

## TABLA DE CONTENIDO

2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	3
2.1	LOCALIZACIÓN .....	3
2.2	CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....	4
2.2.1	Características Técnicas del Proyecto .....	4
2.2.2	Objetivos de su Ejecución y Necesidades a Satisfacer .....	6
2.2.3	Duración de las Obras y Cronograma.....	7
2.2.4	Costo total del Proyecto y de Operación.....	7
2.2.5	Estructura Organizacional de la Empresa .....	7
2.2.6	Descripción técnica del proyecto .....	8
2.2.7	Sistemas de protección y control .....	29
2.2.8	Descripción de los accesos a sitios de torre .....	30
2.2.9	Requerimientos de Uso, Aprovechamiento y/o Afectación de Recursos Naturales Renovables.....	31
2.2.10	Demanda de Bienes y Servicios Sociales, Incluida Mano de Obra .....	33
2.2.11	Alternativas para Cruces de Cuerpos de Agua .....	35
2.2.12	Alternativas de Sitios para la Obtención de Materiales de Construcción.....	38
2.2.13	Inventario de Drenajes y Obras Existentes que serían Afectados por su Ocupación y/o Desviación .....	38
2.2.14	Sitios de Disposición de Sobrantes.....	38
2.2.15	Asentamientos Humanos e Infraestructuras Sociales, Culturales y Económicas a Intervenir.....	39

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Características técnicas principales del proyecto .....	5
Tabla 2.2 Cronograma general del proyecto .....	7
Tabla 2.3 Actividades asociadas a las diferentes etapas del proyecto.....	12
Tabla 2.4 Actividades de inspección durante la operación línea 230kV. ....	23
Tabla 2.5 Actividades mantenimiento preventivo línea 230kV.....	24
Tabla 2.6 Actividades mantenimiento correctivo línea 230kV.....	25
Tabla 2.7 Número y tipo de torres .....	26
Tabla 2.8 Coordenadas y características de torres .....	27
Tabla 2.9 Estimación de consumo de agua.....	31
Tabla 2.10 Fuentes de emisiones atmosféricas con proyecto .....	32
Tabla 2.11 Demanda de Mano de Obra.....	34
Tabla 2.12 Vanos protegidos o con riego especial a lo largo de la línea de transmisión.....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación General del Proyecto.....	3
Figura 2.2 Ubicación Especifica del proyecto .....	4
Figura 2.3 Estructura organizacional de EEB.....	8
Figura 2.4 Isométrico general de la subestación GIS.....	10
Figura 2.5 Apertura de trocha en cruces especiales .....	35
Figura 2.6 Estructuras provisionales para cruces especiales .....	36
Figura 2.6 Ilustración de medios helicoportados para cruces especiales .....	36

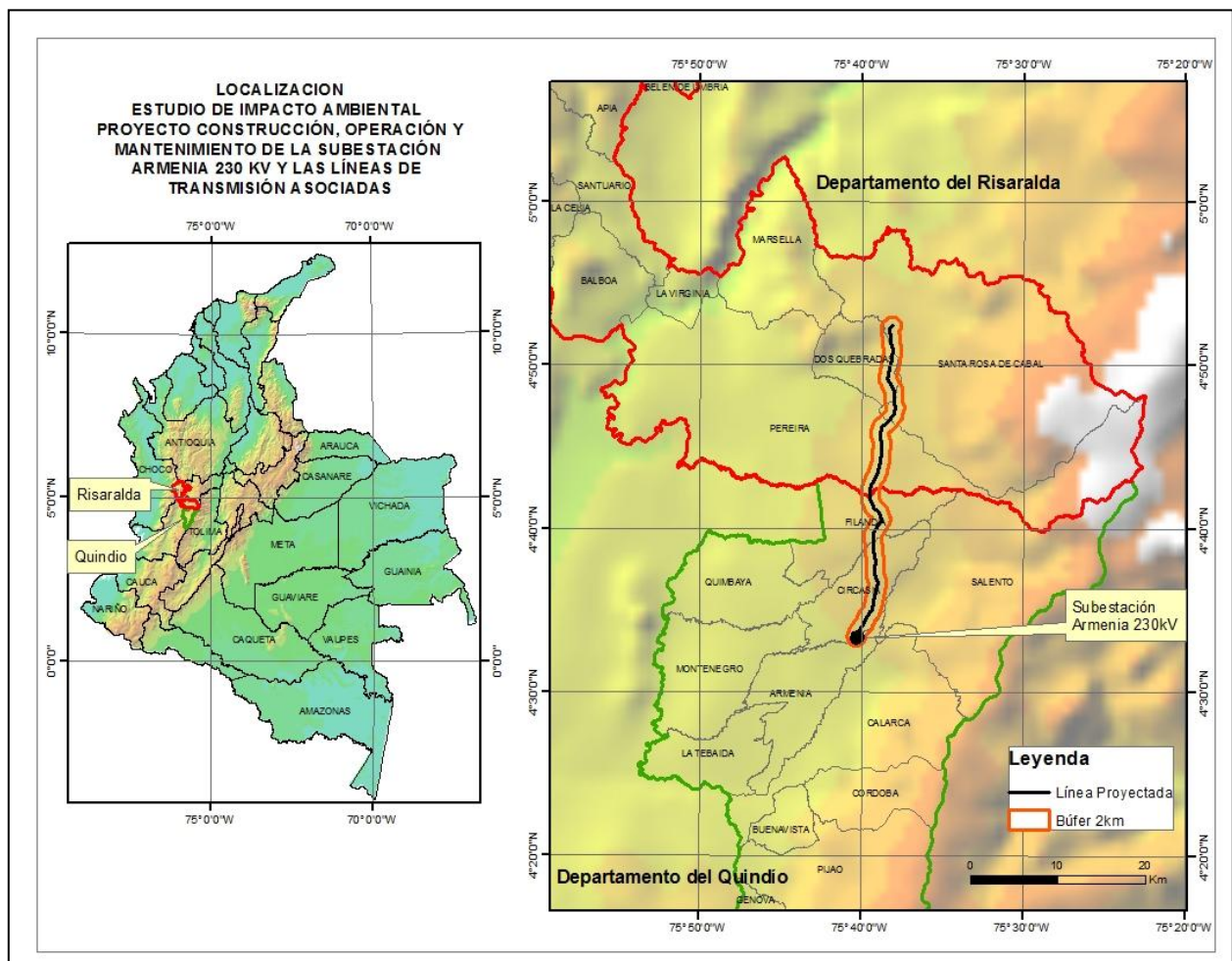
## 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 2.1 LOCALIZACIÓN

El proyecto se ubica geográficamente en los departamentos del Quindío y Risaralda, la subestación Armenia se encuentra localizada en la Vereda Hojas Anchas (Municipio de Circasia) límite entre los municipios de Armenia y Circasia en el departamento del Quindío; el trazo de la línea inicia en la Torre 1 ubicada cerca a la subestación Armenia hasta llegar a la T81 ubicada en el municipio de Santa Rosa de Cabal. En la T55 de la línea La Virgina -La Hermosa de propiedad de ISA, será el punto de conexión. La línea de transmisión pasa por los municipios de Circasia y Finlandia en el departamento del Quindío, Pereira, Dosquebradas y finalmente Santa Rosa de Cabal en el departamento de Risaralda.

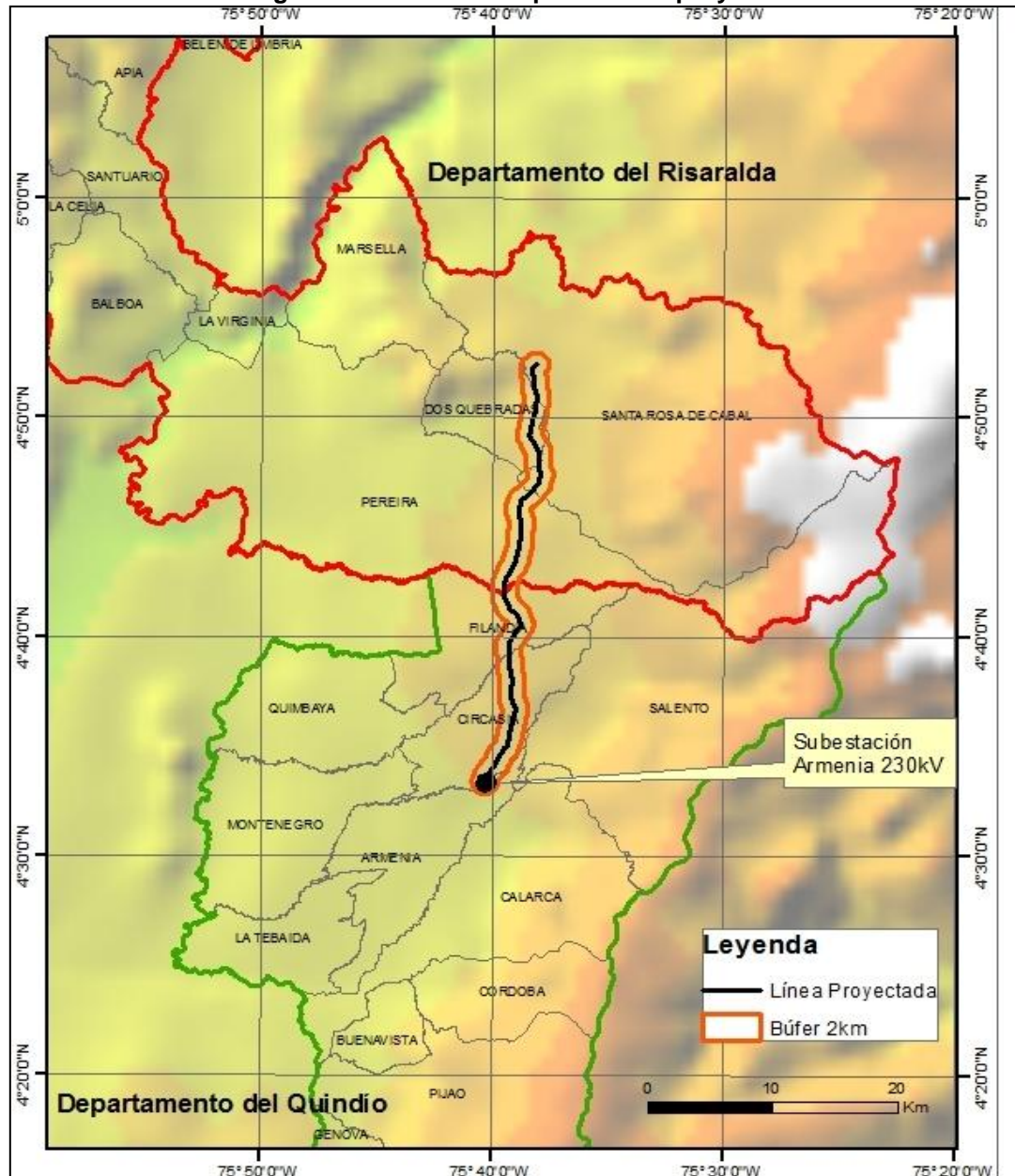
En la Figura 2.1 se presenta la ubicación general del proyecto, y en la Figura 2.2 y en el mapa 9-EEB-ALF-ARM-CUSA-001 (ver Anexo 01), se presenta la localización específica del mismo.

**Figura 2.1 Ubicación General del Proyecto**



Fuente: Consultores Unidos S.A. - CUSA, 2012.

**Figura 2.2 Ubicación Específica del proyecto**



Sistema Magna Sirgas Origen Oeste  
Fuente: Consultores Unidos S.A. - CUSA, 2012.

