

# ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO “SUBESTACIÓN NORTE 230/115 kV, LÍNEAS DE TRANSMISIÓN DE 115 kV Y MÓDULOS DE CONEXIÓN”

## Capítulo 4. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales

L. Angulo	L. Arévalo	A. Galindo	2015-12-18	Revisión Final	VF
Elaboró	Revisó	Aprobó	Fecha	Descripción	Rev.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
4 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES .....	1
4.1 Aguas superficiales .....	1
4.1.1 Nombre de fuente de captación .....	1
4.1.2 Usos y caudales aguas abajo .....	2
4.1.3 Caudal de agua requerido .....	2
4.1.4 Infraestructura y sistemas de captación.....	2
4.1.5 Conflictos actuales o potenciales sobre disponibilidad y usos del agua .....	2
4.1.6 Subestación.....	2
4.1.6.1 Etapa de construcción subestación .....	2
4.1.6.2 Etapa de operación subestación .....	4
4.1.7 Líneas de transmisión.....	4
4.1.7.1 Etapa de construcción líneas de transmisión .....	4
4.2 Aguas subterráneas .....	6
4.2.1 Estudio geoelectrico .....	7
4.2.2 Puntos de agua subterránea y conflictos por uso .....	7
4.2.2.1 Inventario de manantiales, aljibes y pozos existentes .....	7
4.2.3 Método de perforación.....	7
4.2.4 Volumen de agua requerido.....	7
4.3 Vertimientos .....	8
4.3.1 Etapa de construcción .....	8
4.3.2 Etapa de operación.....	8
4.4 Aprovechamiento forestal.....	9
4.4.1 Tipo de aprovechamiento .....	15
4.4.2 Inventario forestal .....	16
4.4.3 Composición de especies del inventario forestal .....	16

4.4.4	Volumen total y comercial de aprovechamiento forestal .....	19
4.4.4.1	Volumen de aprovechamiento forestal por tramo de construcción.....	21
4.4.5	Volumen de aprovechamiento forestal por cobertura .....	25
4.4.6	Clases diamétricas .....	30
4.4.7	Clases altimétricas.....	33
4.4.8	Volumen de madera para solicitud de aprovechamiento forestal .....	36
4.4.8.1	Proyección del volumen de aprovechamiento forestal en las áreas sin inventario	36
4.4.9	Plan de aprovechamiento forestal.....	47
4.4.9.1	Consideraciones preliminares .....	47
4.4.9.2	Procedimientos a implementar en las labores de tala.....	48
4.4.9.3	Tala del fuste .....	49
4.4.9.4	Podas aéreas.....	50
4.4.9.5	Destino de la madera derivada de la tala .....	51
4.4.9.6	Manejo de los residuos de tala.....	51
4.5	Especies en peligro, amenaza o veda .....	52
4.6	Sustracción de la reserva.....	53
4.7	Ocupación de cauces.....	53
4.8	Materiales de construcción.....	53
4.8.1	Concreto.....	54
4.8.1.1	Subestación Norte 230/115 kV .....	54
4.8.1.2	Líneas de transmisión .....	54
4.8.2	Material de cantera .....	56
4.8.2.1	Subestación .....	56
4.8.2.2	Líneas de transmisión .....	56
4.8.3	Sistema de almacenamiento y transporte .....	58
4.8.4	Tipo y disposición de sobrantes de la explotación y del beneficiario .....	58
4.8.5	Sitios de obtención, tipo y cantidad requerida durante las fases de construcción	59

4.8.6	Sistemas de manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos, domésticos e industriales.....	59
4.8.7	Sistemas de control de emisiones atmosféricas y manejo de ruido .....	59
4.8.8	Necesidades de infraestructura: acueducto, energía, vías de acceso y plantas de triturado y beneficio a utilizar. ....	60
4.8.9	Título minero del área a explotar .....	60
4.8.10	Manejo de escombros .....	60
4.9	Emisiones atmosféricas .....	62
4.10	Residuos sólidos y peligrosos .....	62
4.10.1.1	Identificación según su manejo y producción de residuos .....	62
4.10.1.2	Clasificación de residuos generados según su origen.....	63
4.10.1.3	Volúmenes de residuos sólidos a generar.....	65
4.10.1.4	Identificación de impactos previsibles .....	65
4.10.1.5	Alternativas de tratamiento, manejo, transporte y disposición final e infraestructura asociada.....	66
4.10.1.6	Gestores de residuos peligrosos .....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 4-1</b> Consumo de agua para la Subestación Norte en el patio de 115 kV .....	4
<b>Tabla 4-2</b> Consumo de agua para la Subestación Norte en el patio de 115 kV .....	4
<b>Tabla 4-3</b> Cantidades de agua requeridas trazado Norte-Sesquilé.....	5
<b>Tabla 4-4</b> Cantidades de agua requeridas trazado Norte-Gran Sabana .....	5
<b>Tabla 4-5</b> Cantidades de agua requeridas trazado Norte-Zipacquirá y el Ramal Zipacquirá-Ubaté.....	6
<b>Tabla 4-6</b> Cantidades de agua requeridas para la construcción y operación de la subestación y las líneas de transmisión.....	6
<b>Tabla 4-7</b> Cantidades de agua potable para consumo humano.....	6
<b>Tabla 4-8</b> Inventario de puntos de agua subterránea.....	7
<b>Tabla 4-9</b> Composición del inventario forestal .....	16
<b>Tabla 4-10</b> Volumen total y comercial del inventario forestal, Proyecto Norte.....	19

<b>Tabla 4-11</b>	Volumen total y comercial por corredor .....	21
<b>Tabla 4-12</b>	Volumen total y comercial por cobertura de la tierra .....	25
<b>Tabla 4-13</b>	Clases diamétricas del inventario forestal Norte .....	30
<b>Tabla 4-14</b>	Clases diamétricas por especie .....	31
<b>Tabla 4-15</b>	Clases altimétricas .....	34
<b>Tabla 4-16</b>	Clases altimétricas por especie .....	34
<b>Tabla 4-17</b>	volumen de madera para la solicitud de aprovechamiento forestal .....	36
<b>Tabla 4-18</b>	Volumen de madera para el requerimiento de aprovechamiento forestal .....	41
<b>Tabla 4-19</b>	Error de muestreo para la cobertura de arbustal denso .....	44
<b>Tabla 4-20</b>	Error de muestreo para la cobertura de plantación forestal .....	45
<b>Tabla 4-21</b>	Error de muestreo para la cobertura de pastos limpios .....	46
<b>Tabla 4-22</b>	Proyección de los volúmenes de aprovechamiento para las áreas sin inventario forestal .....	47
<b>Tabla 4-23</b>	Distribución de especies por taxón .....	52
<b>Tabla 4-24</b>	Cantidad de concreto utilizado en la construcción de la subestación Norte ...	54
<b>Tabla 4-25</b>	Cantidades de obras civiles para la línea Norte-Sesquilé .....	55
<b>Tabla 4-26</b>	Cantidades de obras civiles Línea Norte- Gran Sabana .....	55
<b>Tabla 4-27</b>	Cantidades de obras civiles Línea Norte- Zipaquirá-Ubaté .....	55
<b>Tabla 4-28</b>	Cantidad de material de cantera utilizado en la construcción de la subestación Norte.....	56
<b>Tabla 4-29</b>	Cantidades materiales de obra requeridos trazado Norte-Sesquilé .....	57
<b>Tabla 4-30</b>	Cantidades materiales de obra requeridos trazado Norte-Gran Sabana.....	57
<b>Tabla 4-31</b>	Cantidades materiales de obra requeridos trazado Norte-Zipaquirá y el Ramal Zipaquirá-Ubaté .....	58
<b>Tabla 4-32</b>	Ejemplo de Cantera aledaña .....	59
<b>Tabla 4-33</b>	Escombreras con permiso .....	61
<b>Tabla 4-34</b>	Listado de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados .....	64
<b>Tabla 4-35</b>	Estimativo de residuos sólidos generados en las diferentes etapas del proyecto.....	65

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
<b>Gráfico 4-1</b>	Distribución de las clases diamétricas .....
	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 4-1</b> Inventario forestal trazado Norte-Sesquilé .....	11
<b>Figura 4-2</b> Inventario forestal trazado Norte-Gran Sabana.....	12
<b>Figura 4-3</b> Inventario forestal trazado Norte-Zipacquirá .....	13
<b>Figura 4-4</b> Inventario forestal Ramal Zipacquirá-Ubaté .....	14
<b>Figura 4-5</b> Ubicación de las unidades de muestreo (parcelas) tramo Norte-Zipacquirá-Ubaté.....	38
<b>Figura 4-6</b> Ubicación de las unidades de muestreo (parcelas), tramo Norte-Sesquilé.....	39
<b>Figura 4-7</b> Ubicación de las unidades de muestreo (parcelas), tramo Norte-Gran Sabana .....	40

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
<b>Fotografía 4-1</b> Marcación arboles .....	10

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 4-1</b> Solicitudes permiso de aprovechamiento forestal
<b>Anexo 4-2</b> Formato registro de la compra de agua
<b>Anexo 4-3</b> Memorias de cálculo
<b>Anexo 4-4</b> Diseño tanque agua residual
<b>Anexo 4-5</b> Inventario forestal
<b>Anexo 4-6</b> Radicado levantamiento de veda
<b>Anexo 4-7</b> Cálculo del error de muestreo parcelas Norte- Coordenadas parcelas
<b>Anexo 4-8</b> Radicado sustracción de la reserva.
<b>Anexo 4-9</b> Canteras autorizadas
<b>Anexo 4-10</b> Autorización minera y ambiental
<b>Anexo 4-11</b> Acto administrativo escombrera
<b>Anexo 4-12</b> Empresas gestoras de residuos peligrosos autorizadas
<b>Anexo 4-13</b> Licencia ambiental LITO

	 Codensa es una empresa del Grupo Enel		<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b> <b>Capítulo 4. Demanda, uso,</b> <b>aprovechamiento y/o afectación de</b> <b>recursos naturales</b> <b>CONTRATO 5700004954</b>
---	--	---	--

## ÍNDICE DE MAPAS

**Mapa 4-1** Inventario forestal Corredor Norte-Sesquilé

**Mapa 4-2** Inventario forestal Corredor Norte-Gran Sabana

**Mapa 4-3** Inventario forestal Corredor Norte-Zipacquirá

**Mapa 4-4** Inventario forestal Ramal Zipacquirá-Ubaté

## **4 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES**

Este capítulo presenta la caracterización de los recursos naturales que demandará el proyecto “Subestación Norte 230/115 kV, Líneas de transmisión de 115 kV y Módulos de conexión” y que serán utilizados y/o aprovechados durante las diferentes etapas del mismo.

Cabe resaltar que el único permiso requerido es el de aprovechamiento forestal. El cual se presenta en el Anexo 4-1, en este se detalla la información relacionada con la solicitud del permiso mencionado y requerido en el marco del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto.

A continuación, se detallan las actividades y procesos que se desarrollarán para el consumo de agua en las diferentes etapas de la construcción y operación en la subestación y las líneas de transmisión de 115 kV, de igual manera, los materiales de construcción que se utilizarán y el eventual manejo y disposición de los residuos sólidos generados.

### **4.1 Aguas superficiales**

Debido a que las actividades a desarrollar para el abastecimiento de agua en la etapa de construcción y operación del proyecto no contemplan la captación del recurso en fuentes naturales o subterráneas, no se solicitará permiso de concesión de agua.

La demanda del recurso agua requerida para el consumo humano y las actividades relacionadas con los procesos constructivos de la subestación y las líneas de transmisión, será suministrada por el acueducto municipal de Gachancipá y por las Empresas de Servicios Públicos de Tocancipá y Zipaquirá\*, y será transportada mediante carro-tanques. En la etapa operativa al igual que en la constructiva, el agua para la subestación eléctrica será suministrada por carro tanques.

#### **4.1.1 Nombre de fuente de captación**

Dadas las características y ubicación del proyecto no se realizará captación por lo tanto este ítem no aplica.

---

\* La escogencia del suministro, está dada por la cercanía al proyecto, la cobertura del servicio y la demanda en la etapa de construcción de la subestación y las líneas de transmisión.



#### **4.1.2 Usos y caudales aguas abajo**

Dadas las características del proyecto este ítem no aplica.

#### **4.1.3 Caudal de agua requerido**

Dadas las características y ubicación del proyecto y teniendo en cuenta que no se realizará captación este ítem no aplica.

#### **4.1.4 Infraestructura y sistemas de captación**

Dadas las características del proyecto este ítem no aplica.

#### **4.1.5 Conflictos actuales o potenciales sobre disponibilidad y usos del agua**

Debido a que el proyecto no hará uso de recurso hídrico en la zona de estudio, no aplica la realización de análisis de frecuencias de caudales mínimos para diferentes periodos de retorno.

A continuación se presenta una descripción de la cantidad y forma de obtener el agua necesaria para el desarrollo del proyecto.

#### **4.1.6 Subestación**

##### **4.1.6.1 Etapa de construcción subestación**

##### **A Uso doméstico**

Esta etapa requiere un abastecimiento seguro y de buena calidad tanto para uso doméstico y de oficinas. El aseo de los baños portátiles será ejecutado por una empresa proveedora del servicio y la cual cuente con los permisos y autorizaciones correspondientes.

De acuerdo con lo anterior, si se toma una base de 86 personas en promedio y asumiendo una dotación de 43 L/persona/día\*, se necesitaría 3.698 L/día y 1.350 m<sup>3</sup> en la totalidad del tiempo de la obra que se considera un año.

---

\* Este dato corresponde a los valores de dotación para uso sanitario, aseo, consumo y lavado de manos establecidos por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico –CRA- S.F.

Para el suministro del agua potable para uso doméstico se cuenta con la opción de adquirirla a las empresas de acueducto de los municipios del área de influencia del proyecto. (El acueducto de Gachancipá por ser este el municipio donde se ubica la subestación eléctrica, o también la empresa de Servicios Públicos de Tocancipá teniendo en cuenta la cobertura y distancia al proyecto)

Teniendo en cuenta lo anterior, no se realizará la captación de aguas superficiales en ninguna de las etapas contempladas en el proyecto.

## **B Construcción**

Para determinar el volumen de agua requerido por el personal para consumo humano en la construcción, se consideran 86 personas en obra, entre mano de obra calificada y no calificada, en los cuales una persona consume un promedio de 2 litros ( $0,002 \text{ m}^3$ ), es decir que se consumen 172 litros ( $0,172 \text{ m}^3$ ) por día y  $63 \text{ m}^3$  durante toda la obra, teniendo en cuenta que el tiempo de construcción de la subestación se estima en un año.

El cálculo desarrollado para obtener el volumen de agua que será utilizado en la construcción de la subestación está basado en el volumen de agua que se debe utilizar para la conformación del terraplén ( $4.512 \text{ m}^3$ ), adecuación de la vía externa ( $36 \text{ m}^3$ ) y para la elaboración de morteros y concretos ( $10 \text{ m}^3$ ).

El suministro de agua para la construcción de la subestación se hará adquiriéndola en los acueductos de los municipios del área de influencia del proyecto, de acuerdo con las facilidades para el suministro y disponibilidad. De este modo, se opta por el uso de los acueductos de Gachancipá y Tocancipá.

Para conocer la cantidad de agua que será consumida durante el desarrollo del proyecto, se llevará un registro de la compra de agua, indicando la fecha y el volumen (ver Anexo 4-2). El agua para consumo humano será suministrada por empresas reconocidas y autorizadas en el sector, el cual puede realizarse a través de botellones plásticos o el abastecimiento de tanques de almacenamiento.

La Tabla 4-1 presenta los consumos de agua requeridos para la construcción de la subestación Norte:

**Tabla 4-1** Consumo de agua para la Subestación Norte en el patio de 115 kV

Necesidades de agua	Fuente	Volumen de agua
Agua utilizada en toda la construcción de la subestación	Compra de agua por carro tanque	4.558 m <sup>3</sup>
Agua para el consumo del personal en la construcción de la subestación	Compra de agua por botellones	63 m <sup>3</sup>
Agua para aseo general en la etapa de construcción	Red de acueducto de Gachancipá	1.350 m <sup>3</sup> en un año de construcción

**Fuente:** PECS-2014, Adaptado ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

#### 4.1.6.2 Etapa de operación subestación

En la operación de la subestación se estima que permanezcan 5 personas para las cuales se relaciona un gasto de 60 L/día (0,06 m<sup>3</sup>/día) para aseo general. El volumen para consumo humano de estas 5 personas es de 10 litros por día (0,01 m<sup>3</sup>/día), y será suministrada por la empresas de acueducto de Gachancipá o Tocancipá, y llevada a la zona donde se ubica la subestación por medio de carro tanques abasteciendo tanques de almacenamiento. Esta actividad se realizará mensualmente de acuerdo con los consumos requeridos.

La Tabla 4-2 presenta los consumos de agua requeridos para la operación de la subestación Norte.

**Tabla 4-2** Consumo de agua para la Subestación Norte en el patio de 115 kV

Necesidades de agua	Fuente	Volumen de agua
Agua utilizada en la operación de la subestación	Compra de agua por carro tanque	0,06 m <sup>3</sup> /día/por persona
Agua para el consumo del personal en la operación de la subestación	Compra de agua por botellones	0,01 m <sup>3</sup> por día y por persona

**Fuente:** PECS-2014, Adaptado ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

#### 4.1.7 Líneas de transmisión

##### 4.1.7.1 Etapa de construcción líneas de transmisión

Durante la etapa construcción de las líneas de transmisión, el suministro de agua potable se realizará en botellones que estarán dispuestos en puntos cercanos a los sitios de trabajo. Se ha estimado una cantidad total de 121,78 m<sup>3</sup> de agua para consumo humano durante el tiempo de ejecución de las obras. Este valor se calculó teniendo en cuenta la

cantidad de horas necesarias para la ejecución de todas las obras (487.137,83 horas/hombre) y un consumo promedio de 0,25 litros/hombre. Las memorias de cálculo se presentan en el Anexo 4-3.

En cuanto al agua necesaria para las mezclas de concreto y humectación de suelos a compactar, se hará uso del agua que será suministrada por el acueducto del municipio de Gachancipá y la Empresas de Servicios Públicos de Tocancipá y Zipaquirá, y transportada en carros tanque, hasta un punto cercano a los frentes de trabajo de fácil acceso. Para las zonas de difícil acceso, el agua será almacenada en bidones y transportada por medio de semovientes.

Teniendo en cuenta que para la preparación de un metro cúbico de concreto de 3000 psi se necesitan 192 litros de agua y para un metro cúbico de concreto de 2000 psi 154 litros de agua, a continuación se relacionan las cantidades necesarias para los tres trazados y el ramal.

#### **A Norte-Sesquilé**

Las cantidades de agua requeridas para la construcción del trazado Norte-Sesquilé se detallan en la Tabla 4-3.

**Tabla 4-3** Cantidades de agua requeridas trazado Norte-Sesquilé

Concreto 3000 psi			Concreto 2000 psi		
Recurso	Unidad	Cantidad	Recurso	Unidad	Cantidad
Agua	m <sup>3</sup>	36,99	Agua	m <sup>3</sup>	4,58

**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

#### **B Norte-Gran Sabana**

Las cantidades de agua requeridas para la construcción del trazado Norte-Gran Sabana se detallan en la Tabla 4-4.

