En el caso de presentar dificultades por accesibilidad se podrán utilizar camillas o bombas que permitan la circulación del concreto hasta los sitios más distantes y angostos.

Para disponer de un buen vibrado del concreto se dispondrá de un número adecuado de unidades para alcanzar la consolidación deseada. La duración del vibrado será únicamente la necesaria para compactar y evitar así la segregación de los materiales.

En el caso de disponer el vaciado en algún elemento estructural y días o horas después continuar con el procedimiento se deberá utilizar productos de SIKA o similares que adapten el concreto antiguo con el concreto nuevo. Este procedimiento al igual que los productos deberán ser aprobado por la INTERVENTORIA.

► Aceros

Consiste en el suministro, corte, figuración, instalación y fundida del acero el cual deberá ser aprobado por LA INTERVENTORIA.

- El acero deberá ser de 420MPa (60000 psi)
- El acero para disponer deberá ser corrugado cumpliendo con la norma ASTM-A-515
- El acero se colocará de acuerdo con lo mencionado en los planos de diseño y los traslapes y uniones deberán estar amarrados con alambre negro para que no se produzcan movimientos.
- El acero que se vea marcado después de fundir quedara a criterio de LA INTERVENTORIA si: 1). Se demolerá el elemento. 2) se realizará una reparación profunda según indique LA INTERVENTORIA, 3) se realizará una reparación superficial según indique LA INTERVENTORIA. Lo anterior se determinará en cada caso específico respecto a cómo quede cada elemento.
- Se permite traslados mecánicos siempre y cuando LA INTERVENTORIA lo autorice.
- El uso de barras lisas para estructuras no está permitido. En el caso de pavimentos para el acero de carga si se podrá emplear.

Para la ejecución de las actividades de construcción de la subestación y la línea de transmisión será necesario la adquisición de distintos tipos de materiales, es por esto que se contará con distintos proveedores para la adquisición de los materiales garantizando que cuente con la completa documentación técnica y ambiental. Se requieren materiales, tales como: concreto, material granular, acero, y ladrillos entre otros.

En la construcción de la subestación y la línea de transmisión se utilizará concreto para las diferentes edificaciones. Este insumo será adquirido por empresas reconocidas que a través de vehículos especializados llevan el concreto de la resistencia deseada hasta el sitio de obra de la Subestación, estas empresas deberán contar con la licencia ambiental emitida por la autoridad ambiental pertinente y autorizaciones mineras y comerciales correspondientes. En la Tabla 15, se encuentra las cantidades de respectivas para cada tipo de material.

Tabla 15. Volumen aproximado de Materiales pétreos

MATERIAL	UNIDAD	VOLUMEN
Subbase Granular	m ³	1.400,0
Base Granular	m ³	1.400,0
Material de Relleno	m ³	3.000,0

FUENTE: DISEÑOS SUBESTACIÓN SER 2, METRO LÍNEA 1, 2022

En la Tabla se presentan las cantidades y el tipo de acero requerido para el desarrollo de las actividades de construcción.

Tabla 9. Cantidad aproximada de Acero

MATERIAL	UNIDAD	VOLUMEN
Acero de refuerzo	kg	1.400.000,0
Acero Estructural	kg	N/A

FUENTE: DISEÑOS SUBESTACIÓN SER 2, METRO LÍNEA 1, 2022

En la Tabla 16 se presentan los insumos procesados tales como: concreto, asfalto, adoquines y ladrillos. Cabe recalcar las mezclas asfálticas utilizadas deben estar modificadas con Grano de Caucho Reciclado (GCR), dando estricto cumplimiento con lo establecido en el marco de la Política Ambiental del Distrito Capital, Residuos Sólidos (Decreto 265 de 2016) que fomenta el aprovechamiento y/o valorización de llantas usadas.