## 2.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

### 2.2.1 Características técnicas del proyecto

El proyecto UPME 02-2009, corresponde a la construcción y operación de la subestación Armenia a 230 kV (en área definida por la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME, dentro

de la subestación actual de Armenia) y su línea de transmisión asociada, la cual parte de la Torre 1 ubicada cerca a la subestación Armenia hasta llegar a la T81 ubicada en el municipio de Santa Rosa de Cabal. En la T55 de la línea La Virginia - La Hermosa, será el punto de conexión.

La subestación Armenia a 230 kV será una subestación encapsulada del tipo GIS, mientras que la línea de transmisión será de doble circuito a 230 kV, de aproximadamente 38,06 km, desde la subestación Armenia a 230 kV a construir, hasta el punto de seccionamiento (Torre 55), de la línea existente La Virginia - La Hermosa.

Las características técnicas principales del diseño de la subestación Armenia a 230kV y de la línea de transmisión se presentan en la Tabla 2.1.

**Tabla 2.1 Características técnicas principales del proyecto**

Característica	Descripción
Nivel de tensión	230kV
Número de Circuitos	Dos
Disposición de Fases	Doble Circuito Vertical
Frecuencia Eléctrica	60Hz
Longitud aproximada de la línea	38,06 km
Conductor	Tipo ACAR 12 hilos de aluminio y 7 de aleación de aluminio, calibre 600 kCM en haz de dos sub-conductores
Cable de guarda	AWG 7No.9 AWG, fabricado en acero y aluminio, el cable OPGW
Aisladores	Aisladores estándar para cadenas de suspensión. Aisladores estándar para cadenas de retención.
Tipo de Estructura	Estructuras en celosía de acero galvanizado autosoportadas para doble circuito vertical.
No. de torres	81 torres
Puestas a Tierra	Puesta a tierra con 4 varillas en todas las torres y 4 contrapesos de 10, 20, y 30 m de longitud por rama según la resistividad. La disposición final debe cumplir con la reglamentación del RETIE.
Ancho de franja de servidumbre	32 m
Ubicación municipios	Circasia, Filandia, Pereira, Dos Quebradas y Santa Rosa de Cabal

Fuente: Consultores Unidos S.A. - CUSA, 2012.

## Criterios de Diseño

### • Normas, Códigos y Reglamentos Aplicables

Para la ejecución de los cálculos para el diseño electromecánico de las líneas de transmisión asociadas al proyecto de la referencia se tendrá en cuenta la siguiente documentación técnica y normas nacionales e internacionales.

- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE)



- Normalización de estructuras metálicas para líneas a 220 kV doble circuito – ISA
- Transmission Line Reference Book de EPRI
- Norma IEEE 738
- National Electrical Safety Code - NESC
- Guía para el diseño mecánico de líneas de transmisión de la American Society of Civil Engineers - ASCE.
- Normas para fabricación de aisladores de vidrio y para poliméricos.
- Normas de la American Society for Testing and Materials – ASTM, para la fabricación de conductores tipo ACAR y ACSR
- Norma ANSI / IEEE 80 - 1986, IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding
- Código de Redes – Resolución CREG 025 DE 1995 y Resolución CREG 098 DE 2000
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC)
- American Concrete Institute (ACI)
- American Institute of Steel Construction (AISC)
- American Welding Society (AWS)
- American Iron and Steel Institute (AISI)
- National Electrical Manufacturers Association (NEMA)
- International Electrotechnical Commission (IEC)
- American National Standard Institute (ANSI)
- Steel Structures Painting Council (SSPC)
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
- Portland Cement Association (PCA)
- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente (NSR-10)
- United States Bureau of Reclamation (USBR)

La descripción técnica del proyecto, incluyendo las etapas de construcción y operación del mismo, se describen en el numeral 2.2.6 del presente capítulo.

## 2.2.2 Objetivos de su ejecución y necesidades a satisfacer

El Proyecto UPME 02-2009, hace parte del Plan Expansión de Referencia Generación – Transmisión 2009 - 2023, adoptado por el Ministerio de Minas y Energía mediante la Resolución 180946 del 11 de junio de 2009, cuyo objetivo principal es el de construir la subestación Armenia a 230 kV y sus líneas de transmisión asociadas para conformar los circuitos Armenia – Virginia y Armenia – La Hermosa, con el fin de fortalecer el sistema interconectado eléctrico nacional.

### ➤ Beneficios del Proyecto

- Mejorar la confiabilidad del suministro de energía en la región.
- Permitir la reducción de los costos operativos del servicio de energía eléctrica en el País.
- Elevar la seguridad energética y la estabilidad del sistema eléctrico del país
- Apoyar el desarrollo en el área de influencia del proyecto.

### 2.2.3 Duración de las obras y cronograma

A continuación en la Tabla 2.2, se presenta el cronograma general del proyecto.

**Tabla 2.2 Cronograma general del proyecto**

EDT	NOMBRE DE LA TAREA	COMIENZO	FIN
<b>1</b>	<b>Gestión Ambiental</b>		
1.1	Licencia Ambiental	21/01/2013	21/01/2013
<b>2</b>	<b>Líneas De Transmisión</b>		
2.1	Elaboración y entrega de orden de inicio de construcción	22/01/2013	22/01/2013
2.2	Material puesto en sitio	20/02/2013	16/04/2013
2.3	Cimentaciones	17/04/2013	31/05/2013
2.4	Montajes Estructurales	01/06/2013	06/08/2013
2.5	Tendido Líneas	08/08/2013	26/10/2013
2.6	Obras complementarias	29/10/2013	19/11/2013
<b>3</b>	<b>SUBESTACIONES</b>		
3.1	Adecuación del terreno	29/03/2013	02/05/2013
3.2	Fundaciones de equipos	05/05/2013	07/06/2013
3.3	Drenajes	12/06/2013	13/07/2013
3.4	Edificaciones	02/05/2013	08/10/2013
3.5	Montajes de equipos	10/09/2013	02/11/2013
3.6	Pruebas	03/11/2013	20/11/2013
<b>4</b>	<b>CONEXIÓN CND</b>		
4.1	Entrada en Operación Comercial	22/11/2013	22/11/2013

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá - EEB, 2012.

### 2.2.4 Costo total del proyecto y de operación

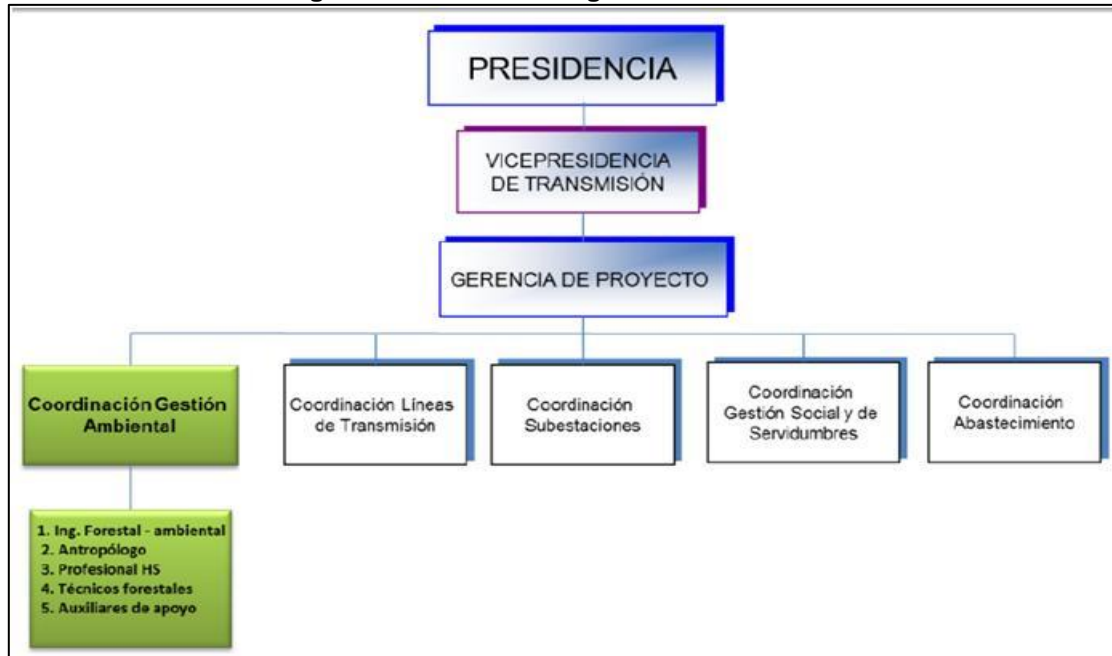
El costo total estimado del proyecto es de (\$34.000.000.000), treinta y cuatro mil millones de pesos moneda corriente.

### 2.2.5 Estructura organizacional de la empresa

A continuación en la Figura 2.3 se presenta la estructura organizacional de la Empresa, en la cual se visualiza la instancia responsable de la gestión ambiental, así como sus funciones, para la ejecución del proyecto.

La gestión ambiental del Proyecto, está bajo la Coordinación ambiental, tal como se visualiza en la Figura 2.2 y de acuerdo con la normatividad ambiental vigente aplicable, se desarrollarán las acciones necesarias para enmarcar la gestión ambiental dentro del principio de desarrollo sostenible y de conservación y preservación de los recursos naturales.

**Figura 2.3 Estructura organizacional de EEB**



Fuente: Empresa de Energía de Bogotá - EEB, 2012.

El Coordinador de Gestión Ambiental es responsable de toda la gestión ambiental y del proceso de licenciamiento ambiental ante la ANLA y entre sus funciones está:

- Gestionar ante el ANLA y/o las Corporaciones Autónomas Regionales la obtención de las licencias y/o de los permisos ambientales para la construcción y operación que requiera el Proyecto.
- Ejecutar la Interventoría de las obras de prevención, control, mitigación y/o compensación ambiental identificadas en el Plan de Manejo Ambiental -PMA.
- Coordinar la ejecución y/o ejecutar los programas, proyectos y actividades establecidas dentro del PMA o su documento equivalente.
- Coadyuvar en el cumplimiento del Plan de Calidad del Proyecto.
- Coordinar la elaboración de los Informes de Cumplimiento Ambiental -ICA, requeridos por la ANLA y radicarlos en la ANLA, previa aprobación del Gerente del Proyecto.

## 2.2.6 Descripción técnica del proyecto

A continuación la descripción técnica correspondiente a la subestación Armenia a 230 kV, así como los criterios para la selección del trazado de la línea de transmisión.