**Tabla 4-4** Cantidades de agua requeridas trazado Norte-Gran Sabana

Concreto 3000 psi			Concreto 2000 psi		
Recurso	Unidad	Cantidad	Recurso	Unidad	Cantidad
Agua	m <sup>3</sup>	283.80	Agua	m <sup>3</sup>	13.95

**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

## C Norte-Zipacquirá y Ramal Zipacquirá-Ubaté

Las cantidades de agua requeridas para la construcción del trazado Norte-Zipacquirá y el Ramal Zipacquirá-Ubaté se detallan en la Tabla 4-5.

**Tabla 4-5** Cantidades de agua requeridas trazado Norte-Zipacquirá y el Ramal Zipacquirá-Ubaté

Concreto 3000 psi			Concreto 2000 psi		
Recurso	Unidad	Cantidad	Recurso	Unidad	Cantidad
Agua	m <sup>3</sup>	148,70	Agua	m <sup>3</sup>	14,47

Fuente: ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

En la Tabla 4-6 se presenta un resumen de las cantidades de agua requeridas para la construcción y operación de la subestación y las líneas de transmisión para un tiempo estimado de un año y en la Tabla 4-7 las cantidades de agua para consumo humano.

**Tabla 4-6** Cantidades de agua requeridas para la construcción y operación de la subestación y las líneas de transmisión

Proyecto		Construcción	Operación anual
Subestación		5.971 m <sup>3</sup>	127,75 m <sup>3</sup>
Líneas de transmisión	Norte-Sesquilé	41,57 m <sup>3</sup>	N/A
	Norte-Gran Sabana	297, 75 m <sup>3</sup>	
	Norte-Zipacquirá y Ramal Zipacquirá-Ubaté	163, 17 m <sup>3</sup>	

Fuente: ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

**Tabla 4-7** Cantidades de agua potable para consumo humano

Proyecto	Cantidad agua potable para consumo humano
Subestación	63 m <sup>3</sup>
Líneas de transmisión	121,78 m <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>184 m<sup>3</sup></b>

Fuente: ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

## 4.2 Aguas subterráneas

El desarrollo del proyecto no contempla el uso de aguas subterráneas, sin embargo, mediante la aplicación de medidas de manejo se garantizará la protección de este recurso.

#### 4.2.1 Estudio geoelectrico

El desarrollo del proyecto no contempla en ninguna de sus etapas establecidas el uso de aguas subterráneas ni exploración por lo tanto este ítem no aplica.

#### 4.2.2 Puntos de agua subterránea y conflictos por uso

##### 4.2.2.1 Inventario de manantiales, aljibes y pozos existentes

De acuerdo con la información recolectada en campo se inventariaron 7 puntos de agua subterránea en el área de influencia indirecta, como se presenta en la Tabla 4-8.

**Tabla 4-8** Inventario de puntos de agua subterránea.

Tipo_punto	Coor_X	Coor_Y	Cota
Manantial	1016555	1045414	2597
Manantial	1014609	1048501	2583
Manantial	1015411	1048912	2580
Manantial	1019116	1046333	2725
Aljibe	1015104	1048849	2576
Aljibe	1016712	1049521	2600
Manantial	1016782	1050382	2579

**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

Debido a que el proyecto no realizará captación de agua subterránea ni perforación de pozos, su actividad no generará conflictos con los puntos de agua subterránea.

#### 4.2.3 Método de perforación

El desarrollo del proyecto no contempla en ninguna de sus etapas establecidas el uso de aguas subterráneas por lo tanto este ítem no aplica.

#### 4.2.4 Volumen de agua requerido

El desarrollo del proyecto no contempla en ninguna de sus etapas establecidas el uso de aguas subterráneas por lo tanto este ítem no aplica.

### 4.3 Vertimientos

#### 4.3.1 Etapa de construcción

Durante el desarrollo del proyecto no se realizarán vertimientos de aguas residuales. El contratista instalará el suficiente número de baterías sanitarias portátiles, de acuerdo con los frentes de trabajo y a lo indicado en la Resolución 2400 de 1979, la cual establece la relación del uso de una batería por cada 15 personas, diferenciadas por género y en las cuales se divulgue una ficha de utilización de los mismos, cumpliendo con los procedimientos sanitarios recomendados por el proveedor.

Se estima un caudal de aguas residuales domésticas de 2.588 litros al día<sup>1</sup>, contemplando un coeficiente de retorno de 0,7 para un nivel de complejidad baja, lo anterior conforme al Reglamento Técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS-2000.

Las aguas servidas que se generen de los baños portátiles, serán trasegadas a un vehículo recolector por parte del operador debidamente autorizado, quien deberá contar con el permiso correspondiente otorgado por la Autoridad Ambiental para el tratamiento de éstas y su disposición final. El contratista encargado de la obra llevará el registro de las unidades sanitarias instaladas, así como de los mantenimientos realizados, con lo cual, deberá entregar un reporte mensual a CODENSA S.A. ESP. Este reporte mensual deberá incluir los certificados de entrega de residuos expedidos por el gestor autorizado, el registro del mantenimiento de las baterías sanitarias y demás soportes necesarios que garanticen un desarrollo adecuado de la actividad.

#### 4.3.2 Etapa de operación

El agua servida que se recoja de los baños y cocineta de las edificaciones se llevará a un tanque de concreto enterrado para que por gravedad el agua drene. Para extraer el agua del tanque se utilizarán vehículos con la capacidad de succionar el líquido y transportarlo en contenedores. Esta actividad la realizarán empresas reconocidas con el debido permiso ambiental para operar. Esto garantiza que las aguas residuales no se viertan al exterior de la subestación. En el Anexo 4-4 se presenta el diseño del tanque.

$$Q = \frac{CPR}{86400} = \frac{43 \frac{L}{hab \cdot d} \times 86 hab \times 0.7}{86400} = 0.02 L/s$$

C: Dotación

P: Población

R: Coeficiente de retorno

Se estima un caudal de aguas residuales en la etapa de operación es de 210 litros al día<sup>2</sup>, contemplando un coeficiente de retorno de 0,7 para un nivel de complejidad baja, lo anterior conforme al Reglamento Técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS-2000.

#### 4.4 Aprovechamiento forestal

Con el fin de registrar los individuos que pueden estar sujetos a intervención por la ejecución de las obras en los corredores de las líneas de transmisión se realizó el inventario forestal de los árboles en los predios donde fue permitido el ingreso. En este ítem se registran y describen las especies encontradas, la dasometría y volumen de cada individuo, así como las características principales de aprovechamiento forestal.

Para el proyecto lineal “Subestación Norte 230/115 kV, Líneas de transmisión de 115 kV y Módulos de conexión” se registró un volumen de aprovechamiento forestal de 2551,18 m<sup>3</sup>, este valor está determinado por dos (2) cálculos, uno directo, dado por el inventario forestal realizado en el área de intervención del proyecto en los predios en los cuales se permitió el ingreso, de lo cual se identificaron un total de 4501 individuos con DAP mayor a 10 cm, que equivale al 93,73% (139,53 ha.) del total del área de intervención, representando un volumen total de 2042,46 m<sup>3</sup>.

El segundo cálculo se realizó de manera indirecta y corresponde a la estimación del volumen de aprovechamiento forestal de las coberturas con árboles en los predios en los que no se permitió el ingreso para realizar el inventario (de acuerdo con la dinámica social de la zona). Por medio de unidades de muestreo (parcelas) se determinó el error de muestreo, no mayor al 20% con una probabilidad del 95%. Se encontró una estimación del volumen total de 508,72 m<sup>3</sup>. El número de individuos estimado para el volumen total de 508,72 m<sup>3</sup> puede estar alrededor de los 1853 árboles. Los cálculos estadísticos se presentan en el Anexo 4-7

En la Figura 4-1, se evidencia el marcaje de los individuos arbóreos identificaos y en las Figura 4-2, Figura 4-3 y la Figura 4-4 se ilustran la ubicación de los individuos arbóreos inventariados en los tres corredores y el ramal.

$$Q = \frac{CPR}{86400} = \frac{60 \frac{L}{hab.d} \times 5 hab \times 0.7}{86400} = 0.002 L/s$$

C: Dotación

P: Población

R: Coeficiente de retorno

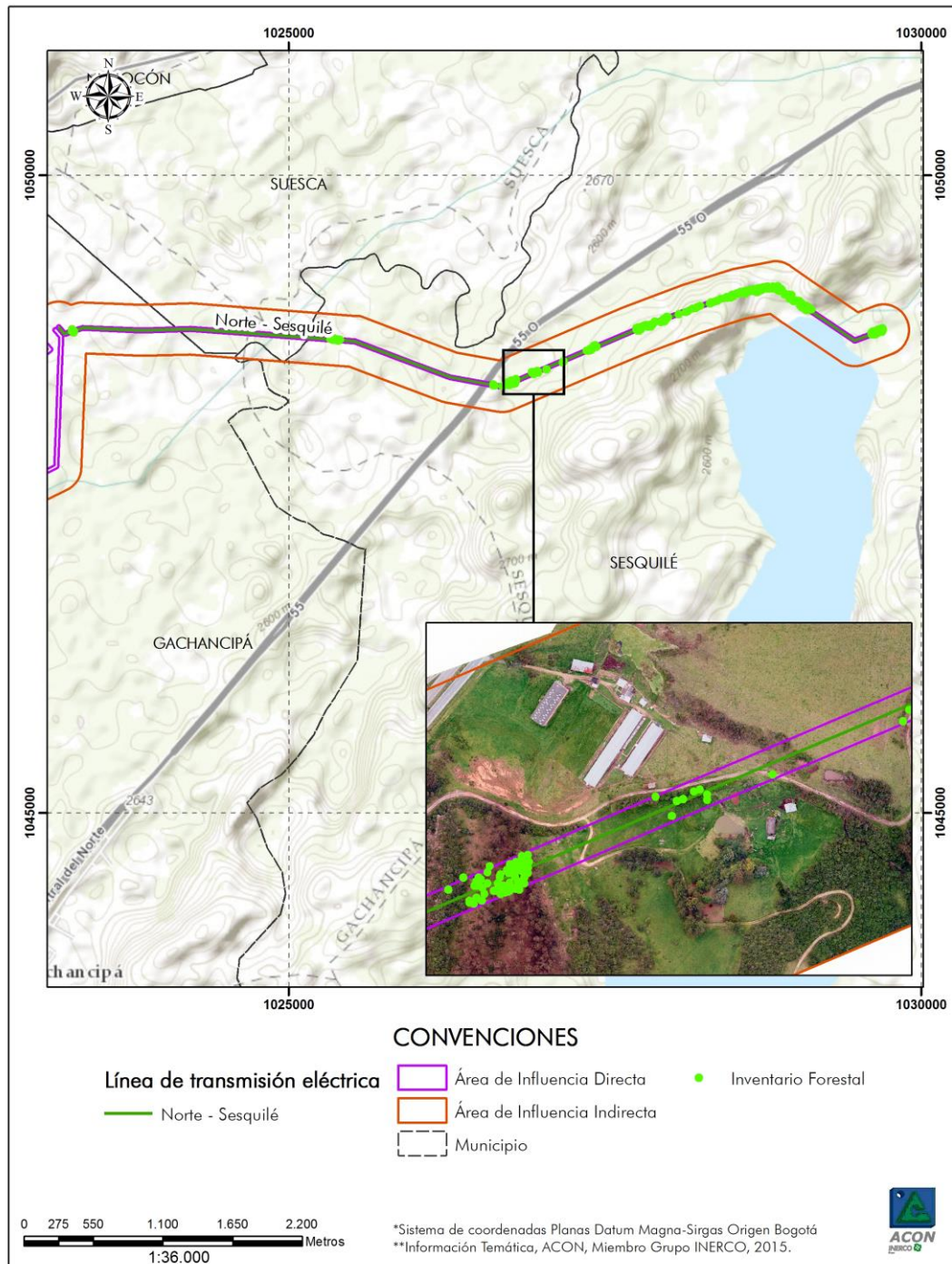


**Fotografía 4-1** Marcación arboles



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

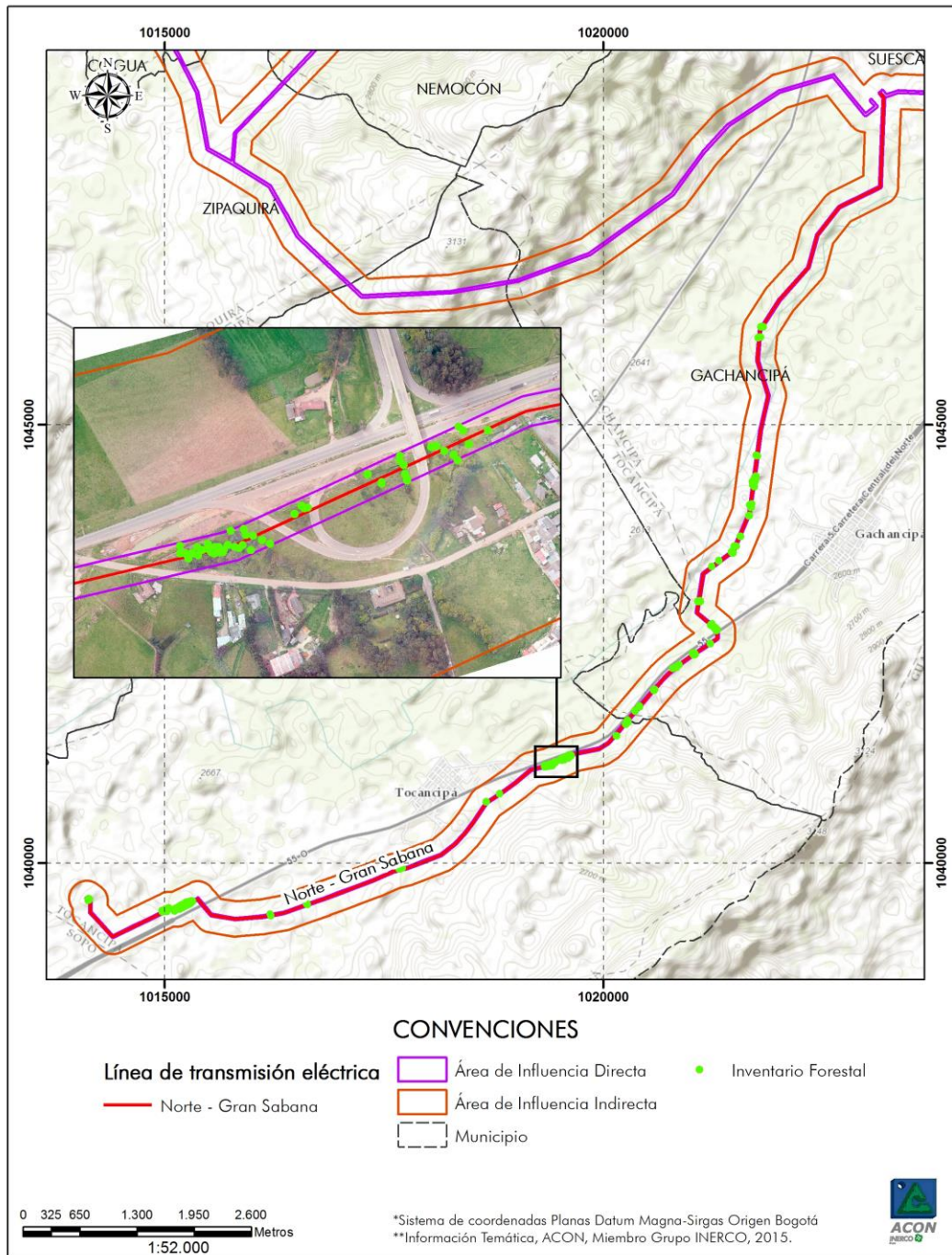
**Figura 4-1 Inventario forestal trazado Norte-Sesquilé**



