



"ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO UPME-03-2010, SUBESTACIÓN CHIVOR II – Y NORTE 230 kV Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS "

**CAPÍTULO 3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO
CAPITULO 3.2 MEDIO ABIÓTICO
Numeral 3.2.7 Hidrogeología**

CONSORCIO AMBIENTAL CHIVOR



ESCALA SIN	FORMATO Carta	REFERENCIA EEB 2- EEB-NORTE-AMB-2002-1	HOJA 01	REV 1
----------------------	-------------------------	---	-------------------	-----------------

TABLA DE CONTENIDO

3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	6
3.2. MEDIO ABIÓTICO.....	6
3.2.7. Hidrogeología	6
3.2.7.1. Definición del tipo de acuífero.....	9
3.2.7.2. Inventario de puntos de puntos de agua.....	24
3.2.7.3. Modelo Hidrogeológico Conceptual	47
3.2.7.4. Vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos	54

ÍNDICE TABLAS

Tabla 3-1 Perforaciones con detección del Nivel Freático.....	6
Tabla 3-2 Capacidad específica de los Acuíferos	11
Tabla 3-3 Leyenda Mapa Hidrogeológico.....	18
Tabla 3-4 Inventario de Aljibes.....	25
Tabla 3-5 Inventario de Pozos	27
Tabla 3-6 Inventario de manantiales Vs Sitios de Torre en el Tramo Norte - Bacatá	31
Tabla 3-7 Inventario de manantiales Vs Sitios de Torre en el Tramo Chivor II - Norte	31
Tabla 3-8 Inventario de manantiales Vs Sitios de Torre en el Tramo Conexión con PEL	33
Tabla 3-9 Clases de vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos.	56
Tabla 3-10 Vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1 Provincias Hidrogeológicas de Colombia	7
Figura 3-2 Leyenda de las Provincias Hidrogeológicas de Colombia	8
Figura 3-3 Mapa Hidrogeológico –(1-3)	20
Figura 3-4 Mapa Hidrogeológico –(4-5)	21
Figura 3-5 Mapa Hidrogeológico (6-7)	22
Figura 3-6 Mapa Hidrogeológico –(8-9)	23
Figura 3-7 Movimiento sitio de torre 7 y 7A tramo Norte - Bacatá	34
Figura 3-8. Movimiento sitio de torre 47 tramo Chivor II - Norte	35
Figura 3-9. Movimiento sitio de torre 51 tramo Chivor II - Norte	36
Figura 3-10. Movimiento sitio de torre 57 tramo Chivor II - Norte	37
Figura 3-11. Movimiento sitio de torre 67 tramo Chivor II - Norte	38
Figura 3-12. Movimiento sitio de torre 81 tramo Chivor II - Norte	39
Figura 3-13. Movimiento sitio de torre 87 tramo Chivor II - Norte	40
Figura 3-14. Movimiento sitio de torre 88 tramo Chivor II - Norte	41
Figura 3-15. Movimiento sitio de torre 89 tramo Chivor II - Norte	42
Figura 3-16. Movimiento de sitios de torre 108N, 109 y 110N – Tramo Chivor II – Norte	43
Figura 3-17. Movimiento sitio de torre 129 tramo Chivor II - Norte	44
Figura 3-18. Movimiento sitio de torre 2A tramo Norte - Bacatá	45
Figura 3-19. Movimiento sitio de torre 4 tramo Norte - Bacatá	46
Figura 3-20. Movimiento sitio de torre 64 tramo Norte - Bacatá	47
Figura 3-21 Modelo Hidrogeológico Conceptual	49
Figura 3-22 Perfil Hidrogeológico 1	50
Figura 3-23 Perfil Hidrogeológico 2	51
Figura 3-24 Perfil Hidrogeológico 3	52
Figura 3-25 Perfil Hidrogeológico – 4	53



Figura 3-26 Método GOD para determinación de la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de acuíferos.....	55
Figura 3-27 Mapa de Vulnerabilidad – (1-3).....	58
Figura 3-28 Mapa de Vulnerabilidad – (4-5).....	59
Figura 3-29 Mapa de Vulnerabilidad – (6-7).....	60
Figura 3-30 Mapa de Vulnerabilidad – (8-9).....	61

3. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

3.2. MEDIO ABIÓTICO

3.2.7. Hidrogeología

El análisis hidrogeológico que se presenta está sustentado en la evaluación integral de los diferentes factores que para ello intervienen tales como topografía - geomorfología, hidrología, geología y clima del área de estudio, variables que están interrelacionadas y permiten describir el comportamiento hidrogeológico regional y local para los fines previstos en el proyecto.

Con base en lo anterior y considerando adicionalmente el nivel freático, se lleva acabo el correspondiente inventario de pozos, aljibes y manantiales., elementos básicos dentro del proceso de análisis del componente hidrogeológico, que permita definir un modelo conceptual.

Considerando que existen variaciones en cuanto a la profundidad del nivel freático, se registran directamente en campo, en los sitios de torre donde fue posible la realización de sondeos geomecánicos, se registró el nivel de agua encontrado, para efectuar extrapolación que permita tener la idea del comportamiento del nivel freático entre torres y para considerar la implicación que puede tener sobre la estabilidad de los taludes en cercanías de la construcción de cada estructura. Sólo para 13 (trece) torres se detectó nivel freático. En la Tabla 3-1 se muestran las perforaciones donde se detectó la profundidad de agua libre infiriendo un nivel freático aparente.

Tabla 3-1 Perforaciones con detección del Nivel Freático

NO. PERFORACIÓN	TORRE	PROFUNDIDAD (M)	E	
				N
P54	T55	0.70	1080733	1048165
P61	T67	1.00	1074733	1050560
P80	T86	2.00	1065466	1051488
P85	T91	1.90	1063219	1052751
P86	T92	1.60	1062589	1053105
P108	T114	1.10	1062589	1053105
P123	T131	3.10	1044813	1056496
P125	T133	3.70	1044099	1056685
P126	T134	1.10	1043532	1056695
P129	T137	1.00	1041625	1056726
P149	T159	2.90	1031110	1053662

NO. PERFORACIÓN	TORRE	PROFUNDIDAD (M)	E	N
			P150	T160
P151	T167	2.90	1028478	1050751

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

➤ Unidades hidrogeológicas

El proyecto Norte EEB UPME 03-2010, se localiza en el área de provincias hidrogeológicas Montana e Intramontanas (PM), en ésta categoría se encuentran 5 provincias localizadas en la zona andina y sus valles intramontanos, ubicándose el proyecto específicamente en la provincia PM4 – Cordillera Oriental. Los sistemas montañosos e intramontanos corresponden a acuíferos clásticos desarrollados en rocas sedimentarias con buenas posibilidades en las secuencias cretácicas, Paleógeno-Neógeno y sedimentos recientes del cuaternario. Ver Figura 3-1 y Figura 3-2

Figura 3-1 Provincias Hidrogeológicas de Colombia

Fuente: IDEAM. 2013

PROVINCIAS HIDROGEOLÓGICAS DE COLOMBIA

MONTANAS E INTRAMONTANAS

PM1	Valle Medio del Magdalena
PM2	Valle Alto del Magdalena
PM3	Cauca Patía
PM4	Cordillera Oriental
PM5	Catatumbo

COSTERAS

PC1	Sinú - San Jacinto
PC2	Valle Bajo del Magdalena
PC3	Guajira
PC4	César - Ranchería
PC5	Urabá
PC6	Chocó
PC7	Tumaco
PC8	Isla de San Andrés

PERICRATÓNICAS

PP1	Caguán - Putumayo
PP2	Vaupés - Amazonas
PP3	Llanos Orientales

Figura 3-2 Leyenda de las Provincias Hidrogeológicas de Colombia
Fuente: IDEAM. 2013

El mapa hidrogeológico se generó utilizando como referencia el Atlas de Agua Subterránea de Colombia elaborado por el INGEOMINAS (hoy Servicio Geológico Colombiano) para la definición de los principales acuíferos, características y nomenclatura.

Se siguieron los lineamientos propuestos en los estándares internacionales para categorizar las unidades hidrogeológicas, en este sentido se adoptó la nomenclatura de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos–IAH - (1983). La cual se basa en la asignación de categorías hidrogeológicas con base en el potencial de rocas y sedimentos para almacenar y transmitir agua subterránea, en función de la composición, permeabilidad y capacidad específica de cada unidad geológica evaluada. Se valoraron las unidades desde el punto de vista de su capacidad para almacenar y transmitir el agua subterránea y se generó el mapa hidrogeológico, este mapa representa la extensión y localización de las unidades hidrogeológicas obtenidas en función de litología (que indirectamente involucra porosidad y permeabilidad) y la capacidad específica establecida en la unidad regional.

3.2.7.1. Definición del tipo de acuífero

De acuerdo con la clasificación de las unidades de roca frente al comportamiento hidrogeológico, se consideran los siguientes tipos:

- **Acuíferos por transmisividad**

Según CUSTODIO y LLAMAS (1983) un acuífero, o un embalse subterráneo, es "aquel estrato o formación geológica que permitiendo la circulación del agua por sus poros o grietas, hace que el hombre pueda aprovecharla en cantidades económicamente apreciables para subvenir a sus necesidades". Teniendo en cuenta esta definición y su componente económico las unidades hidrogeológicas se pueden clasificar en función a su capacidad para almacenar y transmitir agua, de esta forma se habla de

Acuíferos: Estrato o formación geológica que permite el almacenamiento y circulación del agua por sus poros y/o grietas. Dentro de estas formaciones podemos encontrar materiales muy variados como gravas, calizas fracturadas, areniscas porosas, arenas de playa, algunas formaciones volcánicas y depósitos de dunas. Éstos son económicamente explotables.

Acuicludos: Formación geológica que conteniendo agua en su interior incluso hasta la saturación, no la transmite y por lo tanto no es posible su explotación. Se pueden citar como ejemplos los depósitos de arcillas de cualquier origen.

Acuitardos: Formaciones geológicas que conteniendo apreciables cantidades de agua la transmiten muy lentamente, por lo que no son aptos para el emplazamiento de captaciones de aguas subterráneas, pero sin embargo, bajo condiciones especiales

permiten una recarga vertical de otros acuíferos, que puede llegar a ser muy importante en ciertos casos.

Acuífugos: Aquellas formaciones geológicas que no contienen agua ni la pueden transmitir, como por ejemplo un macizo granítico que no esté fisurado o unas rocas metamórficas sin meteorización ni fracturación. Éstos se consideran impermeables

- **Acuíferos por capacidad específica**

Desde el punto de vista de la capacidad específica y de acuerdo a los lineamientos del Atlas hidrogeológico de Colombia se clasifican en:

Tipo A. Sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular.

Tipo B. Rocas con flujo esencialmente y a través de fracturas (rocas fracturadas y/o carstificadas).

Tipo C. Sedimentos y rocas con limitados a ningún recurso de aguas subterráneas.

Tabla 3-2 Capacidad específica de los Acuíferos

SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS	CAPACIDAD ESPECIFICA PROMEDIO l/s/m	DESCRIPCION
A1	Sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular	Alta entre 2.0 y 5.0	Acuíferos continuos de extensión regional de alta productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias poco consolidadas de ambiente fluvial, glacial, marino y vulcanoclástico. Acuíferos libres y confinados con agua de buena calidad química.
A2		Media entre 1.0 y 2.0	Acuíferos continuos de extensión regional de mediana productividad, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas, de ambiente fluvial, glacial, marino y vulcanoclástico. Acuíferos generalmente confinados con agua de buena calidad química.
A3		Baja entre 0.05 y 1.0	Acuíferos discontinuos de extensión local, de baja productividad, conformados por sedimentos cuaternarios y rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas de ambiente aluvial, lacustre, coluvial, eólico y marino marginal. Acuíferos libres y confinados con agua de regular calidad química.
B1	Rocas con flujo esencialmente a través de fracturas (rocas fracturadas y/o carstificadas).	Media entre 1.0 y 2.0	Acuíferos continuos de extensión regional de mediana productividad, conformados por rocas sedimentarias y volcánicas piroclásticas de ambiente marino y continental. Acuíferos libres y confinados con agua de buena calidad química. Con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica.
B2		Baja entre 0.05 y 1.0	Acuíferos discontinuos de extensión regional y local, de baja productividad, conformados por rocas sedimentarias y volcánicas, terciarias a paleozoicas consolidadas, de ambiente marino y continental. Acuíferos generalmente confinados con agua de buena calidad química
C1	Sedimentos y rocas con limitados o ningún recurso de aguas	Muy baja < 0.05	Complejo de sedimentos y rocas de muy baja productividad, constituidos por depósitos cuaternarios no consolidados de ambientes lacustres, deltaicos y marinos y por rocas sedimentarias terciarias a cretácicas poco consolidadas

SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLÓGICAS	CAPACIDAD ESPECIFICA PROMEDIO l/s/m	DESCRIPCION
	subterráneas		de origen continental o marino. Almacenan aguas de regular a mala calidad química, salada en las regiones costeras.
C2		Muy baja a ninguna < 0.05	Complejo de rocas ígneos-metamórficas con muy baja a ninguna productividad, muy compactadas y en ocasiones fracturadas, terciarias a precámbricas. Almacenan aguas de buena calidad química. Con frecuencia se encuentran fuentes termales asociadas a la tectónica

Fuente: Ingeominas, 2016

- **Acuíferos por comportamiento hidráulico**

Desde el punto de vista del comportamiento hidráulico de las formaciones geológicas así como su posición estratigráfica y estructural en el terreno se distinguen tres tipos principales de acuíferos

Acuíferos libres: Son aquellos en los que el nivel superior de la saturación se encuentra a presión atmosférica.

Acuíferos semiconfinados: Son aquellos en que la condición confinante está dado por acuitardos, los cuales permiten un aporte de aguas hacia la zona saturada.

Acuíferos confinados: Son aquellos acuíferos en medio de dos formaciones impermeables ya sean acuífugos o acuícludos.

Con base en los criterios anteriores y teniendo en cuenta la información disponible, es posible identificar y definir los tipos de unidades hidrogeológicas para el sector del trazado de la línea de transmisión, las cuales se describen a continuación.

- **Sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular**

- ✓ Unidades tipo (A2)

- Unidad Hidrogeológica 1 (UH1) Kiu

Esta unidad está conformada por la Formación Une, se considera permeable por la presencia de estratos de areniscas masivas que permiten clasificar la formación como un acuífero de porosidad secundaria en zonas diaclasadas, caracterizándose como un acuífero regional de tipo arenoso, alta permeabilidad. Sus afloramientos son área de recarga, a los que se les debe dar un uso del suelo de acuerdo a su potencialidad hidrogeológica.

De alta productividad, conductividad hidráulica de 10 m/día, (tomado de Vélez 2004) porosidad total de 40%, (tomado de Rodríguez, 1984), no se encontró datos de parámetros hidráulicos.

- ✓ Unidades tipo (A3)

- Unidad Hidrogeológica 2 (UH2) N2t

Esta unidad está conformada por la Formación Tilatá, acuífero de tipo confinado, de extensión regional, de alta productividad con caudales entre 3.0 y 10 L/s, conductividades hidráulicas desde 0.1 hasta 0.4 m/día, valores de transmisividad de 10 a 50 m²/día y coeficientes de almacenamiento del orden de 1.6 E-08. Sus afloramientos son área de recarga, a los que se les debe dar un uso del suelo de acuerdo a su potencialidad hidrogeológica.

- Unidad Hidrogeológica 3 (UH3) (Qal, Qc, Q, Qlla, Qt, Q2t, Q1f)

Corresponde a acuíferos libres, discontinuos, de extensión local, conformados por sedimentos cuaternarios poco consolidados de origen aluvial y coeial (Qal, Qc, Q, Qlla, Qt, Q2t, Q1f). Los sedimentos provienen de procesos de meteorización, erosión y transporte de la roca original y de la morfodinámica local, lo que los hace tener la característica de poca consolidación. Este acuífero es captado por algunos con bajos caudales de extracción por lo general menores de 0.5 L/s, pero carecen de pruebas de bombeo, razón por la cual se desconocen sus parámetros hidráulicos.

➤ **Rocas con flujo esencialmente a través de fracturas (rocas fracturadas y/o carstificadas).**

- ✓ Unidades (B2)

- Unidad Hidrogeológica 4 (UH4) Kiaj

Está conformada por la Formación Arenisca de las Juntas, constituida por dos niveles de areniscas cuarcíticas de grano fino a medio, estratificadas en bancos pequeños y grandes, separado entre sí por un nivel de lutitas negras, con presencia de nódulos arenosos paralelos a la estratificación e intercalaciones de areniscas cuarcíticas de grano fino. Las zonas diaclasadas de esta unidad permiten el almacenamiento y transmisión del agua subterránea. Conductividad hidráulica de 10 m/día, (tomado de Vélez 2004) porosidad total de 42%, (tomado de Rodríguez, 1984), no se encontró datos de parámetros hidráulicos.

- Unidad Hidrogeológica 5 (UH5) E1c

Corresponde al acuífero fracturado de la Formación Cacho, el cual es de extensión local, de bajo a mediano rendimiento, compuesta principalmente por arenisca cuarzosa. Puede aportar caudales entre 3 l/s a 9 l/s. Conductividad hidráulica de 5 m/día, (tomado de Vélez 2004) porosidad total de 38%, (tomado de Rodríguez, 1984), no se encontró datos de parámetros hidráulicos.

- Unidad Hidrogeológica 6 (UH6) Tc

La Formación Caja está constituida en la base por arcillolitas y limolitas rojizas con intercalaciones de areniscas arcillosas rojizas y conglomerados; tienen hasta un metro de espesor y su parte media formada por la alternancia de arcillolitas, limolitas y conglomerados con cantos de chert, cuarzo y arenisca en una matriz arenosa.

De baja productividad, conductividad hidráulica de 2 m/día, (tomado de Vélez 2004) porosidad total de 35%, (tomado de Rodríguez, 1984), no se encontró datos de parámetros hidráulicos.

- Unidad Hidrogeológica 7 (UH7) (Ksgalt)

Corresponde al acuífero Labor y Tierna, el cual presenta una extensión regional, por lo general de tipo confinado y de alta productividad con porosidad primaria y secundaria por fracturamiento, con agua subterránea de buena calidad química para su consumo y de tipo bicarbonatada cálcica. Los caudales de explotación varían entre 0.7 y 12 L/s, una conductividad hidráulica de 0.08 a 1.0 m/día, una transmisividad desde 10 hasta 30 m²/día y un coeficiente de almacenamiento promedio de 1.0 E-05, con capacidad específica entre .40 y 0.58 L/s m.

- Unidad Hidrogeológica 8 (UH8) Ksc (Kscn)

Corresponde a la Formación Conejo, compuesta por intercalaciones de limolitas, lutitas y areniscas de grano fino a medio, las cuales permiten el almacenamiento y transmisión del agua subterránea por medio de las fracturas (permeabilidad secundaria). Es un acuífero de pobre a mediana calidad, ya que sus capas son muy delgadas. Las arcillolitas conforman acuíferos.

De baja productividad, conductividad hidráulica de 0,8 m/día, (tomado de Vélez 2004) porosidad total de 30%, (tomado de Rodríguez, 1984), no se encontró datos de parámetros hidráulicos.

- Unidad Hidrogeológica 9 (UH9) DCF

Esta unidad está conformada por una serie de limolitas, arcillolitas, areniscas y conglomerados de la Grupo Farallones; los niveles de areniscas fracturados se comportan como acuíferos.

De baja productividad, conductividad hidráulica de 2 m/día, (tomado de Vélez 2004) porosidad total de 30%, (tomado de Rodríguez, 1984), no se encontró datos de parámetros hidráulicos.

- Unidad Hidrogeológica 10 (UH10) K2p (Ksgp)

Considerado un acuífero de extensión local, supeditado a la densidad del fracturamiento, de baja productividad con caudales desde 0.05 a 0.5 L/s, transmisividad desde 1.5 hasta 10 m²/día, coeficiente de almacenamiento entre 1.0 E-07 hasta 1.0 E-09 y conductividad hidráulica de 0.013 m/día.

- Unidad Hidrogeológica 11 (UH11) Tkp

El Grupo Palmichal se clasifica como un acuífero discontinuo de extensión local, de baja productividad con porosidad primaria. Es una formación de carácter arenoso con buenas propiedades hidrogeológicas que la convierten en acuífero potencial.