#### 2.2.6.1 Subestación Armenia a 230 kV

La subestación Armenia a 230 kV será una subestación encapsulada del tipo GIS en configuración interruptor y medio, tipo interior ubicada en la ciudad de Armenia. El alcance del proyecto está compuesto básicamente por lo siguiente:

- a) Un (1) diámetro completo con derivaciones a módulo de línea La Virginia y a módulo de transformación 230/115 kV, GIS, configuración interruptor y medio, 245/460/1050 kV,  $I_n=1600$  A,  $I_{sc}=40$  kA 1 s, 60 Hz, marca ALSTOM, referencia B105.
- b) Un (1) diámetro incompleto con derivación a módulo de línea La Hermosa, GIS, configuración interruptor y medio, 245/460/1050 kV,  $I_n=1600$  A,  $I_{sc}=40$  kA 1 s, 60 Hz, marca ALSTOM, referencia B105.
- c) Dos (2) módulos de barra tipo GIS, 245/460/1050 kV,  $I_n=2000$  A,  $I_{sc}=40$  kA 1s, 60 Hz, marca ALSTOM, referencia B105. Cada barra conformada por:
  - Una (1) cuchilla de puesta a tierra.
  - Un (1) transformador de tensión.
- d) Nueve (9) pararrayos para sistema de 230 kV,  $U_r=198$  kV,  $U_c=158$  kV, clase 4, 20 kA, marca TRIDELTA.
- e) Material de conexión y apantallamiento para 230 kV
- f) Estructuras metálicas en celosía para pórticos de líneas y banco de autotransformadores.
- g) Cable de fuerza y de control.
- h) Sistemas de protección, control, medida y señalización, según arquitectura y descripción en documentos “- TEC 01 Arquitectura SE Armenia Rev 0” y “TEC 02 Alc Tec SE ARMENIA Rev 0”.
- i) Telecomunicaciones según descripción incluida en documento “Telecom Armenia Rev0”.
- j) Servicios auxiliares, para lo cual se incluye lo siguiente:
  - Acometida a 13,2 kV, incluyendo pararrayos a 9 kV, 10 kA y seccionadores fusible 15 A.
  - Una (1) celda de media tensión, 13,2 kV, tipo interior, seccionador fusible y medida.
  - Un (1) transformador de servicios auxiliares tipo “Pad Mounted”, 13,2/0,208-0,120 kV, 75 kVA.
  - Una (1) planta Diesel de 30 kVA 208/120 Vca.
  - Una (1) Transferencia automática 208/120 Vac.
  - Dos (2) gabinetes de corriente alterna (servicios esenciales y no esenciales).
  - Dos (2) cargadores de baterías 125 Vcc, 50 A.
  - Un (1) banco de baterías 125 Vcc, 200 A-h, 8 horas
  - Un (1) gabinete de distribución de corriente directa.

En el Anexo 01 se presenta el plano de la subestación Armenia a 230 kV (Anexo 01 plano subestación - 10-ARM-ACS-0410-PI), y en la Figura 2.4 se presenta una vista general de la futura subestación Armenia a 230 kV.

**Figura 2.4 Isométrico general de la subestación GIS**



Fuente: ALSTOM, 2012.

#### 2.2.6.1.1 Línea de transmisión de energía

Mediante comunicación 4120-E1-34412 del 30 de mayo de 2012, EEB solicitó al ANLA pronunciamiento acerca de la presentación de un Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) para el proyecto, planteándose por parte de EEB una alternativa única, a partir de una metodología basada en el análisis de ventajas y desventajas ambientales físicas, bióticas y socio-culturales, a través de los diferentes análisis evaluados por un equipo interdisciplinario de profesionales, los cuales trataron en lo posible de minimizar los impactos ambientales y sociales a causa del proyecto..

El 16 de julio de 2012, el ANLA emite pronunciamiento, mediante oficio No 4120-E2-39379, en el cual considera el NO requerimiento de la elaboración del Diagnóstico Ambiental de Alternativas para el proyecto, y solicita la elaboración y presentación del Estudio de Impacto Ambiental para el proyecto, bajo los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia LI-TER-1-01, para el trazado.

No obstante, para el diseño de la ruta definitiva, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

#### ➤ Criterios para la Selección de Ruta

Para la selección de la ruta de la línea de transmisión se partió de los criterios básicos que deben tenerse en cuenta para lograr una línea técnica y económicamente adecuada, teniendo en cuenta, que el área de la S/E fue definida por la UPME dentro de la convocatoria del proyecto,

cuya área se encuentra localizada dentro del lote de la subestación actual propiedad de la CHEC S.A. E.S.P. De tales criterios los principales aplicables al presente caso son:

1. Optimizar las siguientes características:
  - Maximizar la facilidad de salida y llegada a los puntos terminales
  - Maximizar la longitud de los Alineamientos
  - Minimizar la cantidad y magnitud de los ángulos
  - Minimizar los conflictos con propietarios de los terrenos
  - Maximizar la cercanía a los accesos
  
2. Evitar o minimizar el impacto de los siguientes sitios u obstáculos para el óptimo comportamiento de las mismas:
  - Zonas geológicamente inestables
  - Zonas con suelos de muy baja capacidad portante aparente
  - Espejos de agua existentes o proyectados
  - Zonas restringidas por autoridades ambientales y municipales
  - Zonas con nacimientos y/o puntos de agua
  - Zonas con potencial arqueológico, histórico
  - Zonas de reforestación o de reservas forestales
  - Presencia de viviendas o construcciones.
  - Cruces forzados muy largos (líneas existentes)
  - Cruces con líneas eléctricas muy altas o muy bajas según deban cruzarse por encima o por debajo
  - Zonas inundables o erosionables

Los principales aspectos que determinaron la selección de la ruta para el trazado de la línea a la subestación Armenia, fueron:

- Evitar sitios con problemas potenciales de propietarios.
- Localizar las torres a más de 100 metros de nacedores y/o puntos de agua.
- Disponibilidad de accesos, para lo cual el trazado definido, dispone de suficientes accesos. No se requiere la construcción de nuevos accesos.
- No se observaron sitios de inestabilidad geológica ni de baja capacidad portante notorios.

#### 2.2.6.1.2 Etapas del Proyecto

Las actividades contempladas para las distintas etapas del proyecto, se relacionan en la Tabla 2.3.

**Tabla 2.3 Actividades asociadas a las diferentes etapas del proyecto**

ETAPAS DEL PROYECTO	ACTIVIDAD
Estudios y diseño	Información a la comunidad
	Negociación de servidumbre
	Etapa de diseño
Construcción	Contratación de mano de obra
	Movilización de personal, maquinaria y equipos
	Localización y replanteo
	Descapote y remoción de la cobertura vegetal
	Excavación
	Cimentación, relleno y compactación
	Montaje, conexión e instalación de equipos y torres
	Tendido de conductores e hilo de guarda
Operación y Mantenimiento	Transporte de energía
	Control de estabilidad de S/E y de sitios de torre
	Mantenimiento de S/E, línea de transmisión y zona de servidumbre
Abandono y Restauración Final	Abandono del área
	Restauración final del área

Fuente: Consultores Unidos S.A. - CUSA, 2012.

## 1. Etapa de Estudios y Diseños

Con las actividades de estudios y diseños, inicia el proyecto de la subestación Armenia a 230 kV y sus líneas de transmisión asociadas. Las actividades propias de esta etapa para la subestación y sus líneas de transmisión se describen a continuación, sumando a estas la elaboración de los estudios ambientales para la obtención de la Licencia Ambiental.

### ➤ **Diseño**

#### ✚ **Subestación Armenia a 230 kV**

Para la S/E Armenia a 230 kV, en esta etapa se realizan los estudios y diseños que se listan a continuación:

- a) Diseños civiles: fundaciones, adecuación, cortes, llenos, drenajes, cárcamos, muros, edificaciones, iluminación de patio, malla de tierra, etc.
- b) Diseños electromecánicos: disposición electromecánica equipos a 230 kV, manuales de montaje.
- c) Esquemas de control y protección
- d) Diseño estructuras metálicas
- e) Cálculos de cables de potencia, fuerza y control
- f) Memorias de cálculo eléctricas y civiles
- g) Estudios Especiales
- h) Diseño servicios auxiliares
- i) Manuales de operación y mantenimiento

- j) Listas de materiales y de cables
- k) Catálogos y manuales de los equipos y relés utilizados
- l) Software de aplicación a relés
- m) Protocolos de pruebas en fábrica y funcionales

#### Línea de transmisión

Para la línea de transmisión en esta etapa se realiza la selección de ruta y trazado, lo cual se describe a continuación:

##### ➤ Selección de ruta y trazado

En campo se verifica el diseño, las abscisas y cotas, con el objetivo de optimizar la ruta y los sitios de cada torre, así como de la subestación, presentando correctivos de carácter técnico y ambiental al diseño. Se procede a la ubicación topográfica definitiva, su demarcación y al reconocimiento de estabilidad de cada sitio de torre.

El objetivo de esta actividad es la determinación de la ubicación de estructuras a lo largo del corredor predefinido para la línea, y con base en la información topográfica del perfil topográfico generado a partir de información del trazado.

Los datos de entrada incluyen la información meteorológica, los datos del conductor y cable de guarda seleccionados y, obviamente, el perfil topográfico incluyendo las restricciones ambientales y técnicas, previstas durante la etapa de selección del corredor de ruta.

El proceso central en la actividad de plantillado para la localización de las estructuras en un perfil topográfico, se realiza con la ayuda del programa de computador PLS - CADD, el cual fue desarrollado por la POWER LINE SYSTEMS INC.

##### ➤ **Negociación de servidumbre**

Una vez realizado el replanteo de la línea de transmisión, se procede a la verificación de la información levantada en este EIA, relacionada con la identificación de cada uno de los predios que atraviesa la línea eléctrica, para la adquisición de la servidumbre.

##### ➤ **Información a la comunidad**

Por medio de esta actividad, se busca informar a la comunidad del AID y sus líderes, así como a las autoridades del área de influencia indirecta del proyecto, por medio de comunicaciones escritas y socializaciones, con el fin de dar a conocer el proyecto, su gestión ambiental, así como sus impactos y medidas de manejo establecidas.



## 2. Etapa de Construcción

### ➤ **Contratación de mano de obra**

Para la contratación de mano de obra requerida para el proyecto, se seguirán las directrices de empleo y contratación de personal calificado y no calificado de EEB. Previo al inicio de las obras, se adelantarán acciones encaminadas a:

1. Socialización con las comunidades y Junta de Acción Comunal y Sectores del área de influencia del proyecto, sobre las posibilidades de vinculación laboral de personal no calificado, semicalificado y calificado.
2. Apoyo y promoción a la inscripción de todos los interesados que quieran participar en la construcción del proyecto.
3. Preselección de candidatos de acuerdo a los criterios establecidos por EEB.

### ➤ **Movilización de personal, maquinaria y equipos**

El personal staff del proyecto, será movilizado desde la cabecera municipal de los municipios del área de influencia del proyecto (Circasia, Filandia, Santa Rosa de Cabal, Pereira y Dos Quebradas ), o desde las ciudades de Armenia y/o Pereira, diariamente a los frentes de obra por medio de un transporte apropiado, de acuerdo con el número de trabajadores, horarios y medidas de seguridad establecidas por EEB; el personal de mano de obra no calificada contratado en el área de influencia directa del proyecto, se movilizará por sus propios medios de transporte o transporte público del área.

La maquinaria, equipos y materiales necesarios tanto para la construcción de la subestación Armenia como de la línea de transmisión, se transportarán en tractomulas, camabajas y/o en el transporte adecuada para cada caso. El trabajo de movilización del equipo se adelantará por una compañía especializada que cumpla con todos los requerimientos de seguridad industrial y de tránsito exigidos por la normatividad vigente, políticas de HSE contempladas para la etapa de construcción del proyecto y que posea las licencias y seguros pertinentes. Para acceder a los distintos frentes de trabajo del proyecto se utilizarán las vías descritas en el numeral 2.2.8 del presente capítulo.

### ➤ **Localización y replanteo**

Esta actividad corresponde a plasmar sobre el terreno el eje en planta del trazado definitivo para la construcción de la línea eléctrica, así como el diseño de la S/E de acuerdo con los planos planta – perfil (ver Anexo 01 Plano 4-EEB-ARM-PC-CUSA-1001), elaborados durante la etapa de diseño del proyecto.

El replanteo se realiza con equipos de topografía, que toman como amarre o base del trabajo las referencias topográficas instaladas en campo durante la fase de diseño, las cuales generalmente son mojones en concreto debidamente geo referenciados con coordenadas y cotas reales, colocados en sitios estratégicos próximos al trazado e identificados en los planos de diseño del proyecto.