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

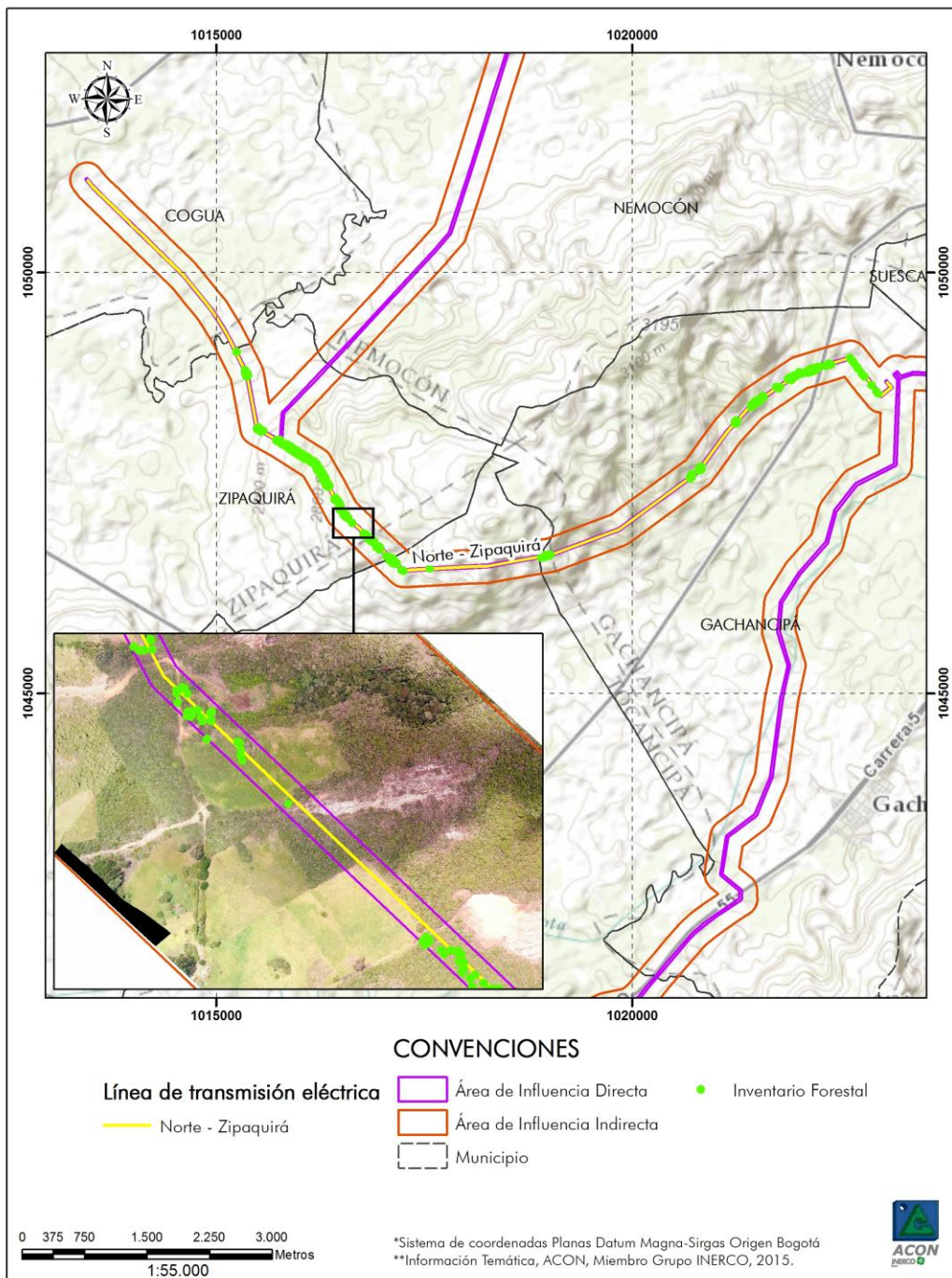


**Figura 4-2** Inventario forestal trazado Norte-Gran Sabana



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

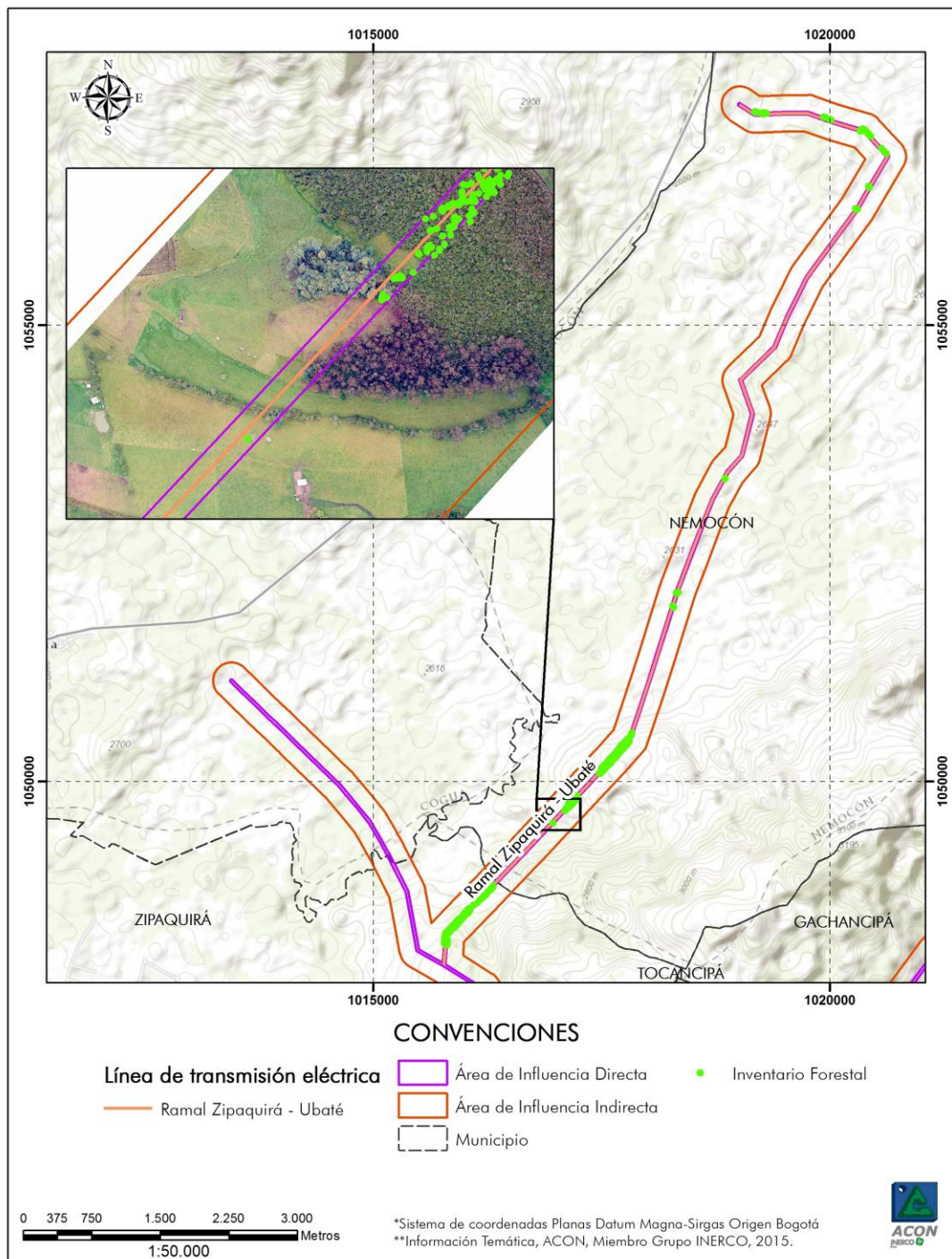
**Figura 4-3 Inventario forestal trazado Norte-Zipacquirá**



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.



**Figura 4-4 Inventario forestal Ramal Zipaquirá-Ubaté**



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

La ubicación de los individuos arbóreos identificados en el inventario forestal se presenta en el Mapa 4–1, para el corredor Norte-Sesquilé; Mapa 4–2 para el corredor Norte-Gran Sabana; Mapa 4–3 para el corredor Norte-Zipacquirá y Mapa 4–4 para el Ramal Zipacquirá-Ubaté, a una escala de 1:10.000

Como se mencionó en la Introducción, en el Anexo 4-1 se presenta la información de la solicitud del permiso de Aprovechamiento Forestal Único en el marco del Estudio de Impacto Ambiental. En este anexo, no se presenta los formatos de solicitud de aprovechamiento forestal con sus respectivas firmas, esta se levantará durante el proceso de legalización de servidumbres, una vez se obtenga la Licencia Ambiental del Proyecto Norte.

#### **4.4.1 Tipo de aprovechamiento**

Para las áreas de construcción de las torres y postes de la línea de transmisión eléctrica del proyecto se solicita un aprovechamiento forestal único, en el cual se realizarán actividades de tala a los individuos arbóreos mayores de 10cm de DAP y que representen un alto riesgo a los tendidos de líneas (árboles > 4 metros de altura) esta actividad consiste en talar en la base del tronco y posteriormente retirar la parte que se encuentra enterrada (tocón y raíces grandes), de los árboles incluidos en las áreas de trabajo. También se considera el aprovechamiento de los árboles que intervengan con la línea eléctrica, según las especificaciones del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE. Estos árboles serán talados sin retirar el tocón. La tala se realizará sobre los árboles seleccionados registrados en el inventario forestal, y los árboles que se encuentren en las áreas sin inventario, para los cuales se proyectó el volumen de aprovechamiento.

No todos los individuos registrados en el inventario forestal serán talados, sin embargo se solicita el aprovechamiento de todos aquellos árboles que pueden ser intervenidos, debido a la ejecución de las obras y teniendo en cuenta que es necesario contar con un grado de libertad para el emplazamiento eficiente de las torres y postes de conexión de la línea.

A pesar de registrar un total de árboles a intervenir, y que realmente no se va a ejecutar la actividad para algunos individuos arbóreos que no presenten interferencia con las líneas de transmisión, las medidas de compensación se mantiene sobre la cantidad general del inventario forestal.

#### 4.4.2 Inventario forestal

La ejecución del inventario forestal comprendió un buffer de 15 metros a lado y lado del eje en los corredores planteados para el proyecto (Norte-Gran Sabana, Norte-Sesquilé, Norte-Zipacquirá y Ramal Zipacquirá-Ubaté).

El desarrollo de las actividades del inventario forestal se realizó en el 93% del trazado, el 7% restante de la información no fue posible recolectarla en campo debido a que los propietarios de los predios no permitieron el ingreso de personal.

De este modo, se registraron 4.501 individuos arbóreos del estado de crecimiento fustal (DAP > 10CM) a lo largo del trazado del proyecto, sobre los predios donde se permitió el ingreso para la realización del inventario forestal.

A continuación, se muestran los resultados del inventario forestal realizado para el proyecto, en el cual se describe la composición y el estado actual de la flora a aprovechar.

El listado completo del registro del inventario forestal se presenta en el Anexo 4-5, en el cual se encuentra la información correspondiente a la dasometría, composición, cálculos de volumen y ubicación (Municipio, vereda y coordenadas) para cada individuo.

#### 4.4.3 Composición de especies del inventario forestal

Se inventariaron 4.501 individuos arbóreos con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor a 10 centímetros. De los cuales se identificaron 28 familias representados en 49 especies, como se observa en la Tabla 4-9.

**Tabla 4-9** Composición del inventario forestal

Familia	Nombre científico	Autor	Nombre común	Número de individuos	% de individuos
Adoxaceae	<i>Sambucus nigra</i>	L.	Sauco	12	0,27%
	<i>Viburnum tinoides</i>	L.f.	Garrocho	19	0,42%
	<i>Viburnum triphyllum</i>	Benth.	Chuque	93	2,07%
Aquifoliaceae	<i>Ilex kunthiana</i>	Triana	Mulato	104	2,31%
Araliaceae	<i>Oreopanax incisus</i>	(Willd. ex Schult.) Decne. & Planch.	Mano de Oso	2	0,04%
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	Kunth	Aliso	44	0,98%

Familia	Nombre científico	Autor	Nombre común	Número de individuos	% de individuos
Boraginaceae	<i>Cordia cylindrostachya</i>	(Ruiz & Pav.) Roem. & Schult.	Salvio negro	58	1,29%
Clethraceae	<i>Clethra fimbriata</i>	Kunth	Manzano	35	0,78%
Clusiaceae	<i>Clusia multiflora</i>	Kunth	Gaque	7	0,16%
Compositae	<i>Baccharis bogotensis</i>	Kunth	Chilco	16	0,36%
	<i>Baccharis latifolia</i>	(Ruiz & Pav.) Pers.	Chilca	1	0,02%
	<i>Baccharis macrantha</i>	Kunth	Ciro	1	0,02%
	<i>Diplostephium rosmarinifolium</i>	(Benth.) Wedd.	Romero	3	0,07%
	<i>Montanoa quadrangularis</i>	Sch.Bip.	Árbol Loco	1	0,02%
Cunoniaceae	<i>Weinmannia tomentosa</i>	L.f.	Encenillo	506	11,24%
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	Mill.	Ciprés	112	2,49%
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i>	L.f.	Raque	32	0,71%
Ericaceae	<i>Bejaria resinosa</i>	Mutis ex L.f.	Pegamosco	21	0,47%
	<i>Macleania rupestris</i>	(Kunth) A.C.Sm.	Uvo	4	0,09%
Escalloniaceae	<i>Escallonia paniculata</i>	(Ruiz & Pav.) Schult.	Tíbar	24	0,53%
Lamiaceae	<i>Cornutia odorata</i>	(Poepp.) Schauer	Salvio	8	0,18%
Leguminosae	<i>Acacia baileyana</i>	F.Muell.	Acacia mimosa	1	0,02%
	<i>Acacia decurrens</i>	Willd.	Acacia negra	176	3,91%
	<i>Acacia melanoxylon</i>	R.Br.	Acacia japonesa	379	8,42%
	<i>Paraserianthes lophantha</i>	(Willd.) I.C.Nielsen	Acacia bracatinga	5	0,11%
Melastomataceae	<i>Miconia squamulosa</i>	Triana	Tuno	114	2,53%
	<i>Tibouchina lepidota</i>	(Bonpl.) Baill.	Siete Cueros	10	0,22%
Myricaceae	<i>Morella parvifolia</i>	(Benth.) Parra-Os.	Laurel	153	3,40%
Myrtaceae	<i>Eucalyptus globulus</i>	Labill.	Eucalipto	1555	34,55%
	<i>Myrcia cucullata</i>	O.Berg	Arrayan	8	0,18%



Familia	Nombre científico	Autor	Nombre común	Número de individuos	% de individuos
	<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	(Ortega) McVaugh	Arrayán	114	2,53%
	<i>Syzygium paniculatum</i>	Gaertn.	Eugenia	2	0,04%
Oleaceae	<i>Fraxinus chinensis</i>	Roxb.	Urapán	11	0,24%
Papaveraceae	<i>Bocconia frutescens</i>	L.	Trompeto	1	0,02%
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Schiede ex Schtldl. & Cham.	Pino patula	299	6,64%
	<i>Pinus radiata</i>	D.Don	Pino radiata	29	0,64%
Piperaceae	<i>Piper bogotense</i>	C.DC.	Cordoncillo	12	0,27%
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i>	(Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult.	Espadero	178	3,95%
	<i>Myrsine guianensis</i>	(Aubl.) Kuntze	Cucharo	93	2,07%
Rosaceae	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	(DC.) Lindl.	Mortiño	84	1,87%
	<i>Prunus serotina</i>	Ehrh.	Cerezo	13	0,29%
Rutaceae	<i>Zanthoxylum sp.</i>		Tachuelo	1	0,02%
Salicaceae	<i>Abatia parviflora</i>	Ruiz & Pav.	Duraznillo	1	0,02%
	<i>Salix humboldtiana</i>	Willd.	Sauce	33	0,73%
	<i>Xylosma spiculifera</i>	(Tul.) Triana & Planch.	Corono	75	1,67%
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis caracasana</i>	Meisn.	Granado	24	0,53%
Verbenaceae	<i>Citharexylum subflavescens</i>	S.F.Blake	Cajeto	1	0,02%
	<i>Duranta mutisii</i>	L.f.	Espino	12	0,27%
	<i>Lippia hirsuta</i>	L.f.	Salvio blanco	14	0,31%
<b>Total</b>				<b>4501</b>	<b>100%</b>

Fuente: ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

Como se observa en la Tabla 4-9, las familias con mayor número de especies son Compositae con 5 especies, seguida de las familias, Leguminosae y Myrtaceae, cada una con cuatro (4) especies; Adoxaceae, Salicaceae y Verbenaceae cada una con tres (3) especies. Las familias con mayor número de individuos son: Myrtaceae con 1679 individuos seguida de Leguminosae con 561 y en tercer lugar Cunoniaceae con 506, las

familias con menor número de individuos son: Araliaceae con 2 y Papaveraceae y Rutaceae cada una con un (1) individuo.

Las especies más abundantes registradas en el inventario son: *Eucalyptus globulus* (eucalipto) con 1555 individuos que representan el 34,55% de los árboles a aprovechar, en segundo lugar se encuentra la *Weinmannia tomentosa* (encenillo) con 506 árboles (11,24%) seguida de la especie *Acacia melanoxylon* (acacia japonesa) con 379 individuos (8,42%).

#### 4.4.4 Volumen total y comercial de aprovechamiento forestal

A partir de los datos de dasometría tomados en campo para cada uno de los individuos registrados en el inventario forestal, se calcularon los datos de volumen total y comercial por especie, Tabla 4-10. Se utilizó un factor forma de 0,65 ya que se mezclan especies nativas (0,6) y foráneas (0,7).

**Tabla 4-10** Volumen total y comercial del inventario forestal, Proyecto Norte

Nombre científico	Nombre común	Origen	Cantidad	Volumen total m <sup>3</sup>	Volumen comercial m <sup>3</sup>
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	Foránea	1555	1302,82	702,4
<i>Pinus patula</i>	Pino patula	Foránea	299	252,03	152,33
<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés	Foránea	112	86,13	29,19
<i>Weinmannia tomentosa</i>	Encenillo	Nativa	506	72,9	39,03
<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia japonesa	Foránea	379	72,17	30,25
<i>Acacia decurrens</i>	Acacia negra	Foránea	176	50,18	24,65
<i>Pinus radiata</i>	Pino radiata	Foránea	29	42,15	10,93
<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	Nativa	33	38,44	12,49
<i>Myrsine coriacea</i>	Espadero	Nativa	178	18,19	5,58
<i>Morella parvifolia</i>	Laurel	Nativa	153	11,89	6,87
<i>Myrcianthes leucoxyla</i>	Arrayán	Nativa	114	9,67	2,72
<i>Ilex kunthiana</i>	Mulato	Nativa	104	8,52	3,03
<i>Viburnum triphyllum</i>	Chuque	Nativa	93	8,08	2,78
<i>Miconia squamulosa</i>	Tuno	Nativa	114	7,78	3,99
<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	Mortino	Nativa	84	7,21	4,52
<i>Myrsine guianensis</i>	Cucharo	Nativa	93	7,06	4,29
<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Nativa	44	5,38	3,43
<i>Xylosma spiculifera</i>	Corono	Nativa	75	5,35	2,89
<i>Fraxinus chinensis</i>	Urapán	Foránea	11	4,68	2,09
<i>Cordia cylindrostachya</i>	Salvio negro	Nativa	58	4,63	1,45

Nombre científico	Nombre común	Origen	Cantidad	Volumen total m <sup>3</sup>	Volumen comercial m <sup>3</sup>
<i>Prunus serotina</i>	Cerezo	Foránea	13	4,56	3,19
<i>Vallea stipularis</i>	Raque	Nativa	32	2,38	1,7
<i>Daphnopsis caracasana</i>	Granado	Nativa	24	2,37	0,93
<i>Clethra fimbriata</i>	Manzano	Nativa	35	2,25	1,1
<i>Sambucus nigra</i>	Sauco	Nativa	12	2,24	0,84
<i>Escallonia paniculata</i>	Tíbar	Nativa	24	2,2	0,85
<i>Baccharis bogotensis</i>	Chilco	Nativa	16	1,76	1,35
<i>Viburnum tinoides</i>	Garrocho	Nativa	19	1,64	0,59
<i>Lippia hirsuta</i>	Salvio blanco	Nativa	14	1,55	0,48
<i>Cornutia odorata</i>	Salvio	Nativa	8	0,85	0,29
<i>Tibouchina lepidota</i>	Siete Cueros	Nativa	10	0,78	0,56
<i>Bejaria resinosa</i>	Pegamosco	Nativa	21	0,74	0,5
<i>Macleania rupestris</i>	Uvo	Nativa	4	0,63	0,25
<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo	Nativa	12	0,6	0,09
<i>Duranta mutisii</i>	Espino	Nativa	12	0,59	0,04
<i>Myrcia cucullata</i>	Arrayan	Nativa	8	0,42	0,14
<i>Clusia multiflora</i>	Gaque	Nativa	7	0,36	0,12
<i>Paraserianthes lophantha</i>	Acacia bracinga	Foránea	5	0,26	0,12
<i>Diplostephium rosmarinifolium</i>	Romero	Nativa	3	0,25	0,1
<i>Oreopanax incisus</i>	Mano de Oso	Nativa	2	0,18	0,14
<i>Acacia baileyana</i>	Acacia mimosa	Foránea	1	0,1	0,03
<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca	Nativa	1	0,1	0,07
<i>Syzygium paniculatum</i>	Eugenia	Nativa	2	0,09	0,04
<i>Montanoa quadrangularis</i>	Árbol Loco	Nativa	1	0,08	0,03
<i>Zanthoxylum sp.</i>	Tachuelo	Nativa	1	0,06	0,04
<i>Baccharis macrantha</i>	Ciro	Nativa	1	0,05	0
<i>Bocconia frutescens</i>	Trompeto	Nativa	1	0,04	0,02
<i>Citharexylum subflavescens</i>	Cajeto	Nativa	1	0,04	0,03
<i>Abatia parviflora</i>	Duraznillo	Nativa	1	0,03	0,02
<b>Total</b>			<b>4501</b>	<b>2042,46</b>	<b>1058,55</b>

Fuente: ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

El inventario forestal del proyecto considera el aprovechamiento de 4.501 individuos que representan un volumen total de 2042,46 m<sup>3</sup> y comercial de 1058,55 m<sup>3</sup>. Se identificó que la especie con mayor volumen total y comercial registrada es el *Eucalyptus globulus* (Eucalipto) con un volumen total de 1302,82 m<sup>3</sup> y comercial de 702,4 m<sup>3</sup>, seguida de la

especie *Pinus patula* (Pino patula) con un volumen total de 252,03 m<sup>3</sup> y comercial de 152,33 m<sup>3</sup> en tercer lugar se encuentra la especie *Cupressus lusitanica* (ciprés) con un volumen total de 86,13 m<sup>3</sup> y comercial de 29,19 m<sup>3</sup>.

Los individuos de *Eucalyptus globulus* (eucalipto) representan el 63,79% del total del volumen a aprovechar.

#### 4.4.4.1 Volumen de aprovechamiento forestal por tramo de construcción

En la Tabla 4-11 se relacionan los volúmenes totales y comerciales para cada uno de los corredores o tramos de intervención del proyecto, según la distribución de volumen por especie.