Conductividad hidráulica de 100 m/día, (tomado de Vélez 2004) porosidad total de 35%, (tomado de Rodríguez, 1984), no se encontró datos de parámetros hidráulicos.

Es una unidad caracterizada por corresponder a rocas con flujo esencialmente a través de fracturas (rocas fracturadas y/o carstificadas).

- Unidad Hidrogeológica 12 (UH12) E2r

Corresponde a denominado acuífero de la Arenisca de la Regadera, es de extensión regional y de origen continental. El agua de este acuífero es apta para riego y no apta para consumo humano por su alto contenido de hierro.

Conductividad hidráulica de 2 m/día, (tomado de Vélez 2004) porosidad total de 38%, (tomado de Rodríguez, 1984), no se encontró datos de parámetros hidráulicos.

- Unidad Hidrogeológica 13 (UH13) K2d (Ksgd)

La Formación Arenisca Dura, es un acuífero discontinuo de extensión regional con porosidad secundaria por fracturas, que produce caudales desde 2.5 hasta 70 L/s con valores de transmisividad varían desde 20 hasta 100 m²/día, coeficientes de almacenamiento entre 4.0 E-06 y 6.3 E-05 y valores de conductividades hidráulica entre 0.1 y 0.5 m/día, con capacidad especifica entre 0.21 y 1.12 L/s m.

Conductividad hidráulica de 10 m/día, (tomado de Vélez 2004) porosidad total de 40%, (tomado de Rodríguez, 1984), no se encontró datos de parámetros hidráulicos.

- **Sedimentos y rocas con limitados o ningún recurso de aguas subterráneas**

- ✓ Unidades tipo C1

- Unidad Hidrogeológica 14 (UH14) Ksch

La Formación Chipaque presenta en su mayoría litología impermeable; los niveles calcáreos y arenosos pueden contener aguas subterráneas, sin embargo los niveles lutíticos no permiten el flujo libre de agua, convirtiéndola en acuitardo.

Conductividad hidráulica de <0.001 m/día, (tomado de Vélez 2004) porosidad total de 30%, (tomado de Rodríguez, 1984), no se encontró datos de parámetros Unidad Hidrogeológica 14 (UH14) Tral.

- Unidad Hidrogeológica 15 (UH15) Tral

Debido al grado de compactación del conjunto de rocas duras que conforman las Areniscas del Limbo, esta unidad se comporta como un acuitardo.

Conductividad hidráulica de <0.001 m/día, (tomado de Vélez 2004) porosidad total de 35%, (tomado de Rodríguez, 1984), no se encontró datos de parámetros hidráulicos.

- Unidad Hidrogeológica 16 (UH16) E1b

Es una unidad sin importancia hidrogeológica, considerada como un acuitardo de la Formación Bogotá debido a su litología, de edad terciaria y origen continental.

Conductividad hidráulica de <0.001 m/día, (tomado de Vélez 2004) porosidad total de 30%, (tomado de Rodríguez, 1984), no se encontró datos de parámetros hidráulicos.

- Unidad Hidrogeológica 17 (UH17) Kif

La Formación Fómezque tiene un carácter lutítico, considerada como un acuitardo; por su carácter impermeable no permiten la infiltración de aguas de escorrentía, haciendo que los paquetes rocosos superiores se saturen incrementando su peso y dinamismo.

Conductividad hidráulica de <0.001 m/día, (tomado de Vélez 2004) porosidad total de 30%, (tomado de Rodríguez, 1984), no se encontró datos de parámetros hidráulicos.

- Unidad Hidrogeológica 18 (UH18) Kilm

Acuitardo de la Formación Lutitas de Macanal, conformado por lutitas negras con intercalaciones de calizas, areniscas y bolsones de yeso.

Conductividad hidráulica de <0.001 m/día, (tomado de Vélez 2004) porosidad total de 30%, (tomado de Rodríguez, 1984), no se encontró datos de parámetros hidráulicos.

- Unidad Hidrogeológica 19 (UH19) K2Eig (KPgg) (TKg)

La unidad de la Formación Guaduas, es un acuitardo continuo de extensión regional de bajo rendimiento, asociado principalmente a rocas arcillosas, con agua de regular calidad química para su consumo por su alto contenido en hierro. Tiene rendimientos entre 0.3 y

4.0 L/s, conductividades hidráulicas muy baja con valores de 0.0005 m/día, transmisividad de 5.0 a 25 m²/día y un coeficiente de almacenamiento promedio de 1.0 E-06.

Conductividad hidráulica de <0.001 m/día, (tomado de Vélez 2004) porosidad total de 30%, (tomado de Rodríguez, 1984).

Finalmente, se concluye que se identificaron 19 unidades hidrogeológicas, las cuales se agrupan de la siguiente manera:

Las unidades hidrogeológicas UH1, UH2 y UH3 representan sedimentos y rocas con flujo esencialmente intergranular. Las unidades hidrogeológicas UH4, UH5, UH6, UH7, UH8, UH9, UH10, UH11, UH12 y UH13, representan rocas con flujo esencialmente a través de fracturas (rocas fracturadas y/o carstificadas). Las unidades hidrogeológicas UH14, UH15, UH16, UH17, UH18 y UH19 representan rocas con limitado a ningún recurso de agua subterránea.

Las zonas de recarga se ubican en UH1, UH2 y UH3, las cuales, debido a sus buenas características hidráulicas de porosidad conductividad y transmisividad, permiten la percolación de agua de precipitación, mientras que las unidades hidrogeológicas que van desde UH4 hasta UH13 constituyen zonas de recarga de menor importancia que las anteriores. Ver Tabla 3-3.

Dentro del proceso de la definición de identificación de las Unidades Hidrogeológicas es indispensable manifestar que las de mayor interés hídrico se localizan principalmente en la zona del Altiplano Cundi-boyacense, teniendo en cuenta que es el sector plano a ondulado, mientras que la parte localizada al oriente de ésta es la zona montañosa, por lo cual pierde un poco el interés hídrico en razón especialmente de las condiciones geológico estructurales.

Tabla 3-3 Leyenda Mapa Hidrogeológico

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	Transmisividad	Comportamiento hidráulico	Capacidad específica
Unidad Hidrogeológica 1 Kiu	Acuífero	Libre	A2
Unidad Hidrogeológica 2 N2t	Acuífero	Semiconfinado	A3
Unidad Hidrogeológica 3 -Qal, Qc, Q, Qlla, Qt, Q2t, Q1f	Acuífero	Libre	A3
Unidad Hidrogeológica 4 -Kiaj	Acuífero	Semiconfinado	B2
Unidad Hidrogeológica 5 -E1c	Acuífero	Semiconfinado	B2
Unidad Hidrogeológica 6 -Tc	Acuífero	Confinado	B2
Unidad Hidrogeológica 7 -K2t (Ksgalt)	Acuífero	Semiconfinado	B2

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	Transmisividad	Comportamiento	Capacidad
Unidad Hidrogeológica 8 Ksc (Kscn)	Acuífero	Confinado	B2
Unidad Hidrogeológica 9 -CDF	Acuífero	Semiconfinado	B2
Unidad Hidrogeológica 10 -K2p (Ksgpl)	Acuífero	Semiconfinado	B2
Unidad Hidrogeológica 11 -Tkp	Acuífero	Semiconfinado	B2
Unidad Hidrogeológica 12 -E2r	Acuífero	Semiconfinado	B2
Unidad Hidrogeológica 13 -K2d (Ksgd)	Acuífero	Semiconfinado	B2
Unidad Hidrogeológica 14 -Ksch	Acuitardo	Acuitardo	C1
Unidad Hidrogeológica 15 -Tarl	Acuitardo	Acuitardo	C1
Unidad Hidrogeológica 16 -E1b	Acuitardo	Acuitardo	C1
Unidad Hidrogeológica 17 -Kif	Acuitardo	Acuitardo	C1
Unidad Hidrogeológica 18 -Kilm	Acuitardo	Acuitardo	C1
Unidad Hidrogeológica 19 -K2Eig (Kpgg) (Tkg)	Acuitardo	Acuitardo	C1

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.

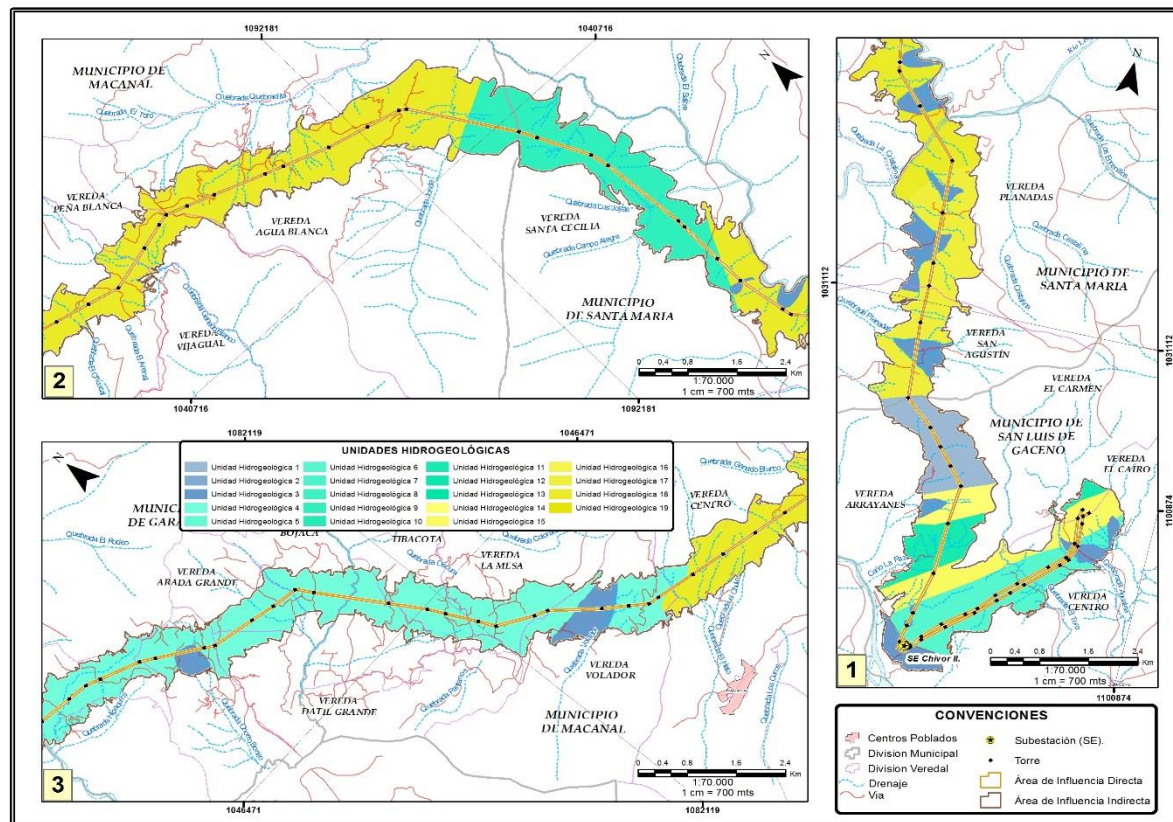
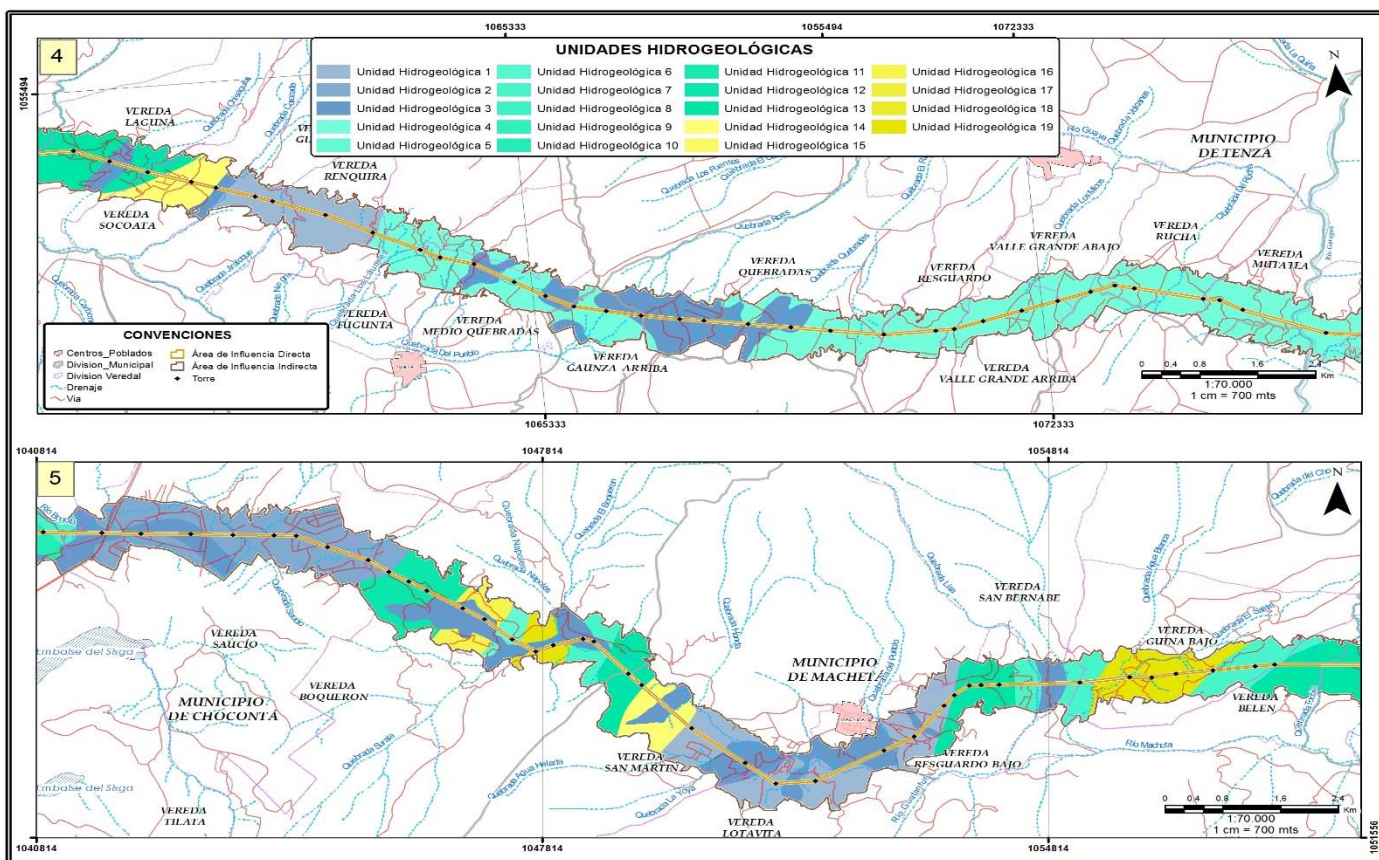


Figura 3-3 Mapa Hidrogeológico –(1-3)
Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016



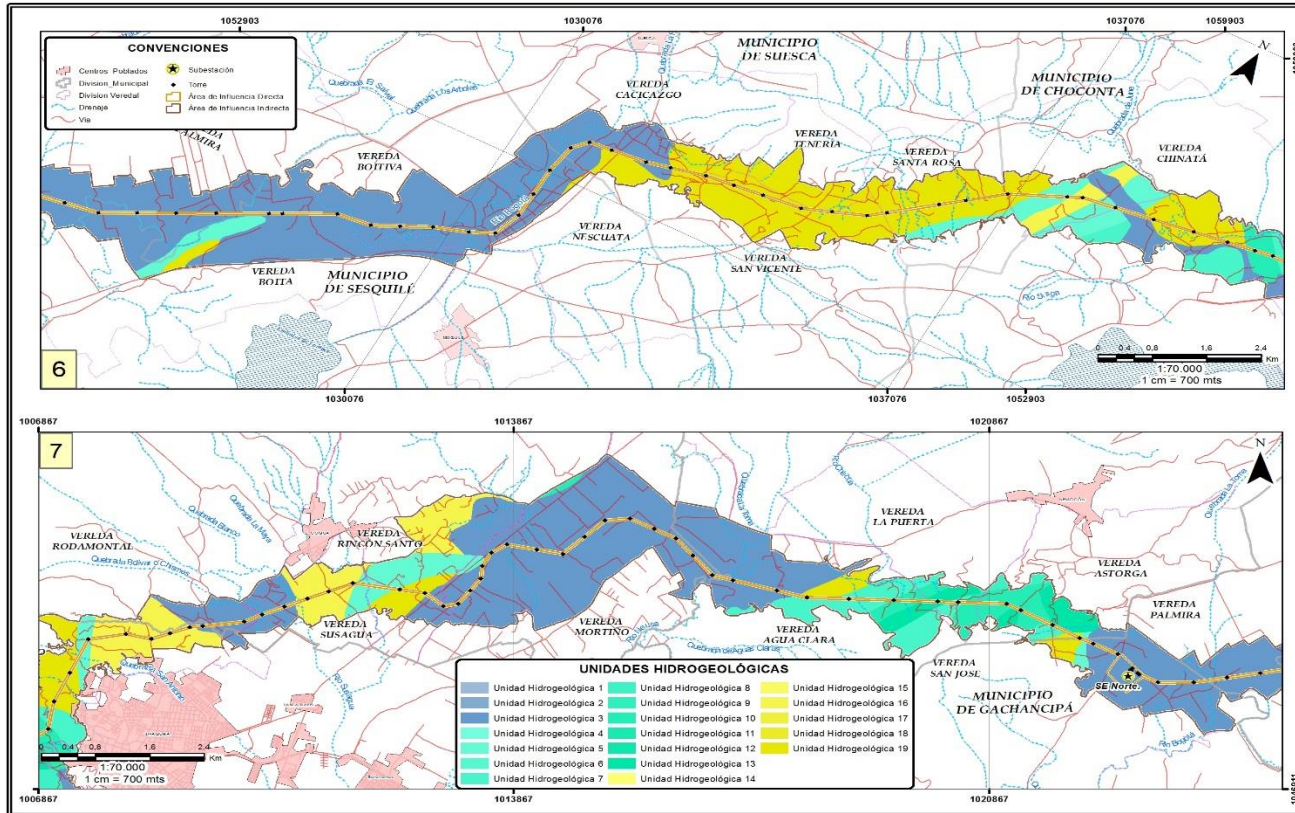


Figura 3-5 Mapa Hidrogeológico (6-7)
Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

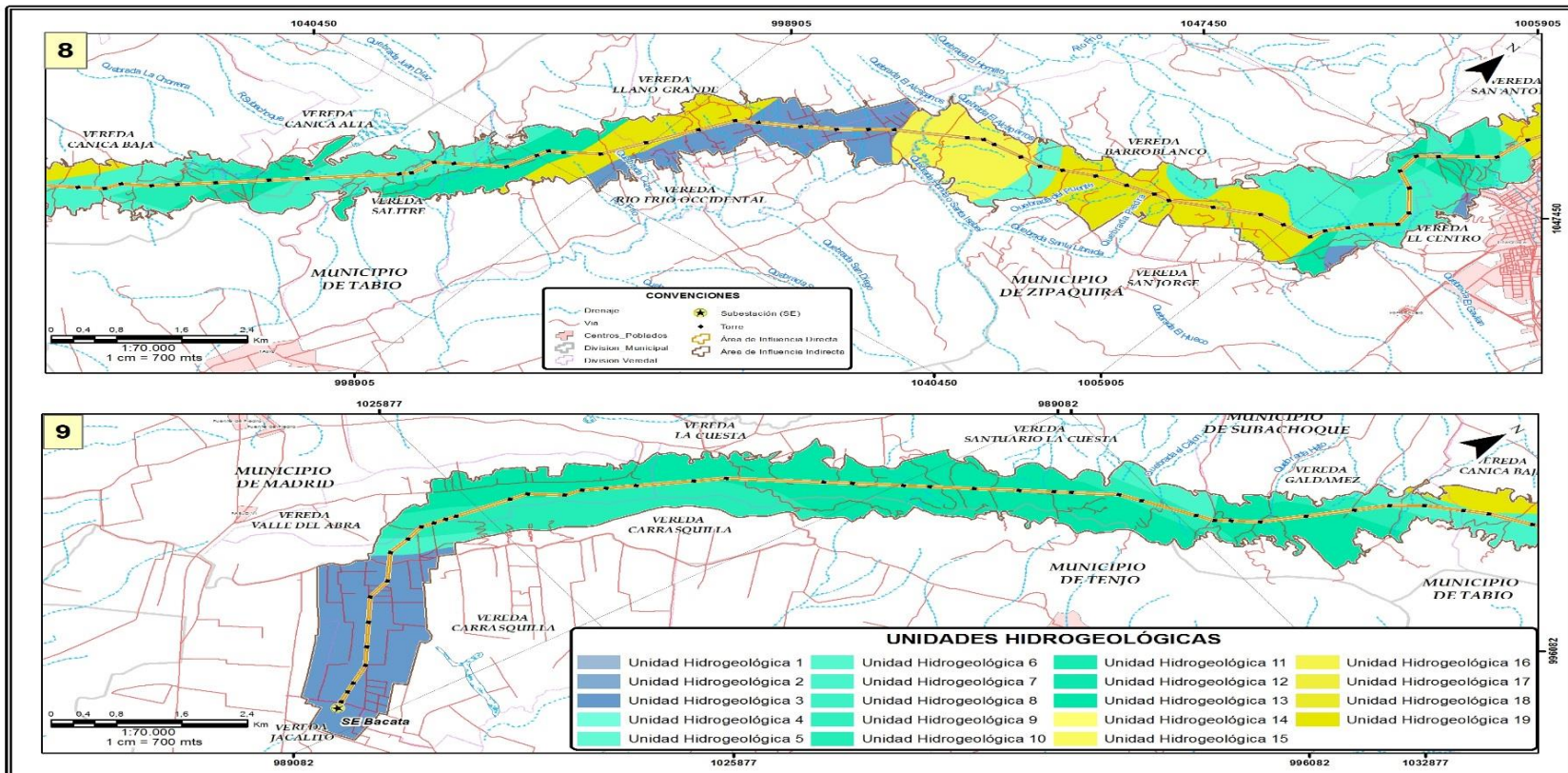


Figura 3-6 Mapa Hidrogeológico –(8-9)
Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

3.2.7.2. Inventario de puntos de puntos de agua

➤ Aljibes y Pozos

De acuerdo a la información recolectada y consulta en las Corporaciones Autónomas (CAR y CORPOCHIVOR) que tienen jurisdicción sobre el área de estudio con el objetivo de tener un inventario general de los puntos de agua subterránea constituido por aljibes y pozos registrados en dichas entidades. En cuanto a Manantiales se realizaron recorridos en campo sobre el AID para identificar estos puntos de agua naturales y verificar las distancias de retiro frente a la infraestructura del proyecto establecida en la normatividad vigente.