Adicionalmente, al eje del proyecto el replanteo debe identificar y señalar adecuadamente (estacas o banderolas) los sitios definidos para la ubicación de cada torre y el área a ocupar por cada una, datos que deben estar referenciados con coordenadas y cotas obtenidas de los planos de diseño de la línea. En esta etapa y si es necesario se podrá optimizar localmente la ruta y la ubicación de los sitios de torre, en procura siempre de lograr mejoras de carácter técnico y ambiental al diseño

### ➤ **Adecuación de accesos**

En cuanto a esta actividad, no se contempla la adecuación de accesos, ya que los existentes en el área de estudio son suficientes para satisfacer las necesidades del proyecto, ya que para acceder al área proyectada para la subestación, así como para cada una de las torres, se encuentran construidos diferentes accesos veredales, los cuales en caso de ser necesario, contemplarán intervenciones puntuales, las cuales se determinarán cuando se realice el plan de utilización de accesos.

Previo al inicio de obras de construcción se efectuará un plan de usos de vías, incluyendo un registro fotográfico o fílmico, de manera de establecer las condiciones existentes de cada una de las vías que serán utilizadas por el proyecto, de manera que al término de las obras se verifique que las mismas se dejarán en condiciones similares o mejores.

### ➤ **Adecuación de áreas (remoción de la cobertura vegetal y excavaciones)**

Esta actividad comprende la adecuación del área para la construcción de la S/E Armenia y de los sitios de torre.

#### ✚ **Subestación Armenia a 230 kV**

En cuanto al desmonte o remoción de la cobertura vegetal, se hará el retiro de la vegetación encontrada en el área de construcción, cuyo material de corte y desmonte extraído, se acopiará temporalmente y en forma separada a un lado y dentro del área proyectada para la S/E, mientras se transporta al sitio de disposición de escombros contemplado en numeral 2.2.18 del presente capítulo.

#### ✚ **Adecuación de los sitios de torres**

Corresponde a las actividades necesarias para limpieza y adecuación geotécnica del terreno en donde será instalada cada una de las torres de la línea de transmisión; estas actividades comprenden la remoción de la cobertura vegetal, explanación y la excavación, cuyas actividades se realizarán del mismo modo como se describió para la subestación

Las excavaciones se realizarán a mano, dando una conformación final al fondo de la misma por medio de métodos manuales. Las paredes de la excavación, en caso necesario, se estabilizan con entibados presionados contra el terreno por gatos o cuñas. En excavaciones por debajo del nivel freático, se controlará el flujo subterráneo de las aguas.

Por cada pata de la torre, el área proyectada de intervención es de 144 m<sup>2</sup> aproximadamente, dentro de la cual se excavará una superficie de 4 m<sup>2</sup> y 2,0 m de profundidad, para un volumen de excavación aproximado de 10 m<sup>3</sup> por pata y 40 m<sup>3</sup> por torre.

- Adecuación de instalaciones provisionales de patios de tendido

Los patios de tendido, así como los sitios de almacenamiento de los materiales y ángulos de las torres se definirán en la etapa constructiva de acuerdo a las condiciones del terreno y facilidades de los sitios para ubicación de equipos, cables y materiales. Las estaciones de tendido se localizarán a una distancia tal de la torre, que permita ubicar los equipos de manera que el cable conductor no ejerza esfuerzos peligrosos sobre la estructura.

Desde este punto, se despachará en camiones y hasta los sitios de instalación el material necesario para el armado de cada torre conforme con las especificaciones de diseño de la estructura, juntos con los carretes del conductor.

### ➤ Cimentaciones, Relleno y Compactación

En la fase de diseño, de acuerdo con las características propias de los materiales de fundación para la S/E Armenia y de cada torre, se establece el tipo de cimentación a utilizar. Para cada tipo de cimentación se prepara un plano específico que establecerá con precisión las diferentes necesidades para cada sector.

Todas las estructuras de la S/E, así como las torres, se montan sobre cimentaciones construidas por debajo de la superficie del terreno, para lo cual se utilizan generalmente parrillas metálicas y concreto reforzado. Para la mezcla del concreto debe proveerse de agregados pétreos, finos y gruesos, los cuales se adquirirán en las fuentes de materiales autorizadas de la zona.

De acuerdo con las características del terreno, la cimentación de la S/E, así como las torres, garantizará la estabilidad de las mismas durante la vida útil, del proyecto. En sectores de baja capacidad portante y altos niveles freáticos se considerará, si es necesario, utilizar cimentaciones especiales que garanticen la estabilidad de las estructuras en este tipo de terrenos.

#### ✚ Tipo de fundaciones para las torres

Aunque para líneas de transmisión se utilizan diferentes tipos de cimentaciones: zapata y pata de elefante en concreto, parrillas metálicas, anclajes en roca y pilotines en concreto como fundaciones normales y en pilotes, caissons o losas corridas en concreto (plateas) para casos especiales de muy baja capacidad portante o cuando hay riesgo de socavación, en este caso, de acuerdo con la recomendación del estudio suelos se consideraron zapatas en concreto reforzado para el 100% de las estructuras, considerándose los siguientes parámetros:

- Capacidad portante admisible:
  - 0,5 kg/cm<sup>2</sup>, condición seca y sumergida
  - 1,0 kg/cm<sup>2</sup>, condición seca

- 1,5 kg/cm<sup>2</sup>, condición seca
- 2,0 kg/cm<sup>2</sup>, condición seca

#### ✚ Relleno y Compactación

Una vez terminadas las obras de cimentación se procede al relleno de la excavación realizada, utilizando al máximo posible los materiales adecuados procedentes de la misma excavación. Los materiales deben ser seleccionados evitando la colocación de bloques de roca o materiales orgánicos que no permitan la adecuada compactación de los materiales de relleno y cumpliendo las especificaciones técnicas dadas en el diseño.

#### ➤ Labores de Montaje

##### ✚ Subestación Armenia a 230 kV

Para las labores de montaje de los equipos y sistemas de la subestación (Fotos 2.1 y 2.2), se seguirán las instrucciones entregadas por los fabricantes correspondientes y contar con los manuales de montaje y planos aprobados por la EEB.



**Foto 2.1 y Foto 2.2 Equipos asociados a subestaciones encapsuladas del tipo GIS**

En casos especiales como las actividades relacionadas con los equipos GIS y montaje de transiciones se contará con un supervisor de fábrica a fin de garantizar a posteriori el correcto funcionamiento de los equipos.

Siempre que sea posible, los equipos deberán ser descargados directamente sobre su base definitiva, evitando el contacto directo con el suelo.

Antes de la descarga, se realizará una inspección preliminar de los equipos recibidos con el objeto de identificar eventuales daños provocados durante el transporte, en la cual deben ser verificadas sus condiciones externas (deformaciones, pérdidas de aceite y estado de la pintura) y averías y/o falta de accesorios y componentes.

Se verificará el contenido de cada caja, conforme a la lista de empaque. Si alguna parte estuviese faltando o estuviese dañada se debe notificar al fabricante, informando el nombre y la cantidad de partes faltantes y fotografías o bosquejos de las partes dañadas.

La descarga y manipulación de los equipos deberán ser ejecutadas y supervisadas por personal especializado, observando las normas de seguridad y utilizando los puntos de apoyo indicados en los planos y documentos correspondientes.

Todas las actividades a realizar para la recepción y montaje electromecánico, deben ceñirse estrictamente a lo indicado en las “Instrucciones de Montaje y Mantenimiento” correspondientes a cada equipo, las cuales son suministradas por el fabricante y a los documentos de referencia de este procedimiento, los cuales deberán ser consultados y diligenciados al momento de realizar las actividades.

En general se seguirán los siguientes pasos para el montaje electromecánico:

- Revisión de accesorios en sitio de acuerdo con lista de empaque.
- Verificación que la fundación de concreto reforzado haya alcanzado los valores de resistencia especificados.
- Verificación del correcto montaje, alineación, nivelación, ajuste y torqueado de la estructura metálica de soporte, según planos aprobados.
- Definición de la secuencia de montaje, de acuerdo con las facilidades operativas.
- Comprobación del correcto funcionamiento de los equipos y herramientas necesarios para la ejecución de los trabajos.

Verificar que toda la documentación requerida, como planos, manuales, etc, esté al alcance del personal que ejecutará los trabajos.

#### Línea de transmisión de energía

##### ➤ Transporte y montaje de torres

Una vez construidas las cimentaciones, se procederá al montaje de las estructuras metálicas. Cada torre está compuesta por una cantidad de piezas de menor tamaño que serán ensambladas en terreno.

Se transportan desde el patio de acopio o almacén hasta el sitio de montaje todos los elementos constructivos requeridos para el montaje de la torre: superestructuras, extensiones de cuerpo, patas, pernos, tuercas normales y de seguridad, arandelas, escalera de pernos, dispositivos antiescalatorios, señales, etc., y los elementos o herrajes necesarios para la instalación de las suspensiones y amarres de los conductores y de los cables de guarda.

##### ➤ Ensamblaje e izado de torres

En el sitio de torre se realiza un pre-armado de estructuras, en el cual se arma la parte inferior de la torre y algunos ángulos antes de iniciar el montaje. Luego se realiza el montaje de estruc-



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

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

➤ Montaje de aisladores y accesorios

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

➤ Instalación de puesta a tierra de las torres

La instalación de la puesta a tierra se realiza durante la cimentación del sitio de la torre, y la medición de la resistencia se realiza una vez terminado el levantamiento de cada estructura y antes de la instalación de los conductores e hilos de guardia, con el fin de verificar los valores medidos en la etapa de diseño, Si en las mediciones efectuadas se obtienen valores de resistencia mayores del diseño, se instalarán conexiones a tierra adicionales para bajar la resistencia a tierra en la forma establecida en el diseño.

➤ **Tendido de conductores e hilo de guarda**

La actividad de tendido de conductores e hilo de guarda, contempla las siguientes acciones:

➤ Desbroce

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

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

➤ **Tendido del conductor y cables guías**

Una vez terminado el montaje de las estructuras, se iniciará la instalación del conductor. Se elegirán puntos dentro de la franja de seguridad, en lo posible entre estructuras de anclaje, que permitan la instalación del equipo con tramos de tendido lo más extenso posible. En estos puntos se instalarán los principales equipos que se requieren para el tendido: porta-carretes, carretes con conductor, malacates, frenos y equipo auxiliar.

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

En aquellos sectores donde la línea cruza con obras como carreteras, caminos; etc., se considera colocar portales de protección confeccionados con postes de madera.

El procedimiento de tendido será el siguiente:

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

➤ **Terminaciones varias**

Posteriormente se realiza la revisión detallada de las obras civiles, electromecánicas y geotécnicas para verificar la correcta calidad de las mismas y se pueden adelantar obras necesarias en las zonas afectadas durante la construcción o que representan riesgo de deterioro tanto para la S/E como para la línea de transmisión. Los últimos trabajos a realizar son los siguientes:

- Instalar la señalización correspondiente tanto para la S/E como para la línea de transmisión.
- Limpieza de áreas.

## ➤ Materiales

### ✚ Subestación Armenia a 230 kV

A continuación se relacionan los principales materiales a utilizar en el proceso constructivo de la subestación Armenia a 230 kV:

1. Obra civil: Concreto estructural  $f'c=21$  MPa, acero de refuerzo  $f_y=420$  MPa, perfiles de acero estructural ASTM A36 y A572 Gr. 50, pernos de anclaje, bloque concreto, ladrillo, teja termo acústica, grava 2", material de lleno en tierra seleccionada, malla eslabonada, tuberías de concreto, tuberías de PVC, geotextil, aluminio, vidrio.
2. Obra eléctrica: Porcelanas, tuberías aluminio, cable control, fuerza, cobre, aisladores, cable acero, gabinetes eléctricos, subestación GIS, transformador de servicios auxiliares, planta diesel, celda MT.