**Tabla 4-11** Volumen total y comercial por corredor

Corredor de intervención	Nombre científico	Nombre común	Cantidad	Volumen total m <sup>3</sup>	Volumen comercial m <sup>3</sup>
<b>Norte-Gran Sabana</b>	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia negra	15	6,24	1,65
	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia japonesa	79	17,81	4,10
	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	8	1,92	1,18
	<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés	60	26,26	10,32
	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	341	210,19	89,86
	<i>Fraxinus chinensis</i>	Urapán	2	1,02	0,67
	<i>Montanoa quadrangularis</i>	Árbol Loco	1	0,08	0,03
	<i>Pinus patula</i>	Pino patula	3	0,95	0,62
	<i>Prunus serotina</i>	Cerezo	2	0,08	0,05
	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	31	29,54	10,89
	<i>Sambucus nigra</i>	Sauco	4	0,28	0,04
	<i>Syzygium paniculatum</i>	Eugenia	1	0,03	0,02
<b>Total Norte-Gran Sabana</b>			<b>547</b>	<b>294,38</b>	<b>119,43</b>
<b>Norte-Sesquilé</b>	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia negra	3	0,88	0,50
	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia japonesa	240	44,48	21,72
	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	2	0,66	0,34
	<i>Baccharis macrantha</i>	Ciro	1	0,05	0,00
	<i>Clusia multiflora</i>	Gaque	4	0,25	0,11
	<i>Cordia cylindrostachya</i>	Salvio negro	29	1,76	0,40
	<i>Diplostephium</i>	Romero	1	0,05	0,00

Corredor de intervención	Nombre científico	Nombre común	Cantidad	Volumen total m³	Volumen comercial m³
	<i>rosmarinifolium</i>				
	<i>Duranta mutisii</i>	Espino	12	0,59	0,04
	<i>Escallonia paniculata</i>	Tíbar	7	1,00	0,26
	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	104	121,17	74,46
	<i>Fraxinus chinensis</i>	Urapán	6	0,40	0,15
	<i>Morella parvifolia</i>	Laurel	28	1,53	0,12
	<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	Arrayán	4	0,28	0,04
	<i>Paraserianthes lophantha</i>	Acacia bracatinga	5	0,26	0,12
	<i>Pinus patula</i>	Pino patula	10	6,41	4,17
	<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo	12	0,60	0,09
	<i>Syzygium paniculatum</i>	Eugenia	1	0,06	0,02
	<i>Xylosma spiculifera</i>	Corono	2	0,05	0,00
<b>Total Norte-Sesquilé</b>			<b>471</b>	<b>180,49</b>	<b>102,51</b>
<b>Norte-Zipacquirá</b>	<i>Abatia parviflora</i>	Duraznillo	1	0,03	0,02
	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia negra	110	31,92	16,47
	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia japonesa	38	6,71	2,77
	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	31	2,65	1,82
	<i>Baccharis bogotensis</i>	Chilco	5	1,01	0,81
	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca	1	0,10	0,07
	<i>Bejaria resinosa</i>	Pegamosco	3	0,15	0,12
	<i>Citharexylum subflavescens</i>	Cajeto	1	0,04	0,03
	<i>Clusia multiflora</i>	Gaque	3	0,11	0,02
	<i>Cordia cylindrostachya</i>	Salvio negro	15	1,37	0,45
	<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés	52	59,87	18,87
	<i>Diplostephium rosmarinifolium</i>	Romero	2	0,20	0,10
	<i>Escallonia paniculata</i>	Tíbar	16	1,14	0,53
	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	759	628,84	330,62
	<i>Fraxinus chinensis</i>	Urapán	3	3,26	1,27
	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	Mortño	18	2,01	1,22
	<i>Ilex kunthiana</i>	Mulato	28	2,80	0,81
	<i>Lippia hirsuta</i>	Salvio blanco	4	0,34	0,06

Corredor de intervención	Nombre científico	Nombre común	Cantidad	Volumen total m <sup>3</sup>	Volumen comercial m <sup>3</sup>
	<i>Macleania rupestris</i>	Uvo	1	0,13	0,06
	<i>Miconia squamulosa</i>	Tuno	36	2,91	2,11
	<i>Morella parvifolia</i>	Laurel	95	7,51	5,45
	<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	Arrayán	84	7,55	2,04
	<i>Myrsine coriacea</i>	Espadero	137	15,28	4,35
	<i>Myrsine guianensis</i>	Cucharo	63	5,01	2,94
	<i>Oreopanax incisus</i>	Mano de Oso	2	0,18	0,14
	<i>Pinus patula</i>	Pino patula	138	46,59	29,83
	<i>Pinus radiata</i>	Pino radiata	29	42,15	10,93
	<i>Prunus serotina</i>	Cerezo	11	4,48	3,14
	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	2	8,90	1,60
	<i>Sambucus nigra</i>	Sauco	2	0,21	0,09
	<i>Tibouchina lepidota</i>	Siete Cueros	6	0,61	0,46
	<i>Vallea stipularis</i>	Raque	20	1,86	1,37
	<i>Viburnum tinoides</i>	Garrocho	8	0,48	0,15
	<i>Viburnum triphyllum</i>	Chuque	84	7,40	2,38
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	Encenillo	319	58,34	32,26
	<i>Xylosma spiculifera</i>	Corono	39	3,26	2,08
	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Tachuelo	1	0,06	0,04
	<b>Total Norte-Zipacquirá</b>		<b>2167</b>	<b>955,48</b>	<b>477,47</b>
Ramal Zipacquirá-Ubaté	<i>Acacia baileyana</i>	Acacia mimosa	1	0,10	0,03
	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia negra	48	11,14	6,03
	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia japonesa	22	3,17	1,65
	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	3	0,15	0,09
	<i>Baccharis bogotensis</i>	Chilco	11	0,75	0,54
	<i>Bejaria resinosa</i>	Pegamosco	18	0,59	0,38
	<i>Bocconia frutescens</i>	Trompeto	1	0,04	0,02
	<i>Clethra fimbriata</i>	Manzano	35	2,25	1,10
	<i>Cordia cylindrostachya</i>	Salvio negro	14	1,50	0,60
	<i>Cornutia odorata</i>	Salvio	8	0,85	0,29
	<i>Daphnopsis caracasana</i>	Granado	24	2,37	0,93
	<i>Escallonia paniculata</i>	Tíbar	1	0,06	0,05



Corredor de intervención	Nombre científico	Nombre común	Cantidad	Volumen total m <sup>3</sup>	Volumen comercial m <sup>3</sup>
	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	351	342,62	207,47
	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	Mortiño	66	5,20	3,29
	<i>Ilex kunthiana</i>	Mulato	76	5,72	2,23
	<i>Lippia hirsuta</i>	Salvio blanco	10	1,20	0,42
	<i>Macleania rupestris</i>	Uvo	3	0,51	0,19
	<i>Miconia squamulosa</i>	Tuno	78	4,87	1,88
	<i>Morella parvifolia</i>	Laurel	30	2,85	1,30
	<i>Myrcia cucullata</i>	Arrayan	8	0,42	0,14
	<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	Arrayán	26	1,83	0,65
	<i>Myrsine coriacea</i>	Espadero	41	2,91	1,23
	<i>Myrsine guianensis</i>	Cucharó	30	2,05	1,35
	<i>Pinus patula</i>	Pino patula	148	198,09	117,72
	<i>Sambucus nigra</i>	Sauco	6	1,74	0,70
	<i>Tibouchina lepidota</i>	Siete Cueros	4	0,17	0,11
	<i>Vallea stipularis</i>	Raque	12	0,52	0,33
	<i>Viburnum tinoides</i>	Garrocho	11	1,15	0,44
	<i>Viburnum triphyllum</i>	Chuque	9	0,67	0,40
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	Encenillo	187	14,56	6,78
	<i>Xylosma spiculifera</i>	Corono	34	2,04	0,81
<b>Total Ramal Zipaquirá-Ubaté</b>			<b>1316</b>	<b>612,11</b>	<b>359,14</b>
<b>Total</b>			<b>4501</b>	<b>2042,46</b>	<b>1058,55</b>

Fuente: ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

El tramo o corredor con mayor volumen de aprovechamiento es Norte-Zipaquirá, con 2167 árboles que representan un volumen total de 955,48 m<sup>3</sup> y comercial de 477,47 m<sup>3</sup>, y corresponde a la franja del proyecto con la mayor área dentro de la Reserva Forestal Productora Protectora, Cuenca Alta del Río Bogotá (RFPPCARB).

El tramo con menor aprovechamiento forestal es Norte-Sesquilé con 471 árboles y un volumen total de 180,49 y comercial de 102,51 m<sup>3</sup>, esto debido a que la mayoría del corredor discurre sobre una cobertura de pastos limpios.

La especie *Eucalyptus globulus* (eucalipto) es la que reporta mayor volumen de aprovechamiento en los cuatro corredores, siendo esta especie exótica la de mayor desarrollo en el área de influencia directa del proyecto.

#### 4.4.5 Volumen de aprovechamiento forestal por cobertura

Para el Proyecto Norte se consideraron las distintas coberturas presentes en el área de influencia directa con el fin de definir los volúmenes de intervención por cobertura de la tierra. En la Tabla 4-12 se muestran las especies y cantidades de aprovechamiento forestal por cobertura.

**Tabla 4-12** Volumen total y comercial por cobertura de la tierra

Cobertura de la tierra	Nombre científico	Nombre común	Cantidad	Volumen total m³	Volumen comercial m³
<b>Arbustal abierto</b>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	1	0,03	0,02
	<i>Morella parvifolia</i>	Laurel	4	0,14	0,03
	<i>Pinus patula</i>	Pino patula	1	0,06	0,03
<b>Total arbustal abierto</b>			<b>6</b>	<b>0,23</b>	<b>0,08</b>
<b>Arbustal denso</b>	<i>Abatia parviflora</i>	Duraznillo	1	0,03	0,02
	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia negra	4	0,29	0,17
	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia japonesa	5	1,10	0,44
	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	12	0,84	0,63
	<i>Baccharis bogotensis</i>	Chilco	16	1,76	1,35
	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca	1	0,10	0,07
	<i>Baccharis macrantha</i>	Ciro	1	0,05	0,00
	<i>Bejaria resinosa</i>	Pegamosco	20	0,71	0,47
	<i>Citharexylum subflavescens</i>	Cajeto	1	0,04	0,03
	<i>Clethra fimbriata</i>	Manzano	33	2,17	1,07
	<i>Clusia multiflora</i>	Gaque	6	0,34	0,12
	<i>Cordia cylindrostachya</i>	Salvio negro	28	2,01	0,47
	<i>Cornutia odorata</i>	Salvio	5	0,61	0,23
	<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés	32	45,13	13,77
	<i>Daphnopsis caracasana</i>	Granado	17	1,39	0,54
	<i>Diplostephium rosmarinifolium</i>	Romero	3	0,25	0,10
	<i>Duranta mutisii</i>	Espino	11	0,57	0,04
	<i>Escallonia paniculata</i>	Tíbar	18	1,68	0,49
	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	13	14,97	5,11
	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	Mortiño	76	6,47	4,11
	<i>Ilex kunthiana</i>	Mulato	91	7,41	2,61



Cobertura de la tierra	Nombre científico	Nombre común	Cantidad	Volumen total m <sup>3</sup>	Volumen comercial m <sup>3</sup>
	<i>Miconia squamulosa</i>	Tuno	97	6,63	3,56
	<i>Morella parvifolia</i>	Laurel	122	9,88	5,84
	<i>Myrcianthes leucoxylo</i>	Arrayán	64	5,94	1,74
	<i>Myrsine coriacea</i>	Espadero	139	14,59	4,48
	<i>Myrsine guianensis</i>	Cucharo	77	5,98	3,82
	<i>Oreopanax incisus</i>	Mano de oso	2	0,18	0,14
	<i>Pinus patula</i>	Pino patula	2	0,87	0,70
	<i>Pinus radiata</i>	Pino radiata	14	34,47	7,92
	<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo	12	0,60	0,09
	<i>Sambucus nigra</i>	Sauco	1	0,04	0,01
	<i>Syzygium paniculatum</i>	Eugenia	1	0,06	0,02
	<i>Tibouchina lepidota</i>	Siete cueros	10	0,78	0,56
	<i>Vallea stipularis</i>	Raque	32	2,38	1,70
	<i>Viburnum tinoides</i>	Garrocho	17	1,56	0,57
	<i>Viburnum triphyllum</i>	Chuque	87	7,46	2,61
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	Encenillo	478	70,88	38,48
	<i>Xylosma spiculifera</i>	Corono	57	4,15	2,56
<b>Total arbustal denso</b>			<b>1606</b>	<b>254,36</b>	<b>106,62</b>
<b>Bosque de galería y/o ripario</b>	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia negra	1	0,18	0,07
	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	7	5,68	3,91
	<i>Myrsine coriacea</i>	Espadero	1	0,62	0,12
	<i>Prunus serotina</i>	Cerezo	5	2,25	1,57
<b>Total bosque de galería y/o ripario</b>			<b>14</b>	<b>8,73</b>	<b>5,67</b>
<b>Herbazal denso</b>	<i>Bocconia frutescens</i>	Trompeto	1	0,04	0,02
	<i>Cordia cylindrostachya</i>	Salvio negro	6	0,97	0,36
	<i>Lippia hirsuta</i>	Salvio blanco	8	1,03	0,35
	<i>Morella parvifolia</i>	Laurel	1	0,08	0,03
	<i>Myrcia cucullata</i>	Arrayan	1	0,10	0,04
	<i>Pinus patula</i>	Pino patula	1	11,20	7,28
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	Encenillo	2	0,20	0,08
	<i>Xylosma spiculifera</i>	Corono	2	0,07	0,03
<b>Total herbazal denso</b>			<b>22</b>	<b>13,69</b>	<b>8,19</b>
<b>Mosaico de</b>	<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés	1	4,47	2,98

Cobertura de la tierra	Nombre científico	Nombre común	Cantidad	Volumen total m <sup>3</sup>	Volumen comercial m <sup>3</sup>
<b>pastos y cultivos</b>	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	3	0,75	0,58
	<i>Fraxinus chinensis</i>	Urapán	1	0,33	0,24
<b>Total mosaico de pastos y cultivos</b>			<b>5</b>	<b>5,55</b>	<b>3,80</b>
<b>Pastos arbolados</b>	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia japonesa	30	8,83	1,75
<b>Total pastos arbolados</b>			<b>30</b>	<b>8,83</b>	<b>1,75</b>
<b>Pastos limpios</b>	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia negra	46	23,31	11,15
	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia japonesa	62	12,06	4,32
	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	11	1,97	1,39
	<i>Bejaria resinosa</i>	Pegamosco	1	0,03	0,02
	<i>Clusia multiflora</i>	Gaque	1	0,02	0,00
	<i>Cordia cylindrostachya</i>	Salvio negro	1	0,04	0,00
	<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés	46	14,25	2,75
	<i>Duranta mutisii</i>	Espino	1	0,02	0,00
	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	195	367,45	173,97
	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	Mortiño	3	0,22	0,13
	<i>Montanoa quadrangularis</i>	Árbol loco	1	0,08	0,03
	<i>Morella parvifolia</i>	Laurel	14	0,98	0,72
	<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	Arrayán	2	0,06	0,01
	<i>Myrsine coriacea</i>	Espadero	2	0,09	0,03
	<i>Myrsine guianensis</i>	Cucharo	3	0,19	0,09
	<i>Pinus patula</i>	Pino patula	6	4,30	3,02
	<i>Pinus radiata</i>	Pino radiata	3	0,20	0,12
	<i>Prunus serotina</i>	Cerezo	5	2,08	1,48
	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	29	37,42	11,79
	<i>Sambucus nigra</i>	Sauco	6	1,74	0,70
	<i>Xylosma spiculifera</i>	Corono	8	0,41	0,11
<b>Total pastos limpios</b>			<b>446</b>	<b>466,93</b>	<b>211,82</b>
<b>Plantación forestal</b>	<i>Acacia baileyana</i>	Acacia mimosa	1	0,10	0,03
	<i>Acacia decurrens</i>	Acacia negra	125	26,40	13,25
	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia japonesa	271	48,30	23,51
	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	19	2,08	1,28

Cobertura de la tierra	Nombre científico	Nombre común	Cantidad	Volumen total m <sup>3</sup>	Volumen comercial m <sup>3</sup>
	<i>Clethra fimbriata</i>	Manzano	2	0,08	0,03
	<i>Cordia cylindrostachya</i>	Salvio negro	23	1,61	0,62
	<i>Cornutia odorata</i>	Salvio	3	0,25	0,06
	<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés	20	14,74	5,11
	<i>Daphnopsis caracasana</i>	Granado	7	0,98	0,39
	<i>Escallonia paniculata</i>	Tíbar	6	0,52	0,36
	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	1315	893,53	504,51
	<i>Fraxinus chinensis</i>	Urapán	9	3,65	1,42
	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	Mortiño	5	0,53	0,27
	<i>Ilex kunthiana</i>	Mulato	13	1,11	0,42
	<i>Lippia hirsuta</i>	Salvio blanco	6	0,51	0,13
	<i>Macleania rupestris</i>	Uvo	4	0,63	0,25
	<i>Miconia squamulosa</i>	Tuno	17	1,15	0,43
	<i>Morella parvifolia</i>	Laurel	12	0,81	0,26
	<i>Myrcia cucullata</i>	Arrayan	7	0,32	0,10
	<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	Arrayán	48	3,67	0,97
	<i>Myrsine coriacea</i>	Espadero	36	2,90	0,94
	<i>Myrsine guianensis</i>	Cucharo	13	0,90	0,38
	<i>Paraserianthes lophantha</i>	Acacia bracinga	5	0,26	0,12
	<i>Pinus patula</i>	Pino patula	287	234,84	140,78
	<i>Pinus radiata</i>	Pino radiata	12	7,49	2,89
	<i>Prunus serotina</i>	Cerezo	1	0,15	0,10
	<i>Sambucus nigra</i>	Sauco	1	0,17	0,09
	<i>Viburnum tinoides</i>	Garrocho	2	0,07	0,02
	<i>Viburnum triphyllum</i>	Chuque	6	0,61	0,17
	<i>Weinmannia tomentosa</i>	Encenillo	26	1,83	0,48
	<i>Xylosma spiculifera</i>	Corono	8	0,72	0,19
	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Tachuelo	1	0,06	0,04
<b>Total plantación forestal</b>			<b>2311</b>	<b>1250,98</b>	<b>699,59</b>
<b>Red vial y territorios asociados</b>	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia japonesa	8	1,46	0,07
	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	1	0,44	0,10
	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	4	0,93	0,38

Cobertura de la tierra	Nombre científico	Nombre común	Cantidad	Volumen total m <sup>3</sup>	Volumen comercial m <sup>3</sup>
<b>Total red vial y territorios asociados</b>			<b>13</b>	<b>2,83</b>	<b>0,55</b>
<b>Tejido urbano discontinuo</b>	<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés	11	4,81	2,99
	<i>Pinus patula</i>	Pino patula	1	0,66	0,47
	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	4	1,02	0,70
	<i>Sambucus nigra</i>	Sauco	2	0,23	0,01
<b>Total tejido urbano discontinuo</b>			<b>18</b>	<b>6,71</b>	<b>4,17</b>
<b>Tierras desnudas y degradadas</b>	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia japonesa	2	0,31	0,14
	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	6	2,30	1,06
<b>Total tierras desnudas y degradadas</b>			<b>8</b>	<b>2,61</b>	<b>1,21</b>
<b>Zonas industriales o comerciales</b>	<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia japonesa	1	0,12	0,02
	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	1	0,05	0,03
	<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés	2	2,73	1,60
	<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	11	17,16	12,85
	<i>Fraxinus chinensis</i>	Urapán	1	0,69	0,43
	<i>Pinus patula</i>	Pino patula	1	0,10	0,05
	<i>Prunus serotina</i>	Cerezo	2	0,08	0,05
	<i>Sambucus nigra</i>	Sauco	2	0,05	0,03
	<i>Syzygium paniculatum</i>	Eugenia	1	0,03	0,02
<b>Total zonas industriales o comerciales</b>			<b>22</b>	<b>21,00</b>	<b>15,08</b>
<b>Total</b>			<b>4501</b>	<b>2042,46</b>	<b>1058,55</b>

Fuente: ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

Se encontró que las coberturas con mayor volumen de aprovechamiento son: Plantación forestal con 2311 individuos, un volumen total de 1250,98 m<sup>3</sup> y comercial de 699,59 m<sup>3</sup> seguido de la cobertura Pastos limpios con 446 árboles, volumen total de 466,93 m<sup>3</sup> y comercial de 211,82 m<sup>3</sup>, en tercer lugar la cobertura de Arbustal denso con 1606 individuos, volumen total de 254,36 m<sup>3</sup> y comercial de 106,62 m<sup>3</sup>. En la cobertura de arbustal denso las especies con mayor volumen total son *Weinmannia tomentosa* (encenillo), *Cupressus lusitanica* (ciprés) y *Pinus radiata* (pino radiata), para las coberturas de plantación forestal y pastos limpios la especie con mayor volumen sigue siendo el *Eucalyptus globulus* (eucalipto).