Tabla 16. Cantidad aproximada de Insumos procesados

MATERIAL	UNIDAD	VOLUMEN
Concreto	M3	10.000,0
Mampostería	M2	N/A
Asfalto	M3	N/A

FUENTE: DISEÑOS SUBESTACIÓN SER 2, METRO LÍNEA 1, 2022

Se incluyen los proveedores que se prevé que inicialmente suministrarán los materiales, sin embargo, se puede presentar la posibilidad de que se retiren o agreguen proveedores, previo al inicio de las actividades o que se incluyan proveedores durante la construcción garantizando que se cuente con la documentación ambiental vigente y con todos los requerimientos de ley.

En la Tabla 17 se presenta la información ambiental de los proveedores de materiales que se contemplan para la construcción de la PLMB:

Tabla 17. Información ambiental proveedores de material

Tipo de material	Razón social	Permiso Ambiental	Localización
Suministro de Acero	Diaco	Resolución 295 de 1997- CAR	Calle 93 b 18 12 piso 8 Bussines park, Bogotá. Km 3 Vía Siberia - Cota, Cundinamarca, Cota
Suministro de Acero	Ternium Siderúrgica de Caldas S.A.S.	Resolución 443 de 05/05/2015	Kilómetro 2 vía Termales La Enea, Manizales - Caldas
Suministro de Cemento	Cementos Tequendama	Res.20207100861 del 01/07/2020 - CAR	Calle 6 #32 A 35 Br Veraguas
Suministro de Cemento	Cementos Argos-Paz del Rio S.A.	Res. 0338 del 25/03/2009 – CAR. Modificada por la Res 0245 del 10/02/2020 (Permiso de emisiones) –Res 2384 del 02/08/2019 CAR	32, Cl. 13 #54, Puente Aranda, Bogotá
Suministro de ceniza	Gensa	Res 0251 del 09/02/2010 - MAVDT	Cra. 68D # 25B - 86 Oficina 729 Paipa: Kilometro 3 vía Paipa -
Suministro de combustible	Cenit/ ACPM LTDA.	Res 0397 del 29/04/2014- ANLA	Cl. 77 #9-17, Bogotá
Agregados a partir de residuos de construcción y demolición	Granulados reciclados de Colombia Greco SAS	Comunicación No. 20212061291 del 10/08/2021 – CAR	km 1,5 de la vía Bogotá - Medellín, puente de guadua costado occidental Vereda Vuelta Grande
Agregados a partir de residuos de construcción y demolición	Reciclados Industriales de Colombia S.A.S	Comunicado No. 20212034161 del 26/05/2021 – CAR	Km 1.5 vía Autopista Medellín costado sur – Cota Cundinamarca
Agregados pétreos	Dromos S.A.S.	Res. 0372 del 12/02/ 2019. CAR	km 3.8 zona industrial balsillas, Mosquera, Cundinamarca
Agregados pétreos	Kreato	Dec. 1220 del 2005 (No requiere Licencia Ambiental)- Exp 00002605 del 02/09/2008. CAR Dec. 1076 de 2015 - CAR No requiere Licencia Ambiental Res 3162 del 06/010/2018 - CORMACARENA (emisiones)	Km 7 vía Zipaquirá-Ubaté. Cogua Cundinamarca
Agregados pétreos	Triturados TG	Res No. 1103 del 14/04/2010 - CAR	Autopista Medellín km 4 vía Siberia - Bogotá