Para las torres se emplearán perfiles (ángulos) en acero galvanizado, de diferentes dimensiones según el diseño estructural. La calidad de los mismos está basado por las normas ASTM (American Society for Testing and Materials).

Los materiales empleados para la cimentación de estas estructuras, serán acero del mismo tipo del de las torres en caso de parrillas y concreto y acero de refuerzo para cimentaciones convencionales, los cuales tendrán las siguientes características:

- Concretos: Concreto estructural, Resistencia a la compresión  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero: Varillas de refuerzo, Esfuerzo de fluencia,  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , según norma NTC 2289

### ➤ Materiales a utilizar en cables

El material del conductor es tipo aluminio/aleación de aluminio tipo ACAR 12 hilos de aluminio y 7 de aleación de aluminio, calibre 600 kCM, el cable de guarda que se utilizara será AWG 7No.9 AWG, fabricado en acero y aluminio, el cable OPGW constará de la fibra óptica de fibra de vidrio, un núcleo de resina que encierra la fibra dentro de tubo en acero e hilos exteriores de acero y aluminio.

### 3. Etapa de operación y mantenimiento

## ➤ Transporte de energía

### ✚ Subestación Armenia a 230 kV

Previamente a la entrada en operación de la subestación, se deben realizar las pruebas de los equipos y sistemas de la subestación, la cual se realiza a equipos, instalados en subestaciones eléctricas, con tensión nominal mayor ó igual a 34,5 kV, con mando manual ó a motor, con ó sin cuchillas de puesta a tierra.

Todas las actividades a realizar para la ejecución de pruebas de los equipos y sistemas instalados en subestaciones eléctricas, deben ceñirse estrictamente a lo indicado en el procedimiento correspondiente y/o en el “Manual de Instalación y Operación” suministrado por el fabricante y a los documentos de referencia.

Previamente a la iniciación de las pruebas y puesta en servicio de seccionadores, se realizarán las siguientes actividades:

- Leer, comprender y seguir estrictamente las instrucciones consignadas en el “Manual de Instalación y Operación” suministrado por el fabricante.
- Consultar las regulaciones locales, provinciales o nacionales aplicables, así como las normas para la industria.
- Debe verificarse que el montaje electromecánico de cada equipo, en cuanto se refiere a nivelación, anclaje, calibración, limpieza, cableado y conexión, etc., se hizo conforme con lo indicado en el “Manual de Instrucciones de Instalación y Mantenimiento” suministrado por el fabricante y a los planos de diseño aprobados y que está en perfectas condiciones electromecánicas.
- Verificar que toda la documentación requerida, como planos, manuales, etc., esté al alcance del personal que ejecutará los trabajos.

En general se aplicaran los procedimientos definidos por ALSTOM para el desarrollo de las actividades correspondientes, identificando adecuadamente los peligros, medidas preventivas, equipos y personal requeridos, definiendo claramente la responsabilidad y autoridad por cada actividad.

Tras la finalización de las pruebas, se puede dar inicio a la operación de la subestación, la cual entrará en funcionamiento, una vez se haya energizado la línea de transmisión.

#### Energización de la línea

La operación de la línea de transmisión "energización" es la puesta en marcha del sistema, esta puede realizarse en dos circunstancias, la primera cuando se pone en funcionamiento inicial al sistema y la segunda cuando hay un disparo de la línea (interrupción del flujo). Esta actividad se realiza desde los tableros de control automatizados ubicados en la subestación.

#### **Control de estabilidad de S/E y de sitios de torre**

Durante la etapa de operación y mantenimiento, se realizarán inspecciones periódicas en la subestación, con el fin de establecer el estado de los taludes internos y externos, funcionamiento de sistema de recolección, conducción y evacuación de aguas lluvias, con el fin de evidenciar procesos erosivos incipientes, para su control y manejo.

Para el caso de la línea de transmisión, el mantenimiento de está a cargo de los “linieros”, los cuales realizan reconocimientos visuales de campo para verificar el estado de los componentes de la línea de transmisión: torres, cimentaciones, obras de arte, conductores, aisladores, etc. Con base en estos reconocimientos visuales se realizan programas de limpieza, reparaciones y mantenimiento.

En la Tabla 2.4, se relacionan las actividades de inspección que normalmente se realizan durante la operación de la línea de transmisión a 230 kV.

**Tabla 2.4 Actividades de inspección durante la operación línea 230kV.**

UBICACIÓN	ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN
<b>EN LA FRANJA DE SERVIDUMBRE Y BASE DE LA ESTRUCTURA</b>	El tipo de vegetación a desbrozar
	El estado de cunetas de coronación y drenaje
	El estado de los caminos de acceso
	El estado del suelo (estabilidad del terreno).
	La existencia de construcciones o cruces bajo la línea y comunicar a los propietarios del peligro
	Posibles acercamientos de Vegetación a la línea
<b>EN LAS ESTRUCTURAS</b>	Conexiones de puesta a tierra
	El estado de las bases de las torres
	La verticalidad y estado de las torres
	Deformaciones en los componentes de las estructuras o faltantes, si es que los hubiere
	Verificar el estado de las placas de numeración, peligros, señalización de circuitos o secuencia
	Verificar estado de pintura de señalización y numeración
	La tensión y sujeción del cable
	Si hay deformaciones en los componentes de los herraje o muestras de oxidación
Verificar el ajuste	
<b>EN LAS CADENAS DE AISLADORES</b>	Si hay rotura y/o contaminación
	El estado de "Herrajes" ( ) y/o faltantes
	La verticalidad, en el caso de estructuras de suspensión
<b>EN LOS CONDUCTORES</b>	Ajustes en las grapas de retención y suspensión
	El estado de las varillas preformadas
	El estado y número de amortiguadores
	La distancia de seguridad de la línea con respecto al suelo, vías, viviendas, árboles etc
	Verificar la ausencia de corrosión, hilos rotos y/o elementos extraños
<b>EN LOS CABLES DE GUARDIA Y PUESTA A TIERRA</b>	El ajuste de puentes y aterrizajes.
	El estado, número de amortiguadores y de varillas preformadas
	Verificar si existe corrosión, hilos rotos y/o elementos extraños

Fuente: Consultores Unidos S.A. - CUSA, 2012.

### ➤ **Mantenimiento de S/E, línea de transmisión y zona de servidumbre**

Durante la vida de explotación comercial del proyecto, se debe ejecutar el plan de inspección y mantenimiento, el cual incluirá los mantenimientos preventivos y correctivos.



#### ✚ Mantenimiento preventivo

Es el tipo de mantenimiento que se lo implanta con la finalidad de mantener los estándares de calidad iniciales de S/E y de la línea de transmisión. Los mantenimientos preventivos se dividen en tres grupos: Mantenimiento electromecánico, Control de estabilidad de sitios de torre y Mantenimiento zona de servidumbre.

#### ✚ Mantenimiento electromecánico

Comprende las obras de recuperación y conservación de la infraestructura eléctrica propiamente dicha, entre las cuales se destacan las siguientes: Cambio o refuerzo de estructuras, cambio de equipos en la S/E, o de algunos de sus elementos; pintura especialmente de equipos y patas de torres de la línea de transmisión, señalización de estructuras; cambio de aisladores rotos y accesorios de las cadenas de aisladores; cambios de empalmes, blindajes o camisas de reparación instalados en los conductores; cambio de uno o varios conductores, cambio de accesorios de cable de guarda y de puestas a tierra, mediciones de resistencia de las puestas a tierra.

#### ✚ Control de estabilidad de sitios de torre:

Si del proceso de inspección de la línea, se detectan erosiones, riesgos de avalancha o derrumbe, deforestación o cualquier tipo de anomalía que atente contra la estabilidad de los sitios de torre o de las zonas circundantes, se deberán realizar obras de protección tales como trinchos, muros de contención, gaviones, cunetas, filtros, empradizados, entre otras. Estos trabajos son puntuales y los materiales serán adquiridos con proveedores autorizados.

#### ✚ Mantenimiento de zona de servidumbre:

Durante todo el período operativo se deben evitar y controlar los acercamientos de construcciones sobre la zona de servidumbre y garantizar que se conserve la distancia de seguridad establecida. Dado que el principal elemento de crecimiento dinámico dentro de la franja es la vegetación, se debe proceder a realizar los programas de despeje de la servidumbre mediante rocería, poda o tala de árboles, limpieza de los sitios de torres, etc., siguiendo las recomendaciones establecidas en el Plan de Manejo Ambiental durante la operación.

En la Tabla 2.5, se presentan algunas acciones a realizar durante el mantenimiento preventivo de la servidumbre.

**Tabla 2.5 Actividades mantenimiento preventivo línea 230kV.**

UBICACIÓN	TIPO DE MANTENIMIENTO
EN LA FRANJA DE SERVIDUMBRE	Desbroce de vegetación bajo la línea.
	Tala y/o poda de árboles grandes cercanos, que amenacen la línea.
EN LAS ESTRUCTURAS Y CIMEN- TACIONES	Inspección y/o repintado de números de identificación.
	Limpieza de las bases de la estructura y verificación de su estado de compactación.
	Cambio de herrajes oxidados.

UBICACIÓN	TIPO DE MANTENIMIENTO
	Inspección de obras complementarias, inspección del terreno de los sitios de torres y alrededores para detectar procesos erosivos de manera temprana.
	Construcción, limpieza o readecuación de cunetas de coronación.
	Repintado de números de identificación en torres, repintada y reposición de señalización, y reposición de letreros de identificación de secuencia.
	Drenaje.
	Verificación de la compactación del terreno.
<b>EN LA CADENA DE AISLADORES</b>	Inspección de suciedad y esrado de aisladores de la cadena.
<b>EN LOS CONDUCTORES</b>	Inspección periódica de estado del conductor y cable de guarda.
	Reparación de hilos rotos con camisas de reparación o blindajes.
	Inspección termográfica de acuerdo al plan de mantenimiento de la zona.
	Inspección y reparación de amortiguadores separadores, y amortiguadores en Cables de Guarda.
	Reposición de señales de peligro.
<b>PUESTAS A TIERRA</b>	Monitoreo del sistema de puesta a tierra de manera periódica de acuerdo al plan de mantenimiento de la zona.
	Inspeccionar y verificar conexiones eléctricas del sistema de puesta a tierra.

Fuente: Consultores Unidos S.A. - CUSA y EEB, 2012.

#### Mantenimiento Correctivo en la línea de transmisión

Durante la operación de las líneas se presentan trabajos de mantenimiento o recuperación del servicio por eventos no previstos, como fallas geológicas, movimientos telúricos, voladura de torres, explosión de equipos, vendavales, incendios, etc. que requieren oportuna atención para restablecer el servicio dentro del tiempo máximo de indisponibilidad permitida, con el fin de evitar restricciones y reclamaciones por parte de los usuarios.

En la Tabla 2.6, se presentan algunas acciones necesarias que pueden requerir de mantenimiento correctivo:

**Tabla 2.6 Actividades mantenimiento correctivo línea 230kV.**

UBICACIÓN	TIPO DE MANTENIMIENTO
<b>EN LAS CADENAS DE AISLADORES</b>	Cambio de aisladores rotos conforme a los resultados del plan de inspecciones.
	Lavado de aisladores conforme a los resultados del plan de inspecciones.

UBICACIÓN	TIPO DE MANTENIMIENTO
	Revisión e instalación de pines faltantes de los patios de aisladores conforme a los resultados de las inspecciones.
EN LAS ESTRUCTURAS Y CIMENTACIONES	Reubicación de sitio o tipo de estructura.
	Cambio de celosías rotas o en mal estado, instalación de celosía faltante.
	Cambio de crucetas.
	Reparación de la cimentación.
	Reparación y reposición de material faltante.
EN LOS CONDUCTORES	Blindado de conductor e hilo de guardia.
	Reparación de conductor e hilo de guardia.
EN LA PUESTA A TIERRA	Reconexión y/o mejoramientos al sistema de puesta a tierra.