Teniendo en cuenta el volumen de aprovechamiento por cobertura, se observa que las Plantaciones forestales, los Pastos limpios y el Arbustal denso son las coberturas más

representativas del proyecto, ya que la suma de los tres porcentajes de volumen de aprovechamiento da el 96,58% del total de los individuos registrados, es evidente la dominancia de estas coberturas en la zona.

#### 4.4.6 Clases diamétricas

La clasificación de rangos de diámetro de los individuos, da una idea clara del estado de la masa forestal registrada en el inventario forestal. Es así como una acumulación en las primeras clases diamétricas muestra una vegetación en estado juvenil, y una acumulación en las clases diamétricas medias se traduce en un bosque maduro, equilibrado y poco intervenido.

Las clases diamétricas del inventario forestal se determinaron en rangos de cada 10 cm de DAP. Se hallaron nueve (9) clases diamétricas distribuidas como se observa en la Tabla 4-13.

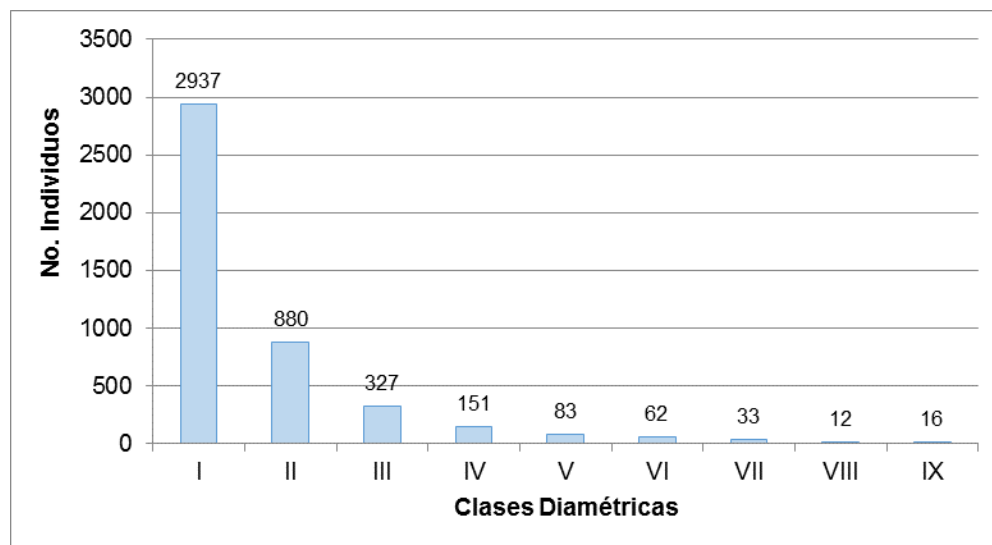
**Tabla 4-13** Clases diamétricas del inventario forestal Norte

Clase Diamétrica	Rango (DAP)	Número de individuos	% de individuos
I	10 -19,9	2937	65,25%
II	20 -29,9	880	19,55%
III	30 -39,9	327	7,27%
IV	40-49,9	151	3,35%
V	50-59,9	83	1,84%
VI	60-69,9	62	1,38%
VII	70-79,9	33	0,73%
VIII	80-89,9	12	0,27%
IX	> 90	16	0,36%
<b>Total</b>		<b>4501</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

En el Gráfico 4-1 se observa el nivel de acumulación de los individuos en cada una de las clases diamétricas definidas, donde se identifica que las clases diamétricas de rangos I y II, son las más representativas, estas dos suman el 84,80% del total de los individuos. En el inventario forestal se identificó que los individuos arbóreos en su gran mayoría no exceden los 30 cm de DAP, lo que determina, qué buena cantidad del inventario no implica el manejo de talas especiales o de grandes individuos.

**Gráfico 4-1** Distribución de las clases diamétricas



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

En la Tabla 4-14 se muestra la distribución de individuos por especie en las distintas clases diamétricas. Dos (2) especies se encuentran en todas las clases diamétricas, el *Cupressus lusitanica* (ciprés) y el *Eucalyptus globulus* (eucalipto) las cuales son ampliamente frecuentes en la zona. Este nivel de distribución en las clases diamétricas demuestra que la especie garantiza su supervivencia en la región.

**Tabla 4-14** Clases diamétricas por especie

Nombre científico	Nombre común	Clases diamétricas									Total
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
<i>Abatia parviflora</i>	Duraznillo	1									1
<i>Acacia baileyana</i>	Acacia mimosa	1									1
<i>Acacia decurrens</i>	Acacia negra	95	49	22	5	2	1	2			176
<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia japonesa	268	80	19	11		1				379
<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	39	3	1		1					44
<i>Baccharis bogotensis</i>	Chilco	14	2								16
<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca	1									1
<i>Baccharis macrantha</i>	Ciro	1									1
<i>Bejaria resinosa</i>	Pegamosco	21									21

Nombre científico	Nombre común	Clases diamétricas									Total
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
<i>Bocconia frutescens</i>	Trompeto	1									1
<i>Citharexylum subflavescens</i>	Cajeto	1									1
<i>Clethra fimbriata</i>	Manzano	32	3								35
<i>Clusia multiflora</i>	Gaque	6	1								7
<i>Cordia cylindrostachya</i>	Salvio negro	53	5								58
<i>Cornutia odorata</i>	Salvio	7	1								8
<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés	43	26	18	11	6	5	1	1	1	112
<i>Daphnopsis caracasana</i>	Granado	23	1								24
<i>Diplostephium rosmarinifolium</i>	Romero	2	1								3
<i>Duranta mutisii</i>	Espino	12									12
<i>Escallonia paniculata</i>	Tíbar	22	2								24
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	733	420	171	88	60	39	22	11	11	1555
<i>Fraxinus chinensis</i>	Urapán	6	3	2							11
<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	Mortiño	74	10								84
<i>Ilex kunthiana</i>	Mulato	98	5	1							104
<i>Lippia hirsuta</i>	Salvio blanco	11	3								14
<i>Macleanea rupestris</i>	Uvo	3		1							4
<i>Miconia squamulosa</i>	Tuno	110	4								114
<i>Montanoa quadrangularis</i>	Árbol loco	1									1
<i>Morella parvifolia</i>	Laurel	144	8	1							153
<i>Myrcia cucullata</i>	Arrayan	8									8
<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	Arrayán	100	14								114
<i>Myrsine coriacea</i>	Espadero	161	15	1	1						178
<i>Myrsine guianensis</i>	Cucharo	82	11								93
<i>Oreopanax incisus</i>	Mano de oso	2									2
<i>Paraserianthes lophantha</i>	Acacia bracatinga	5									5
<i>Pinus patula</i>	Pino patula	86	93	66	26	9	10	8		1	299
<i>Pinus radiata</i>	Pino radiata	10	6	6	3	3				1	29
<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo	12									12



Nombre científico	Nombre común	Clases diamétricas									Total
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
<i>Prunus serotina</i>	Cerezo	5	4	2	1		1				13
<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	8	12	3	2	1	5			2	33
<i>Sambucus nigra</i>	Sauco	10	2								12
<i>Syzygium paniculatum</i>	Eugenia	2									2
<i>Tibouchina lepidota</i>	Siete cueros	10									10
<i>Vallea stipularis</i>	Raque	27	5								32
<i>Viburnum tinoides</i>	Garrocho	16	3								19
<i>Viburnum triphyllum</i>	Chuque	85	6		1	1					93
<i>Weinmannia tomentosa</i>	Encenillo	416	75	13	2						506
<i>Xylosma spiculifera</i>	Corono	68	7								75
<i>Zanthoxylum</i> sp.	Tachuelo	1									1
<b>Total</b>		<b>2937</b>	<b>880</b>	<b>327</b>	<b>151</b>	<b>83</b>	<b>62</b>	<b>33</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>4501</b>

Fuente: ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

De las 49 especies identificadas, 16 se encuentran únicamente en la primera clase diamétrica, de las cuales el 88,8% son especies nativas de la zona (Tabla 4-10). La especie nativa más representativa es la *Weinmannia tomentosa* (Encenillo) que se encuentra en las cuatro primeras clases diamétricas, la especie alcanza su máximo grosor entre los 40 y 50 cm de DAP, de acuerdo con los datos listados en la Tabla 4-14.

#### 4.4.7 Clases altimétricas

A partir de la clasificación de alturas totales que realiza Finol, U. H. (1971)<sup>3</sup>, para la determinación de la posición sociológica. Se toman los individuos discriminados por el rango de altura total, para definir el estrato de altura dominante o representativa.

<sup>3</sup> Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. Revista Forestal Venezolana, 14 (21): 29-42.



**Tabla 4-15** Clases altimétricas

Estrato	Número de individuos	% de individuos
Inferior (dominado) Altura < 5,9 m	1.442	32,04%
Medio (codominante) Altura entre 6 y 10 m	1.557	34,59%
Superior (dominante) Altura > 10 m	1.502	33,37%
<b>Total</b>	<b>4.501</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

En la Tabla 4-15 se observa que el estrato más abundante es el medio con 1.557 individuos que representan el 34,59% de total del inventario, seguido del estrato superior o dominante con 1.502 individuos, 33,37%. Estos dos estratos suman el 67,96% del inventario. Los datos indican lo heterogéneo de los estratos ya que la diferencia entre uno y otro es muy baja, los estratos, inferior y medio están dominados por especies nativas y el estrato superior por especies foráneas.

**Tabla 4-16** Clases altimétricas por especie

Nombre científico	Nombre común	Inferior	Medio	Superior	Total
<i>Abatia parviflora</i>	Duraznillo	1			1
<i>Acacia baileyana</i>	Acacia mimosa	1			1
<i>Acacia decurrens</i>	Acacia negra	33	103	40	176
<i>Acacia melanoxylon</i>	Acacia japonesa	130	165	84	379
<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	29	13	2	44
<i>Baccharis bogotensis</i>	Chilco	4	10	2	16
<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca		1		1
<i>Baccharis macrantha</i>	Ciro	1			1
<i>Bejaria resinosa</i>	Pegamosco	18	3		21
<i>Bocconia frutescens</i>	Trompeto		1		1
<i>Citharexylum subflavescens</i>	Cajeto	1			1
<i>Clethra fimbriata</i>	Manzano	22	13		35
<i>Clusia multiflora</i>	Gaque	5	2		7
<i>Cordia cylindrostachya</i>	Salvio negro	40	16	2	58
<i>Cornutia odorata</i>	Salvio	3	4	1	8
<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés	34	43	35	112
<i>Daphnopsis caracasana</i>	Granado	2	22		24

Nombre científico	Nombre común	Inferior	Medio	Superior	Total
<i>Diplostephium rosmarinifolium</i>	Romero	2	1		3
<i>Duranta mutisii</i>	Espino	12			12
<i>Escallonia paniculata</i>	Tíbar	12	12		24
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	163	319	1073	1555
<i>Fraxinus chinensis</i>	Urapán	1	6	4	11
<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	Mortiño	54	30		84
<i>Ilex kunthiana</i>	Mulato	34	69	1	104
<i>Lippia hirsuta</i>	Salvio blanco	7	7		14
<i>Macleania rupestris</i>	Uvo	3	1		4
<i>Miconia squamulosa</i>	Tuno	65	46	3	114
<i>Montanoa quadrangularis</i>	Árbol loco		1		1
<i>Morella parvifolia</i>	Laurel	107	46		153
<i>Myrcia cucullata</i>	Arrayán	7	1		8
<i>Myrcianthes leucoxylla</i>	Arrayán	67	47		114
<i>Myrsine coriacea</i>	Espadero	83	89	6	178
<i>Myrsine guianensis</i>	Cucharo	60	30	3	93
<i>Oreopanax incisus</i>	Mano de oso		2		2
<i>Paraserianthes lophantha</i>	Acacia bracinga	3	2		5
<i>Pinus patula</i>	Pino patula	29	88	182	299
<i>Pinus radiata</i>	Pino radiata	3	5	21	29
<i>Piper bogotense</i>	Cordoncillo	12			12
<i>Prunus serotina</i>	Cerezo	7	6		13
<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	7	19	7	33
<i>Sambucus nigra</i>	Sauco	7	2	3	12
<i>Syzygium paniculatum</i>	Eugenia	1	1		2
<i>Tibouchina lepidota</i>	Siete cueros	9	1		10
<i>Vallea stipularis</i>	Raque	23	9		32
<i>Viburnum tinoides</i>	Garrocho	10	9		19
<i>Viburnum triphyllum</i>	Chuque	63	30		93
<i>Weinmannia tomentosa</i>	Encenillo	230	244	32	506
<i>Xylosma spiculifera</i>	Corono	37	37	1	75
<i>Zanthoxylum sp.</i>	Tachuelo		1		1
<b>Total</b>		<b>1442</b>	<b>1557</b>	<b>1502</b>	<b>4501</b>

Fuente: ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

De las 49 especies registradas en el inventario forestal 19 se encuentran en los tres estratos de altura (Tabla 4-16), en su mayoría especies introducidas. Las especies más representativas exclusivas del estrato inferior son *Duranta mutisii* (espino) y *Piper bogotense* (cordoncillo). En el estrato superior la especie dominante es el *Eucalyptus globulus* (eucalipto) con 1073 individuos de los 1555 que posee la especie en el inventario forestal.

#### 4.4.8 Volumen de madera para solicitud de aprovechamiento forestal

El volumen de madera requerido para la tala de los individuos que intervienen con el proyecto contempla dos datos de volumen: uno calculado directamente a partir del inventario forestal realizado en el 93,73% del área de intervención del proyecto; y el segundo, estimado (indirecto) a partir de los cálculos de volumen por hectárea para las coberturas más representativas de la zona, sobre las áreas que presentan árboles y no se permitió el ingreso por parte de los propietarios de los predios, que corresponde al 6,27% del área de intervención.

En la Tabla 4-17 se relaciona el volumen de madera de los individuos registrados en el inventario forestal para la solicitud de aprovechamiento de recursos naturales.

**Tabla 4-17** volumen de madera para la solicitud de aprovechamiento forestal

Corredor	Número de individuos	Volumen comercial m <sup>3</sup>	Volumen total m <sup>3</sup>
Norte-Gran Sabana	547	119,43	294,38
Norte-Sesquilé	471	102,51	180,49
Norte-Zipacquirá	2167	477,47	955,48
Ramal Zipacquirá-Ubaté	1316	359,14	612,11
<b>Total</b>	<b>4501</b>	<b>1058,55</b>	<b>2042,46</b>

Fuente: ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

El corredor o tramo con mayor volumen de aprovechamiento forestal es Norte-Zipacquirá, con 955,48 m<sup>3</sup> de volumen total, seguido del corredor Ramal Zipacquirá-Ubaté con un volumen total de 612,11 m<sup>3</sup>.

##### 4.4.8.1 Proyección del volumen de aprovechamiento forestal en las áreas sin inventario

Teniendo en cuenta que en algunos predios del área de intervención del proyecto no se permitió el ingreso por parte de los propietarios para la realización del registro de los

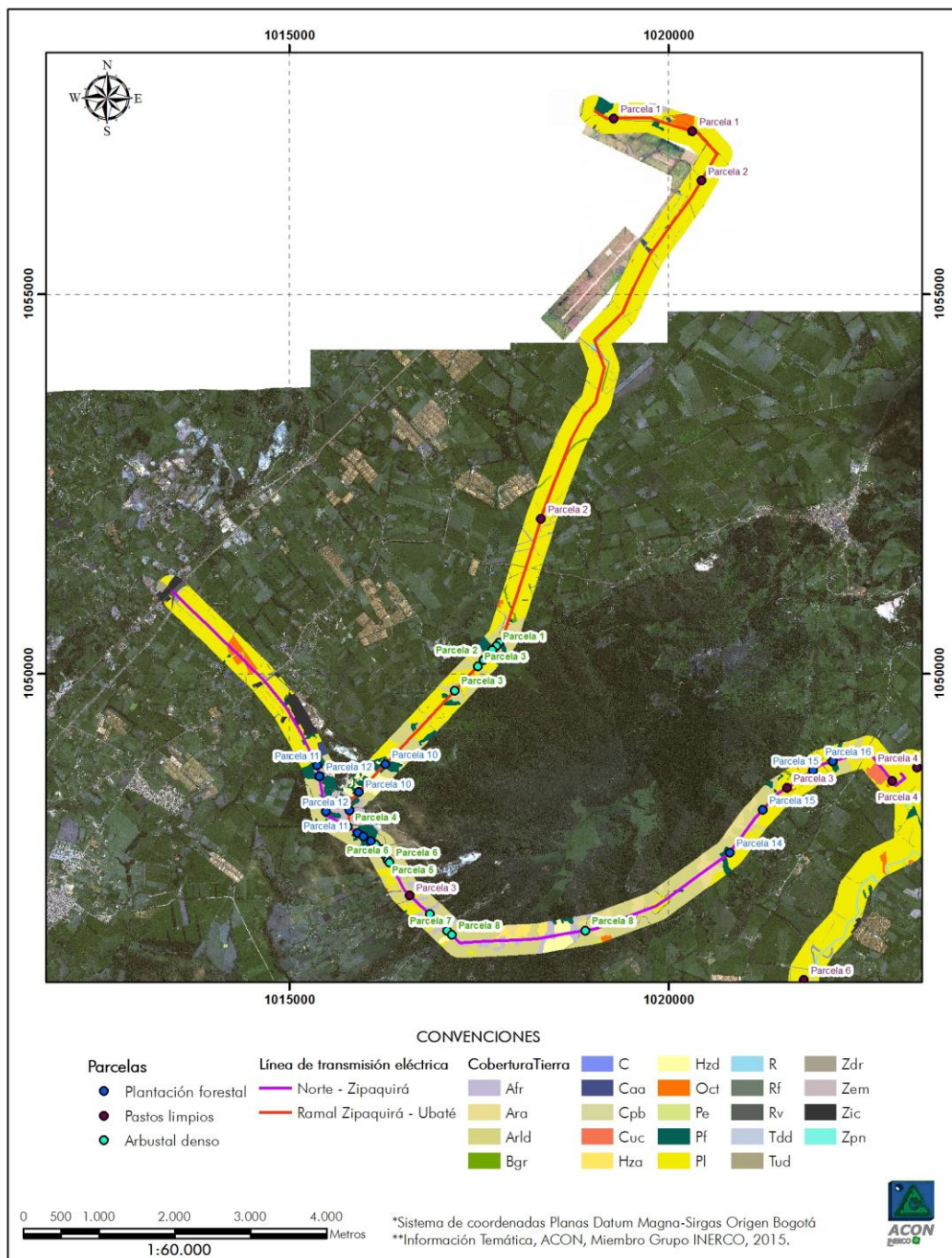
individuos susceptibles de aprovechamiento forestal, a continuación se presenta el cálculo de la proyección de los volúmenes de tala, de los parches que poseen árboles (para lo cual se determinaron las áreas con árboles gracias al detalle de 10 cm de tamaño de pixel del ortofotomosaico realizado para el proyecto). Se observaron las coberturas en las que falta inventario forestal, para calcular la media del volumen total de dichas coberturas (plantación forestal, pastos limpios y arbustal denso) en el área de influencia directa.