A continuación discrimina el inventario para cada tipo de punto de agua así: inventario de aljibes en la Tabla 3-4, y el inventario de pozos en la Tabla 3-5, en los cuales se presentan sus características principales

Tabla 3-4 Inventario de Aljibes

N O	COOR_X	COOR_Y	MUNICIPIO	VEREDA	DEPTO	CUENCA	NOMB RE	USO_PUNTO	DILIGENCIA	CONDI_PU NT
1	1097819,00	1025274,00	SAN LUIS DE GACENO	ARRAYANES ABAJO Y ARRIBA	BOYACA	Rio Lengupa	Alj1	AGROPECUARIO	RADICADO EIA EEB y CAC	EN USO
2	1097519,00	1026715,00	SAN LUIS DE GACENO	ARRAYANES ABAJO Y ARRIBA	BOYACA	Rio Lengupa	Alj2	AGROPECUARIO	RADICADO EIA EEB y CAC	EN USO
3	1082344,73	1046153,78	MACANAL	LA MESA	BOYACA	Rio Garagoa Emb Chivor	Alj4	AGROPECUARIO	RADICADO EIA A	EN USO
4	1082023,00	1045879,00	MACANAL	TIBACOTA	BOYACA	Rio Garagoa Emb Chivor	Alj3	AGROPECUARIO	RADICADO EIA EEB y CAC	EN USO
5	1081761,82	1047287,30	MACANAL	TIBACOTA	BOYACA	Rio Garagoa Emb Chivor	Alj8	AGROPECUARIO	RADICADO EIA A	EN USO
6	1081687,36	1047204,58	MACANAL	TIBACOTA	BOYACA	Rio Garagoa Emb Chivor	Alj7	AGROPECUARIO	RADICADO EIA A	EN USO
7	1081682,50	1046865,43	MACANAL	TIBACOTA	BOYACA	Rio Garagoa Emb Chivor	Alj5	AGROPECUARIO	RADICADO EIA A	EN USO
8	1081682,37	1046984,31	MACANAL	TIBACOTA	BOYACA	Rio Garagoa Emb Chivor	Alj6	AGROPECUARIO	RADICADO EIA A	EN USO
9	1081602,79	1047617,05	MACANAL	DATIL	BOYACA	Rio Garagoa Emb Chivor	Alj9	AGROPECUARIO	RADICADO EIA A	EN USO
10	1078728,00	1048991,00	GARAGOA	ARADA CHIQUITA	BOYACA	Rio Tibana o Garagoa	Alj10	AGROPECUARIO	RADICADO EIA EEB y CAC	EN USO
11	1072084,87	1050677,70	TENZA	VALLE GRANDE ARRIBA	BOYACA	Rio Tibana o Garagoa	Alj11	AGROPECUARIO	RADICADO EIA EEB y CAC	EN USO
12	1066422,00	1051133,00	GUATEQUE	GAUNZA ARRIBA	BOYACA	Rio Macheta	Alj12	AGROPECUARIO	RADICADO EIA EEB y CAC	EN USO
13	1041800,00	1057033,00	CHOCONTÁ	SAUCIO	CUNDINAMARA	Rio Bogota Alta	Alj13	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO
14	1034278,00	1054520,00	SUESCA	TENERIA	CUNDINAMARA	Embalse Tomine	Alj14	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO
15	1034161,00	1054404,00	SUESCA	TENERIA	CUNDINAMARA	Embalse Tomine	Alj16	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO
16	1034150,00	1054423,00	SUESCA	TENERIA	CUNDINAMARA	Embalse Tomine	Alj15	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO
17	1034113,00	1054306,00	SUESCA	TENERIA	CUNDINAMARA	Embalse Tomine	Alj17	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO

N O	COOR_X	COOR_Y	MUNICIPIO	VEREDA	DEPTO	CUENCA	NOMBRE	USO_PUNTO	DILIGENCIA	CONDI_PU NT
18	1031536,00	1053610,00	SUESCA	CACICAZGO	CUNDINAMA RCA	Rio Bogota Alta	Alj18	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO
19	1026216,00	1050280,00	SUESCA	PALMIRA	CUNDINAMA RCA	Rio Bogota Media	Alj19	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO
20	1022626,00	1048853,00	GACHANCIPÁ	SAN JOSE	CUNDINAMA RCA	Rio Bogota Media	Alj20	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO
21	1022480,00	1048733,00	GACHANCIPÁ	SAN JOSE	CUNDINAMA RCA	Rio Bogota Media	Alj21	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO
22	986889,22	1027294,06	MADRID	VALLE DEL ABRA	CUNDINAMA RCA	Rio Bogota Baja	Alj23	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO
23	986881,00	1027307,00	MADRID	VALLE DEL ABRA	CUNDINAMA RCA	Rio Bogota Baja	Alj22	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO
24	986851,00	1027268,00	MADRID	VALLE DEL ABRA	CUNDINAMA RCA	Rio Bogota Baja	Alj24	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO
25	986688,00	1026971,00	MADRID	VALLE DEL ABRA	CUNDINAMA RCA	Rio Bogota Baja	Alj25	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO
26	986657,00	1026931,00	MADRID	VALLE DEL ABRA	CUNDINAMA RCA	Rio Bogota Baja	Alj26	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO
27	986630,00	1026905,00	MADRID	VALLE DEL ABRA	CUNDINAMA RCA	Rio Bogota Baja	Alj27	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO
28	986475,00	1026697,00	MADRID	VALLE DEL ABRA	CUNDINAMA RCA	Rio Bogota Baja	Alj28	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO
29	986463,00	1026648,00	MADRID	VALLE DEL ABRA	CUNDINAMA RCA	Rio Bogota Baja	Alj29	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO
30	986315,00	1026248,00	MADRID	VALLE DEL ABRA	CUNDINAMA RCA	Rio Bogota Baja	Alj30	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO
31	986295,00	1026205,00	MADRID	VALLE DEL ABRA	CUNDINAMA RCA	Rio Bogota Baja	Alj31	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO
32	986275,00	1026181,00	MADRID	VALLE DEL ABRA	CUNDINAMA RCA	Rio Bogota Baja	Alj32	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO
33	986242,00	1026200,00	MADRID	VALLE DEL ABRA	CUNDINAMA RCA	Rio Bogota Baja	Alj33	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO
34	986222,00	1026106,00	MADRID	VALLE DEL ABRA	CUNDINAMA RCA	Rio Bogota Baja	Alj34	SIN INFORMACIÓN	CAR EEB y CAC	EN USO

Fuente Consorcio Ambiental Chivor, 2016

Tabla 3-5 Inventario de Pozos

NO	COOR_X	COOR_Y	MUNICIPIO	VEREDA	DEPTO	CUENCA	NOMBRE	USO_PUNTO	CONDI_PUNT
1	1031540	1053818	SUESCA	CACICAZGO	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Alta	Poz1	SIN INFORMACIÓN	EN USO
2	1031428	1053831	SUESCA	CACICAZGO	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Alta	Poz2	SIN INFORMACIÓN	EN USO
3	1030377	1053093	SESQUILÉ	NUESCUATA	CUNDINAMARCA	Embalse Tomine	Poz3	SIN INFORMACIÓN	EN USO
4	1030198	1052056	SESQUILÉ	NUESCUATA	CUNDINAMARCA	Embalse Tomine	Poz4	SIN INFORMACIÓN	EN USO
5	1027792	1050559	SESQUILÉ	BOITA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Media	Poz5	SIN INFORMACIÓN	EN USO
6	1026981	1050766	SUESCA	PALMIRA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Media	Poz6	SIN INFORMACIÓN	EN USO
7	1026575	1048609	SESQUILÉ	BOITA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Media	Poz10	SIN INFORMACIÓN	EN USO
8	1026560	1049799	SUESCA	PALMIRA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Media	Poz7	SIN INFORMACIÓN	EN USO
9	1026130	1050036	SUESCA	PALMIRA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Media	Poz8	SIN INFORMACIÓN	EN USO
10	1026016	1050009	SUESCA	PALMIRA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Media	Poz9	SIN INFORMACIÓN	EN USO
11	1025607	1048957	SESQUILÉ	BOITA	CUNDINAMARCA	Rio Bogotá Media	Poz11	SIN INFORMACIÓN	EN USO
12	1024923	1049593	SUESCA	PALMIRA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Media	Poz12	SIN INFORMACIÓN	EN USO
13	1024047	1048660	GACHANCIPÁ	SAN JOSE	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Media	Poz13	SIN INFORMACIÓN	EN USO
14	1023446	1048607	GACHANCIPÁ	SAN JOSE	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Media	Poz14	SIN INFORMACIÓN	EN USO
15	1023283	1049522	GACHANCIPÁ	SAN JOSE	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Media	Poz15	SIN INFORMACIÓN	EN USO
16	1023116	1049389	GACHANCIPÁ	SAN JOSE	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Media	Poz16	SIN INFORMACIÓN	EN USO
17	1023066	1048862	GACHANCIPÁ	SAN JOSE	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Media	Poz17	SIN INFORMACIÓN	EN USO
18	1022855	1048343	GACHANCIPÁ	SAN JOSE	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Media	Poz18	SIN INFORMACIÓN	EN USO
19	1022754	1048713	GACHANCIPÁ	SAN JOSE	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Media	Poz20	SIN INFORMACIÓN	EN USO
20	1022739	1048491	GACHANCIPÁ	SAN JOSE	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Media	Poz19	SIN INFORMACIÓN	EN USO
21	1022706	1048809	GACHANCIPÁ	SAN JOSE	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Media	Poz21	SIN INFORMACIÓN	EN USO

NO	COOR_X	COOR_Y	MUNICIPIO	VEREDA	DEPTO	CUENCA	NOMBRE	USO_PUNTO	CONDI_PUNTO
22	1016477	1051489	NEMOCÓN	AGUA CLARA	CUNDINAMARCA	Rio Checua	Poz22	SIN INFORMACIÓN	EN USO
23	1016090	1051880	COGUA	MORTIÑO	CUNDINAMARCA	Embalse Neusa	Poz23	SIN INFORMACIÓN	EN USO
24	1015783	1052124	COGUA	MORTIÑO	CUNDINAMARCA	Embalse Neusa	Poz24	SIN INFORMACIÓN	EN USO
25	1014492	1051218	COGUA	MORTIÑO	CUNDINAMARCA	Embalse Neusa	Poz25	SIN INFORMACIÓN	EN USO
26	1014106	1050077	COGUA	MORTIÑO	CUNDINAMARCA	Rio Checua	Poz27	SIN INFORMACIÓN	EN USO
27	1014087	1050155	COGUA	MORTIÑO	CUNDINAMARCA	Embalse Neusa	Poz26	SIN INFORMACIÓN	EN USO
28	1014067	1050148	COGUA	MORTIÑO	CUNDINAMARCA	Embalse Neusa	Poz28	SIN INFORMACIÓN	EN USO
29	1013640	1051368	COGUA	MORTIÑO	CUNDINAMARCA	Embalse Neusa	Poz29	SIN INFORMACIÓN	EN USO
30	1013498	1051539	COGUA	RINCON SANTO	CUNDINAMARCA	Embalse Neusa	Poz30	SIN INFORMACIÓN	EN USO
31	1013245	1051027	COGUA	RINCON SANTO	CUNDINAMARCA	Rio Checua Parte Baja	Poz31	SIN INFORMACIÓN	EN USO
32	989104	1022386	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz73	SIN INFORMACIÓN	EN USO
33	988976	1022505	TENJO	JACALITO	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz72	SIN INFORMACIÓN	EN USO
34	988959	1022173	TENJO	JACALITO	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz74	SIN INFORMACIÓN	EN USO
35	988872	1021954	TENJO	JACALITO	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz75	SIN INFORMACIÓN	EN USO
36	988806	1022962	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz64	SIN INFORMACIÓN	EN USO
37	988641	1022840	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz65	SIN INFORMACIÓN	EN USO
38	988624	1022787	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz67	SIN INFORMACIÓN	EN USO
39	988622	1022800	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz66	SIN INFORMACIÓN	EN USO
40	988563	1022194	TENJO	JACALITO	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz71	SIN INFORMACIÓN	EN USO
41	988454	1022962	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz63	SIN INFORMACIÓN	EN USO
42	988301	1022608	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz68	SIN INFORMACIÓN	EN USO
43	988159	1024035	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz48	SIN INFORMACIÓN	EN USO

CAPITULO 3.2.7 HIDROGEOLOGÍA

Proyecto UPME-03-2010

Diciembre 2016

NO	COOR_X	COOR_Y	MUNICIPIO	VEREDA	DEPTO	CUENCA	NOMBRE	USO_PUNTO	CONDI_PUNTO
44	987962	1024066	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz47	SIN INFORMACIÓN	EN USO
45	987934	1023864	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz49	SIN INFORMACIÓN	EN USO
46	987914	1023627	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz50	SIN INFORMACIÓN	EN USO
47	987902	1022476	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz70	SIN INFORMACIÓN	EN USO
48	987898	1022491	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz69	SIN INFORMACIÓN	EN USO
49	987753	1023622	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz51	SIN INFORMACIÓN	EN USO
50	987703	1024121	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz46	SIN INFORMACIÓN	EN USO
51	987701	1023426	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz61	SIN INFORMACIÓN	EN USO
52	987475	1023452	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz60	SIN INFORMACIÓN	EN USO
53	987463	1022867	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz62	SIN INFORMACIÓN	EN USO
54	987411	1023658	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz52	SIN INFORMACIÓN	EN USO
55	987310	1024520	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz37	SIN INFORMACIÓN	EN USO
56	987159	1024038	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz45	SIN INFORMACIÓN	EN USO
57	987152	1024054	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz44	SIN INFORMACIÓN	EN USO
58	987116	1024723	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz34	SIN INFORMACIÓN	EN USO
59	987100	1024511	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz36	SIN INFORMACIÓN	EN USO
60	987078	1023533	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz53	SIN INFORMACIÓN	EN USO
61	987017	1024754	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz33	SIN INFORMACIÓN	EN USO
62	986968	1023362	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz59	SIN INFORMACIÓN	EN USO
63	986943	1024354	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz41	SIN INFORMACIÓN	EN USO
64	986929	1024371	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz39	SIN INFORMACIÓN	EN USO
65	986925	1024364	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz40	SIN INFORMACIÓN	EN USO

CAPITULO 3.2.7 HIDROGEOLOGÍA

Proyecto UPME-03-2010

Diciembre 2016

NO	COOR_X	COOR_Y	MUNICIPIO	VEREDA	DEPTO	CUENCA	NOMBRE	USO_PUNTO	CONDI_PUNT
66	986920	1024381	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz38	SIN INFORMACIÓN	EN USO
67	986892	1024008	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz43	SIN INFORMACIÓN	EN USO
68	986888	1024634	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz35	SIN INFORMACIÓN	EN USO
69	986807	1023470	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz58	SIN INFORMACIÓN	EN USO
70	986699	1023560	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz57	SIN INFORMACIÓN	EN USO
71	986693	1023797	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz54	SIN INFORMACIÓN	EN USO
72	986676	1026932	MADRID	VALLE DEL ABRA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz32	SIN INFORMACIÓN	EN USO
73	986615	1024114	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz42	SIN INFORMACIÓN	EN USO
74	986430	1023749	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz55	SIN INFORMACIÓN	EN USO
75	986395	1023676	TENJO	CARRASQUILLA	CUNDINAMARCA	Rio Bogota Baja	Poz56	SIN INFORMACIÓN	EN USO

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.

➤ Manantiales

El inventario de manantiales permite asegurar que la localización de los sitios de torres e infraestructura asociada del proyecto cumpla con el retiro obligatorio de los cuerpos de agua de establecido por la normatividad vigente, tanto en la elaboración del EIA como en los ajustes de la información adicional requeridos por la ANLA, se realizó la exploración y reconocimiento del territorio evidenciando que algunos de los manantiales identificados y relacionados en las siguientes tablas se encontraban a menos de 100m de algunos sitios de torre, por lo cual fue necesaria la reubicación de las estructuras como se muestra en las figuras a continuación.

Tabla 3-6 Inventario de manantiales Vs Sitios de Torre en el Tramo Norte - Bacatá

Ubicación sitio de torre inicial			Ubicación manantiales identificados				Ubicación final de sitios de torre			
ID	ESTE	NORTE	ID	ESTE	NORTE	Dist (m)	Reubicación	Torre final	ESTE	NORTE
2N	1022764	1049324	Man78	1022609	1049318	150	No	-	-	-
2A	1022481	1049468	Man79	1022497	1049291	190	Si	2AN	1022401	1049509
			Man80	1022436	1049400	80				
4	1021702	1049895	Man81	1021710	1049908	16	Si	4NN	1021564	1049973
			Man82	1021658	1049887	47				
			Man83	1021734	1049820	85				
64	1001024	1043632	Man85	1001054	1043698	75	Si	64N	1000993	1043614
79	997021	1039201	Man84	996916	1039247	110	No	-	-	-

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.