Fuente: Consultores Unidos S.A. – CUSA y EEB, 2012.

#### 2.2.6.2 Tipo y Número de Estructuras

Para el diseño de las líneas asociadas a la subestación Armenia 230kV, se estableció el conjunto de estructuras diseñado para el Proyecto de la EEB para Interconexión con Ecuador, Este conjunto está conformado por los siguientes tipos de estructuras:

- Torre tipo A para suspensiones livianas
- Torre tipo AA para suspensiones pesadas
- Torre tipo B para ángulos pequeños
- Torre tipo C para ángulos medianos
- Torre tipo DT para ángulos grandes y como terminal

Estos conjuntos además están previstos con dos tipos de cabezas con crucetas y distancias diferentes para ser utilizadas en dos condiciones de aislamiento diferentes. Se utilizará la de aislamiento Tipo 1, que se ha verificado es adecuada para las altitudes de esta línea.

En la Tabla 2.7, se muestra la cantidad y tipo de torres que se utilizarán y en la Tabla 2.8, se presentan las coordenadas de localización de cada una de las torres.

**Tabla 2.7 Número y tipo de torres**

Tipo	Total
A	16
AA	23
B	31
C	4
D	5
DT	2
<b>Total General</b>	<b>81</b>

Fuente: Consultores Unidos S.A. - CUSA, 2012.

**Tabla 2.8 Coordenadas y características de torres**

TORRE N°	COORDENADAS		LOCALIZACION
	ESTE	NORTE	
1	1155945	995802	S/E ARMENIA 230 Kv
2	1156086	995963	CIRCACIA VEREDA (HOJAS ANCHAS)
3	1156155	996345	CIRCACIA VEREDA (HOJAS ANCHAS)
4	1156403	996715	CIRCACIA VEREDA (HOJAS ANCHAS)
5	1156678	997123	CIRCACIA VEREDA (HOJAS ANCHAS)
6	1156900	997449	CIRCACIA VEREDA (HOJAS ANCHAS)
7	1157134	997933	CIRCACIA VEREDA (LA CRISTALINA)
8	1157363	998248	CIRCACIA VEREDA (EL CONGAL)
9	1157569	998533	CIRCACIA VEREDA (EL CONGAL)
10	1157738	998765	CIRCACIA VEREDA (EL CONGAL)
11	1157805	999072	CIRCACIA VEREDA (EL CONGAL)
12	1157879	999408	CIRCACIA VEREDA (EL CONGAL)
13	1157963	999787	CIRCACIA VEREDA (EL CONGAL)
14	1158063	1000267	CIRCACIA VEREDA (EL CONGAL)
15	1158153	1000695	CIRCACIA VEREDA (EL CONGAL)
16	1158226	1001044	CIRCACIA VEREDA (EL CONGAL)
17	1158314	1001392	CIRCACIA VEREDA (LA CRISTALINA)
18	1158429	1001842	CIRCACIA VEREDA (BARCELONA ALTA)
19	1158315	1002167	CIRCACIA VEREDA (BARCELONA ALTA)
20	1158206	1002478	CIRCACIA VEREDA (BARCELONA ALTA)
21	1158058	1002902	CIRCACIA VEREDA (BARCELONA ALTA)
22	1158084	1003533	CIRCACIA VEREDA (MEMBRILLAL)
23	1158114	1004240	CIRCACIA VEREDA (MEMBRILLAL)
24	1158037	1004875	CIRCACIA VEREDA (MEMBRILLAL)
25	1157956	1005547	CIRCACIA VEREDA (LA CONCHA)
26	1157917	1006136	CIRCACIA VEREDA (LA CONCHA)
27	1157883	1006655	FILANDIA VEREDA (EL VERGEL)
28	1157838	1007339	FILANDIA (VEREDA EL VERGEL)
29	1158059	1007736	FILANDIA (VEREDA EL VERGEL)
30	1158288	1008150	FILANDIA (VEREDA EL VERGEL)
31	1158439	1008422	FILANDIA (VEREDA EL VERGEL)
32	1158789	1008946	FILANDIA VEREDA (EL ROBLE)
33	1158840	1009022	FILANDIA VEREDA (EL ROBLE)
34	1158719	1009375	FILANDIA VEREDA (EL ROBLE)
35	1158545	1009888	FILANDIA VEREDA (EL ROBLE)
36	1158140	1010162	FILANDIA VEREDA (LA JULIA)

TORRE N°	COORDENADAS		LOCALIZACION
	ESTE	NORTE	
37	1157912	1010317	FILANDIA VEREDA (LA JULIA)
38	1157816	1010520	FILANDIA VEREDA (LA JULIA)
39	1157704	1010760	FILANDIA VEREDA (LA JULIA)
40	1157495	1011271	FILANDIA VEREDA (LA JULIA)
41	1157487	1012004	PEREIRA VEREDA (YARUMAL)
42	1157483	1012410	PEREIRA VEREDA (YARUMAL)
43	1157649	1012857	PEREIRA VEREDA (YARUMAL)
44	1157815	1013305	PEREIRA VEREDA (YARUMAL)
45	1158151	1013829	PEREIRA VEREDA (LAGUNETA)
46	1158310	1014076	PEREIRA VEREDA (LAGUNETA)
47	1158385	1014412	PEREIRA VEREDA (EL JORDAN)
48	1158504	1014943	PEREIRA VEREDA (EL JORDAN)
49	1158600	1015366	PEREIRA VEREDA (CORDINA)
50	1158674	1015695	PEREIRA VEREDA (CANTAMONOS)
51	1158689	1015848	PEREIRA VEREDA (CANTAMONOS)
52	1158740	1016347	PEREIRA VEREDA (CANTAMONOS)
53	1158836	1017444	PEREIRA VEREDA (LA BELLA)
54	1158831	1017710	PEREIRA VEREDA (LA BELLA)
55	1158660	1018346	PEREIRA VEREDA (ESTRELLA MORRON)
56	1158575	1018667	PEREIRA VEREDA (ESTRELLA MORRON)
57	1158711	1019285	PEREIRA VEREDA (PORVENIR)
58	1158778	1019510	PEREIRA VEREDA (PORVENIR)
59	1159271	1019739	PEREIRA VEREDA (LA BANANERA)
61	1160007	1020582	SANTA ROSA VEREDA (VOLVANES)
63	1160215	1020880	SANTA ROSA VEREDA (VOLVANES)
64	1160356	1021765	SANTA ROSA VEREDA (VOLVANES)
65	1160199	1022155	SANTA ROSA VEREDA (LAS MANGAS)
66	1160186	1022796	DOS QUEBRADAS VEREDA (ALTO DEL TORO)
67	1160172	1023531	DOS QUEBRADAS VEREDA (ALTO DEL TORO)
68	1160036	1023893	DOS QUEBRADAS VEREDA (ALTO DEL TORO)
69	1159940	1023956	DOS QUEBRADAS VEREDA (ALTO DEL TORO)
70	1159465	1024909	DOS QUEBRADAS VEREDA (ALTO DEL OSO)
71	1159535	1025254	DOS QUEBRADAS VEREDA (ALTO DEL OSO)
72	1159718	1026142	DOS QUEBRADAS VEREDA (ALTO DEL OSO)
73	1159870	1026881	DOS QUEBRADAS VEREDA (ALTO DEL OSO)
74	1159944	1027504	DOS QUEBRADAS VEREDA (ALTO DEL OSO)



TORRE N°	COORDENADAS		LOCALIZACION
	ESTE	NORTE	
75	1159992	1027902	DOS QUEBRADAS VEREDA (EL RODEO)
76	1160023	1028253	DOS QUEBRADAS VEREDA (EL RODEO)
77	1159949	1028556	SANTA ROSA VEREDA (SAN JOSE-LA MARIA)
78	1159828	1029061	SANTA ROSA VEREDA (SAN JOSE-LA MARIA)
79	1159832	1029591	SANTA ROSA VEREDA (SAN JOSE-LA MARIA)
80	1159778	1029839	SANTA ROSA VEREDA (SAN JOSE-LA MARIA)
81	1159691	1030233	SANTA ROSA VEREDA (LA HERMOSA)
82	1159690	1030598	SANTA ROSA VEREDA (LA HERMOSA)
83	1159941	1030794	Pto de conexión eléctrico en Sta Rosa de Cabal

Fuente: Consultores Unidos S.A. - CUSA, 2012.

Nota: El número total de torres son 81, ya que las torres 60 y 62 fueron eliminadas para el diseño definitivo (estas torres no aparecen en esta tabla); No obstante, la numeración original de las 83 torres se mantuvo por consideraciones técnicas.

## 2.2.7 Sistemas de protección y control

Los elementos de protección y control que se proyectan son los siguientes; antes del inicio de las etapas de construcción y operación del Proyecto, se evaluará si existe la necesidad de implementar medidas adicionales:

- Cada una de las torres de transmisión contarán con un sistema de puesta a tierra, en el eventual caso de torres que estén en la zona urbana o que estén a menos de 20m de escuelas o viviendas se controlan los voltajes de paso y contacto llegando al caso de realizar realces de pedestales en concreto de los montantes de las torres para evitar el contacto directo con las estructuras, evitando por lo tanto, poner en riesgo la integridad de las personas o animales que se encuentren a su alrededor.
- Se instala un cable de guarda, que funciona como medida de apantallamiento ante descargas atmosféricas el cual permite encausar la perturbación al sistema de puesta a tierra.
- Se cuenta con descargadores de sobretensiones en la subestación para disipar y recortar las descargas atmosféricas que se intercepten por el cable de guarda de la línea de transmisión.
- No deben existir viviendas dentro de la franja de servidumbre de las líneas de transmisión, es decir en una franja de 32 m de ancho, la cual configura el área de influencia directa de la línea.
- Los conductores estarán apoyados en torres metálicas y se garantizará que estos conserven alturas requeridas por normas nacionales (el RETIE) en todos los escenarios posibles de operación y de acuerdo con las características de uso del suelo de las zonas que atraviese.

- La línea de transmisión estará bajo supervisión y control durante la operación en tiempo real de su infraestructura a través del Centro de Control de Transmisión de EEB en Bogotá, que opera las 24 horas del día 365 días del año. Acorde con las mejores prácticas de ingeniería, cuenta además con protecciones eléctricas en los extremos de las líneas de transmisión que aseguran el despeje de fallas en cualquier punto de la infraestructura; por otra parte, tiene implementados procedimientos de mantenimiento que garantizan la detección, prevención y corrección de fallas oportunamente y en caso de eventos en la infraestructura, tiene establecidos procedimientos de atención de emergencias, que hacen parte del sistema integral de gestión de calidad de la infraestructura y que garantizan la respuesta inmediata y, el restablecimiento del servicio en dicha infraestructura cuando el mismo ha sido afectado por eventos externos a la misma.
- Se emplearán los sistemas de protección propios de una instalación de esta naturaleza que garantiza que en lapsos de milisegundos la línea y los cables son des-energizados ante la ocurrencia de una falla o daño de la infraestructura.

En los cruces con líneas energizadas o con vías para tránsito de vehículos, durante el tendido de las líneas se construirán estructuras temporales suficientemente altas y resistentes que permitan el paso de los conductores de fases en tal forma que no haga contacto con las líneas o interfieran el libre tránsito vehicular.

Las dimensiones y en especial, la altura de estas estructuras será tal, que superen adecuadamente la envergadura total de las vías, líneas eléctricas y otra infraestructura existente a proteger, con el objeto de garantizar la estabilidad de la línea eléctrica a construir y por ende, la seguridad del entorno ambiental y social cercano a los cruces mencionados.