La proyección del volumen se realiza teniendo en cuenta los parámetros de la CAR en cuanto a probabilidad (95%) y error de muestreo (20%) con el fin de asegurar el valor estimado del volumen de aprovechamiento forestal.

Con el fin de obtener un dato aproximado del volumen a aprovechar de los individuos arbóreos localizados en los predios en los cuales no se permitió el ingreso, se realizaron unidades de muestreo (parcelas) de 0,1 hectáreas (30 m x 33,3 m) en las coberturas más representativas del proyecto. La ubicación de las unidades de muestreo se puede observar en el Anexo 4-7.

A continuación en las Figura 4-5, Figura 4-6 y Figura 4-7 se detalla la distribución de las unidades de muestreo (parcelas), para las coberturas de Plantaciones forestales, arbustal denso y pastos limpios a lo largo de los corredores de proyecto.

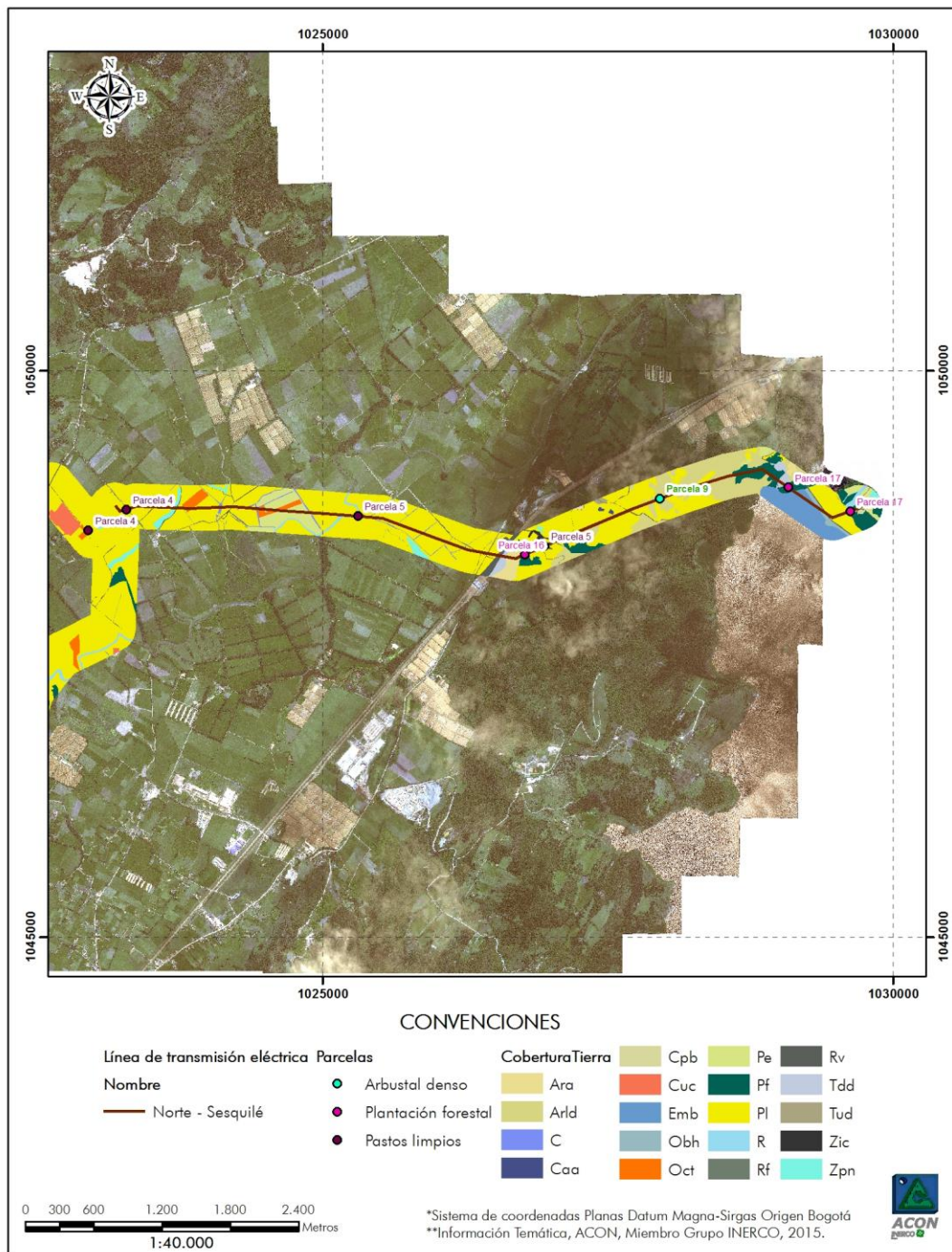
**Figura 4-5** Ubicación de las unidades de muestreo (parcelas) tramo Norte-Zipacquirá-Ubaté



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

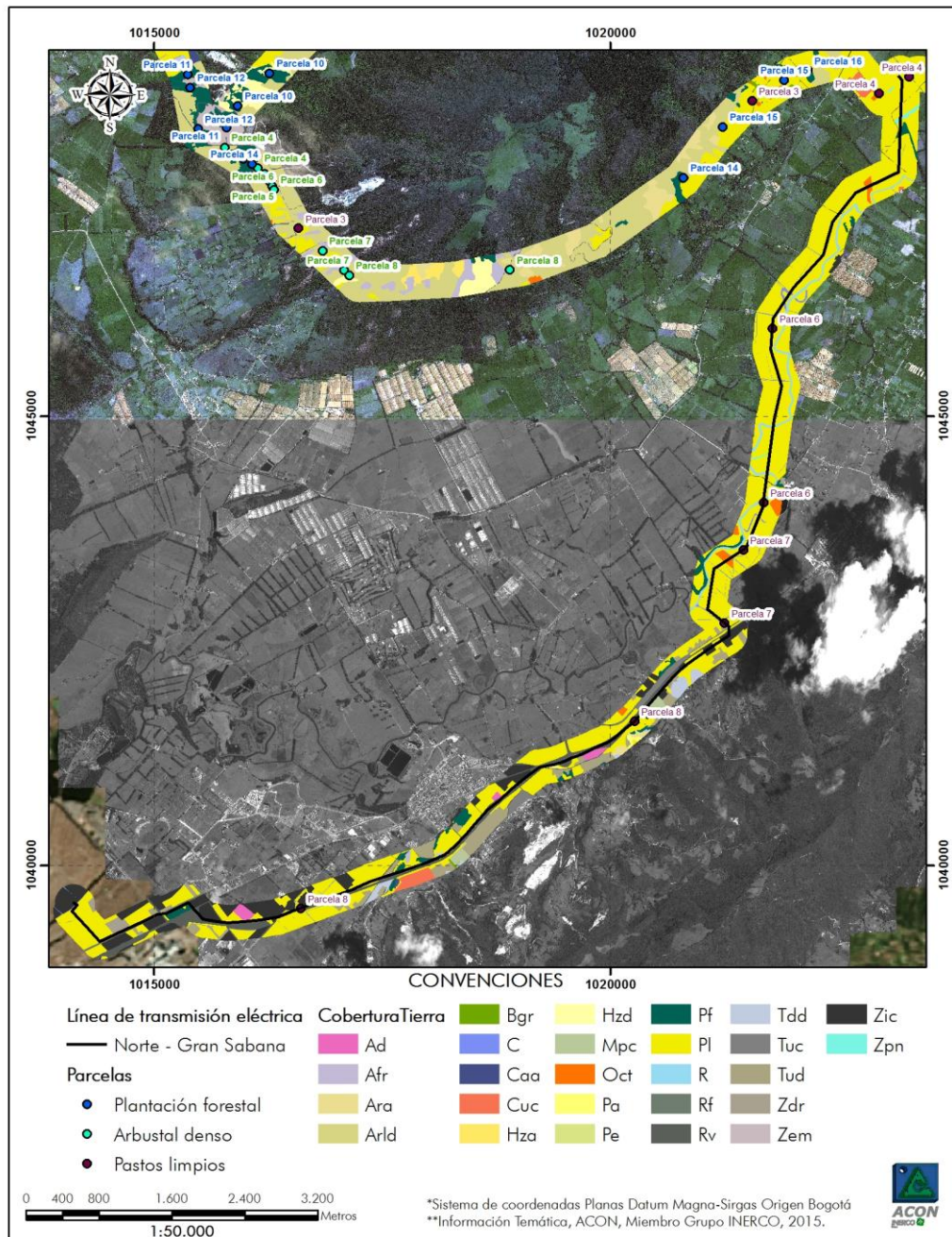


**Figura 4-6** Ubicación de las unidades de muestreo (parcelas), tramo Norte-Sesquilé



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

**Figura 4-7** Ubicación de las unidades de muestreo (parcelas), tramo Norte-Gran Sabana



**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

En la Tabla 4-18 se muestra la relación de las coberturas del área de influencia directa (AID) con el inventario forestal y la cantidad de área sin inventariar.



**Tabla 4-18** Volumen de madera para el requerimiento de aprovechamiento forestal

Cobertura	Área (ha)	% de área	Área sin inventario forestal	Área con inventario Forestal	% de la cobertura sin inventario forestal	Árboles inventariados por cobertura	Volumen total de tala	% del volumen total
Pastos limpios	89.54	60.15%	1.028	88.512	1.15%	446	466.93	22.86%
Arbustal denso	17.15	11.52%	6.938	10.212	40.44%	1606	254.36	12.45%
Plantación forestal	9.48	6.37%	1.046	8.434	11.03%	2311	1250.98	61.25%
Red vial y territorios asociados	8.13	5.46%	0	8.13		13	2.83	0.14%
Zonas industriales o comerciales	3.94	2.64%	0.251	3.689	6.36%	22	21	1.03%
Otros cultivos transitorios	2.52	1.69%	0	2.52		0		
Arbustal abierto	2.46	1.65%	0	2.46		6	0.23	0.01%
Afloramientos rocosos	2.41	1.62%	0.025	2.385	1.05%	0		
Canales	2.08	1.40%	0	2.08		0		
Herbazal denso	1.92	1.29%	0	1.92		22	13.69	0.67%
Zonas de extracción minera	1.39	0.93%	0	1.39		0		
Pastos enmalezados	0.98	0.66%	0	0.98		0		
Tejido urbano discontinuo	0.97	0.65%	0	0.97		18	6.71	0.33%
Red ferroviaria y terrenos asociados	0.91	0.61%	0	0.91		0		
Tierras desnudas y degradadas	0.78	0.52%	0	0.78		8	2.61	0.13%
Embalses	0.74	0.50%	0	0.74		0		
Zonas de disposición de residuos	0.61	0.41%	0	0.61		0		
Ríos (50 m)	0.49	0.33%	0	0.49		0		
Zonas pantanosas	0.46	0.31%	0	0.46		0		
Herbazal abierto	0.37	0.25%	0	0.37		0		
Áreas deportivas	0.34	0.23%	0	0.34		0		
Mosaico de pastos y cultivos	0.31	0.21%	0	0.31		5	5.55	0.27%



Codensa es una empresa del Grupo Enel

Obras hidráulicas	0.26	0.18%	0	0.26		0		
Bosque de galería y/o ripario	0.21	0.14%	0.045	0.165	21.38%	14	8.73	0.43%
Cuerpos de agua artificiales	0.2	0.13%	0	0.2		0		
Cultivos permanentes arbóreos	0.15	0.10%	0	0.15		0		
Pastos arbolados	0.08	0.05%	0	0.08		30	8.83	0.43%
Total	148.86	100%	9.33	139.53	6.27%	4501	2042.46	100%

\* corresponde al porcentaje del área total del AID sin inventario forestal

**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

De acuerdo con lo anterior, se tiene que las coberturas de pastos limpios, arbustal denso y plantación forestal son las más representativas en el área donde se realizó el inventario forestal. Las tres representan el 78,04% de AID, poseen el 97,09% de los árboles del inventario (4305 individuos) y suman el 96,58% del volumen total de aprovechamiento (1970,59 m<sup>3</sup>).

De las 148,86 hectáreas del área de influencia directa del proyecto, se realizó el inventario forestal a 139,53 hectáreas al 100% para los individuos arbóreos mayores a 10 DAP. Las 9,33 ha que conforman el área sin inventario forestal, están representadas principalmente por las coberturas de pastos limpios (11,02%), arbustal denso (74,36%) y plantación forestal (11,21%), la suma de los porcentajes de estas tres coberturas ocupan el 96,57% (9,01 ha) del total de las 9,33 ha. lo que determina las coberturas mencionadas como las más importantes de los predios sin inventario forestal.

Teniendo en cuenta lo anterior se toman las coberturas de pastos limpios, arbustal denso y plantación forestal, para la realización de la proyección del volumen. La estadística del cálculo de error de muestreo se presenta a continuación en las Tabla 4-19, Tabla 4-20 y Tabla 4-21. El detalle de los cálculos y la base de datos de las parcelas se presentan en el Anexo 4-7. Calculo del error de muestreo parcelas Norte. En cuanto a la metodología para el análisis, este se presenta en el Capítulo 1. Generalidades, acápite 1.5.7 Flora, cobertura vegetal e inventario forestal.

**Tabla 4-19** Error de muestreo para la cobertura de arbustal denso

Arbustal denso	
Parcelas (0,1 ha)	Volumen m <sup>3</sup>
1	5,586
2	3,275
3	5,654
4	1,595
5	3,001
6	1,885
7	1,811
8	2,351
9	2,305
10	3,011
11	4,324
12	4,465
13	1,387
14	3,670
15	4,581
16	2,844
17	0,914
<b>Total</b>	<b>52,66</b>
<b>ESTADIGRAFO</b>	<b>VALOR</b>
Desviación estándar (Ds)	1,4363
Media (X)	3,0977
Numero de parcelas	17
Coefficiente de variación (Cv)	0,4637
Error estándar (Sx)	0,3483
T (Student)	1,7459
Sx * T	0,6082
<b>% Error (Sx/t)/X</b>	<b>19,6333</b>

**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

**Tabla 4-20** Error de muestreo para la cobertura de plantación forestal

Plantación forestal	
Parcelas (0.1 ha)	Volumen m <sup>3</sup>
1	27,89
2	14,47
3	13,63
4	15,89
5	39,72
6	25,24
7	12,02
8	39,75
9	37,66
10	40,44
11	19,59
12	22,75
13	10,21
14	35,79
15	38,46
16	14,91
<b>Total</b>	<b>408,4028</b>
<b>ESTADIGRAFO</b>	<b>VALOR</b>
Desviación estándar (Ds)	11,4913
Media (X)	25,5252
Numero de parcelas	16
Coeficiente de variación (Cv)	0,4502
Error estándar (Sx)	2,8728
T (Student)	1,7531
Sx * T	5,0362
<b>% Error (Sx/t)/X</b>	<b>19,7304</b>

**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

Tabla 4-21 Error de muestreo para la cobertura de pastos limpios

Pastos limpios	
Parcela (0.1 ha)	Volumen m <sup>3</sup>
1	1,85
2	2,24
3	2,50
4	3,95
5	1,75
6	2,10
7	1,30
8	2,03
9	3,95
10	1,97
11	1,88
12	1,64
13	4,72
14	2,75
15	4,63
<b>Total</b>	<b>39,28</b>
<b>ESTADIGRAFO</b>	<b>VALOR</b>
Desviación estándar (Ds)	1,1279
Media (X)	2,6184
Numero de parcelas	15
Coeficiente de variación (Cv)	0,4307
Error estándar (Sx)	0,2912
T (Student)	1,7613
Sx * T	0,5129
<b>% Error (Sx/t)/X</b>	<b>19,5889</b>

**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

Se alcanzan valores de error de muestreo por debajo del 20% en las tres coberturas pero debido al grado de intervención de las mismas. Se toma la media (X) del volumen total de cada cobertura como un dato confiable para la proyección del volumen en las áreas sin inventario forestal.

En la Tabla 4-22 se muestran los cálculos de la proyección del volumen de las áreas sin inventario, multiplicando por la media por hectárea de cada cobertura.

**Tabla 4-22** Proyección de los volúmenes de aprovechamiento para las áreas sin inventario forestal

Cobertura	Área sin inventario forestal (ha)	Volumen por hectárea (m³/ha)*	Volumen de tala estimado (m³)
Arbustal denso	6,94	30,98	214,90
Plantación forestal	1,05	255,25	266,89
Pastos limpios	1,03	26,18	26,92
<b>Total</b>	<b>9,01</b>	<b>--</b>	<b>508,72</b>

\*corresponde al valor del volumen medio (X) de cada cobertura en 0,1 ha, multiplicado por 10 para obtener el valor de volumen para una (1) hectárea.

**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

Teniendo en cuenta todo lo anterior el requerimiento de volumen de aprovechamiento forestal para el proyecto “*Subestación Norte 230/115 kV, Líneas de transmisión de 115 kV y Módulos de conexión*” tendrá un valor de 2551,18 m³ que se compone de la suma de los datos: volumen de tala directo a partir del inventario forestal, (2042,46 m³) y volumen de tala estimado o indirecto, para las áreas sin inventario forestal (508,72 m³).

#### 4.4.9 Plan de aprovechamiento forestal

##### 4.4.9.1 Consideraciones preliminares

A continuación se relacionan las consideraciones a tener en cuenta para el plan de aprovechamiento forestal, del proyecto “*Subestación Norte 230/115 kV, Líneas de transmisión de 115 kV y Módulos de conexión*”.

- Se deberá verificar que el permiso de aprovechamiento forestal que emita la Autoridad Ambiental; tenga concordancia entre lo registrado en el inventario forestal y lo aprobado por la misma, esto con el objeto de identificar posibles inconsistencias que difieran de lo solicitado inicialmente. Así mismo, se debe dar respuesta a los requerimientos de la Autoridad Ambiental, para dar cumplimiento y cierre a los mismos.