Tabla 3-7 Inventario de manantiales Vs Sitios de Torre en el Tramo Chivor II - Norte

Ubicación sitio de torre inicial			Ubicación manantiales identificados				Ubicación final de sitios de torre			
ID	ESTE	NORTE	ID	ESTE	NORTE	Dist (m)	Reubicación	Torre final	ESTE	NORTE
7	1097368	1028394	Man10	1097313	1028433	70	Si	7A	1097379	1028380
7A	1097103	1028728	Man11	1097046	1028702	80	Si	7AN	1097084	1028752
9	1096450	1029385	Man12	1085301	1043463	130	No	-	-	-
23	1094683	1038962	Man13	1093786	1039028	340	No	-	-	-
			Man14	1093815	1038418	450				
39	1086885	1043085	Man15	1087003	1043075	110	No	-	-	-
42	1085038	1043526	Man16	1085301	1043463	130	Si	T42N	1085128	1043504
45	1083966	1043959	Man17	1084119	1043937	140	Si	T45N	1083975	1043951
47	1082994	1044863	Man18	1082942	1044876	55	Si	T47N	1083028	1044901
48	1082842	1045004	Man19	1082788	1045125	130	No	-	-	-
51	1081907	1046181	Man20	1081937	1046264	84	Si	T51N	1081932	1046129
57	1079801	1048422	Man21	1079806	1048348	74	Si	T57N	1079796	1048451
			Man22	1079837	1048343	85				
			Man23	1079870	1048322	121				

Ubicación sitio de torre inicial			Ubicación manantiales identificados				Ubicación final de sitios de torre			
ID	ESTE	NORTE	ID	ESTE	NORTE	Dist (m)	Reubicación	Torre final	ESTE	NORTE
60	1078251	1049223	Man24	1078411	1049447	280	No	-	-	-
			Man25	1078284	1049376	160				
67	1074726	1050559	Man26	1074664	1050498	87	Si	T67N	1074770	1050573
			Man27	1074648	1050590	57				
			Man28	1074682	1050601	65				
			Man29	1050834	1050735	111				
72	1072566	1050774	Man30	1072425	1050831	150	No	-	-	-
			Man31	1067779	1050845	10				
81	1067788	1050837	Man31	1067779	1050845	10	Si	T81N	1067657	1050861
			Man32	1066557	1051083	245				
83	1066797	1051023	Man33	1066448	1051181	138	No	-	-	-
			Man34	1066207	1051155	107				
84	1066317	1051147	Man34	1066207	1051155	107	No	-	-	-
			Man35	1066184	1051281	190				
85N	1065880	1051260	Man36	1066075	1051353	225	No	-	-	-
			Man37	1065966	1051316	110				
87N	1065196	1051594	man38	1065283	1051529	90	Si	87NA	1065512	1051476
			Man39	1065252	1051518	88				
			Man40	1065223	1051525	65				
			Man41	1065060	1051352	390				
			Man42	1065281	10511520	240				
			Man43	1065159	1051598	35				
88	1064548	1052007	Man44	1064523	1051998	29	Si	88N	1065094	1051743
			Man45	1064592	1051973	35				
89	1064111	1052253	Man46	1064177	1052242	60	Si	89N	1068257	1050751
			Man47	1064188	1052249	70				
			Man48	1064061	1052311	80				
102	1057220	1054412	Man49	1057310	1054350	100	No	-	-	-
			Man50	1057363	1054420	136				
103	1056579	1054338	man51	1056711	1054403	143	No	-	-	-
			Man52	1056676	1054416	117				
104N	1056250	1054277	Man53	1056340	1054320	103	No	-	-	-
			Man54	1056367	1054308	130				
105	1055249	1054184	Man55	1055378	1054158	131	No	-	-	-
			Man56	1055382	1054206	132				
			Man57	1055420	1054264	181				
			Man58	1055466	1054400	308				
			Man59	1055550	1054319	324				
			Man60	1055307	1053915	278				
108N	1053688	1054137	Man61	1055091	1054200	167	Si	108NN	1064589	1052063
			Man62	1053560	1054155	147				
109	1053500	1053964	Man63	1053610	1054118	98	Si	109N	1053509	1053976
			Man64	1053595	1054048	128				
110N	1053404	1053841	Man65	1053454	1053881	65	Suprimida	-	-	-
			Man66	1053375	1053921	87				
			Man67	1053353	1053780	35				
112	1052534	1053035	Man68	1053530	1053871	110	No	-	-	-
			Man69	1052428	1053064	110				
116N	1049185	1054142	Man70	1049276	1054051	128	No	-	-	-
			Man71	1049239	1053949	201				
			Man72	1049293	1053975	199				
122N	1047395	1054919	Man73	1047422	1054828	97	No	-	-	-

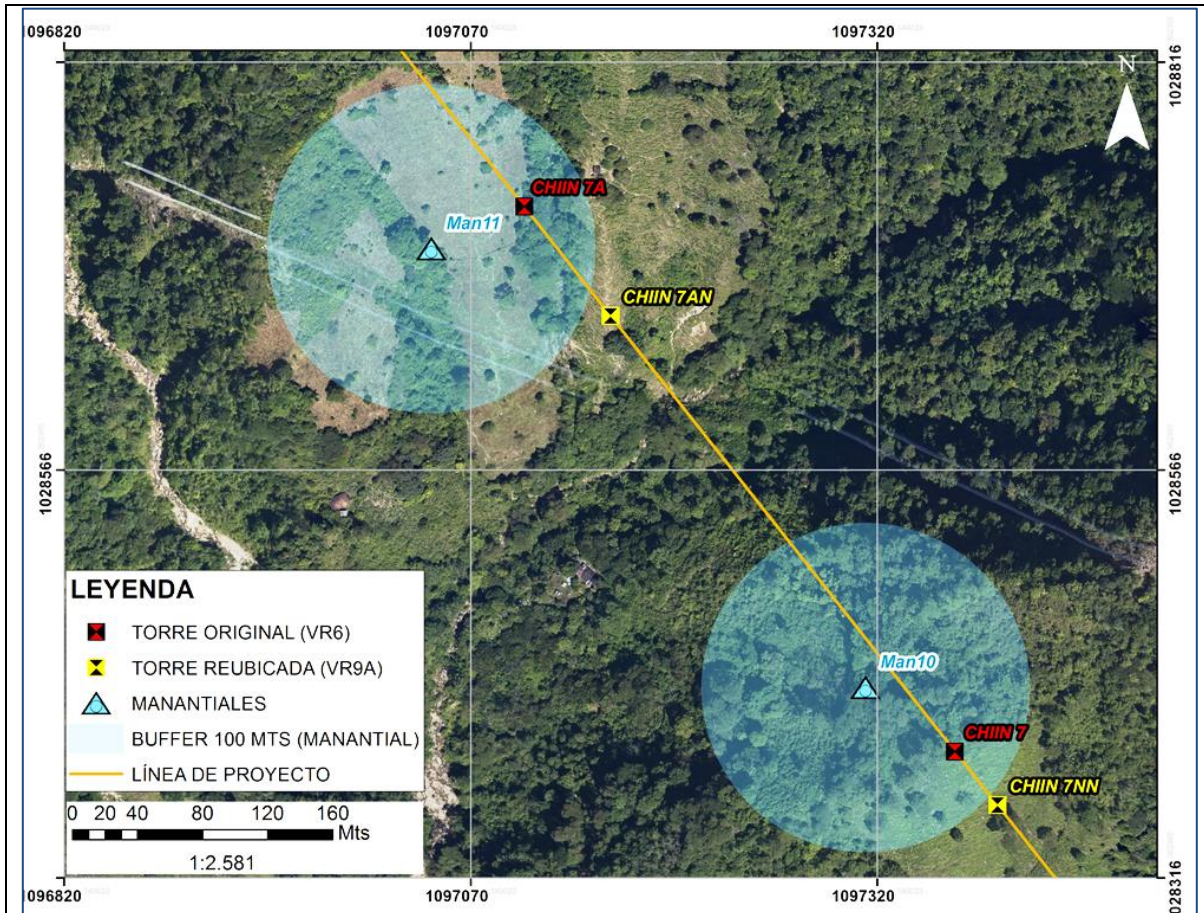
Ubicación sitio de torre inicial			Ubicación manantiales identificados				Ubicación final de sitios de torre			
ID	ESTE	NORTE	ID	ESTE	NORTE	Dist (m)	Reubicación	Torre final	ESTE	NORTE
129	1045432	1056216	Man74	1045477	1056176	70	Si	T129N	1045402	1056230
136	1042259	1056716	Man75	1041994	1056711	270	No	-	-	-
			Man76	1041977	1056728	255				
			Man77	1041939	1056666	230				

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.

Tabla 3-8 Inventario de manantiales Vs Sitios de Torre en el Tramo Conexión con PEL

Ubicación sitio de torre inicial			Ubicación manantiales identificados				Ubicación final de sitios de torre			
ID	ESTE	NORTE	ID	ESTE	NORTE	Dist (m)	Reubicación	Torre final	ESTE	NORTE
15A	1099671	1028092	Man1	1099607	1028114	65	No	Torre existente Línea de transmisión PEL 230 kV		
T6A	1098624	1026291	Man2	1098699	1026385	123	No	-	-	-
T5	1098662	1026204	Man3	1098738	1026280	110	No	-	-	-
			Man4	1098536	1026111	154				
6	1098861	1026399	Man5	1098981	1026398	111	No	-	-	-
			Man6	1098958	1026364	105				
			Man7	1098904	1026284	126				
			Man8	1098862	1026279	124				
			Man9	1098757	1026318	130				

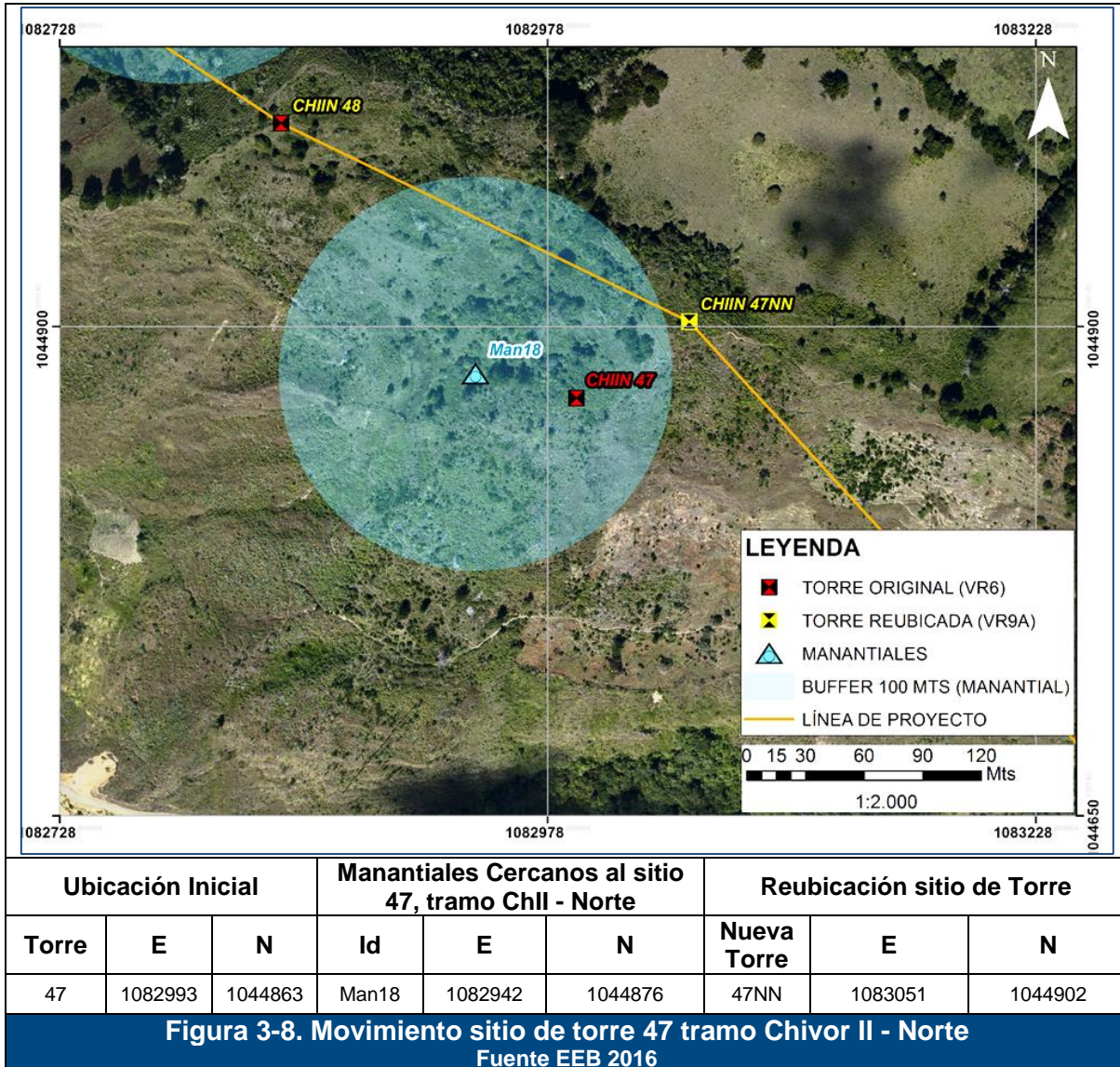
Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016.

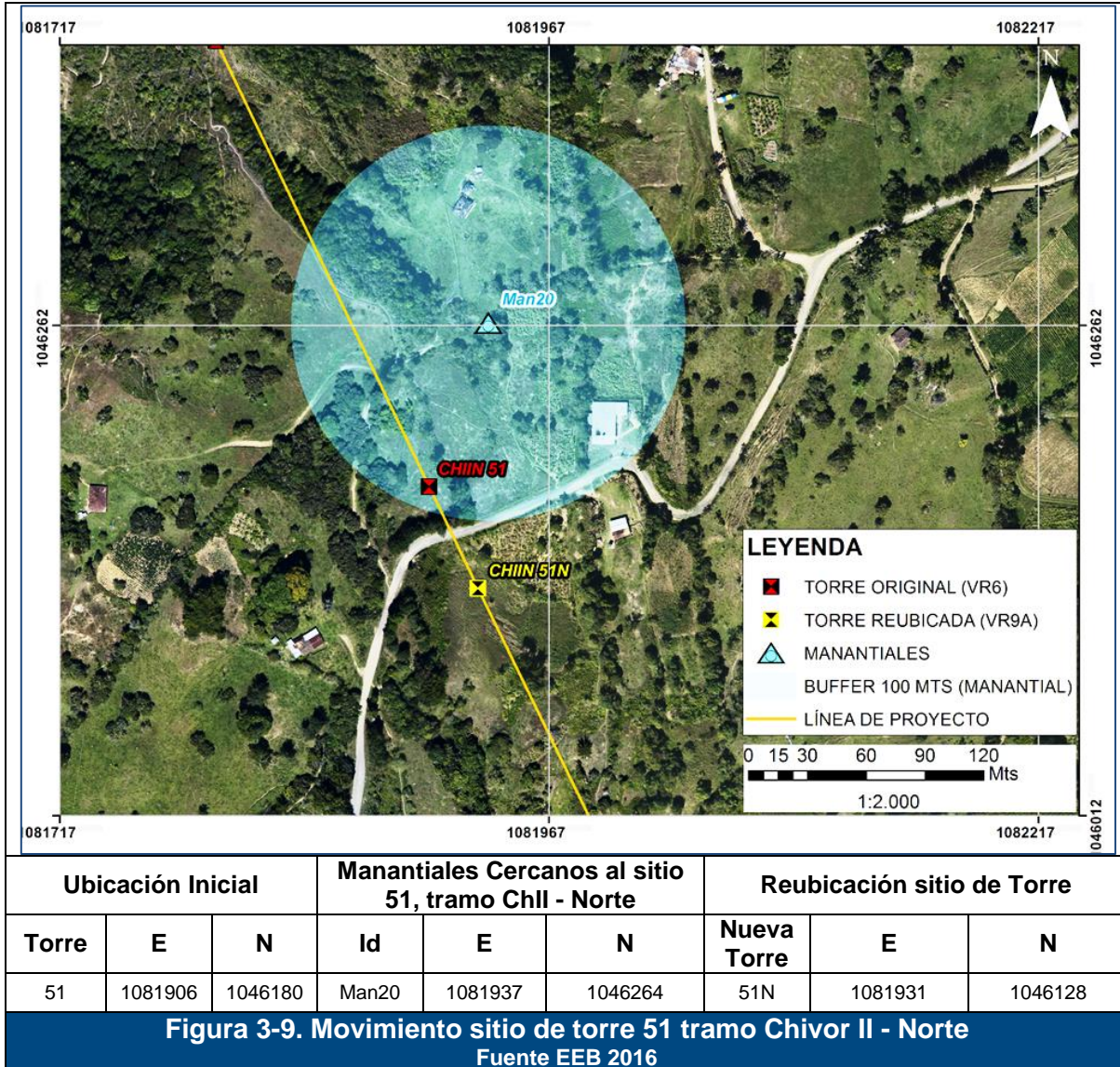


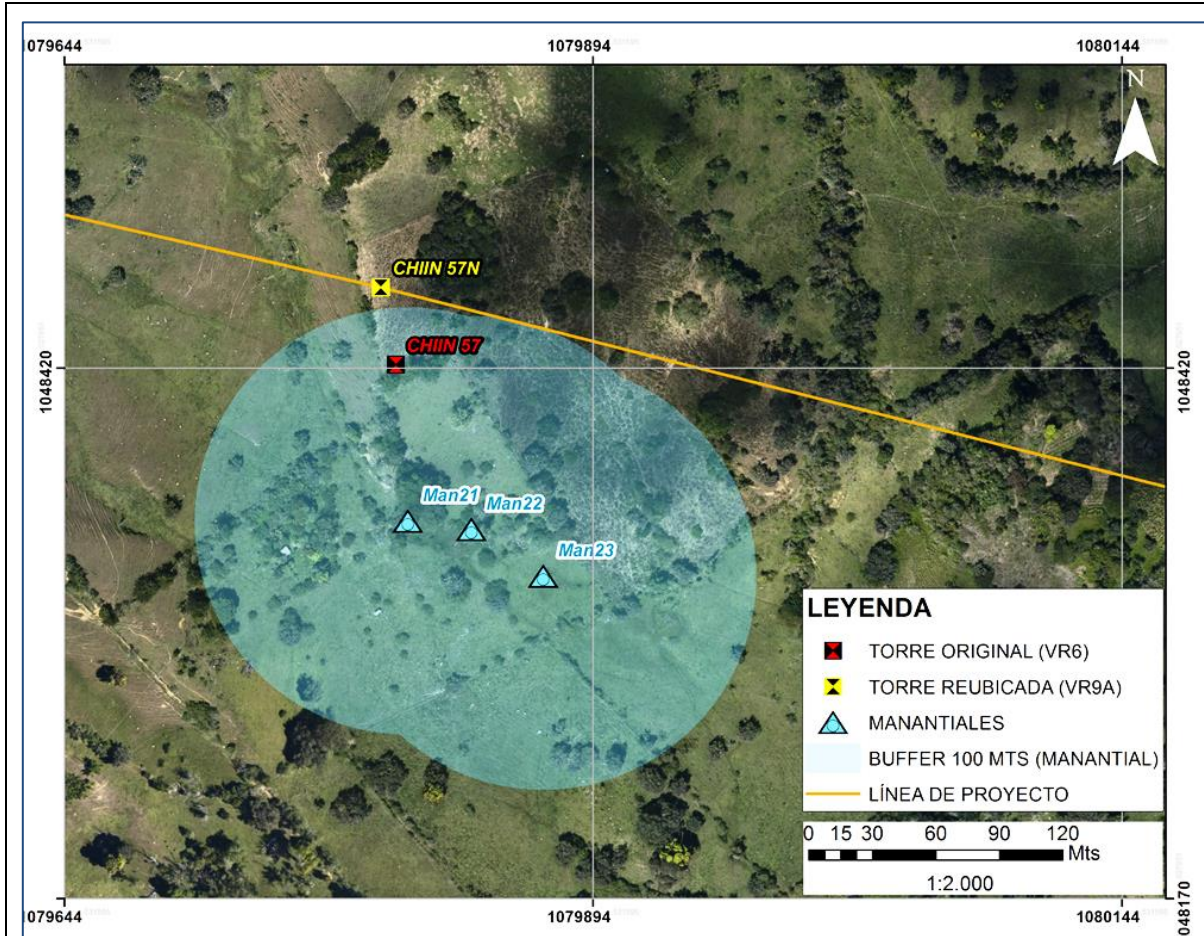
Ubicación Inicial			Manantiales Cercanos al sitio T7 y 7A, tramo Chilí -Norte			Reubicación sitio de Torre		
Torre	E	N	Id	E	N	Nueva Torre	E	N
7	1097367	1028393	Man10	1097313	1028433	7NN	1097394	1028360
7A	1097103	1028727	Man11	1097046	1028702	7AN	1097156	1028660