Tipo de material	Razón social	Permiso Ambiental	Localización
Concreto hidráulico	Cemex Colombia SAS	Res 2550 de 2020. CAR Res. 00018 de 2021. CAR (Sede Puente Aranda)	Planta Sur: Cl. Avenida Calle 71 Sur, Bogotá
		No requiere Licencia Ambiental Dec. 1076 de 2015 (Sede Planta Bosa)	Planta Bosa: Cl. 57z Sur #75d-67, Bogotá
Concreto hidráulico	Concretos Argos S.A.S	Comunicado no. 11212002378 del 19/05/2021 CAR	Transversal 5 no. 12 – 38, barrio Cazuca
Concreto hidráulico	Concretos Argos S.A.S	Comunicado no. 2021ee82300 del 03/05/2021 SDA	Carrera 62 no. 19 – 04, Localidad de Puente Aranda
Concreto hidráulico	Holcim Colombia S.A.	Res. 857 del 17/09/1997 - DAMA	Cra. 62 #19 - 04, Bogotá
		Res. 1171 del 21/09/2015. ANLA	
Prefabricados	Manufacturas de cemento S.A. (TITAN)	Res. 0568 del 16/04/2013 - CAR	Autopista Medellín km 2,4 occidente Rio Bogotá, cota
Prefabricados	Ladrillera Santander	Res. 1740 del 15/08/2008. CAR	Kilómetro 8, Vereda Fusunga, Soacha, Cundinamarca
Postes Concreto	Fábrica de Postes TG Suministros	N/A	Transversal 6 no 18 – 21. San Martin. Meta
Postes Concreto	Inversionistas TJ S.A.S	N/A	Pablo VI VIA La Vega Bogotá, Madrid- Cundinamarca
Mezclas asfálticas	Doble A ingeniería S.A.	Res. 50227000026 del 03/02/2022 CAR	Predio vista hermosa, vereda balsillas - kilómetro 2.5 vía la mesa - planta de asfalto CMI
Mezclas asfálticas	Dromos Pavimentos S.A.S.	Res. 0237 del 15/02/2008 - CAR	km 3.8 zona industrial balsillas, Mosquera, Cundinamarca
Madera	Maderas Puerto Colombia	Certificación de registro y cumplimiento Empresas Forestales No 00065	KR 73A # 71A-72 Bogotá, Cundinamarca

FUENTE: CONSORCIO AMBIENTAL METRO BOGOTÁ L1, 2022.

3.2.5 Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción y demolición

La disposición de materiales sobrantes se hará en los sitios debidamente autorizados por la autoridad ambiental, para lo cual el constructor deberá ejecutar el acarreo desde el sitio de construcción hasta el sitio de disposición final. Los materiales sobrantes o de desecho, se trasladarán hacia sitios de disposición autorizados.

Para la gestión y disposición de estos materiales se debe dar cumplimiento a lo estipulado en la Resolución 1115 de 2012 y Resolución 932 de 2015 y de manera general tener en cuenta las siguientes especificaciones:

- ▶ Verificar que al momento de la recolección y transporte que el gestor contratado y autorizado por la SDA cumplan con los siguientes requerimientos
- ▶ Realizar el pesaje de los residuos en el sitio de disposición.
- ▶ La carga deberá ser acomodada de tal manera que su volumen esté a ras del platón o contenedor, es decir, a ras de los bordes superiores más bajos del platón o contenedor.
- ▶ Posibilitar el cargue y el descargue de los RCD evitando la dispersión de partículas.
- ▶ Cubrir la carga durante el transporte, evitando el contacto con la lluvia y el viento.
- ▶ Los vehículos utilizados para esta actividad deben cumplir con las normas vigentes de tránsito y transporte y de emisiones atmosféricas.
- ▶ Las volquetas donde se transporte este material deben contar con un PIN autorizado por la SDA.

El almacenamiento temporal se realizará en espacios dentro del predio de la subestación, este espacio debe estar cubierto para proteger de la lluvia y evitar la generación de material particulado por acción del viento, las medidas de manejo para estos residuos se presentan en la Ficha de Manejo PMA.

3.2.6 Residuos peligrosos y no peligrosos

Para el manejo de los residuos peligrosos (residuos contaminados con combustibles etc.) en las actividades de construcción y operación de la subestación y línea de transmisión se tendrá en cuenta lo estipulado en el Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005, expedido por el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Las actividades que se realizan para mitigar el impacto de estos residuos peligroso se describen en la ficha de manejo PMA 1.2 Manejo adecuado de los Residuos Peligrosos, del Capítulo 7. Plan de Manejo Ambiental. Las actividades a desarrollar se describen a continuación:

▶ Actividad 1.1. Identificación

Estos residuos se identifican con base al conocimiento técnico sobre las características de los insumos y procesos asociados con el residuo generado, se puede identificar si el residuo posee una o varias de las características que le otorgarían la calidad de peligroso; a través de la caracterización físico-química de los residuos o desechos generados o verificando la lista de estos en Decreto 4741 de 2005.