- Con el fin de evitar confusiones, antes de dar inicio a las labores de tala o poda, se marcará con pintura roja la letra "T" en todos los árboles a talar y con la letra "P" los árboles a podar.
- Antes de iniciar las labores de tala se debe aplicar un procedimiento de avistamiento de fauna, con el fin de identificar aves en anidación, polluelos o presencia de mamíferos. El rescate será coordinado y realizado únicamente por profesionales idóneos en el tema.
- Los productos del aprovechamiento podrán ser utilizados en las actividades constructivas del proyecto.
- Contactar a los posibles interesados (dueños de predios y habitantes de la zona) para la donación de la madera que no se utilice dentro del proyecto y que pueda entregarse a la comunidad solo para su uso. Su entrega será mediante firma de acta, según las partes, definiendo el volumen y el tipo de material entregado.
- Se deberá contar con los permisos de movilización de la madera sobrante que por sus características de forma, resistencia o especie, no pueda ser utilizada en las obras del proyecto o donada a la comunidad.
- Se prohíbe la quema del material vegetal sobrante, así como la ubicación de los desperdicios por fuera de los sitios destinados a este fin. Se debe tener especial cuidado con la disposición de residuos en sitios cercanos a los cuerpos de agua.

#### **4.4.9.2 Procedimientos a implementar en las labores de tala**

A continuación se listan las actividades preliminares a las labores de tala o poda de los individuos a intervenir dentro del proyecto.

- El orden del procedimiento a implementar en las labores de tala, será ajustado y acordado entre los profesionales forestales y operarios, dependiendo de las características del individuo a intervenir, las condiciones topográficas y las medidas de seguridad para el personal involucrado en el proceso.
- El acceso a las áreas de intervención donde se realizarán los trabajos de tala se ejecutará aprovechando las múltiples vías secundarias que atraviesan la franja de servidumbre. El ingreso y salida del personal y la extracción de madera se realizarán, bien sea, por la franja de servidumbre del proyecto o por los caminos de tránsito de

bestias acordados con el propietario del predio, buscando las vías secundarias existentes.

- Actividades preparatorias de la tala:
  - Se verificará que la dirección de caída recomendada sea viable y si existen riesgos de accidentes, por ejemplo, ramas quebradas y/o colgadas en la copa.
  - Se debe realizar una limpieza del tronco a ser talado, cortando lianas y árboles muy jóvenes, de igual manera se debe remover los eventuales nidos de insectos (termitas, hormigas, abejas, etc.), ramas quebradas u otros obstáculos ubicados o próximos al árbol.
  - Se debe realizar desyerbe con el propósito de remover la vegetación presente en los estratos inferiores o a nivel del piso, enredaderas y arbustos del área de trabajo.
  - Se realizará la prueba del hueco, para establecer si el tronco del árbol es hueco o no; para lo cual el motosierrista introduce la espada de la motosierra en el tronco en sentido vertical y de acuerdo con la resistencia de entrada, evalúa la presencia y el tamaño de huecos que puedan afectar el proceso de tala e incidir en la seguridad de la misma.
  - Definición y adecuación de las rutas de escape por donde el equipo debe alejarse en el momento de la caída del árbol. Las rutas de escape deben ser contempladas en sentido opuesto a la tendencia de caída del árbol.
  - Descope (en casos que se requiera): El primer paso consiste en el descope o remoción total de la copa del árbol, que se efectúa desde las ramas inferiores hacia arriba. Para ello, se amarra la rama con manilas y se procede a realizar el corte de ramas con motosierra, con el fin de no generar daños a la vegetación o equipamiento cercano. Se procede de la misma manera para cada rama hasta que el árbol quede sin copa. Una vez desprendidas las ramas, se separarán las partes verdes del fuste. El resto de ramas se apilará en un sector diferente del sitio de depósito para ser trasladado al sitio autorizado por la Interventoría para los residuos vegetales.

#### 4.4.9.3 Tala del fuste

Para cumplir con las buenas prácticas de tala de los árboles destinados a dicho fin, se debe tener en cuenta los pasos descritos a continuación.

- Orientar la caída del árbol y cortarlo en dos etapas. Para el corte de caída se hace una cuña sobre el fuste, hasta 1/5 o 1/4 del diámetro; posteriormente, se hace un segundo corte en forma transversal desde el lado opuesto al primero y en forma ligeramente descendente, llegando hasta unos centímetros sobre el corte de caída. Una vez

apeado el árbol, se hace el desrame (si no se descopó inicialmente el árbol) primero de las ramas más gruesas y luego se procede a trozar el tronco de acuerdo con las dimensiones de los productos deseados. Para ello se utilizará motosierras adecuadas en tamaño y peso. En caso que se requiera, se usarán manilas para amarrar y orientar la caída del material dentro de la zona de trabajo con menores riesgos y/o evitar que en la caída puedan afectar otros individuos considerados de traslado o especies en peligro. Cuando los individuos no presenten un diámetro considerable, se podrá usar serrucho y machete para la ejecución de esta actividad.

- Posterior a la tala y desrame de los individuos se realizará el transporte hasta los sitios de acopio temporal ya sea por los trabajadores en distancias cortas, o por animales de tiro en sitios más lejanos o con pendientes fuertes. Los sitios de acopio o patios se ubicaran en lo posible dentro del área de influencia directa -AID del proyecto (franja de 30 metros) en las coberturas desprovistas de vegetación lo más cercano posible a las vías secundarias que cruzan el proyecto. También se traslada la madera hasta los sitios donde se utilizara la madera en el proyecto o se donara, bien sea para los propietarios del predio o para las comunidades cercanas a la zona de aprovechamiento. A medida que se hace la tala, el equipo de trabajo seleccionará la madera, de acuerdo al tamaño y a la especie. El material transportado debe contar con los salvoconductos de movilización, si son requeridos, con anterioridad a las labores de tala.
- Todo el material pequeño, o que no tiene una dimensión comercial (ramas y hojas), será picado y extendido en las áreas de afectación del proyecto con el fin de contribuir a la recuperación del suelo.

#### **4.4.9.4 Podas aéreas**

La poda es una labor que consiste en cortar parte aérea o radicular de los árboles palmas o arbustos para controlar la densidad de la copa, el desarrollo o riesgos que pueda presentar.

- Se realizan podas aéreas sobre los arboles registrados en el inventario forestal del proyecto con el fin de evitar interferencias con las líneas eléctricas, según las medidas Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas-RETIE.
- Se deben realizar las podas de la siguiente manera: el primer corte se hace por debajo de la rama, a una distancia de 10 cm del fuste principal, cortando aproximadamente 1/3 del diámetro de la rama. Después se corta desde arriba, 5-10 cm más arriba del

primer corte, removiendo la mayoría de la rama principal y dejando una parte de aproximadamente 10 cm. El último corte se hace desde arriba, evitando cortar el cuello de las ramas vivas. A medida que se realizan los cortes se aplica cicatrizante hormonal en las heridas producidas.

- El material vegetal aprovechado de la poda aérea será manejado, según sea el caso, como se manejan los productos del aprovechamiento forestal.

#### **4.4.9.5 Destino de la madera derivada de la tala**

Se podrá hacer uso a los productos de la tala (madera) para los siguientes fines, en su orden:

- Uso en el proyecto, en las distintas actividades que se requiera el uso de productos del aprovechamiento forestal como (mangos de herramientas, barreras para delimitación de obras, postes, etc.) Para este fin, se utilizará material en perfectas condiciones, libre de defectos y que se adapte al uso requerido.  
 Donación para el propietario y/o comunidad: Contactar a los posibles interesados (habitantes de la zona o propietarios de los predios) para la donación de la madera que no se utilice dentro del proyecto y que pueda entregarse a la comunidad. Su entrega será mediante firma de acta, según las partes definiendo el volumen y el tipo de material entregado.

#### **4.4.9.6 Manejo de los residuos de tala**

A continuación se describe el manejo para los residuos de tala:

El material resultante del aprovechamiento y podas que no sea utilizado en la obra por dueño del predio o donado, y no se pueda reincorporar al terreno, será trasladado a la escombrera más cercana, la cual debe contar con todas las licencias ambientales para el manejo de material de desecho.

El traslado de residuos deberá hacerse en volquetas o camiones que cuenten con contenedores o pltones en perfecto estado de mantenimiento. El material será cubierto con lonas o plástico para que no se caiga durante los desplazamientos.

#### 4.5 Especies en peligro, amenaza o veda

Para las especies registradas en el inventario forestal se verificaron los listados de la Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES), la Legislación Colombiana (Resolución No. 0192 de 2014), el Libro Rojo de plantas de Colombia y las listas de especies amenazadas del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, la base de datos en línea de la UICN (red list), además de revisar y comparar los listados de vedas nacionales y regionales por parte de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), se encontró que los individuos identificados en el inventario forestal del proyecto no se registran especies con algún grado de amenaza, vulnerabilidad o veda (ver Anexo 4-5)

En cuanto a las especies epífitas identificadas, se tramitó ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-Dirección de Bosques, Biodiversidad y Sistemas Ecosistémicos la solicitud de levantamiento de veda, el radicado se presenta en el Anexo 4-6.

Para la identificar las especies epífitas en veda se hizo un recorrido a lo largo de los 3 corredores y el ramal, de igual forma se realizó un muestreo a los árboles con DAP mayor o igual a 10 cm del inventario forestal (de los predios a los que se les permitió el acceso) que serán objeto de aprovechamiento. El muestreo abarcó 117,694 ha a lo largo del trazado, y en total se muestrearon 4.213 árboles incluidos dentro del inventario forestal en el AID, se registraron 2361 forófitos u hospedadores de especies epífitas vasculares y no vasculares.

En total, en el área de influencia del proyecto, se identificaron 72 *taxa*, distribuidas en 33 vasculares (24 especies y 9 morfoespecies) y 39 epífitas no vasculares distribuidas en 26 líquenes, 12 musgos y 1 hepática (Tabla 4-23).

**Tabla 4-23** Distribución de especies por taxón

	<b>Taxón</b>	<b>Número de especies</b>
<b>Epífitas no vasculares</b>	Líquenes	25
	Musgos	13
	Hepáticas	1
	Bromelias	16
<b>Epífitas vasculares</b>	Orquídeas	14
	Enredaderas	3

**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

De las *taxa* identificadas a lo largo del trazado del proyecto, la mayoría de especies registradas poseían hábitos epífitos (63 *taxa*) cuatro (4) especies fueron estrictamente terrestres y tan solo una (1) especie de liquen (*Cladonia confusa*) fue encontrada creciendo y colonizando una roca. Además se encontró que cuatro (4) especies de musgos colonizan el sustrato arbóreo y el terrestre.

La caracterización de las especies epífitas presentes en el área de estudio se detalla en el capítulo 3, sección 4.

#### **4.6 Sustracción de la reserva**

En los trazados Norte-Sesquilé y Norte-Zipacquirá incluyendo el Ramal Zipacquirá- Ubaté se ubican estructuras sobre la Reserva Forestal Productora, Protectora de la Cuenca Alta del Río Bogotá, de acuerdo con lo anterior se solicitó ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-Dirección de Bosques, Biodiversidad y Sistemas Ecosistémicos la sustracción definitiva de área de la Reserva Forestal Productora Protectora de la Cuenca Alta del Río Bogotá para el Proyecto “*Subestación Norte 230/115 kV, Líneas de transmisión de 115 kV y Módulos de conexión*”. En el Anexo 4-8 se presenta el radicado de la solicitud en mención.

Para el área de 94.161 ha establecidas como RFPPCARB según la realindización de la Resolución 138 del 31 de enero de 2014, se solicita la sustracción de 1,24 ha, que corresponden al 0,0013% de la RFPPCARB.

#### **4.7 Ocupación de cauces**

En el desarrollo de las obras del proyecto “*Subestación Norte 230/115 kV, Líneas de transmisión de 115 Kv y Módulos de conexión*”, no se hará intervención sobre ningún cuerpo de agua, por lo cual no se requiere solicitar el permiso de ocupación de cauces.

#### **4.8 Materiales de construcción**

Para la ejecución de las obras civiles del proyecto “*Subestación Norte 230/115 kV, Líneas de transmisión de 115 kV y Módulos de conexión*” se requieren de los siguientes materiales de construcción:



#### 4.8.1 Concreto

##### 4.8.1.1 Subestación Norte 230/115 kV

En la construcción de la subestación se utilizará concreto para las diferentes edificaciones (casa de control, casa de relés, casa de vigilancia, casa de media tensión, bodegas, entre otras). El volumen de concreto estimado para la construcción de la subestación en el patio de 115 kV es de 803 m<sup>3</sup>.

En la Tabla 4-24 se encuentra el volumen de concreto en metros cúbicos para cada edificación.

**Tabla 4-24** Cantidad de concreto utilizado en la construcción de la subestación Norte

Obras	Unidad	Volumen
Casa de control	m <sup>3</sup>	30
Casa de relés	m <sup>3</sup>	20
Casa de media tensión	m <sup>3</sup>	14
Casa de vigilancia	m <sup>3</sup>	6
Bodegas (son 2)	m <sup>3</sup>	39
Vías internas peatonales	m <sup>3</sup>	165
Vía interna, pavimento rígido	m <sup>3</sup>	348
Estructuras hidráulicas	m <sup>3</sup>	69
Cimentación de equipos	m <sup>3</sup>	112
<b>TOTAL</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>803</b>

**Fuente:** Adaptada de “Informe final Líneas de Transmisión 115 kV; CODENSA S.A ESP” por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

##### 4.8.1.2 Líneas de transmisión

A continuación se relacionan las cantidades de obras requeridas para los trazados definidos, el concreto necesario para las actividades constructivas, en los puntos de fácil acceso se llevará preparado y en las zonas de difícil acceso se realizará la preparación in situ.

## A Norte-Sesquilé

Las cantidades de concreto requeridas para la construcción del trazado Norte-Sesquilé se detalla en la Tabla 4-25.

**Tabla 4-25** Cantidades de obras civiles para la línea Norte-Sesquilé

Material	Unidad	Cantidad
Concreto de 210 Kg/ cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	192,66
Concreto pobre 140 Kg/ cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	29,75

**Fuente:** Adaptada de “Ingeniería & Diseño S.A.” por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

## B Norte-Gran Sabana

Las cantidades de concreto requeridas para la construcción del trazado Norte-Gran Sabana se detalla en la Tabla 4-26.

**Tabla 4-26** Cantidades de obras civiles Línea Norte- Gran Sabana

Material	Unidad	Cantidad
Concreto de 210 Kg/ cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1478.14
Concreto pobre 140 Kg/ cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	90.60

**Fuente:** Adaptada de “Ingeniería & Diseño S.A.” por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

## C Norte Zipaquirá (Ramal Zipaquirá-Ubaté)

Las cantidades de concreto requeridas para la construcción del trazado Norte-Zipaquirá y el Ramal Zipaquirá-Ubaté se detalla en la Tabla 4-27.

**Tabla 4-27** Cantidades de obras civiles Línea Norte- Zipaquirá-Ubaté

Material	Unidad	Cantidad
Concreto de 210 Kg/ cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	774,48
Concreto pobre 140 Kg/ cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	94,00

**Fuente:** Adaptada de “Ingeniería & Diseño S.A.” por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

## 4.8.2 Material de cantera

### 4.8.2.1 Subestación

Este material será utilizado para conformar el terraplén del patio de 115 kV, para la construcción de la vía interna y para la adecuación de la vía externa. El volumen de este material y sus denominaciones se listan en la Tabla 4-28.

**Tabla 4-28** Cantidad de material de cantera utilizado en la construcción de la subestación Norte.

Material	Unidad	Cantidad
Grava	m <sup>3</sup>	3671
Relleno seleccionado	m <sup>3</sup>	5021
Arena de peña	m <sup>3</sup>	336
Material de relleno	m <sup>3</sup>	41151

**Fuente:** Adaptada de “Informe final Líneas de Transmisión 115 kV; CODENSA S.A ESP” por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

### 4.8.2.2 Líneas de transmisión

A continuación se relacionan las cantidades de materiales de obra requeridos para los trazados definidos de las líneas de transmisión. Para la preparación de concretos se debe tener en cuenta que un metro cúbico de concreto de 3000 psi se necesitan 320 kg de cemento, 0,86 m<sup>3</sup> de arena y 0.57 m<sup>3</sup> de Grava y para un metro cúbico de concreto de 2000 psi 220 kg de cemento, 0,87 m<sup>3</sup> de arena y 0.58 m<sup>3</sup> de Grava, cantidades que se complementan con los volúmenes de material necesarios para los rellenos en material de excavación como rellenos compactados.

#### A Norte-Sesquilé

Las cantidades de materiales de obra requeridas para la construcción del trazado Norte-Sesquilé se detallan en la Tabla 4-29.

**Tabla 4-29** Cantidades materiales de obra requeridos trazado Norte-Sesquilé

Concreto 3000 psi			Concreto 2000 psi		
Material	Unidad	Cantidad	Material	Unidad	Cantidad
Cemento	kg	61651.2	Cemento	kg	6545
Arena	m <sup>3</sup>	165.68	Arena	m <sup>3</sup>	25.88
Grava	m <sup>3</sup>	109.81	Grava	m <sup>3</sup>	17.225

**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

En este trazado se estima un volumen de 458,33 m<sup>3</sup> como material de relleno compactado con materiales de la misma excavación y un volumen de 687,50 m<sup>3</sup> como relleno compactado con material de cantera.

## B Norte-Gran Sabana

Las cantidades de materiales de obra requeridas para la construcción del trazado Norte-Gran Sabana se detallan en la Tabla 4-30.

**Tabla 4-30** Cantidades materiales de obra requeridos trazado Norte-Gran Sabana

Concreto 3000 psi			Concreto 2000 psi		
Material	Unidad	Cantidad	Material	Unidad	Cantidad
Cemento	kg	473004.8	Cemento	kg	19932
Arena	m <sup>3</sup>	1271.20	Arena	m <sup>3</sup>	78.82
Grava	m <sup>3</sup>	842.53	Grava	m <sup>3</sup>	52.54

**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

En el trazado Norte-Gran Sabana se estima un volumen de 1.375,40 m<sup>3</sup> como material de relleno compactado con materiales de la misma excavación y un volumen de 2.063,10 m<sup>3</sup> como relleno compactado con material de cantera.

## C Norte-Zipacquirá y Ramal Zipacquirá-Ubaté

Las cantidades de materiales de obra requeridas para la construcción del trazado Norte-Zipacquirá y el Ramal Zipacquirá-Ubaté se detallan en la Tabla 4-31.

**Tabla 4-31** Cantidades materiales de obra requeridos trazado Norte-Zipacquirá y el Ramal Zipacquirá-Ubaté

Concreto 3000 psi			Concreto 2000 psi		
Material	Unidad	Cantidad	Material	Unidad	Cantidad
Cemento	kg	247833.6	Cemento	kg	20680
Arena	m <sup>3</sup>	666.05	Arena	m <sup>3</sup>	81.78
Grava	m <sup>3</sup>	441.45	Grava	m <sup>3</sup>	54.52

**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

En el trazado Norte-Zipacquirá, incluyendo el Ramal Zipacquirá-Ubaté se estima un volumen de 1.623,97 m<sup>3</sup> como material de relleno compactado con materiales de la misma excavación y un volumen de 2.435,95 m<sup>3</sup> como relleno compactado con material de cantera.

#### 4.8.3 Sistema de almacenamiento y transporte

El transporte de material desde las canteras autorizadas al sitio de almacenamiento del material, se realizará mediante el cargue y descargue en volquetas, que cuenten con todas las medidas técnicas (contenedores o plátanos constituidos por una estructura continua y la carga deberá ser acomodada para que su volumen esté a ras de los bordes superiores más bajos del plátan o contenedor). Finalmente, las puertas deberán asegurarse de manera hermética durante el transporte.

Los materiales se cubrirán con tela filtrante en polyester resistente para evitar la dispersión de las partículas de material. Las telas irán ajustadas y ancladas al camión de manera tensada y deberán resistir cualquier rasgadura, y el material debe caer sobre el plátan por lo menos 30 cm a partir del borde superior.