Figura 3-7 Movimiento sitio de torre 7 y 7A tramo Norte - Bacatá

Fuente EEB 2016



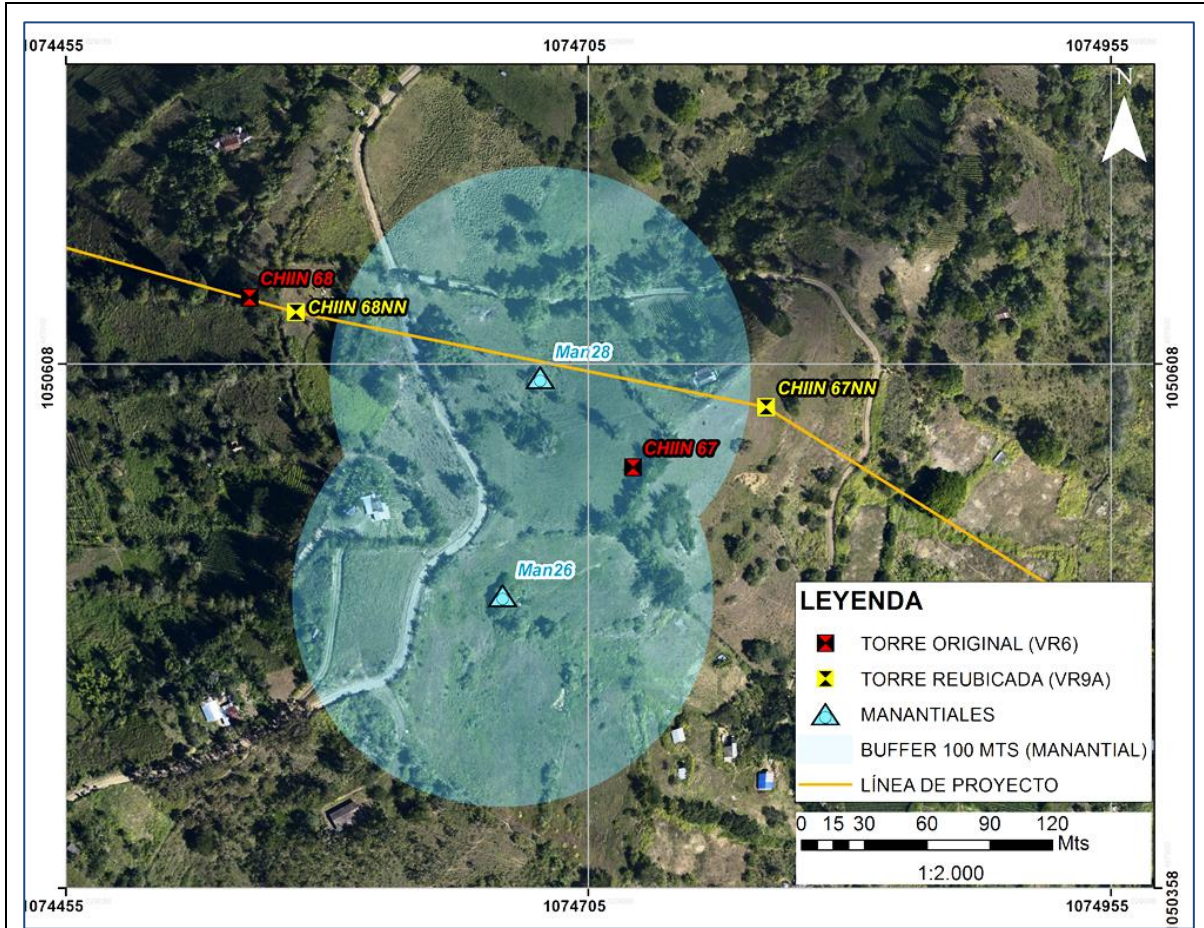




Ubicación Inicial			Manantiales Cercanos al sitio 57, tramo ChII - Norte			Reubicación sitio de Torre		
Torre	E	N	Id	E	N	Nueva Torre	E	N
57	1079801	1048421	Man21	1079807	1048348	57N	1079794	1048458
			Man22	1079837	1048344			
			Man23	1079871	1048322			

Figura 3-10. Movimiento sitio de torre 57 tramo Chivor II - Norte

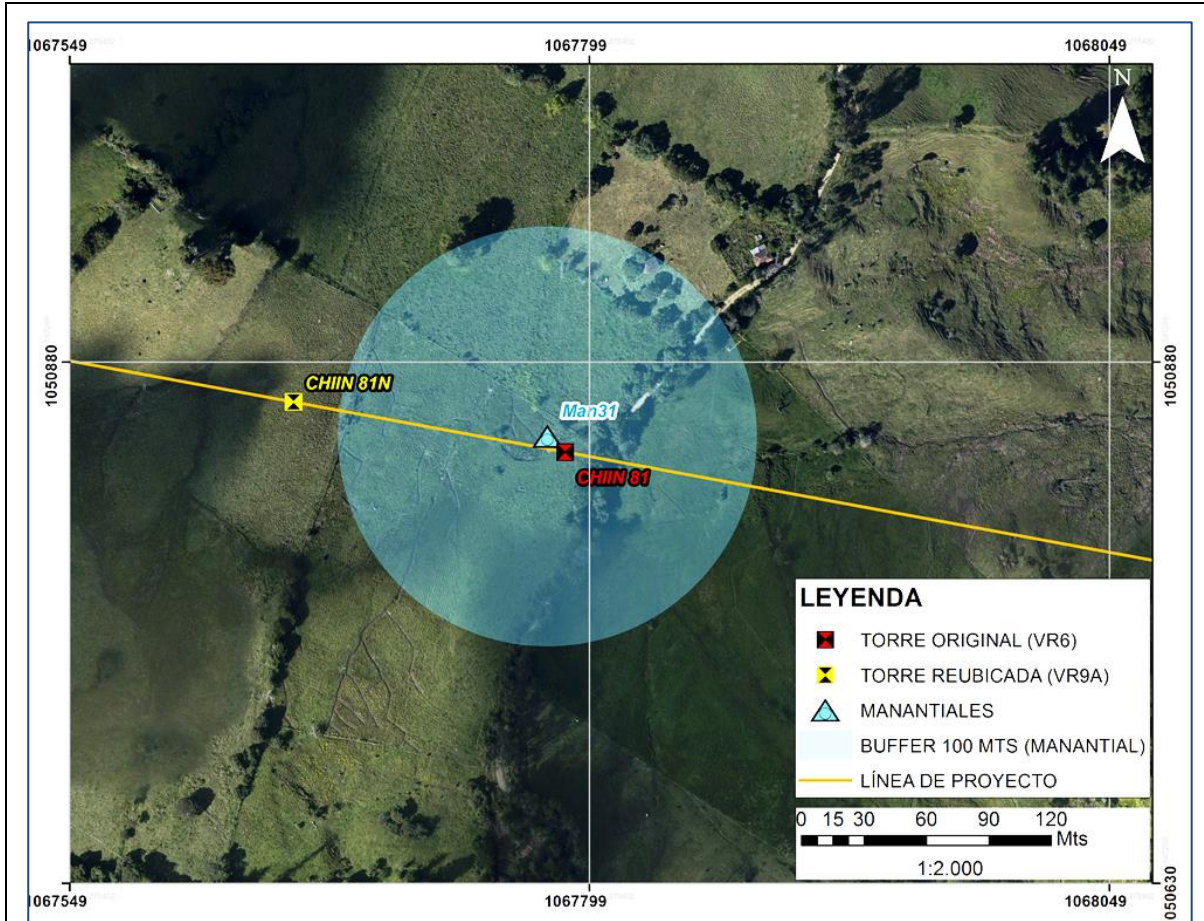
Fuente EEB 2016



Ubicación Inicial			Manantiales Cercanos al sitio 67 tramo Chll - Norte			Reubicación sitio de Torre		
Torre	E	N	Id	E	N	Nueva Torre	E	N
67	1074726	1050559	Man26	1074664	1050498	67NN	1074790	1050588
			Man28	1074682	1050602			

Figura 3-11. Movimiento sitio de torre 67 tramo Chivor II - Norte

Fuente EEB 2016



Ubicación Inicial			Manantiales Cercanos al sitio 81 tramo Chll - Norte			Reubicación sitio de Torre		
Torre	E	N	Id	E	N	Nueva Torre	E	N
81	1067787	1050837	Man31	1067779	1050845	81N	1067656	1050861

Figura 3-12. Movimiento sitio de torre 81 tramo Chivor II - Norte

Fuente EEB 2016

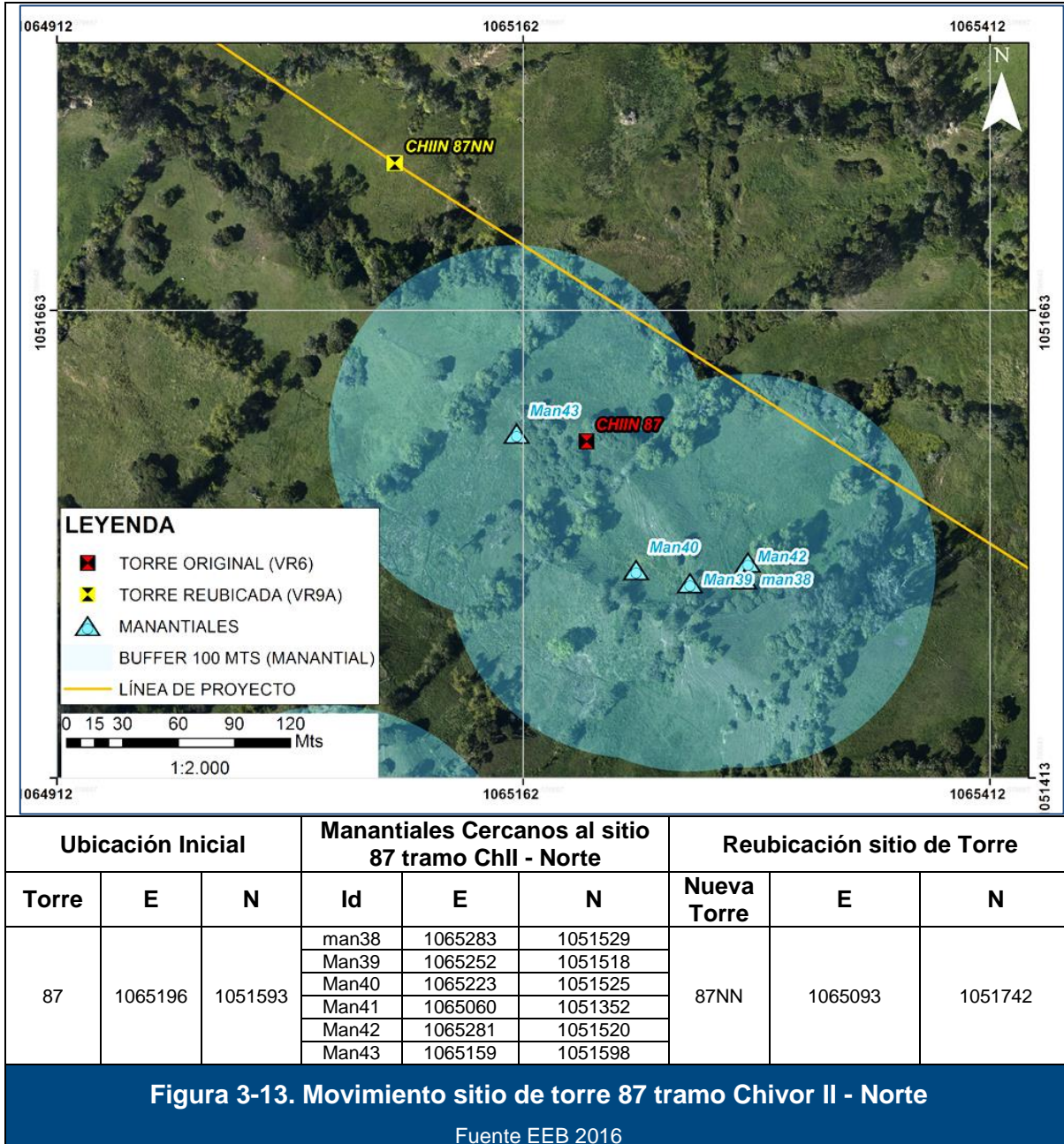
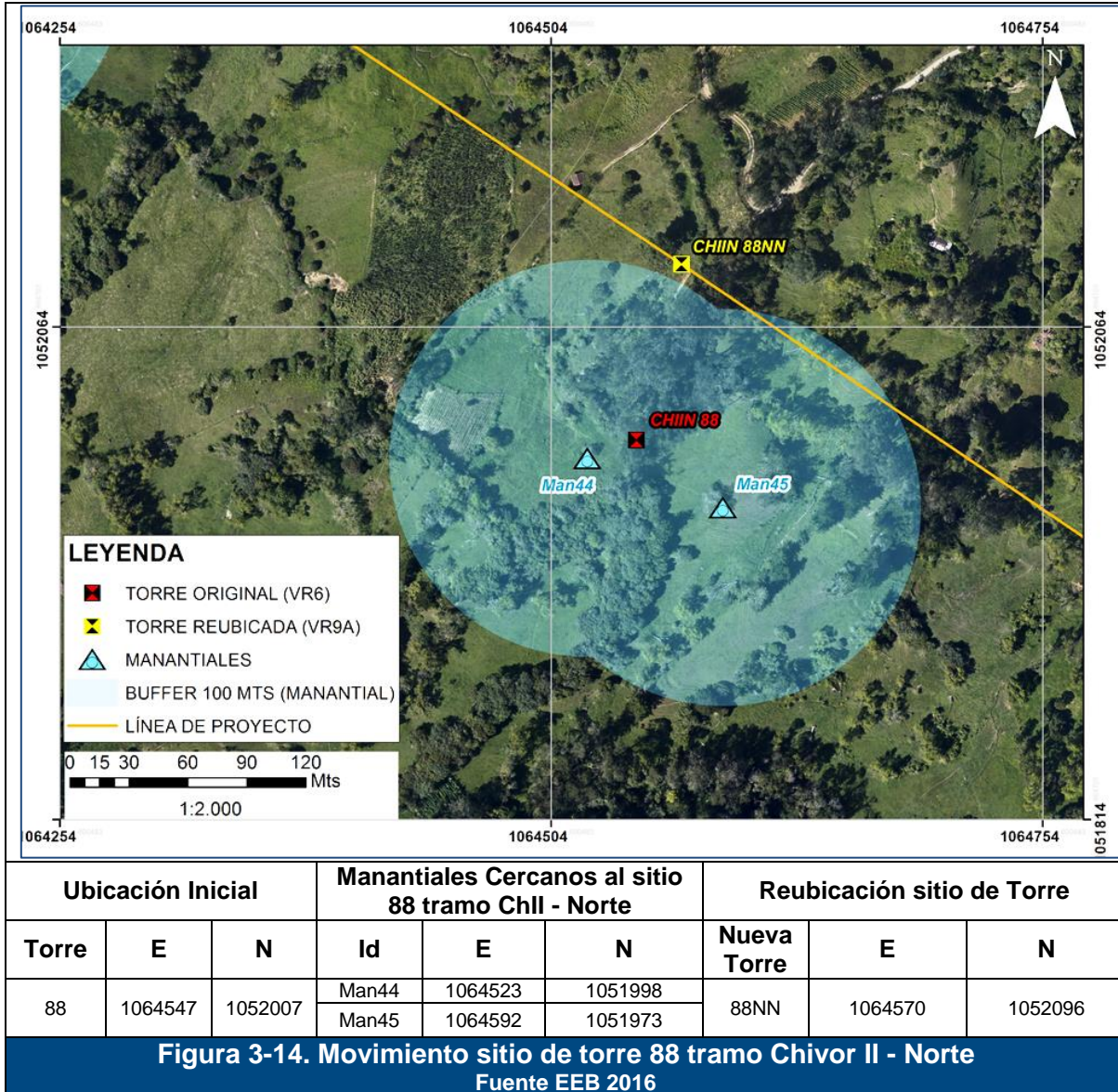
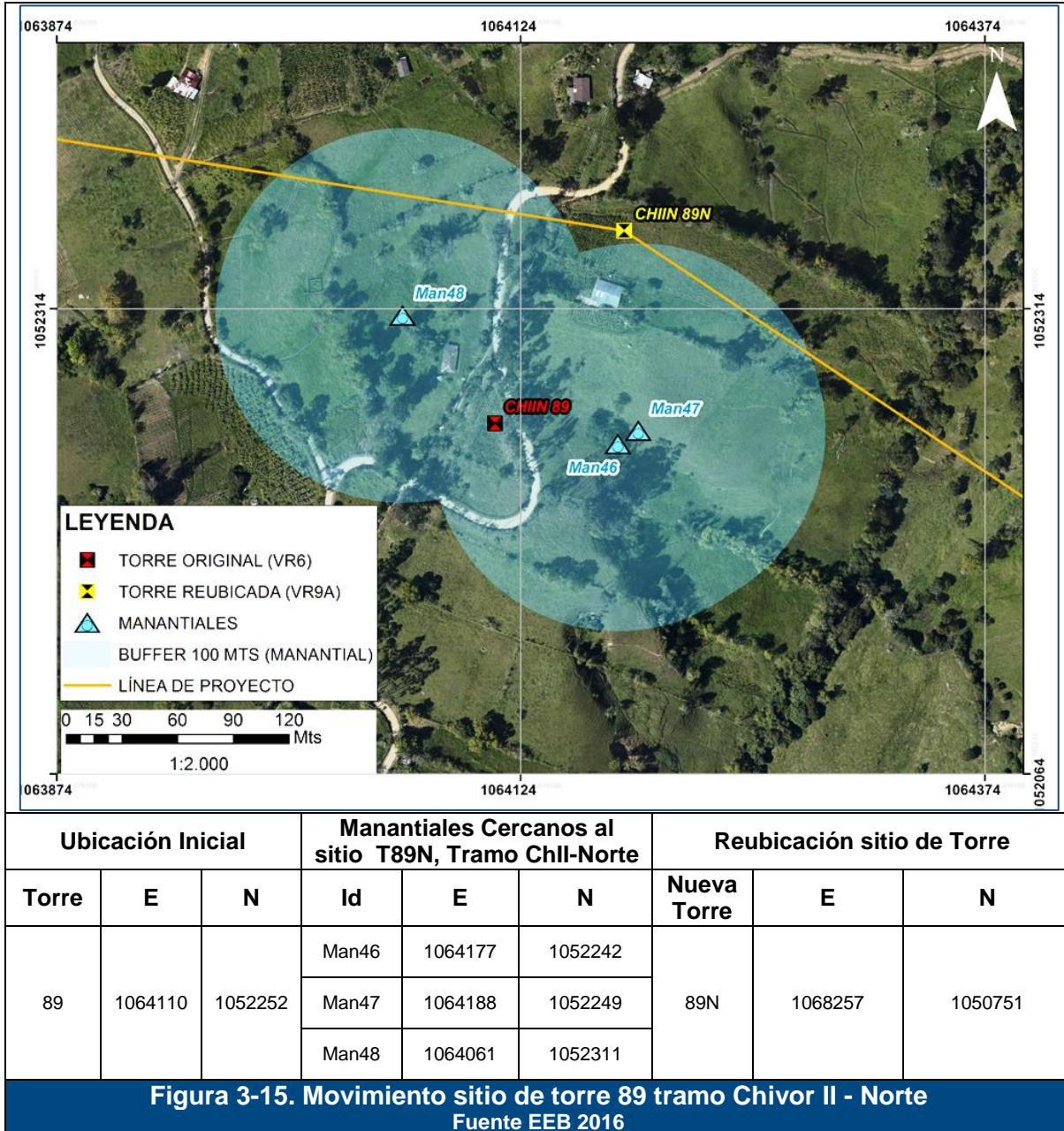
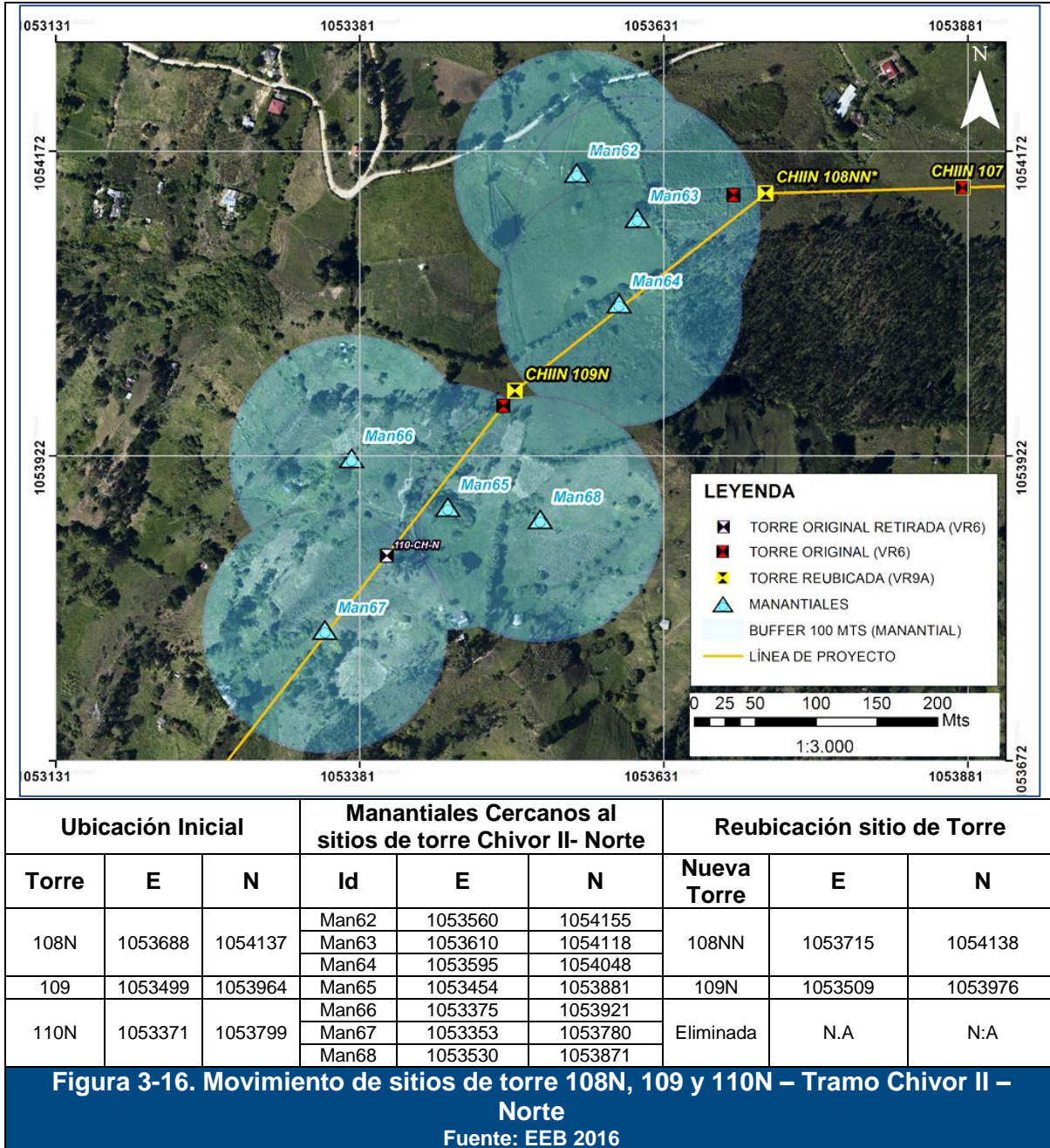