▶ Actividad 1.2. Almacenamiento

Los residuos se almacenarán en canecas plásticas de color rojo debidamente rotuladas para posteriormente ser entregadas a los gestores autorizados para su transporte, manejo y disposición final. El periodo en que estos residuos son almacenados no puede superar los 12 meses y debe ser en espacios con superficie impermeabilizada, libres de sifones, para evitar contaminación de suelo y

protegidos la lluvia y el viento asegurando su cubierta o tapa. Para el almacenamiento de sustancias inflamables se debe asegurar el control de energía estática, iluminación y redes eléctricas anti-chispa.

Todo almacenamiento de residuos peligrosos líquidos debe contar con sistema de contención de derrames, ya sea en cárcamos, diques o estiba de autocontención, con capacidad para contener mínimo el 20% de su capacidad, aunque si la sustancia corresponde a aceites usados, el sistema debe tener una capacidad de retener el 100% del volumen del elemento más grande, más el 10% del volumen total del resto de elementos almacenados.

► Actividad 1.3. Recolección, transporte y disposición final

La responsabilidad de la gestión de los residuos peligrosos se extiende hasta que este sea aprovechado como insumo o dispuesto con carácter definitivo, se debe verificar que el gestor cuente con los permisos ambientales correspondientes y se debe solicitar el certificado de la disposición final, este certificado debe ser conservado en un tiempo no menor a 5 años.

Se debe llevar un registro sobre las cantidades y las características de los residuos que se generan y al momento de entregarlos a su transporte se debe verificar que cumpla con todos los requisitos exigidos por la normativa y evitar que ocurran derrames si esto llegase a ocurrir se debe contar con un plan de contingencia basado en el Decreto 321 de 1999 que indica el procedimiento que debe contener este plan.

3.2.7 Residuos sólidos domésticos y convencionales

Para el manejo de estos residuos se implementará un sistema que permita la separación de los materiales reciclables, los orgánicos y los residuos ordinarios y se realizará su disposición en el relleno sanitario Doña Juana a través del operador de Aseo de las Localidades de Los Mártires, Santafé y Antonio Nariño.

En la ficha PMA 1.3 Manejo adecuado de los Residuos Convencionales, se establecen las medidas a desarrollar, entre las que se encuentran:

Se instalarán en los diferentes frentes de obra, puntos ecológicos teniendo en cuenta la codificación básica de colores, en donde el personal de obra podrá depositar los residuos generados, sin tener que hacer grandes desplazamientos.

El cálculo estimado de la generación de residuos domésticos, que eventualmente se podrían generar en la etapa de construcción del proyecto, se realiza utilizando el valor de producción per cápita de residuos sólidos, de 0,79 kg/persona*día, definido por el Reglamento de Agua y Saneamiento Básico, 2000 –RAS– para un municipio de complejidad alta.

3.2.8 Residuos especiales

Los residuos especiales generados en todas las etapas del proyecto serán los residuos de las bolsas de cemento, muebles, estantería, aparatos electrónicos, puertas, es decir todos aquellos residuos que NO estén considerados como peligrosos, RCD, o convencionales, pero que por su volumen o su composición son considerados como especiales. Se realizarán las siguientes actividades:

► Actividad 2.1. Almacenamiento temporal

Los residuos deben estar debidamente identificados e inventariados para su respectivo control, limpios (para evitar contaminación por hongos u otros elementos), separados de acuerdo con las existencias.

► Actividad 2.2. Disposición final

Estos residuos serán entregados a los gestores debidamente identificados, donde conste que su actividad comercial sea el manejo de este tipo de residuos, para aprovechamiento o disposición final. Estos gestores no deben tener autorización ni licencia ambiental para esta actividad, ni permisos especiales para su transporte, sin embargo, si deben tener cámara y comercio con la actividad reconocida, con vehículos adecuados para este transporte y que cuenten con los documentos necesarios para realizar esta función (tecno mecánica, SOAT, licencia).