### **2.2.8 Descripción de los accesos a sitios de torre**

Los accesos a los sitios de torre se realizaron desde la Autopista del café, vía principal de referencia que conduce de Armenia a Santa Rosa de Cabal.

Las vías identificadas fueron:

- Antigua carretera Armenia-Circasia por la vereda Hojas Anchas.
- Carretera Circasia-Montenegro.
- Carretera Circasia-Vereda Barcelona Alta.
- Carretera Circasia-Vereda Membrillal el Roble.
- Carretera Filandia-Autopista del Café.
- Carretera Autopista del Café-Cancha de golf.
- Carretera Pereira-La Estrella Morrón-La Bella.
- Carretera Pereira-La Florida.
- Carretera San José-Las Mangas-Alto del Águila.

- Carretera Alto del Toro.
- Carretera Alto del Oso.
- Carretera Dosquebradas-Vereda Sabanitas.
- Autopista del Café-Par Vial Santa Rosa de Cabal.

Estas vías se pueden observar en forma general en el Plano de Accesos a la línea de Transmisión y a la Subestación Armenia (ver Anexo 01 Plano 4-EEB-ARM-CUSA-1001).

## 2.2.9 Requerimientos de uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales renovables

### 2.2.9.1 Agua

Para la construcción del proyecto no se requiere de agua para uso doméstico, ya que no habrá campamento de alojamiento para la construcción de la subestación ni de la línea, y que se hará uso de la infraestructura de alojamiento de los municipios de Armenia, Circasia, Filandia, Santa Rosa de Cabal, Pereira y Dos Quebradas. Las excretas generadas tanto en los frentes de obra de la línea de transmisión serán manejadas por medio de baños portátiles los cuales tendrán mantenimiento periódico.

El agua potable para el proyecto se suministrará por medio de botellones o bolsas plásticas, adquiridos en establecimientos de la zona.

Este recurso, se requerirá básicamente para la fase de construcción de la subestación Armenia en un volumen aproximado de 300 m<sup>3</sup> (160 m<sup>3</sup> para las labores constructivas y 140 m<sup>3</sup> para el consumo humano) y para la línea de transmisión de energía (zapatas de las torres) en un volumen aproximado de 340m<sup>3</sup>, discriminados 180 m<sup>3</sup> para la fundición de las cimentaciones en concreto y el proceso de relleno y compactación de la cimentación y 160 m<sup>3</sup> para consumo humano en tanto que para la fase de operación no se requerirá de este recurso, debido a la utilización de unidades sanitarias portátiles, así mismo, en las actividades de mantenimiento tanto de la subestación como de la línea, no se requerirá de la utilización de agua (Ver Tabla 2.9).

**Tabla 2.9 Estimación de consumo de agua**

Obra o Actividad	Construcción	Consumo Humano	Total
Subestación	160 m <sup>3</sup>	140 m <sup>3</sup>	300 m <sup>3</sup>
Líneas de Trasmisión	180 m <sup>3</sup>	160 m <sup>3</sup>	340 m <sup>3</sup>
Total	340 m <sup>3</sup>	300 m <sup>3</sup>	640 m <sup>3</sup>

Fuente: Consultores Unidos S.A. - CUSA, 2012.

El agua requerida se adquirirá de empresas prestadoras del servicio ubicadas en los municipios de Circasia, Filandia, Santa Rosa de Cabal, Pereira y Dos Quebradas, que cuenten con la disponibilidad para suministrar el recurso.

### 2.2.9.2 Ocupación de Cauces

El proyecto no tiene previsto la ocupación de cauces, ya que no se intercepta ningún cuerpo de agua.

### 2.2.9.3 Aprovechamiento Forestal

La construcción de la subestación de la línea de transmisión a 230 kV no conlleva la remoción de vegetación, debido a que esta se construirá dentro de la subestación existente de Armenia, cuya área se encuentra cubierta por pastos, por lo que no se requiere aprovechamiento forestal para su construcción.

Para la construcción de la línea de transmisión, se requerirá realizar aprovechamiento forestal para la instalación de algunas estructuras y garantizar distancias de seguridad con los conductores de transporte de energía ligada a la franja de servidumbre de la línea. En el capítulo 4 del presente estudio se detalla la información del inventario forestal realizado, indicándose el volumen a aprovechar, así como los sitios de torre y vanos donde debe realizarse aprovechamiento forestal.

### 2.2.9.4 Emisiones Atmosféricas

Durante la construcción de la subestación y su línea de transmisión, las únicas emisiones asociadas corresponden a fuentes móviles no permanentes y eventuales, asociadas a la actividad de movilización de personal, maquinaria y equipos principalmente. En la Tabla 2.10 se presentan las fuentes de emisiones atmosféricas que surgirán a través del proyecto.

**Tabla 2.10 Fuentes de emisiones atmosféricas con proyecto**

Actividad	Fuentes de Emisiones Atmosféricas	Tipo de fuente de emisión
<b>Etapas de construcción</b>		
Construcción de subestación e instalación de torres y conductores, tala de árboles (sierras).	Motores de combustión interna de vehículos y equipos y energía y material particulado por el tránsito vehicular.	Fuentes fijas y móviles
Transporte de personal y equipos.	Material particulado por el tránsito vehicular y trazado de línea eléctrica expuesto a agente eólico	Fuente móvil

Fuente: Consultores Unidos S.A. - CUSA, 2012.

En la etapa de operación y mantenimiento, no se producen emisiones atmosféricas, excepto los vehículos livianos utilizados para el mantenimiento de la línea eléctrica.

Con base en lo anterior, se establece que no se requiere permiso de emisiones atmosféricas para el proyecto.

#### 2.2.9.5 Manejo de residuos sólidos

Para la etapa de construcción del proyecto, los residuos sólidos que se generarán son de tres (3) tipos:

- Residuos sólidos domésticos.
- Residuos sólidos industriales.
- Residuos sólidos peligrosos.

Para el manejo de los residuos sólidos en general, se adoptarán las medidas de manejo, instalándose puntos ecológicos “denominación utilizada para demarcar el área de almacenamiento temporal de los residuos” en distintos puntos para la disposición segregada de residuos. En la etapa de construcción, los puntos ecológicos serán temporales y su ubicación será definida por la interventoría.

Su transporte desde el sitio de trabajo se realizará en sacos, los cuales se retirarán de los frentes de obra en vehículos livianos (camionetas) que son los mismos empleados para el transporte del personal.

En cuanto a los residuos peligrosos, estos se manejarán bajo el procedimiento establecido para tal fin por la EEB y serán retirados de los frentes de trabajo en canecas plásticas, con cierre hermético, debidamente marcadas y conducidas hacia las oficinas principales del contratista de construcción y entregadas al gestor autorizado para su tratamiento ante la autoridad ambiental.

#### 2.2.10 Demanda de bienes y servicios sociales, incluida mano de obra

##### ➤ Bienes y Servicios

Los procesos constructivos y operativos del proyecto generarán en lo que respecta a mano de obra no calificada la contratación de trabajadores a nivel local y regional principalmente, lo cual generará procesos de mejoramiento en los niveles de empleo y de ingresos así sea de forma temporal; adicionalmente estos procesos de contratación de mano de obra no calificada de la zona se convierte en una medida de compensación del proyecto para la comunidad.

Los bienes y servicios sociales que requerirá y utilizará la construcción del proyecto UPME-02–2009 S/E Armenia 230kV y las líneas de transmisión asociadas consiste principalmente en hospedaje, alimentación, servicios de salud y transporte para un promedio de 80 personas/mes laborando en el mismo y cuya distribución horas/hombre/mes se presenta a continuación.

Otros servicios y consumo de bienes adicional que se presenta es el mercadeo informal de lavado de ropas, consumo de alimentos y bebidas, microtienda, sitios de esparcimiento.

##### ➤ Mano de Obra

Los procesos constructivos y operativos del proyecto generarán en lo que respecta a mano de obra no calificada la contratación de trabajadores a nivel local y regional principalmente, lo cual

generará procesos de mejoramiento en los niveles de empleo y de ingresos de la región; en la Tabla 2.11 se presenta la relación del personal estimado para la construcción y operación del proyecto.

**Tabla 2.11 Demanda de Mano de Obra**

Personal	Horas Hombre mes en el proyecto
No capacitado	330
Técnico	170
Técnico 2*	80
Profesional	36

\* Más capacitado que el técnico 1

Fuente: Consultores Unidos S.A. - CUSA, 2012.

### ➤ Maquinaria y equipo a usar

Para la construcción de la subestación Armenia a 230 kV, se utilizará maquinaria y equipos convencionales, tales como retroexcavadoras, rodillos, ranas, mezcladoras, palas, picas, grúa de 10 toneladas, tarrajas, chicharras, moldes soldadura, entre otros.

Para la construcción y montaje de líneas de transmisión se utilizarán los siguientes equipos y maquinaria:

- Excavaciones: Las excavaciones por ser manuales emplean herramientas, básicamente picos, y palas, ocasionalmente se requerirá el empleo de retroexcavadoras.
- Cimentaciones en concreto: Mezcladoras de concreto, balanza para pesaje de los agregados o recipientes, patrones para medidas de volumen, vibradores eléctricos, formaletas, cilindro para toma de muestras de resistencia, conos para medida de asentamiento, baldes y contenedores de agua.
- Nivelación de parrillas y ángulos de espera: equipo de topografía, llaves de punta, copas, ratches, plumadas, gatos mecánicos, palas, pisones y compactadores con motor a gasolina (ranas).
- Para el patio de torres y de acopio: Montacargas, cargador sobre llantas, cizallas manuales, prensa hidráulica, taladro de banco.
- Prearmado y montaje de torres: Plumitas metálicas, malacate, poleas de montaje, ratches con copas, guaya, cinturones de seguridad, llaves de punta, estrobos y herramienta menor.
- Riega de pescante y tendido de conductor y cable de guarda: Pescante de acero antitorsión, pescante de nylon liviano y resistente, malacates portátiles, rebobinador, freno, portabobinas, poleas de aluminio, agarradoras para pescante, agarradoras para conductor, agarradoras para cable de guarda, juegos de radios móviles, chicharras, fundas intermedias para conductor, fundas intermedias para cable de guarda, fundas de cabeza para el cable de



guarda, giradores para conductor, giradores para cable de guarda, escaleras para blindaje, aparejos, binóculos, cinturones de seguridad, poleas de montaje y herramientas varias.

- Para empalme y regulación: Prensas hidráulicas con sus dados, para conductor y cable de guarda, malacate, chicharras, agarradoras para conductor, aparejos de guaya antitorsión, escaleras para amarre, teodolitos, nivel de precisión, termómetros de vástago, radios portátiles, bicicletas, poleas de montaje, cinturones de seguridad, herramientas varias
- Otros equipos requeridos: Volquetas, vehículos, camión grúa.

### 2.2.11 Alternativas para cruces de cuerpos de agua

Con el fin de realizar los diferentes cruces de cuerpos de agua contemplados en el proyecto, se contempla la realización de alguno de los métodos que se describen a continuación:

1. Se abrirá una trocha de más o menos un metro de ancho (Figura 2.5) a todo lo largo del cruce del cuerpo de agua en donde solo se intervendrá individuos con DAP menores a 10 cm, para regar una manila, una vez este extendida en el suelo y se pase por las poleas de las torres por medio de malacates, se hala hasta que quede en el aire, después que este en esta posición se le conecta el pescante y se vuelve a halar hasta que este, quede en la posición que tenía la manila y con este se hala el conductor

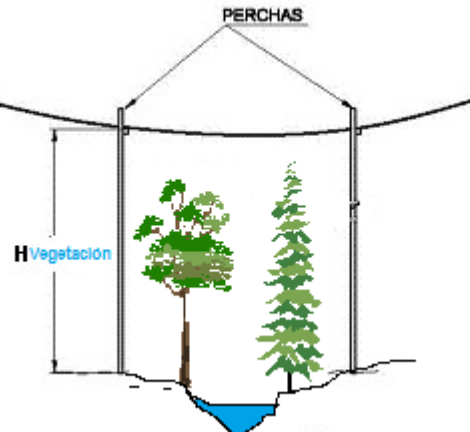
**Figura 2.5 Apertura de trocha en cruces especiales**



Fuente: EEB, 2012.