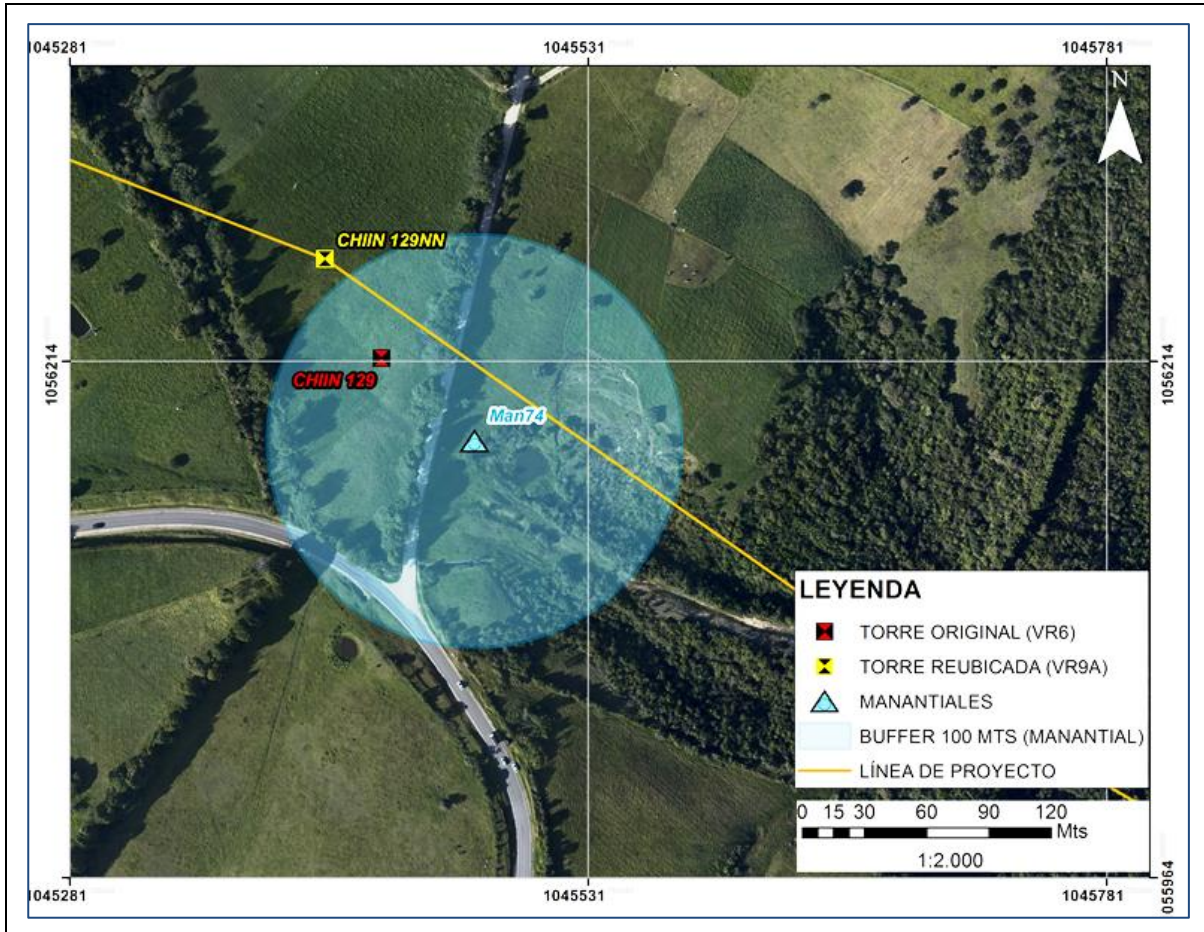
Figura 3-13. Movimiento sitio de torre 87 tramo Chivor II - Norte

Fuente EEB 2016





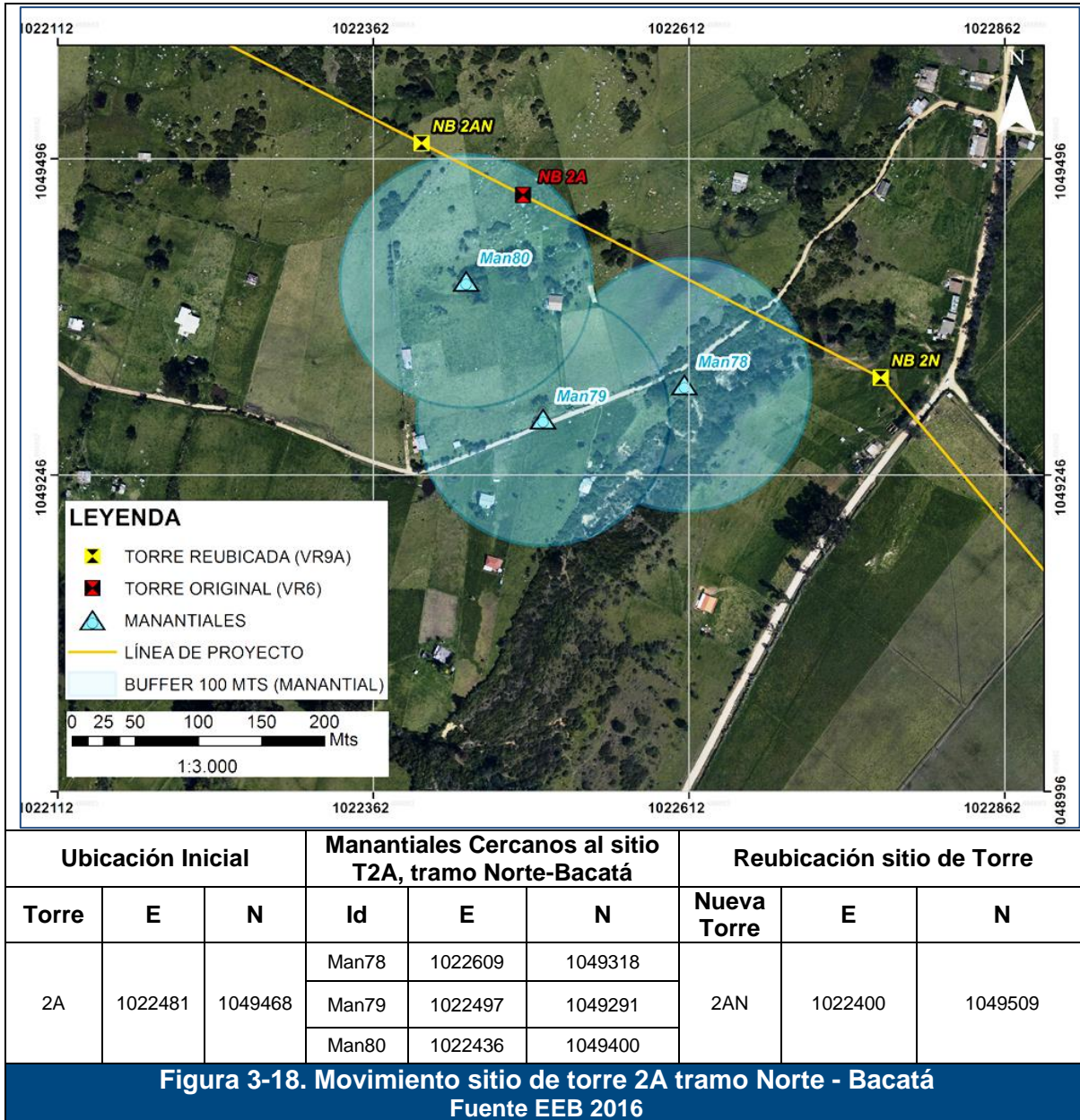


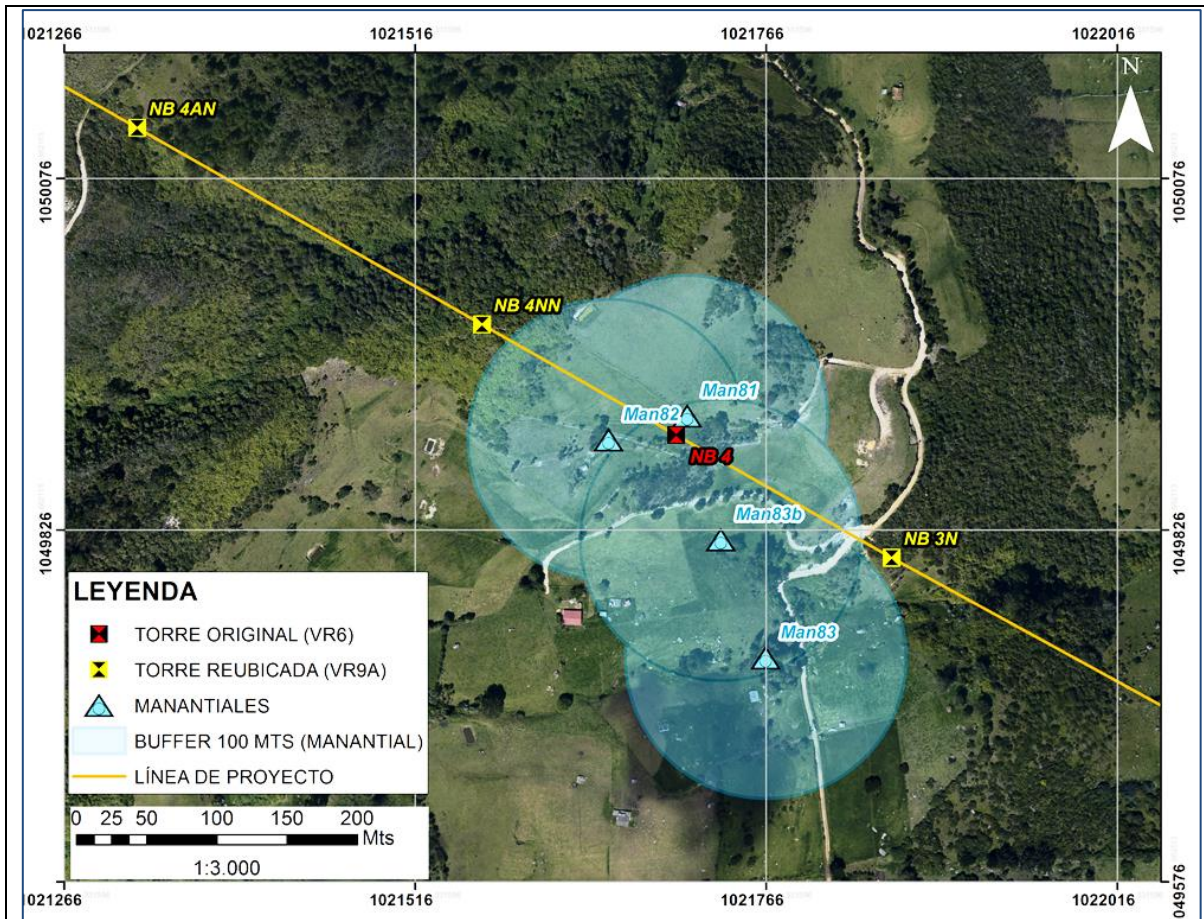


Ubicación Inicial			Manantiales Cercanos al sitio 129 tramo Chll - Norte			Reubicación sitio de Torre		
Torre	E	N	Id	E	N	Nueva Torre	E	N
129	1045432	1056216	Man74	1045477	1056176	129NN	1045404,88	1056264,03

Figura 3-17. Movimiento sitio de torre 129 tramo Chivor II - Norte

Fuente EEB 2016





Ubicación Inicial			Manantiales Cercanos al sitio T4, tramo Norte-Bacatá			Reubicación sitio de Torre		
Torre	E	N	Id	E	N	Nueva Torre	E	N
4	1021702	1049894	Man81	1021710	1049908	4NN	1021563	1049973
			Man82	1021658	1049887			
			Man83	1021766	1049736	4AN	1021318	1050112
			Man83b	1021734	1049820			

Figura 3-19. Movimiento sitio de torre 4 tramo Norte - Bacatá
Fuente EEB 2016

Ubicación Inicial			Manantiales Cercanos al sitio T64, tramo Norte-Bacatá			Reubicación sitio de Torre		
Torre	E	N	Id	E	N	Nueva Torre	E	N
64	1001024	1043632	Man85	1001054	1043698	64N	1000993	1043614

Figura 3-20. Movimiento sitio de torre 64 tramo Norte - Bacatá
Fuente EEB 2016

La información derivada de los puntos de agua subterránea configuran un insumo indispensable para determinar el comportamiento del agua subterránea en el área del proyecto, lo cual se ve reflejado en la construcción del modelo hidrogeológico conceptual

3.2.7.3. Modelo Hidrogeológico Conceptual

- **Zonas de recarga**

Se constituyen como las principales zonas de recarga las áreas de las Unidades Hidrogeológicas 1, 2 y 3, las cuales, debido a sus buenas características hidráulicas de porosidad, conductividad y transmisividad permiten la percolación de agua de precipitación. Así mismo, las unidades hidrogeológicas 4 a 13 que son altamente fracturadas, se constituyen en zonas de recarga, pero de menor importancia que las anteriores. Ver Figura 3-21, Figura 3-22, Figura 3-23, Figura 3-24 y Figura 3-25.

- **Zonas de descarga**

Por otra parte, los puntos o áreas de descarga se dividen en artificiales y naturales, los artificiales son aquellas obras en las cuales se tienen intervención humana, ya sea por medio de la construcción de pozos profundos, aljibes, excavaciones cortantes del nivel freático, manantiales intervenidos o en surgencias. En el grupo de los puntos naturales se tienen los manantiales no intervenidos con captaciones o excavaciones, descargas a los ríos, otras corrientes de aguas y sistemas lenticos, las surgencias estacionales que aportan aguas de manera temporal luego del periodo de lluvias y el aporte a cuencas subterráneas colindantes por flujo subhorizontal. La principal forma de descarga encontrada en el área de estudio es por medio de pozos, aljibes y manantiales intervenidos, que en el área son una fuente de abastecimiento común.

- **Dirección de flujo**

Las direcciones de flujo en el área de estudio están dominadas por el sentido de la topografía y la convergencia hacia las principales quebradas y ríos encontrados. Se observa que para los municipios de Santa María, Chocontá, Sesquilé, Nemocón, Tenjo y Madrid, la dirección de flujo tiene un sentido NS y para los municipios de Tibirita, Suesca, Zipaquirá y Subachoque la dirección de flujo presenta un sentido WE. La característica para los municipios de San Luis de Gaceno, Macanal, Garagoa, Tenza, Sutatenza, Cogua y Tabio, la dirección de flujo tiene un sentido SE, y para el municipio de Guateque la dirección de flujo tiene un sentido SW, finalmente para el municipio de Machetá se presenta una dirección de flujo hacia el NW.

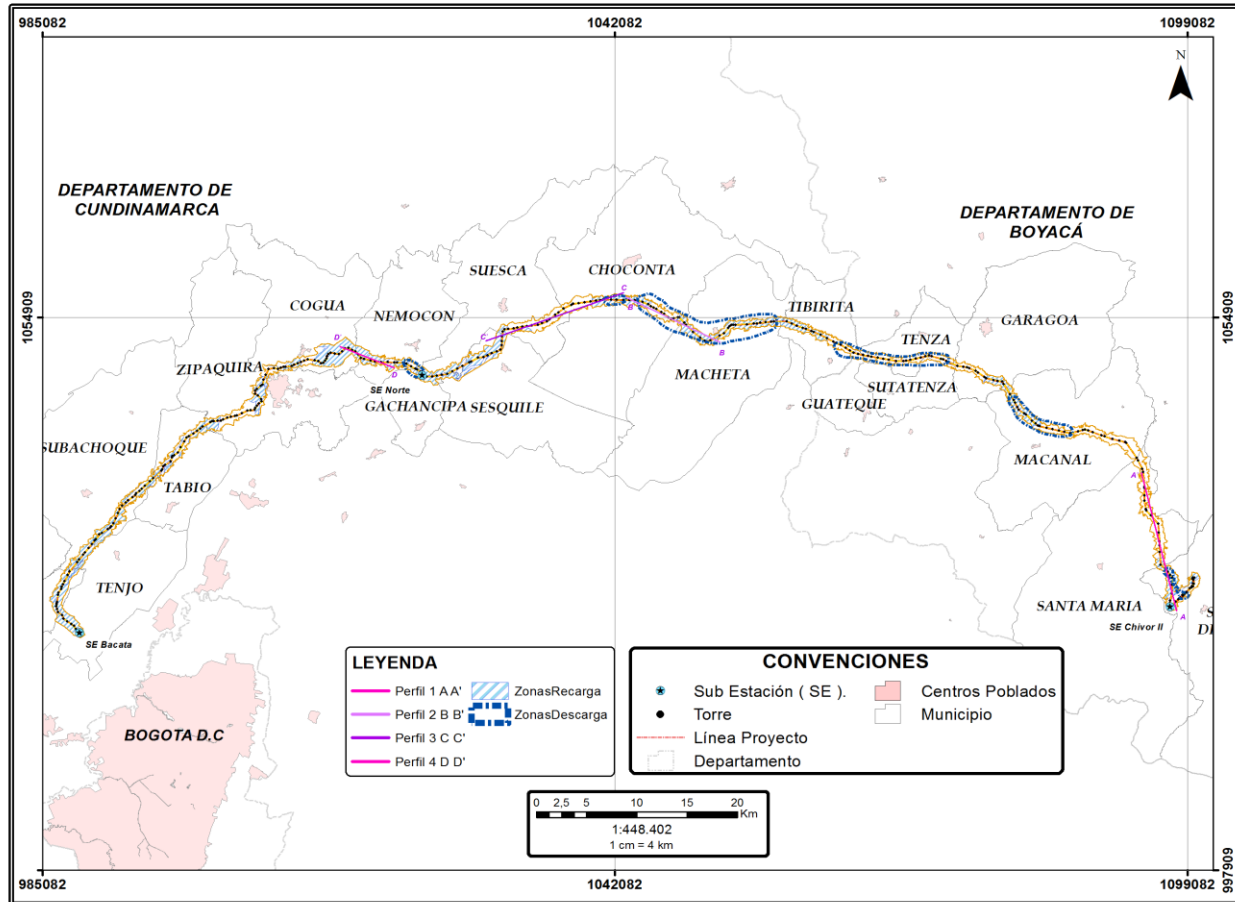


Figura 3-21 Modelo Hidrogeológico Conceptual
FUENTE: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