Para llevar un seguimiento del retiro de residuos Industriales por parte de un receptor externo, el responsable del área de almacenamiento o el responsable de la entrega del residuo deberá tramitar un Acta de Entrega de Residuos, de esta forma se llevará la trazabilidad del residuo industrial desde su generación hasta la entrega para disposición final o tratamiento. El listado de los gestores de residuos peligrosos y especiales en Bogotá se encuentra el Capítulo 4. Demanda.

3.2.9 Costos del proyecto

En los costos del proyecto “Construcción de la Subestación Receptora SER 2 y Línea de transmisión a 115 kV”, se incluyen los costos de inversión y operación, así como aquellos en los que incurrirá en la aplicación de los Planes de Manejo Ambiental y el Programa de Seguimiento y Monitoreo, estos costos se estiman en un total de (5.100.000 USD\$) cinco millones cien mil dólares.

3.2.10 Cronograma de proyecto

En la Tabla 18, se relaciona de manera general el cronograma de actividades a realizar en el proyecto *Construcción de la Subestación Eléctrica Receptora SER 2 y Línea de Transmisión 115kV*.

Tabla 18– Cronograma del Proyecto

ID	ACTIVITY	DURATION	STRAT	FINISH
VI	GENERAL CIVIL WORKS	595	15-ago-23	1-abr-25
6.1	FOUNDATION	66	15-ago-23	20-oct-23
6.2	Perimeter enclosure, camp and perimeter enclosure	15	15-ago-23	30-ago-23

ID	ACTIVITY	DURATION	STRAT	FINISH
VI	GENERAL CIVIL WORKS	595	15-ago-23	1-abr-25
6.3	Localization and stakeout	10	15-ago-23	25-ago-23
6.4	Excavation up to level of foundation slab and footings with protective slopes and trenches	15	25-ago-23	9-sep-23
6.5	Reinforcement steel for foundation with footings	20	9-sep-23	29-sep-23
6.6	Concret foundation footings	5	29-sep-23	4-oct-23
6.7	reinforcing steel of concret walls	20	29-sep-23	19-oct-23
6.8	concrete walls	20	14-oct-23	3-nov-23
6.9	Groundwater management	10	9-sep-23	19-sep-23
6.10	Excavation for foundation beams	8	14-sep-23	22-sep-23
6.11	Curtain walls in concrete, pre-excavated or prefabricated	20	1-sep-23	21-sep-23
6.12	cleaning concrete for foundation beams	8	21-sep-23	29-sep-23
6.13	Reinforcement of Reinforced Steel, Beams and ducts in concrete etapa 1	15	23-sep-23	8-oct-23
6.14	Concrete foundation beams etapa 1	8	3-oct-23	11-oct-23
6.15	Concrete foundation beams Etage 2	8	6-oct-23	14-oct-23
6.16	Steel Reinforcement of Foundation Slab	15	8-oct-23	23-oct-23
6.17	hydraulic networks	10	19-oct-23	29-oct-23
6.18	electrical networks	10	19-oct-23	29-oct-23
6.19	emptying of concrete slabs	10	29-oct-23	8-nov-23
6.20	Excavation of Pit Elevator	10	22-sep-23	2-oct-23
6.21	Steel for reinforcing the base plate of the pit and the starting of walls	10	29-sep-23	9-oct-23
6.22	Concrete base pit of the Elevator	10	10-oct-23	20-oct-23
6.23	CONCRETE STRUCTURE	271	8-nov-23	5-ago-24
6.24	Column reinforcement steel	15	8-nov-23	23-nov-23
6.25	formwork for emptying columns	10	18-nov-23	28-nov-23
6.26	column concrete	5	29-nov-23	4-dic-23
6.27	Reinforcement steel reinforcement for secondary technical floor beams	20	26-nov-23	16-dic-23
6.28	passes for networks under technical floor	5	11-dic-23	16-dic-23
6.29	formwork for emptying of technical floor beams drawers in agglomerated wood	15	11-dic-23	26-dic-23
6.30	concrete of technical floor beams	5	24-dic-23	29-dic-23
6.31	acero de refuerzo de losa de piso tecnico	8	27-dic-23	4-ene-24
6.32	technical floor slab concrete	10	2-ene-24	12-ene-24