Para el almacenamiento de los materiales de construcción, se dispondrá del sitio de acopio temporal en el predio de la Subestación eléctrica. Este material será cubierto con toldos de tela y/o polietileno, evitando la dispersión de material particulado así como la contaminación atmosférica y de la calidad del aire.

#### 4.8.4 Tipo y disposición de sobrantes de la explotación y del beneficiario

No aplica, debido a que no se realizará explotación de materiales de construcción.

#### 4.8.5 Sitios de obtención, tipo y cantidad requerida durante las fases de construcción

El suministro de este tipo de materiales se hará por medio de empresas proveedoras, las cuales deben contar con los permisos y autorizaciones para la explotación del recurso natural. En el Anexo 4-9 se listan las canteras cercanas al proyecto que pueden suministrar los materiales requeridos para la ejecución de la obras, una de las canteras autorizadas se lista en la Tabla 4-32.

**Tabla 4-32** Ejemplo de Cantera aleña

Titular	Instrumento ambiental	Localización	Vereda	Número acto administrativo	Vigencia	Material	Registro Minero
María Concepción Orjuela	Licencia Ambiental	Tocancipá	Canavita	Resolución No. 1204 del 26/04/2010	336 meses	Material de construcción	ICQ - 080016

**Fuente:** CAR Cundinamarca. Adaptado ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

La autorización minera y ambiental de la cantera mencionada se encuentra en el Anexo 4-10. Se resalta que se pueden considerar otras fuentes de suministro de materiales siempre y cuando estas cuenten con la licencia ambiental o plan de manejo y el registro minero.

#### 4.8.6 Sistemas de manejo, tratamiento y disposición final de residuos sólidos, domésticos e industriales

Esta información se discrimina en el numeral 4.7.1.5 -Alternativas de tratamiento, manejo, transporte y disposición final e infraestructura asociada.

#### 4.8.7 Sistemas de control de emisiones atmosféricas y manejo de ruido

No aplica, ya que no se realizará explotación directa de materiales de construcción.

Para controlar y minimizar las emisiones de material particulado y gases generados durante la construcción de la subestación eléctrica y líneas de transmisión se instalarán barreras artificiales (polisombra y/o geotextil) perimetrales al área de implantación de la subestación. Asimismo, las pilas de materiales de construcción que contengan alto contenido de finos se cubrirán mientras no estén en uso. Otras medidas para contrar las emisiones atmosféricas están asociadas con el carpado de vehículos y el establecimiento de límites de velocidad en las vías.



Para el control de fuentes móviles, se debe exigir a todos los vehículos que se utilicen en la ejecución del proyecto, mantener el certificado de revisión técnico mecánico y de gases vigentes. De igual forma a la maquinaria y equipos utilizados se realizarán mantenimientos preventivos. Estas actividades, entre otras, se amplían en el Capítulo 8 Plan de Manejo Ambiental, específicamente en las fichas PMARA-8-Subprograma de fuentes de emisión y ficha PMARA-9-Subprograma de emisión de ruido.

En la etapa de operación del proyecto, no se generan emisiones atmosféricas de ningún tipo.

#### **4.8.8 Necesidades de infraestructura: acueducto, energía, vías de acceso y plantas de triturado y beneficio a utilizar.**

Dadas las características del proyecto, este ítem no aplica

#### **4.8.9 Título minero del área a explotar**

No aplica, ya que no se realizará explotación de materiales de construcción.

#### **4.8.10 Manejo de escombros**

De acuerdo con lo establecido en la Resolución 541 de 1994 del Ministerio del Medio Ambiente “por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación”, la disposición de los escombros o materiales sobrantes de las etapas de construcción se realizará en las escombreras que cuenten con licencia ambiental para la disposición de este tipo de materiales. Específicamente para el desarrollo de este proyecto y de acuerdo con la información brindada por la autoridad ambiental, se cuenta con la escombrera Fundación Salvemos El Medio Ambiente, Funambiente, ubicada en la vereda Balsillas del municipio de Mosquera, Cundinamarca, la cual es operada por Resiescol SAS (ver Anexo 4-11).

Dado que en el área de influencia del proyecto no se encuentran escombreras autorizadas, la elección de la misma se hizo teniendo en cuenta los volúmenes y características de los materiales a generar, de este modo se determinó que la ubicada en la vereda Balsillas en el municipio de Mosquera es la mejor opción para disponer los materiales sobrantes de las actividades del proyecto. Sin embargo durante la ejecución de las obras, se podrán disponer los escombros generados, en otras escombreras siempre y

cuando estas cuenten con las autorizaciones de las autoridades competentes. En Tabla 4-33 se presenta la información de las escombreras con permiso ambiental donde pueden ser dispuestos los escombros generados en la ejecución de las obras.

El volumen estimado de material de excavación es de 11.059 m<sup>3</sup>, el cual será el dispuesto en escombrera. Se debe tener en cuenta que el material de excavación puede, de acuerdo con sus características, ser reutilizado en rellenos, lo cual reduce el volumen de disposición en escombrera.

**Tabla 4-33** Escombreras con permiso

Municipio	Escombrera	Permiso ambiental	Vigencia acto admón. permiso ambiental	Tipo permiso	Dirección/ correo	Tél.
Mosquera	Escombrera vereda Balsillas, lote 4ª (Operador FUNAMBIENTE)	Resolución 0256 de febrero 12 de 2013	5 años	Autorización	--	--
Mosquera	Escombrera Vista Hermosa vereda Balsillas, km 4 vía la Mesa lote 6	Resolución 189 de noviembre 12 de 2003	indefinido	Autorización	Carrera 10 n° 19-65 edificio Camacol oficina 903	2816578 / 2821440
Mosquera	Zona Industrial de Balsillas, municipio de Mosquera	Resolución CAR no. 0869 de 09 de septiembre de 2004	indefinido	Licencia Ambiental 3	Av. 9 no 114 87 ofc. 101 tels. 2158936 / 6371253 / 6298976 / 6298577	2158936 / 6371253 / 6298976 / 6298577
Sibaté	Parque Industrial Alicachin Autosur km 14 vía a Mesitas	Oficio 730 de 20/11/2006	indefinido	Autorización	Carrera 71 n°24-18/28 sur barrio Carvajal	4463100 / 4463101 / 4463499 / 4463521 / 2610148

**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

Los escombros serán transportados y manejados bajo los lineamientos de la Resolución 541 de 1994 del Ministerio del Medio Ambiente.

#### **4.9 Emisiones atmosféricas**

En el proceso de construcción de la Subestación Norte 230/115 kV y las líneas de transmisión de 115 kV, no se requerirá del emplazamiento de plantas trituradoras de material, de asfaltos, o infraestructura que involucre fuentes de generación de emisiones atmosféricas, por lo tanto no se requiere solicitar permiso de emisiones atmosféricas para ninguna de las fases del proyecto.

#### **4.10 Residuos sólidos y peligrosos**

##### **4.10.1.1 Identificación según su manejo y producción de residuos**

Los residuos generados en el proceso de construcción de la Subestación Norte 230/115 kV, las líneas de transmisión de 115 kV son de diferente tipo, entre los que se encuentran residuos ordinarios, reciclables y de construcción o escombros.

##### **A Residuos sólidos ordinarios**

Son los que no requieren ningún manejo especial y pueden ser entregados a la empresa recolectora. Estos incluyen papel sanitario, servilletas, residuos de comidas y de barrido y demás residuos producidos típicamente en las instalaciones temporales u oficinas.

##### **B Residuos reciclables**

Son aquellos que pueden ser reutilizados o transformados. Los materiales que comúnmente se pueden reutilizar en obra o reciclar entregándolos al recuperador de la zona, son: papel, cartón, plástico, vidrio, metal (varillas de hierro, sobrantes del armado de la estructura de la obra hidráulica), siempre y cuando estén limpios y secos. Para el caso de cartones y papeles húmedos o impregnados de otras sustancias (como cera, barniz, lacas o aluminios), o revestidos de plástico, no se consideran aptos para el reciclaje.

##### **C Residuos de construcción o escombros**

Corresponden a residuos de asfalto, de concretos, ladrillos y agregados y material de excavación, entre otros. Dichos residuos serán dispuestos en las escombreras autorizadas.

## **D Residuos peligrosos**

Son aquellos que por sus características infecciosas tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radiactivas o reactivas pueden deteriorar la calidad ambiental hasta niveles que causen riesgo a la salud humana. También se consideran residuos peligrosos aquellos que sin serlo en su forma original, se transforman por procesos naturales, por ejemplo; los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con elementos tóxicos.

### **4.10.1.2 Clasificación de residuos generados según su origen**

Según lo establecido en la Especificación Ambiental para la Clasificación, Transporte, Almacenamiento y Segregación de Residuos ES005, los residuos generados durante el desarrollo de actividades de CODENSA S.A. ESP se pueden clasificar en dos tipos: Residuos institucionales y residuos industriales.

Los residuos institucionales generados por el proyecto están compuestos principalmente por papeles sucios con alimentos, envases de botellas, restos de alimentos y todo resto orgánico recolectado, además de papeles y cartones excedentes de las actividades de oficina. Estos residuos se consideran no peligrosos, salvo los excedentes de equipamientos de informática.

Los residuos industriales pueden ser no peligrosos y peligrosos. Entre los primeros se encuentran los siguientes:

- **Inertes no metálicos:** Incluye los residuos provenientes de las actividades de operación y/o mantenimiento. Están constituidos por trapos y maderas no contaminados con hidrocarburos, porcelanas, envoltorios de cartón, plástico, vidrio y bolsas de polietileno, entre otros.
- **Inertes metálicos (chatarras):** Poseen el mismo origen que los no metálicos y se componen de los elementos con/o de hierro, cobre, aluminio, plomo, acero fundición y silicio.
- **Vegetales:** Son aquellos excedentes de las actividades de poda y tala. Este residuo se incorpora dentro de los residuos industriales por estar relacionado en CODENSA S.A. ESP a procesos y/o planes de mantenimiento de servidumbres, construcción de líneas, circuitos u otras obras que impliquen la poda y/o tala de árboles o la remoción de la cobertura vegetal.

Entre los residuos industriales peligrosos se encuentran: equipos y aceites de desechos libres y contaminados con PCB, baterías, solventes, limpiadores, sistemas de iluminación con contenido de mercurio, aceites usados, etc.

La construcción de la Subestación Norte y líneas de Transmisión 115 kV, puede generar los siguientes residuos peligrosos y no peligrosos, tales como los que se relacionan en la Tabla 4-34

**Tabla 4-34** Listado de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos generados

Etapa	Residuo	Tipo	Clasificación de peligrosidad	Corriente	Estado físico
Operación y mantenimiento	Aceite dieléctrico	P	Y8,	A3020	Líquido
Operación	Baterías ácido-plomo	P	Y31, Y34,	A1	Sólido
Construcción y operación	Canecas usadas impregnadas de aceites.	P	Y8,	A4130	Sólido
Mantenimiento	Residuos de cicatrizante hormonal	P	Y4, medianamente tóxico	A4030,	Líquido
Construcción y mantenimiento	Residuos de pinturas	P	Y12,	A4070	Sólido
Operación	Residuos electrónicos (Computadores, radios y otros equipos eléctricos o electrónicos en desuso que posean materiales peligrosos)	P		A1180	Sólido
Construcción y mantenimiento	Residuos sólidos impregnados de aceites (estopas, aserrín, tierra, EEP)	P	Y8,	A3020	Sólido
Construcción y mantenimiento	Residuos sólidos impregnados en solventes y limpiadores para el tratamiento de superficies (Thinner)	P	Y6, Y41, Y42, Y17,	A3140	Sólido
Operación	Tóner y cartuchos	P	Y12,	A4070	Sólido
Operación	Tubos fluorescentes	P	Y29,	A1	Sólido
Construcción y operación	Escombros, lodos	NP			Sólido
Operación y mantenimiento	Herrajes de Bronce	NP			Sólido
Construcción y operación	Plásticos (vasos, bolsas, etc)	NP	-		Sólido
Construcción y	Porcelanas aisladoras	NP			Sólido

Etapa	Residuo	Tipo	Clasificación de peligrosidad	Corriente	Estado físico
operación					
Mantenimiento	Retal de cable de Aluminio desnudo o aislado	NP			Sólido
Mantenimiento	Retal de cable de cobre desnudo o aislado	NP			Sólido
Construcción y mantenimiento	Vegetales (excedentes de poda, tala y rocería, cobertura vegetal)	NP			Sólido
Operación y mantenimiento	Vidrios	NP			Sólido

**Fuente:** Adaptado de “CODENSA S.A. ESP, 2014” por ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

#### 4.10.1.3 Volúmenes de residuos sólidos a generar

Se realizó el cálculo estimado de la producción de residuos domésticos, que eventualmente se generarán en la etapa de construcción y operación\*, de la subestación Norte 230/115 kV y líneas de transmisión de 115 kV, utilizando el valor de producción per cápita (PPC) de residuos sólidos, de 0,45 kg/día, definido por el Reglamento de Agua y Saneamiento Básico, 2000 (RAS) para un Municipio de complejidad media. En la Tabla 4-35 se presentan los estimativos realizados para el proyecto.

**Tabla 4-35** Estimativo de residuos sólidos generados en las diferentes etapas del proyecto

Etapa	Número de personas	Producción de residuos (Kg/día)
Construcción	86	38,7
Operación	5	2,25

**Fuente:** ACON, Miembro Grupo INERCO, 2015.

#### 4.10.1.4 Identificación de impactos previsible

Para la identificación de los impactos ambientales asociados, se tuvo en cuenta la caracterización actual del área de influencia directa e indirecta del proyecto y la identificación de las actividades en las etapas de construcción y operación. El capítulo 5 esboza los impactos ambientales identificados con y sin proyecto en el área de influencia, considerando las etapas a realizarse en la ejecución del proyecto.

\* Para la etapa de operación se considera una producción de residuos domésticos tendiente a cero, pues no se contará con personal permanente. Sin embargo, se plantean medidas para su manejo en caso de generarse, tal como se indica en el numeral 4.8.1.



#### **4.10.1.5 Alternativas de tratamiento, manejo, transporte y disposición final e infraestructura asociada**

El manejo de residuos seguirá los lineamientos generales de control operacional, medición y seguimiento establecidos en el Instructivo *Gestión de Residuos* para la identificación, clasificación, manipulación, envasado, etiquetado, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos de CODENSA S.A. ESP establecido en el documento IN340, específicamente para subestaciones, redes de distribución y sitios de obra para el desarrollo de nuevos proyectos de distribución.

En dicho documento se definen criterios de control operacional, en donde se relacionan:

- Competencias del personal operativo
- Competencias de los supervisores
- Equipos y herramientas necesarias
- Recursos para mitigación de impactos
- Métodos
- Protección del entorno
- Medición y seguimiento
- Inspecciones
- Puntos de control y medida

Dentro de los criterios generales para el manejo de residuos, se establecen los siguientes:

- Disposición

Los residuos se deben depositar, a medida que se generen, en contenedores específicos situados en los lugares de trabajo. Estos se deben identificar con símbolos que indiquen sus características de peligrosidad, según aplique.

- Envasado o empaçado

El envasado o empaçado, embalado y etiquetado de los residuos peligrosos se debe realizar conforme a la normatividad vigente.

- Manejo de escombros

En cuanto al manejo de escombros, se deben cubrir los materiales a fin de evitar su dispersión y almacenar lejos de canales. Se deben señalizar las áreas de almacenamiento y mantener orden y limpieza.

- Transporte

Los transportadores de residuos deben estar autorizados y deben usar contenedores en buen estado, con la carga a ras o por debajo del nivel máximo del contenedor. El vehículo debe contar con elementos para la atención de derrames.

- Protección personal

El personal encargado del manejo de residuos debe contar con elementos de protección personal según el tipo de residuo a manipular.

- Almacenamiento

El almacenamiento temporal dentro de las instalaciones de la empresa durante actividades de mantenimiento, se debe realizar en un lugar determinado, delimitado y separado para tal fin. En cualquier caso, está prohibido abandonar los residuos o almacenarlos en las subestaciones de energía

- Tratamiento

Al contar con servicios de almacenamiento, aprovechamiento, recuperación, tratamiento y/o disposición final de los residuos peligrosos, se debe garantizar que las instalaciones cuenten con autorizaciones o demás instrumentos de manejo y control ambiental a que haya lugar, de conformidad con la normatividad ambiental vigente.

## **A Especificación Ambiental para la Clasificación, Transporte, Almacenamiento y Segregación de Residuos ES005**

El Sistema de Gestión Ambiental de CODENSA S.A. ESP en su documento Especificación Ambiental para la Clasificación, Transporte, Almacenamiento y Segregación de Residuos (ES005), desarrolla los siguientes temas en cuanto al manejo de residuos:

- Identificación de residuos generados según su origen. En este ítem se detalla la información relacionada con el tipo de residuos que se pueden generar.
- Clasificación de los residuos según el tipo de manejo. En este ítem se relaciona el listado de los residuos que se pueden generar en las diferentes actividades.
- Transporte de residuos. En este ítem se detallan los lineamientos para transporte de los residuos generados.
- Almacenamiento y segregación de residuos industriales. En este ítem se especifican las medidas para el almacenamiento seguro y adecuado de los residuos generados.
- Depósitos de almacenamiento, tipología constructiva. En este ítem se especifican las características técnicas del sitio para el almacenamiento de los residuos generados.
- Criterios de segregación de residuos industriales. En este ítem se relacionan los lineamientos para separar los residuos teniendo en cuenta el tipo y características de los mismos.
- Separación en la fuente. En este ítem se dan las pautas para realizar una separación en la fuente adecuada de los residuos.
- Características generales de los envases. En este ítem se describen las características de los contenedores y envases de los residuos y los lineamientos para la rotulación y etiquetado.
- Manipulación. En este ítem se relacionan las medidas que se deben tener en cuenta al momento de manipular, cargar y/o mover los residuos sólidos.
- Identificación de PCB. En este ítem se especifican las acciones a desarrollar para la identificación de PBC de acuerdo con lo establecido en la Norma técnica Ambiental “Gestión de PBC” (ES0003)
- Salud ocupacional. En este ítem se mencionan las precauciones que deben tener los trabajadores involucrados en la clasificación, transporte, almacenamiento y segregación de residuos.
- Reutilización, reciclaje y disposición final. En este ítem se desarrolla la política de manejo integral y de reducción en la fuente

#### **4.10.1.6 Gestores de residuos peligrosos**

En el Anexo 4-12 se presentan las empresas con licencias ambientales otorgadas por la Secretaría Distrital de Ambiente, para el manejo de residuos peligrosos en el perímetro urbano, esto de acuerdo a lo verificado en la página web de dicha entidad, con la última actualización del 10 de abril del año 2014 y así mismo las empresas gestoras de residuos peligrosos autorizadas por la CAR, con una última actualización de la información reportada para de julio de 2015.

Adicional a lo establecido en las especificaciones anteriores, los residuos ordinarios y/o no peligrosos serán recogidos por las empresas de servicios públicos de los municipios del área de influencia del proyecto y transportados de acuerdo con los lineamientos del Decreto 2981 del 20 de Diciembre de 2013.

En cuanto al manejo de residuos peligrosos, LITO Ltda., será la empresa encargada en la etapa de operación de manejar el almacén de reintegros de CODENSA S.A. ESP Ellos se encargaran de clasificar los residuos y almacenarlos, para luego enviarlos a otros proveedores para su tratamiento. En el Anexo 4-13 se presenta la licencia ambiental de la empresa.