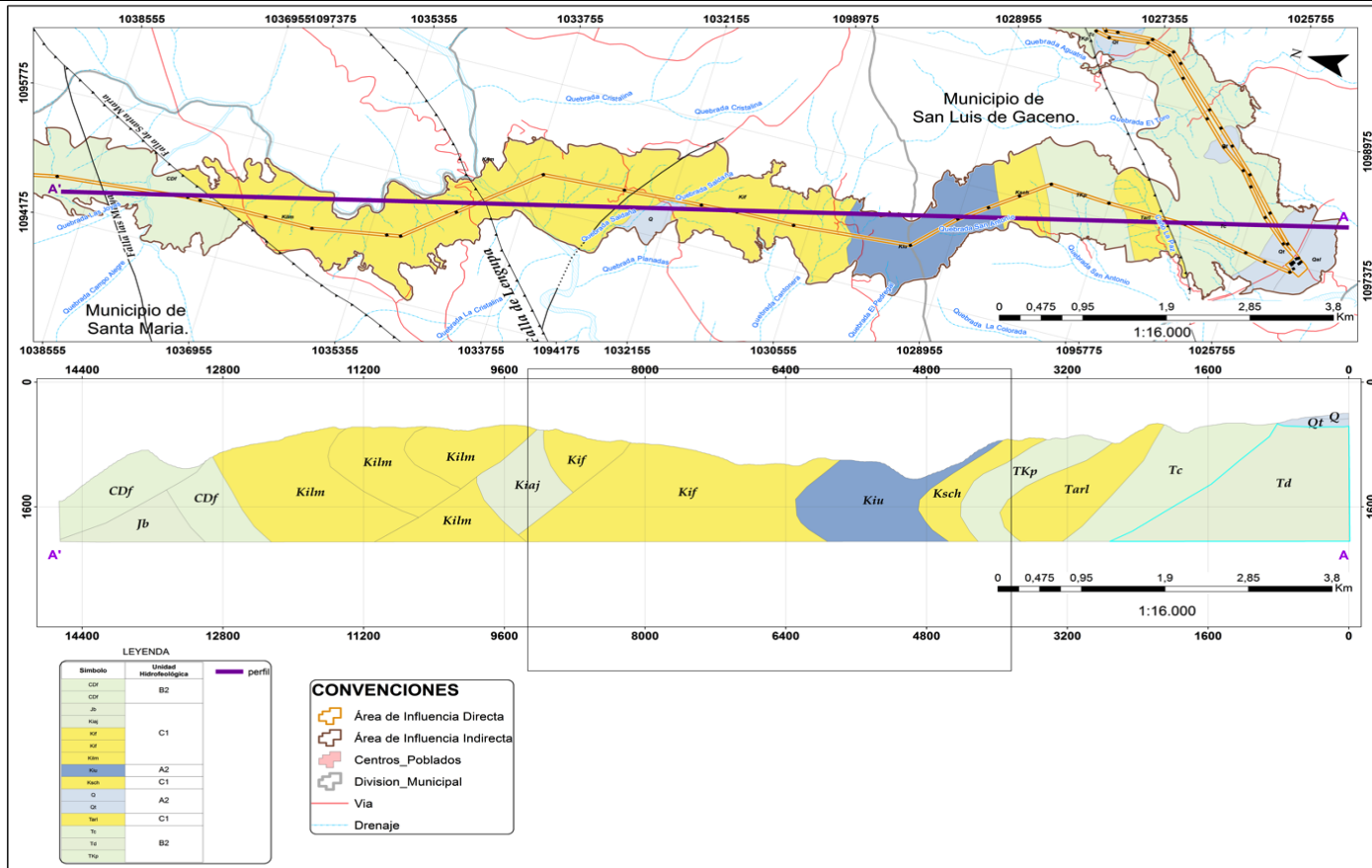


Figura 3-22 Perfil Hidrogeológico 1

FUENTE: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

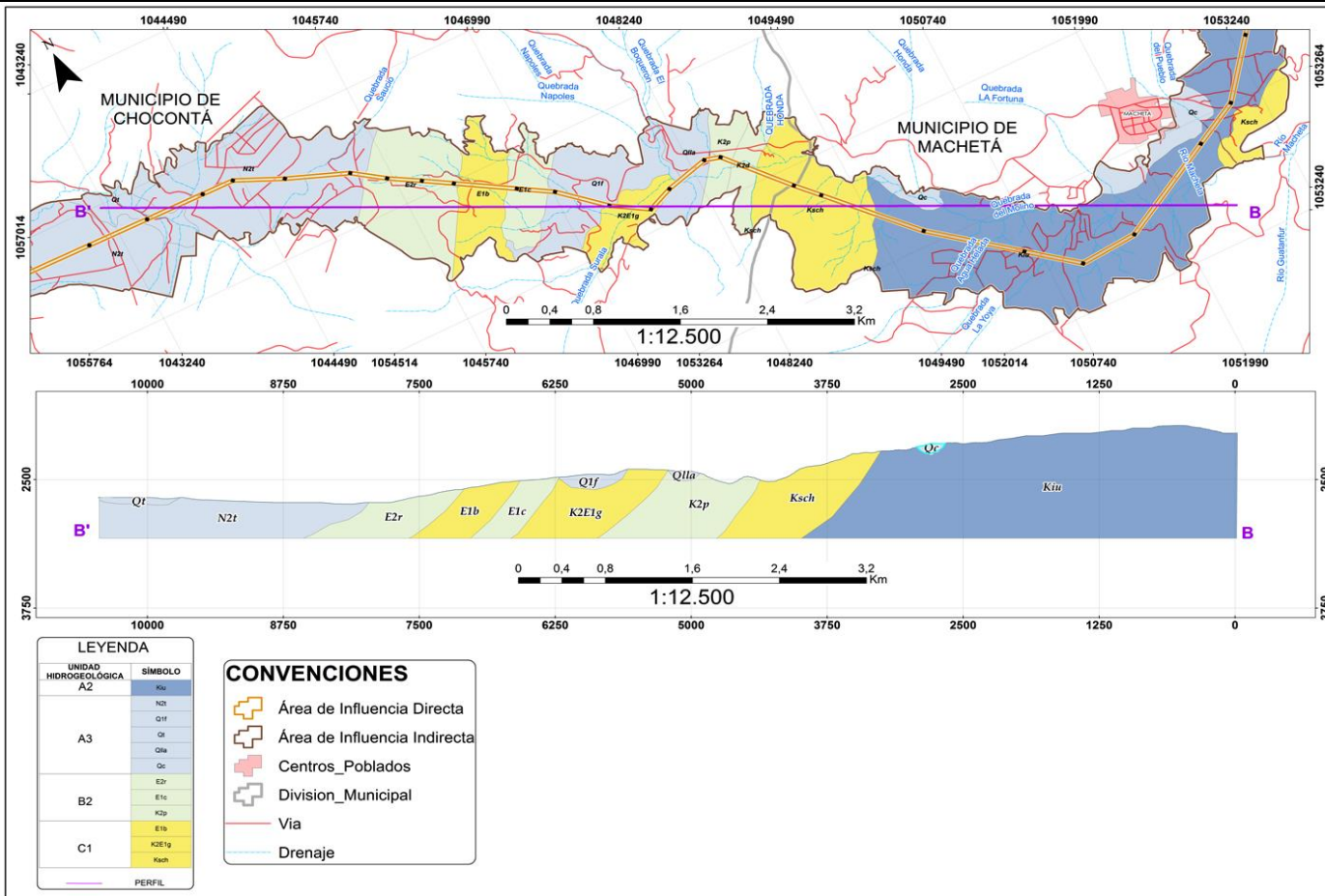


Figura 3-23 Perfil Hidrogeológico 2
FUENTE: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

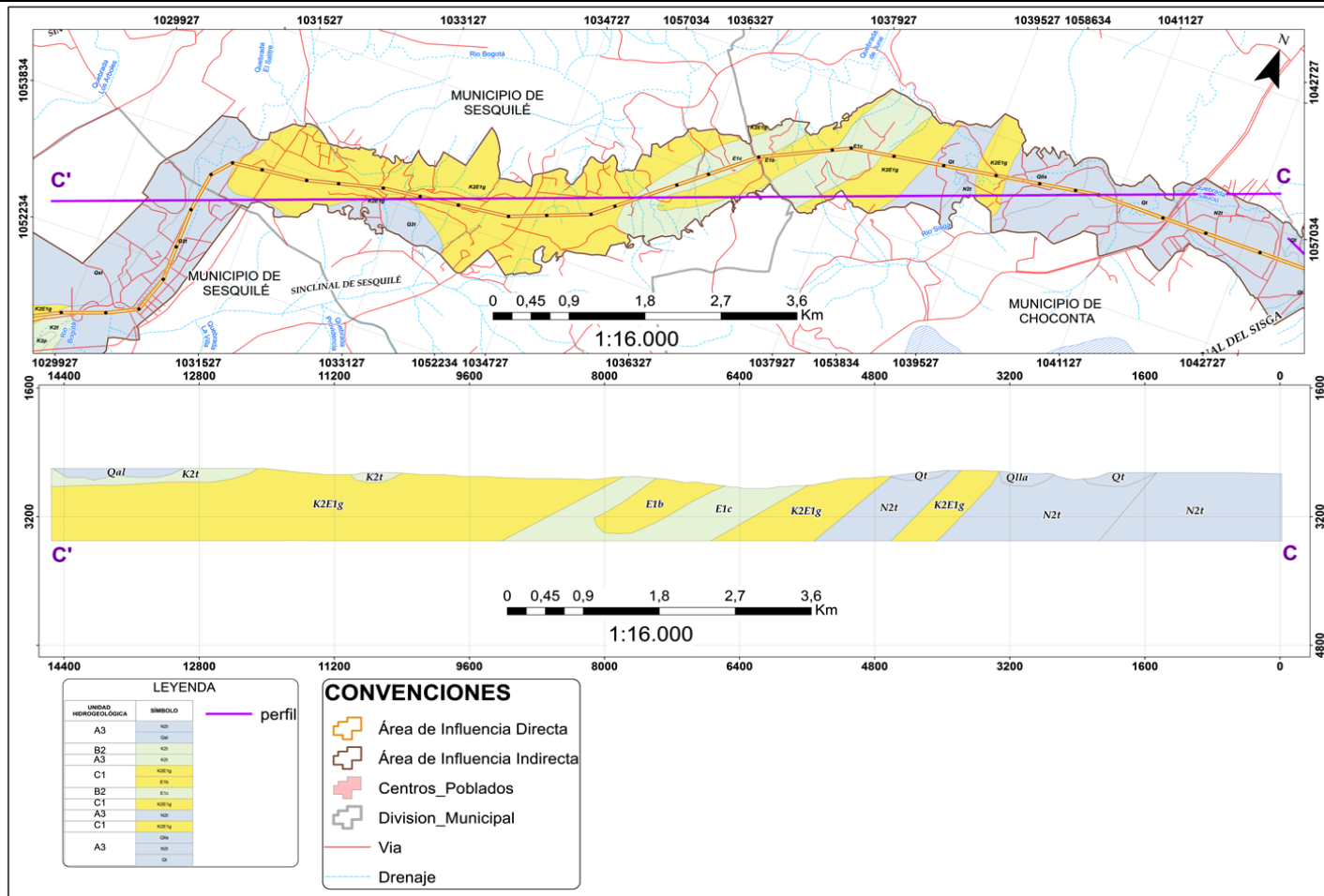


Figura 3-24 Perfil Hidrogeológico 3
 FUENTE: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

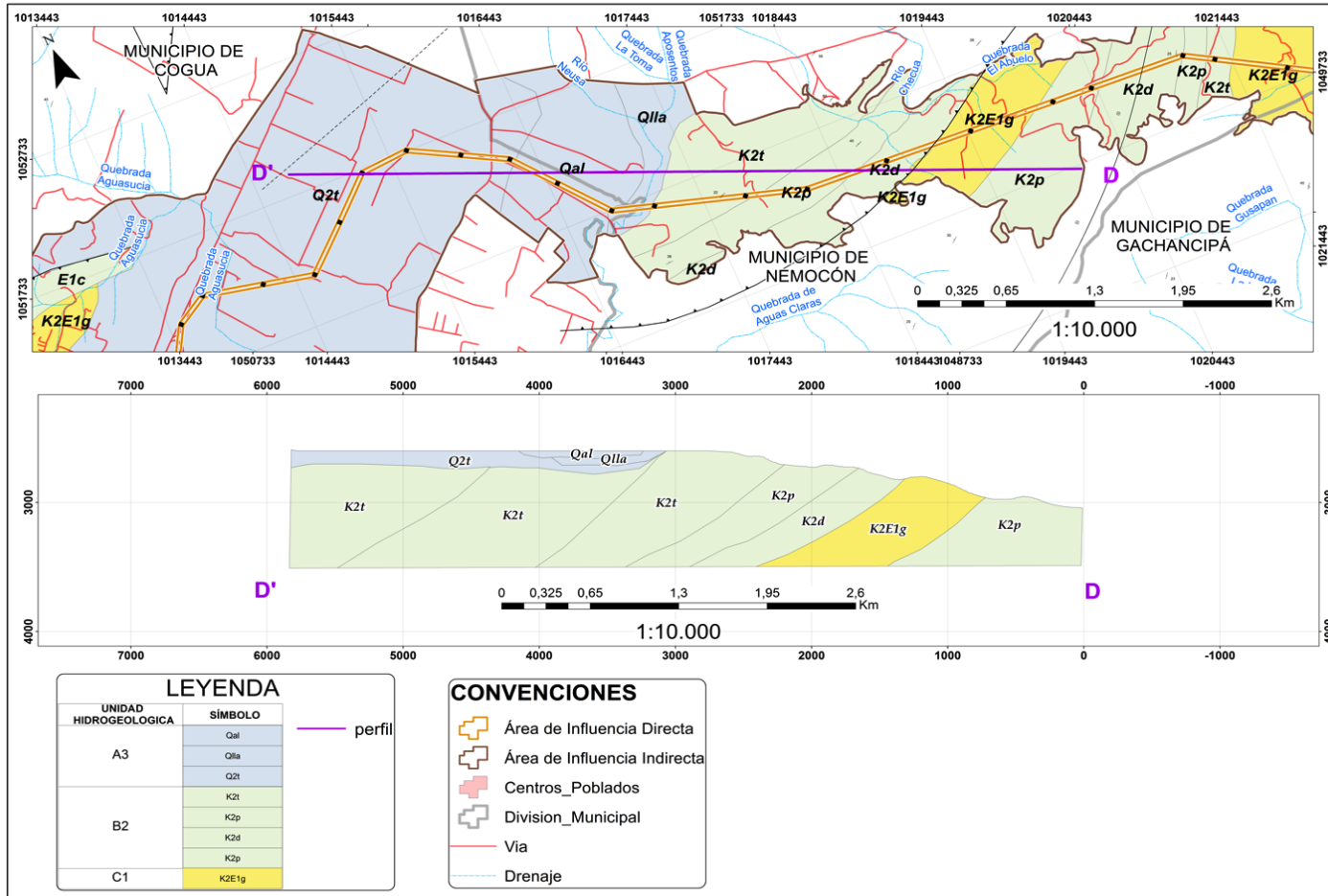


Figura 3-25 Perfil Hidrogeológico – 4
FUENTE: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

3.2.7.4. Vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos

Existen diferentes metodologías utilizadas, las cuales coinciden en determinar la vulnerabilidad en función de las características intrínsecas del medio.

Uno de los métodos más usados en el mundo, para evaluar la vulnerabilidad de los acuíferos, es el denominado GOD, Foster e Hirata 1987, es un método sencillo y sistemático, por lo que se usa cuando se cuenta con escasos datos, éstos no son fiables o no cubren la totalidad del territorio que se estudia. Por su estructura simple y pragmática, es el método utilizado en primer lugar para estimar el riesgo de contaminación de un acuífero, lo que sirve para establecer prioridades de actuación a la vista de los resultados.

Su aspecto desfavorable es que toma simplificaciones muy grandes como no tener en cuenta el tipo de suelo, la infiltración efectiva ni la dispersión/dilución de contaminantes dentro del acuífero, por lo que se pierde definición y no es posible diferenciar un tipo de contaminante de otro. Así, el valor numérico obtenido significa una u otra cosa en función del contaminante que se considere y su interpretación queda, en cierto grado, al criterio personal de quien la realiza.

El método GOD se basa en la asignación de índices entre 0 y 1 tres variables, que son las que nominan el acrónimo:

G: Grado de confinamiento hidráulico, (clasificado desde surgente a libre).

O: Ocurrencia del estrato suprayacente (correspondiente a la litología de la Zona No Saturada, (ZNS).

D: Distancia al nivel del agua subterránea (calificada en rangos).

Cada uno de estos parámetros es valorado de acuerdo con una tabla de clasificación (Ver Figura 3-26) y el grado de vulnerabilidad se obtiene como resultado del producto de los 3 índices asignados a los parámetros G, O y D.

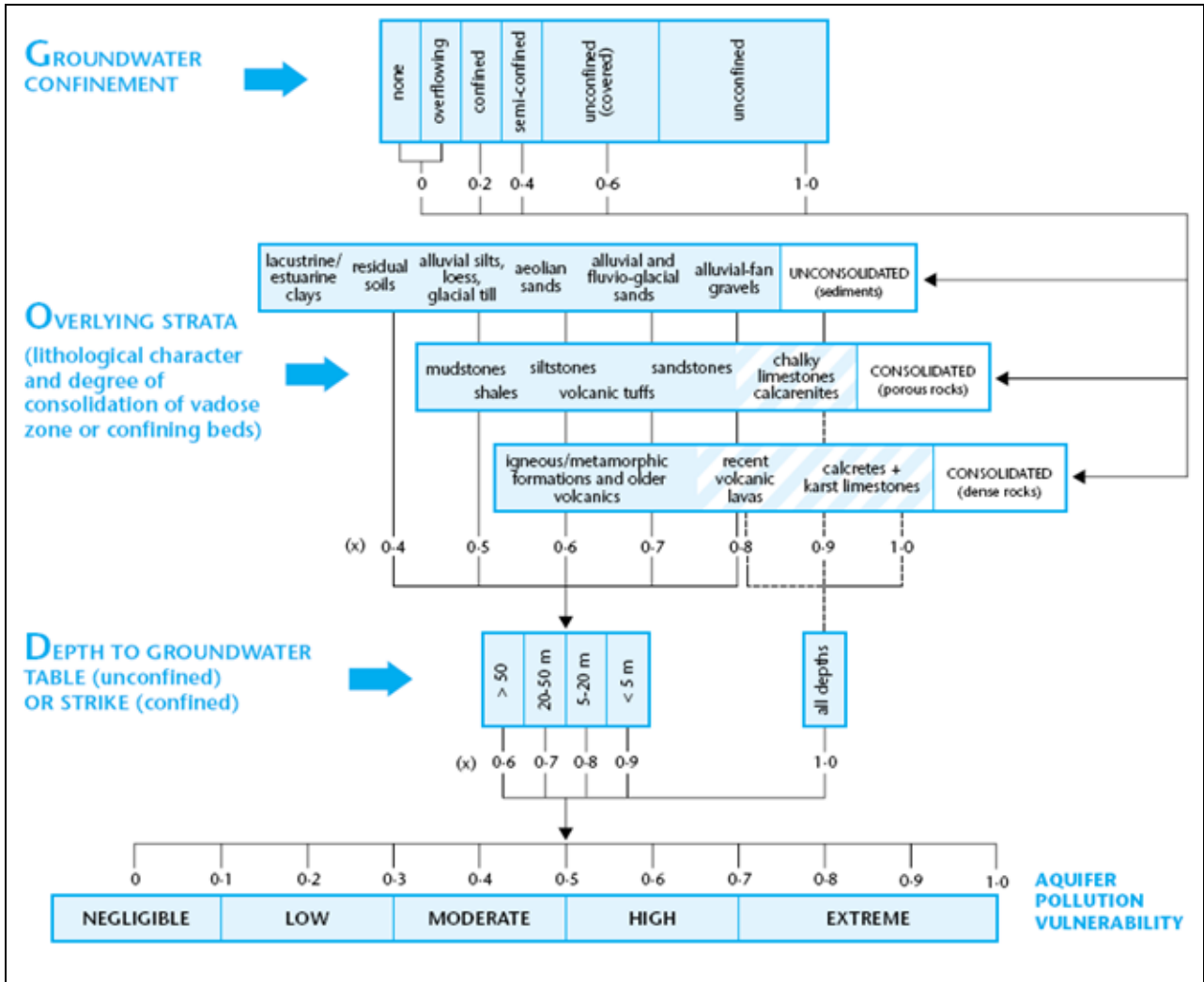


Figura 3-26 Método GOD para determinación de la vulnerabilidad intrínseca a la contaminación de acuíferos.