ID	ACTIVITY	DURATION	STRAT	FINISH
VI	GENERAL CIVIL WORKS	595	15-ago-23	1-abr-25
6.33	formwork base of mezzanine beams machine room	8	19-ene-24	27-ene-24
6.34	steel reinforcement of mezzanine beams machine room	8	23-ene-24	31-ene-24
6.35	installation of drawers (Agglomerated wood to lighten the mezzanine plate)	10	31-ene-24	10-feb-24
6.36	passes for nets under mezzanine plate machine room	15	1-feb-24	16-feb-24
6.37	Reinforcing steel for mezzanine plate machine room	15	11-feb-24	26-feb-24
6.38	concrete for mezzanine plate machine room	15	21-feb-24	7-mar-24
6.39	formwork	10	14-mar-24	24-mar-24
6.40	installation of lids in grid for carcamos	15	26-mar-24	10-abr-24
6.41	formwork for stairs	8	7-abr-24	15-abr-24
6.42	Reinforcing steel for concrete stairs	10	10-abr-24	20-abr-24
6.43	concreto for stairs	15	21-abr-24	6-may-24
6.44	Concret Walls	15	9-may-24	24-may-24
6.45	finishes	15	19-may-24	3-jun-24
6.46	Doors and railings	10	29-may-24	8-jun-24
6.47	mezzanine beam reinforcement steel level 0.00	8	3-jun-24	11-jun-24
6.48	installation of drawers (Agglomerated wood to lighten the mezzanine plate)	10	12-jun-24	22-jun-24
6.49	net passes under mezzanine plate level 0.00	15	24-jun-24	9-jul-24
6.50	Reinforcing steel for mezzanine plate level 0.00	15	4-jul-24	19-jul-24
6.51	concrete for mezzanine plate level 0.00	15	4-jul-24	19-jul-24
6.52	formwork	10	26-jul-24	5-ago-24
6.53	Elevator	78	3-oct-23	20-dic-23
6.54	Elevator Pit	10	3-oct-23	13-oct-23
6.55	Support Structure	30	12-oct-23	11-nov-23
6.56	Equipment Assembly	30	9-nov-23	9-dic-23
6.57	Final finishes and adjustments	10	10-dic-23	20-dic-23
6.58	NETWORKS	150	21-sep-23	18-feb-24
6.59	Installation of RCI networks and EMT power lines	150	21-sep-23	18-feb-24
6.60	Installation of electrical networks, voice and vertical data	150	21-sep-23	18-feb-24
6.61	Installation of hydrosanitary networks and vertical gas	150	21-sep-23	18-feb-24
6.62	Ventilacion mecanica	150	21-sep-23	18-feb-24

ID	ACTIVITY	DURATION	STRAT	FINISH
VI	GENERAL CIVIL WORKS	595	15-ago-23	1-abr-25
6.63	FLOORS	75	5-ago-24	19-oct-24
6.64	Finishing floor	25	5-ago-24	30-ago-24
6.65	Finishing technic floors	25	30-ago-24	24-sep-24
6.66	Finishing floors machinery room	25	24-sep-24	19-oct-24
6.67	FINISHES	105	4-sep-24	18-dic-24
6.68	Energy trays	20	4-sep-24	24-sep-24
6.69	Hanging and waterproofing carcamos	20	24-sep-24	14-oct-24
6.70	stairs	20	14-oct-24	3-nov-24
6.71	Installation of doors	20	3-nov-24	23-nov-24
6.72	Lighting Installation	15	23-nov-24	8-dic-24
6.73	Electrical appliances and boards	10	8-dic-24	18-dic-24
6.74	TOWN PLANNING	254	29-ene-24	9-oct-24
6.75	Urbanism and exterior	200	21-jul-24	6-feb-25
6.76	External Networks	30	8-feb-25	10-mar-25
6.77	Raiser - Siamese -	20	12-mar-25	1-abr-25