2. Se riega la manila sin abrir trocha y de igual manera que el método anterior se hala la manila con malacates a muy poca tensión, despacio y a medida que se detecte donde se enreda esta en la vegetación se la va liberando de forma manual tratando de hacer el mínimo daño.
3. Se construyen estructuras provisionales en las zonas donde la topografía lo permita y se pasa la manila sobre estas estructuras para evitar el corte de vegetación (Figura 2.6), este método principalmente aplica en los cruces con cursos de agua.

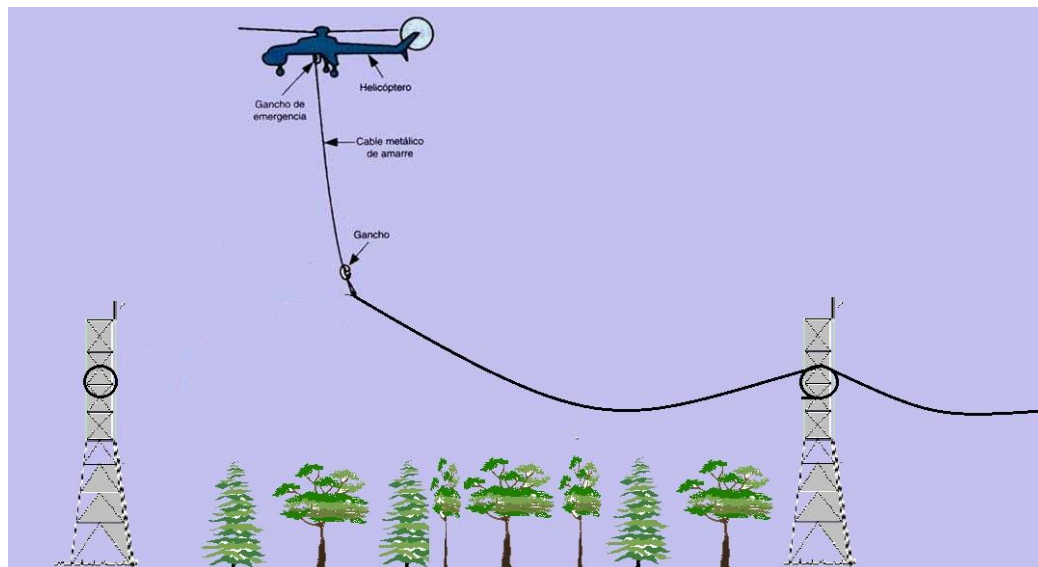
**Figura 2.6 Estructuras provisionales para cruces especiales**



Fuente: EEB, 2012.

4. Para realizar el cruce en el río Barbas Bremen, así como en el río Consota, se realizará mediante medios helicoportados o manuales sin abrir brechas de tendido, con el fin de no afectar el cauce de los ríos ni la vegetación asociada a los mismos, basado en que este mecanismo, realiza el cruce los cables de un lado al otro sin necesidad ni siquiera de realizar el recorrido a pié por parte de los linieros, evitando así cualquier afectación sobre estas áreas sensibles.

**Figura 2.7 Ilustración de medios helicoportados para cruces especiales**



Fuente: EEB, 2012.

5. A continuación en la Tabla 2.12 se listan los vanos protegidos o donde se realizará riego especial.

**Tabla 2.12 Vanos protegidos o con riego especial a lo largo de la línea de transmisión**

DETALLE VANOS CON RESTRICCIÓN PARA RIEGA					
Ti-Tf	Vano [m]	Clasificación	Descripción riego	Longitud riego especial [m]	Zona
13-14	490	Ronda quebrada	Riega sin afectar vegetación	75	PCC
21-22	632	Cruce Río Roble	Riega propuesta por helicóptero	180	PCC - Río Roble
22-23	706	Ronda quebrada	Riega sin afectar vegetación	165	PCC
25-26	580	Ronda quebrada	Riega sin afectar vegetación	90	PCC
26-27	530	Ronda quebrada	Riega sin afectar vegetación	120	PCC
27-28	685	Ronda quebrada	Riega propuesta por helicóptero	325	PCC
34-35	541	Ronda quebrada (Surte acueducto Finlandia)	Riega sin afectar vegetación	275	PCC
35-36	489	Predio CRQ	Riega sin afectar vegetación	225	Barbas Bremen
38-39	264	Especie	Riega sin afectar vegetación	50	
39-40	552	Vano protegido	Riega sin afectar vegetación	0	Barbas Bremen
40-41	733	Vano protegido (Cruce Río Barbas)	Riega propuesta por helicóptero	525	Barbas Bremen - Río Barbas
42-43	477	Vano protegido - Ronda quebrada	Riega sin afectar vegetación	75	Barbas Bremen
43-44	470	Ronda quebrada	Riega sin afectar vegetación	50	Barbas Bremen
				75	Barbas Bremen
44-45	622	Vano protegido	Riega sin afectar vegetación	240	Barbas Bremen
45-46	293	Vano protegido	Riega sin afectar vegetación	350	Barbas Bremen
46-47	334	Vano protegido	Riega sin afectar vegetación	125	Barbas Bremen
47-48	554	Vano protegido	Riega sin afectar vegetación	325	Barbas Bremen
48-49	433	Ronda quebrada	Riega sin afectar vegetación	100	
49-50	337	Ronda quebrada	Riega sin afectar vegetación	300	
51-52	501	Ronda quebrada	Riega sin afectar vegetación	70	
52-53	1100	Vano protegido (Cruce Río Consota)	Riega propuesta por helicóptero	1000	Río Consota
53-54	266	Ronda quebrada	Riega sin afectar vegetación	60	
54-55	658	Ronda quebrada	Riega sin afectar vegetación	200	
58-59	543	Ronda quebrada	Riega sin afectar vegetación	300	
59-61	1114	Bosque ladera	Riega propuesta por helicóptero	400	Río Otún
65-66	641	Río San José	Riega sin afectar vegetación	100	Río San José
67-68	386	Ronda quebrada	Riega propuesta por helicóptero	300	

DETALLE VANOS CON RESTRICCIÓN PARA RIEGA					
Ti-Tf	Vano [m]	Clasificación	Descripción riego	Longitud riego especial [m]	Zona
69-70	1064	Bosque	Riego propuesta por helicóptero por tramos	400	
70-71	352	Ronda quebrada	Riego propuesta por helicóptero	120	
71-72	907	Vano protegido	Riego sin afectar vegetación	300	La Marcada
				100	
72-73	753	Vano protegido	Riego propuesta por helicóptero	100	La Marcada
				100	
73-74	638	Bosque	Riego sin afectar vegetación	600	
74-75	389	Vano protegido	Riego sin afectar vegetación	100	
75-76	352	Vano protegido	Riego sin afectar vegetación	100	La Marcada
76-77	312	Ronda quebrada	Riego sin afectar vegetación	75	
77-78	518	Ronda quebrada	Riego sin afectar vegetación	75	

Fuente: EEB, 2012.

### 2.2.12 Alternativas de Sitios para la Obtención de Materiales de Construcción

En el capítulo 4, numeral 4.5, se identifican y localizan los sitios cercanos que cuenten el permiso minero y la Licencia Ambiental vigentes, que respondan a la demanda del proyecto, para suplir las necesidades de materiales de construcción.

### 2.2.13 Inventario de drenajes y obras existentes que serían afectados por su ocupación y/o desviación

No aplica, ya que como se indicó previamente, en ningún momento habrá cruce de corrientes de agua, por el proyecto.

### 2.2.14 Sitios de disposición de sobrantes

Este tipo de residuos para el proyecto, comprenden los estériles y restos de vegetación procedentes de los movimientos de tierra principalmente para la construcción de la subestación y establecimiento de la servidumbre en la línea de transmisión, para lo cual se estima un volumen de remoción entre vegetación y descapote de 600 m<sup>3</sup>.

Cabe resaltar, con respecto a los movimientos de tierra relacionados con las excavaciones para las fundaciones de las bases de las torres, estos materiales se reutilizarán para al tapado de las excavaciones, una vez colocadas dichas bases. Por lo tanto, no se generarán materiales estériles sobrantes.

En el capítulo 4, numeral 4.8, se relacionan los sitios donde se puede realizar la disposición de sobrantes para el proyecto, ubicados en los municipios del área de influencia del proyecto, que cuentan con Licencia Ambiental vigente para su operación.

### **2.2.15 Asentamientos humanos e infraestructuras sociales, culturales y económicas a intervenir**

En el proceso de selección de la ruta de la línea de transmisión eléctrica S/E Armenia 230 kV y su conexión con la línea de transmisión a 230 kV La Virginia – La Hermosa, se tuvo en cuenta realizar los alineamientos en zonas despobladas y que en su mayoría fueran áreas de lotes libres o en casos inevitables zonas de cultivos o pastoreos; adicionalmente se tuvo como criterio de selección que no afectar la totalidad de predios sino básicamente se trataban de desviar a las zonas de servidumbres con el fin de no generar desplazamientos de la población.

Sin embargo, como en todo proceso constructivo se presume que se presentarán molestias en la comunidad generadas por el incremento del tránsito vehicular, emisión de material particulado, cierre o modificación temporal de accesos, presencia de personal diferente al de la región; razón por la cual inevitablemente se alterarán las condiciones de vida habituales de las personas que se mitigarán y controlarán con las medidas de manejo ambiental y social que se pondrán en el plan de manejo ambiental para el proyecto. Así mismo se presentarán impactos positivos con la realización del proyecto ya que así sea de forma temporal se generará empleo, se incrementará el consumo de bienes y servicios que contribuye en la generación de mayores ingresos en los Municipios y a futuro se optimizará la prestación del servicio de energía en la región.

Adicionalmente la localización planimétrica de la infraestructura física veredal y municipal (viviendas, establos, galpones, restaurantes, iglesias, escuelas, canchas deportivas, hospitales, estaciones de policía, etc.) tuvo desde el principio como premisa que en caso de encontrarse infraestructura de este tipo en el trazado de la ruta se desviara con el fin de minimizar la afectación a la comunidad. Este fue un parámetro decisivo en la orientación de la ruta donde se evitó al máximo el cruce sobre las mismas y el paso muy cercano a las cabeceras municipales.

Teniendo en cuenta que la zona de estudio es reconocida como Paisaje Cultural Cafetero – PCC, para la selección de la ruta, se trató de intervenir en la menor longitud posible las zonas de reserva natural y forestal (parques naturales, reservas hídricas, bosques naturales e industriales) por el valor cultural y ambiental que tiene entre los habitantes de la región; así mismo se tuvo en cuenta la identificación de sitios de interés propios de la región tales como santuarios, restaurantes típicos, haciendas, miradores, entre otros con el fin de no afectar dicho patrimonio cultural característico del área de estudio.

Así mismo, considerando que las labores de agricultura y ganadería son las actividades económicas más predominantes en la región, en el trazado de la ruta se trataron de evitar áreas de cultivos y darle prioridad a zonas de libre pastoreo, desnudas o con presencia de rastrojo; con el fin de mitigar impactos negativos en la comunidad.