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

La Vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación determinada por este método, se clasifica de despreciable a extrema, para lo cual se tiene las siguientes definiciones prácticas de la misma. Como guía para interpretar los grados de vulnerabilidad a la contaminación de los acuíferos se presenta la siguiente tabla, tomada del Banco Mundial 2002 (ver Tabla 3-9).

Tabla 3-9 Clases de vulnerabilidad a la contaminación de acuíferos.

CLASE DE VULNERABILIDAD	DEFINICIÓN
EXTREMA	Vulnerable a la mayoría de los contaminantes con impacto rápido en muchos escenarios de contaminación.
ALTA	Vulnerable a muchos contaminantes (excepto a los que son fuertemente absorbidos o fácilmente transformados) en muchos escenarios con contaminación.
MODERADA	Vulnerable a muchos contaminantes solo cuando son continuamente descargados o lixiviados.
BAJA	Solo vulnerable a contaminantes conservativos cuando son descargados o lixiviados en forma amplia y continua durante largos periodos de tiempo.
DESPRECIABLE	Presencia de capas confinantes en las que el flujo vertical (percolación) es insignificante.

Fuente: Banco Mundial, 2002.

De acuerdo con lo planteado anteriormente se puede manifestar que los acuíferos presentes a lo largo de la zona montañosa, es decir los comprendidos entre la Represa El Siga y el municipio de San Luis de Gaceno, son de baja capacidad, pues las condiciones para que existan como tales reservorios de agua no son las adecuadas, pues el intenso fracturamiento y la posición de la secuencia estratigráfica no son propicios para que se puedan presentar. Por lo tanto, en caso de dado de existir, no se han identificado adecuadamente por medio de estudios detallados. Sin embargo, litológicamente existen características para que pueda haber acuíferos confinados o semi confinados, sobre los cuales no se ha investigado su real potencial.

Todo este sector se puede contemplar con vulnerabilidad Baja, teniendo en cuenta lo manifestado anteriormente, y considerando los diversos usos que se presentan a lo largo de la zona de influencia. Los principales usos de la zona son agrícolas y ganaderos, con escaso uso de tipo avícola o industrial.

En la parte de la denominada Sabana de Bogotá y Altiplano Cundi boyacense se presenta una gran cantidad de sectores con acuíferos desde confinados hasta libres, que se han venido aprovechando para diferentes actividades agrícola, ganadera, e incluso para uso doméstico. Adicionalmente se tiene que en la zona existen usos variados como industrial, floricultura, componentes que en cierta forma son contaminantes en la medida que cada usuario realice descargas sin control, ya sea directamente a las corrientes superficiales o sobre el suelo, con la intención que se presente infiltración directa.

A pesar de lo anterior la contaminación no es considerable.

La aplicación del método GOD permite observar a continuación la vulnerabilidad, donde se han tomado casos extremos para las regiones del Altiplano y la Sabana propiamente dicha, teniendo en cuenta las variaciones tanto litológica como de profundidad del acuífero

Tabla 3-10 Vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos.

SECTOR	G	O	D	VULNERA	GOD
Sector Montañoso	0,2	0,6	0,6	0,07	Bajo
Altiplano 1	0,4	0,7	0,8	0,22	Bajo
Altiplano 2	0,4	0,5	0,7	0,14	Bajo
Altiplano 3	0,1	0,5	0,8	0,04	Bajo
Sabana Bogotá 1	0,2	0,7	0,8	0,11	Bajo
Sabana Bogotá 2	0,2	0,6	0,6	0,07	Bajo
Sabana Bogotá 3	0,1	0,8	0,7	0,06	Bajo

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016-07-14

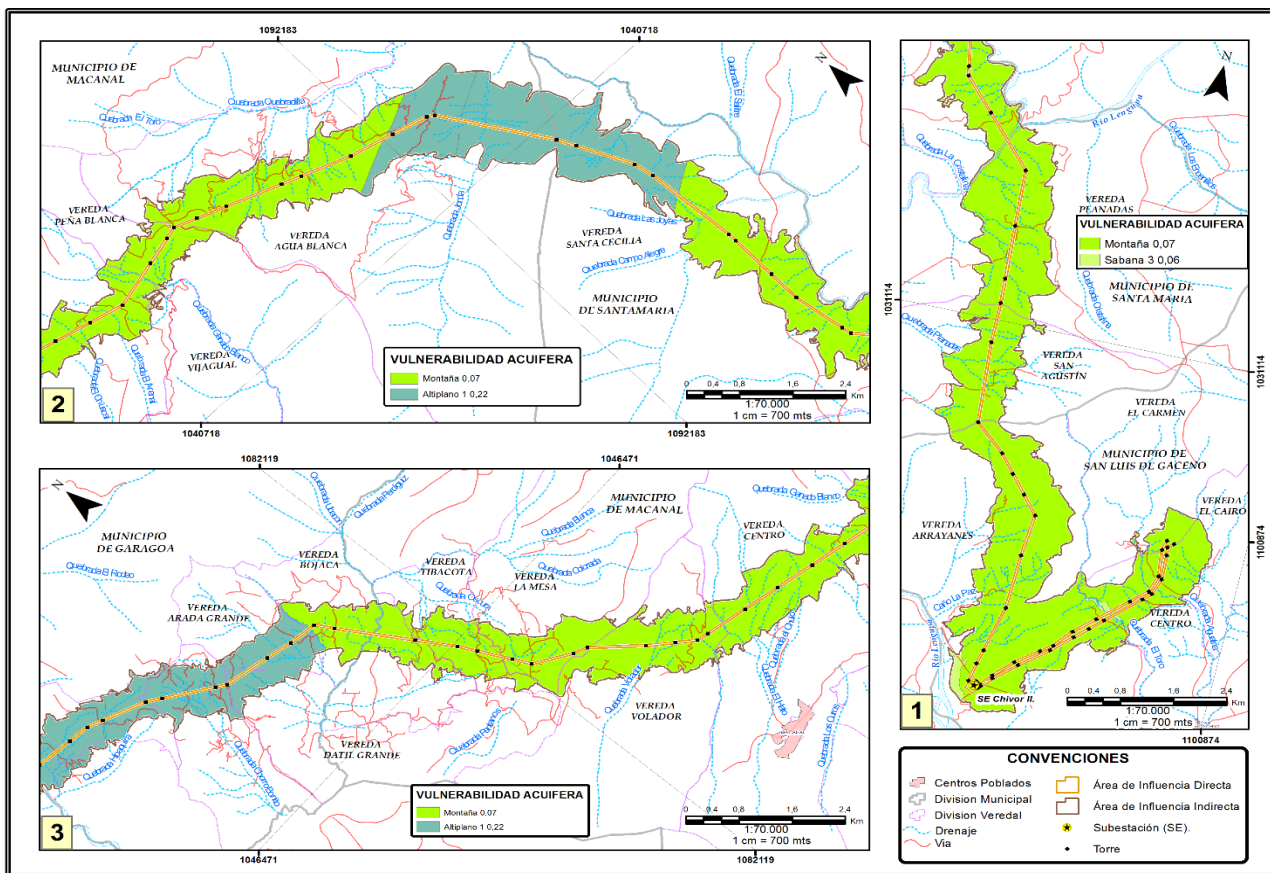


Figura 3-27 Mapa de Vulnerabilidad – (1-3)
Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

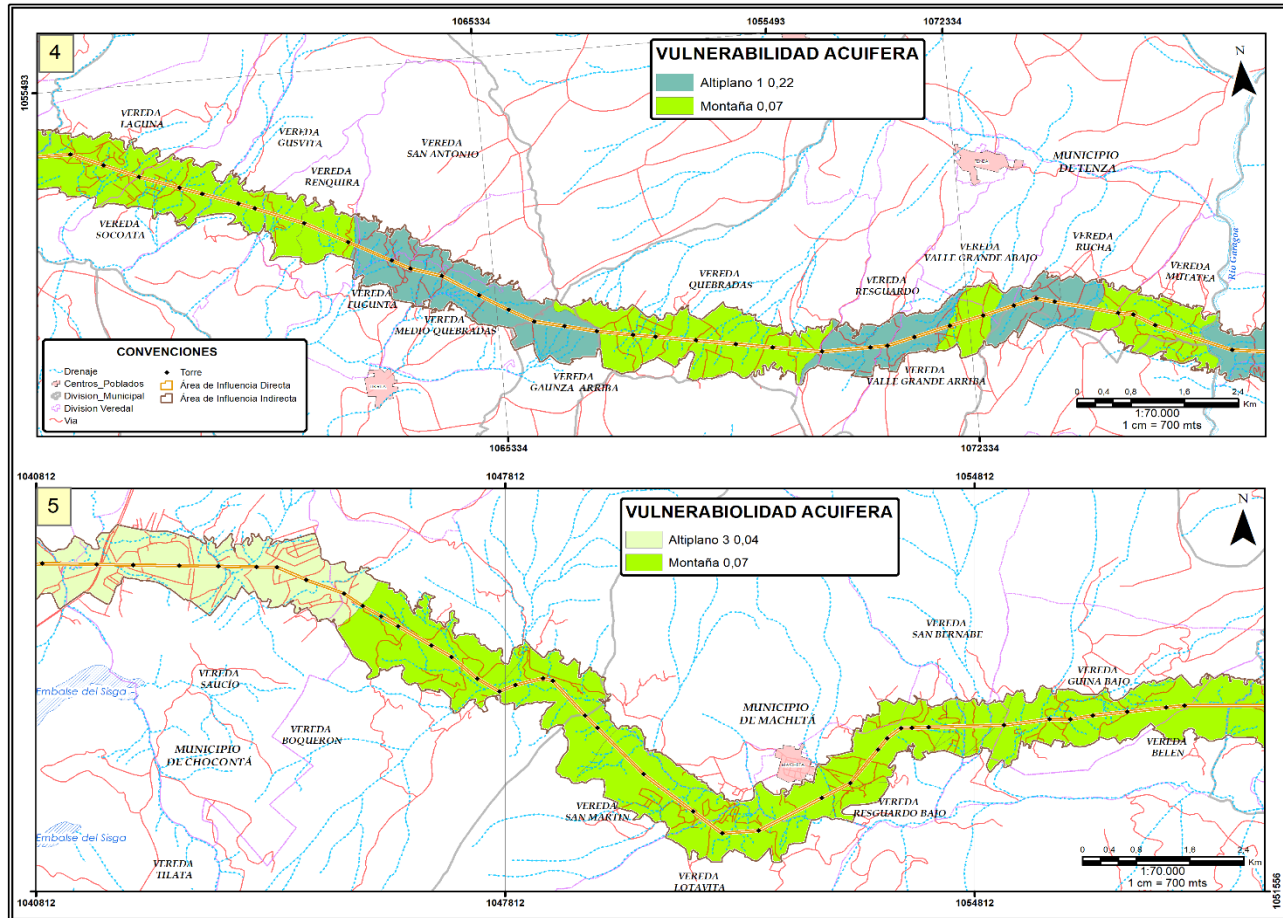


Figura 3-28 Mapa de Vulnerabilidad – (4-5)
 Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

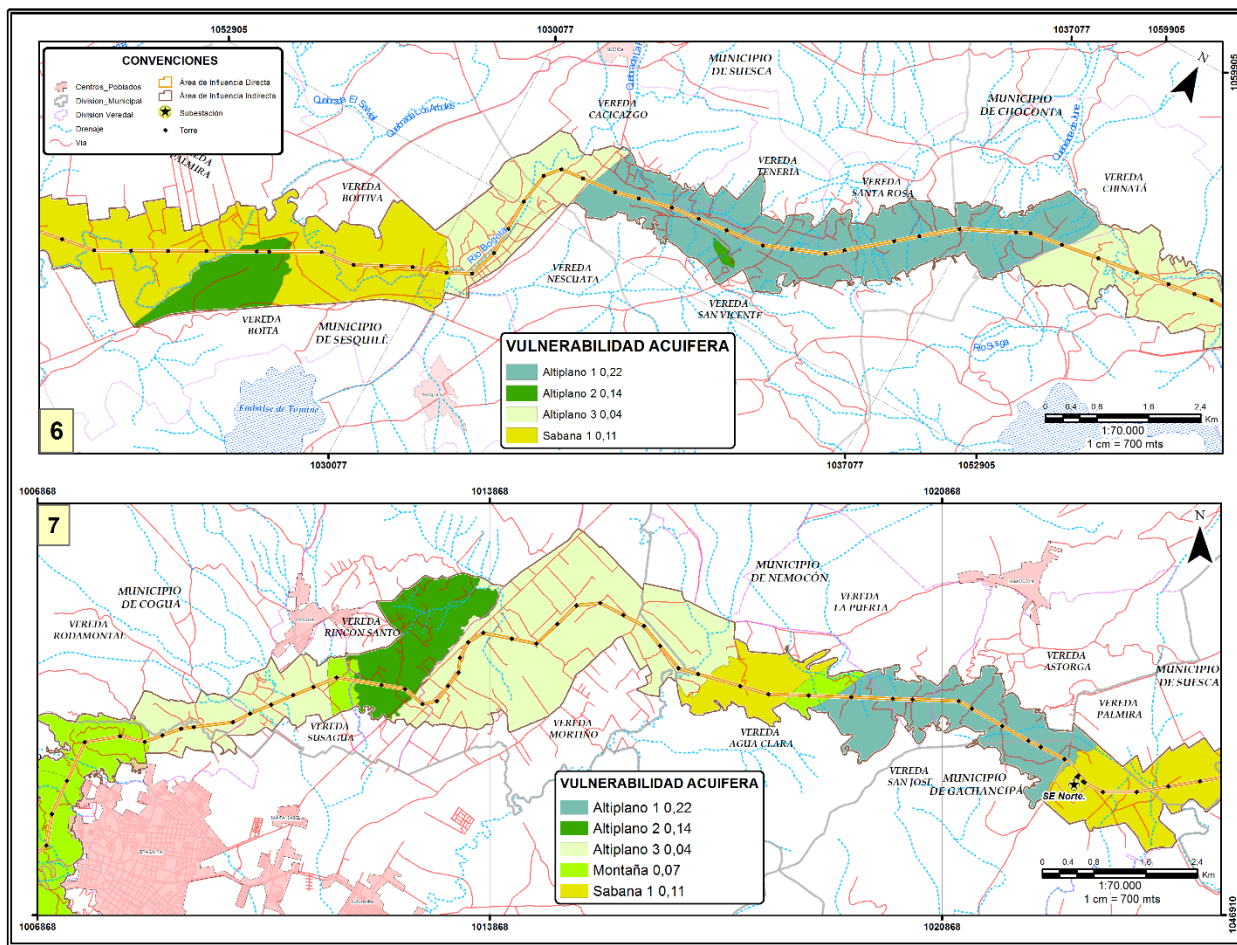


Figura 3-29 Mapa de Vulnerabilidad – (6-7)
Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

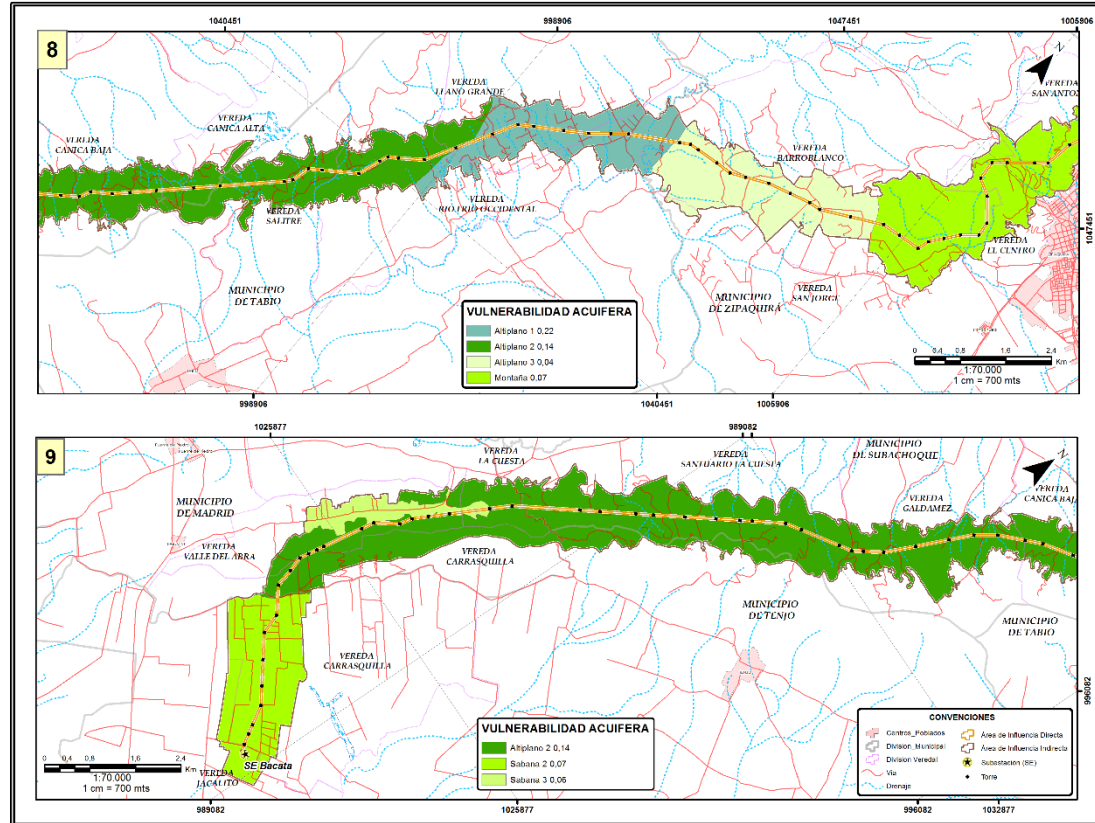


Figura 3-30 Mapa de Vulnerabilidad – (8-9)
 Fuente Consorcio Ambiental Chivor, 2016

De la anterior tabla se puede manifestar que a pesar de haber considerado tres (3) comportamientos de litología y profundidad para las zonas del Altiplano y la Sabana de Bogotá, en ambos casos se obtiene una vulnerabilidad Baja.

Sin embargo, se considera que de manera local debe existir una mayor vulnerabilidad a la contaminación, llegando a alcanzar el rango de Moderada, Alta o Extrema, teniendo en cuenta que en las cercanías se presenten descargas o arrojado de materiales contaminantes, que pueden estar asociados con agroquímicos, insecticidas y pesticidas, o cualquier otro insumo contaminante.

Por lo tanto, considerando que no se prevé el almacenamiento de combustibles, residuos peligrosos, aguas residuales (subestaciones) a lo largo del tendido de la línea de transmisión, a excepción de la época de construcción, y solo de manera muy localizada, y que adicionalmente no se generarán residuos peligrosos, se puede manifestar que no hay riesgos latentes por estas características.

Además, durante la etapa de operación, solo en las denominadas Subestaciones, habrá necesidad de utilizar de manera permanente agua, pero no está contemplado de manera alguna el depósito o arrojado de residuos sólidos o líquidos directamente sobre el suelo, por lo cual se mantendrán las condiciones iniciales del suelo y subsuelo, sin poner en riesgo las condiciones de las aguas subterráneas o de escorrentía que circulen por las cercanías a las estaciones propiamente dichas. En estos sectores se puede manifestar que la profundidad del agua subterránea es mayor a 20 m en promedio, por lo cual la posibilidad de contaminaciones se reduce sustancialmente.