FUENTE METRO LÍNEA 1

3.2.11 Organización del proyecto

En la Figura 29 se presenta la estructura organizacional solicitada para el contratista de obras civiles que llevara a cabo la ejecución de las actividades previstas del proyecto de la subestación con su Línea Asociada, supervisado por el concesionario Metro Línea 1.

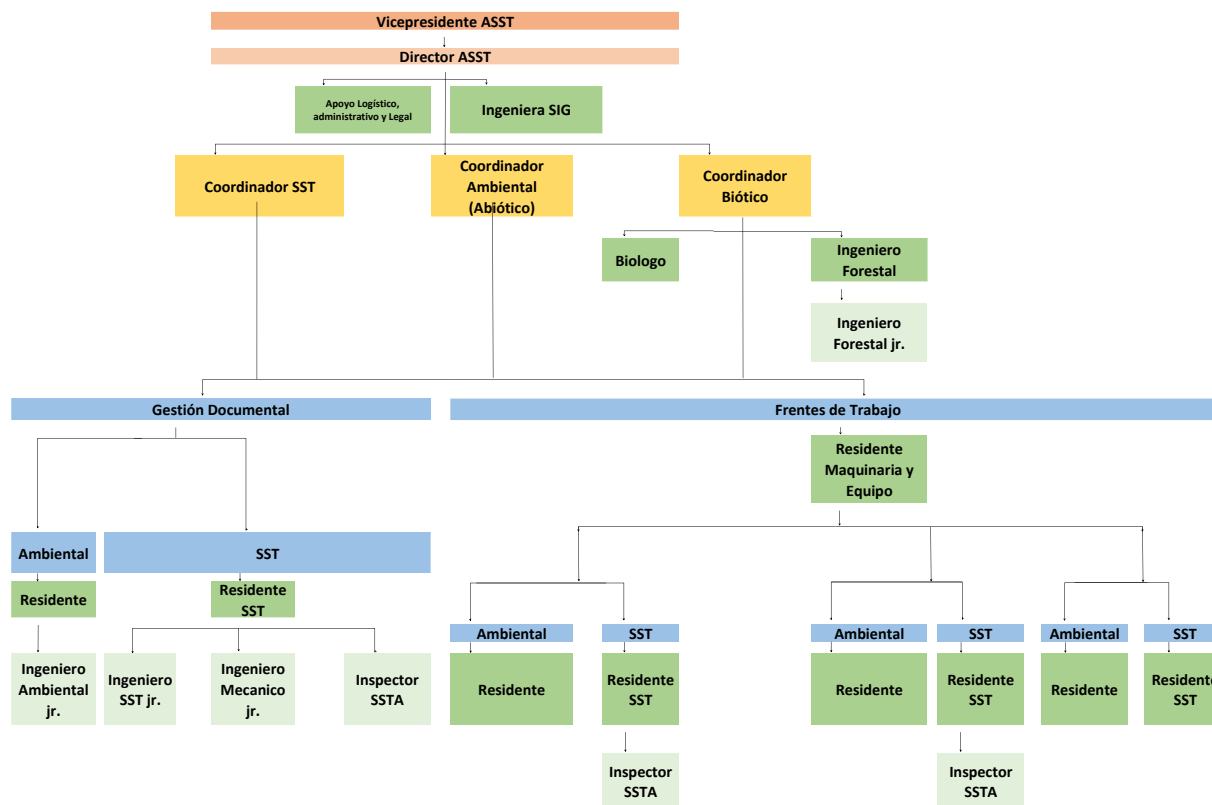


Figura 29 Organigrama de la Vicepresidencia ASST

FUENTE METRO LÍNEA 1