

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

DEMANDA, USO,
APROVECHAMIENTO Y/O
AFECTACIÓN DE RECURSOS
NATURALES

"Emitido para"

Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA

TABLA DE CONTENIDO

7	DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES	10
7.1	AGUAS SUPERFICIALES.....	10
7.2	AGUAS SUBTERRÁNEAS	11
7.3	VERTIMIENTOS.....	11
7.3.1	Para vertimientos en cuerpos de agua.....	11
7.3.2	Para vertimientos en suelos	12
7.4	OCUPACIONES DE CAUCES	12
7.4.1	Sifones de la línea de Red Matriz (RM) "Tibitoc-Casablanca"	12
7.4.2	Localización de las ocupaciones de cauce.....	15
7.4.3	Caudales máximos de las corrientes a intervenir.....	17
7.4.4	Diseños planteados y comportamiento hidráulico	19
7.4.5	Proceso constructivo de las ocupaciones de cauce	34
7.5	APROVECHAMIENTO FORESTAL	44
7.5.1	Inventario Forestal	45
7.5.2	Áreas de intervención por las actividades del proyecto.	49
7.5.3	Solicitud del permiso de aprovechamiento forestal.	51
7.5.4	Manejo para el aprovechamiento forestal.....	58
7.6	EMISIONES ATMOSFÉRICAS.....	64
7.6.1	Fuentes de emisión.....	65
7.6.2	Modelo de dispersión.....	78
7.6.3	Modelo de ruido.....	94
7.7	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	99

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



7.7.1	Explotación de material de cantera.....	99
7.7.2	Explotación de materiales de arrastre de cauces o lechos de corrientes o depósitos de agua.....	99
7.7.3	Adquisición de materiales en fuentes existentes.....	99
7.7.4	Extracción de materiales sobre títulos mineros en el derecho de vía	107

LISTA DE TABLAS

Tabla 7-1 Listado de posibles proveedores de agua para el proyecto.....	10
Tabla 7-2 Localización de los sifones de la Red Matriz Tibitoc-Casablanca	14
Tabla 7-3 Ocupaciones de cauce	15
Tabla 7-4 Obras hidráulicas por ocupación de cauce.....	20
Tabla 7-5 Especies Amenazadas.....	48
Tabla 7-6 Área aproximada de intervención por las actividades del proyecto.....	49
Tabla 7-7 Área de intervención por las actividades del proyecto por coberturas de la tierra	50
Tabla 7-8 Área de intervención por unidad ecosistémica.....	51
Tabla 7-9 Composición florística del aprovechamiento forestal.....	52
Tabla 7-10 Volumen de aprovechamiento forestal.....	53
Tabla 7-11 Volumen de aprovechamiento forestal por actividades del proyecto.....	55
Tabla 7-12 Volumen de aprovechamiento forestal por actividades del proyecto.....	56
Tabla 7-13 Usos de las especies forestales identificadas.....	57
Tabla 7-14 Aforo vehicular normalizado trayecto Norte-Sur.....	70
Tabla 7-15 Aforo vehicular normalizado trayecto Sur-Norte.....	71
Tabla 7-16 Factores de emisión por combustión en fuentes móviles	72
Tabla 7-17 Tasa de emisión por combustión en fuentes móviles trayecto EM1	72
Tabla 7-18 Tasa de emisión por combustión en fuentes móviles trayecto EM2	72
Tabla 7-19 Tasa de emisión por resuspensión en fuentes móviles trayecto EM1.....	73
Tabla 7-20 Tasa de emisión por resuspensión en fuentes móviles trayecto EM2.....	73
Tabla 7-21 Tasa de emisión por combustión en fuentes móviles asociadas al proyecto	73

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



Tabla 7-22 Tasa de emisión por resuspensión en fuentes móviles asociadas al proyecto ..	73
Tabla 7-23 Tasa de emisión por resuspensión en obras civiles en Autopista Norte.....	74
Tabla 7-24 Tasa de emisión por combustión en obras civiles – Off-Road	76
Tabla 7-25 Tasa de emisión por operación planta de concreto	76
Tabla 7-26 Tasa de emisión por operación planta de asfalto	77
Tabla 7-27 Variabilidad en fuentes de emisión	77
Tabla 7-28 Concentración máxima estimada – Escenario 1.....	92
Tabla 7-29 Concentración máxima estimada – Escenario 2.....	92
Tabla 7-30 Concentración máxima estimada – Escenario 3.....	93
Tabla 7-31 Niveles máximos permisibles para los contaminantes criterio evaluados	93
Tabla 7-32 Niveles de presión sonora máximos determinados en el área de estudio	99
Tabla 7-33 Proveedores materiales pétreos	100
Tabla 7-34 Proveedores de materiales pétreos reciclados	101
Tabla 7-35 Proveedores de concreto hidráulico	102
Tabla 7-36 Proveedores de prefabricados	103
Tabla 7-37 Proveedores productos de arcilla.....	104
Tabla 7-38 Proveedores mezclas asfálticas	106

LISTA DE FIGURAS

Figura 7-10 Perfil longitudinal ODT 2+742.08 (Cruce en Sifón 5 RM)	13
Figura 7-2 Localización de los sifones de la Red Matriz Tibitoc-Casablanca	14
Figura 7-3 Localización ocupaciones de cauce	16
Figura 7-4 Caudal humedal Torca únicamente	18
Figura 7-5 Caudal Pilas (K3+902)	18
Figura 7-6 Caudal La Floresta (K4+340)	19
Figura 7-7 Caudal Novita	19
Figura 7-8 Perfil de terreno y lámina de agua TR 100 AÑOS OC01	22
Figura 7-9 Planta OC01 (K1+700).....	22
Figura 7-10 Diseño de obra OC01 (K1+700)	23
Figura 7-11 Especificaciones de la obra OC01.....	23
Figura 7-12 Perfil de terreno y lámina de agua TR 100 AÑOS OC02	24
Figura 7-13 Planta OC02	24
Figura 7-14 planta OC3	24
Figura 7-15 Perfil de terreno y lámina de agua Tr100 años OC04	25
Figura 7-16 Planta OC04	26
Figura 7-17 Diseño obra OC04.....	26
Figura 7-18 Especificaciones de la obra OC04.....	26
Figura 7-19 Terreno y lámina agua Tr 100 años OC05	26
Figura 7-20 Planta OC05	27
Figura 7-21 Diseño obra OC05.....	27
Figura 7-22 Especificaciones de la obra OC05.....	28

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



Figura 7-23 Perfil de terreno y lámina de agua Tr100 años OC06	28
Figura 7-24 Planta OC06	28
Figura 7-25 Diseño de la obra OC06	29
Figura 7-26 Especificaciones de la obra OC06	29
Figura 7-27 Perfil de terreno y lamina de agua OC07	29
Figura 7-28 Planta OC07	30
Figura 7-29 Diseño de la obra OC07	30
Figura 7-30 Especificaciones de la obra OC07	31
Figura 7-31 Perfil de terreno y lámina de agua OC08	31
Figura 7-32 Planta OC08	31
Figura 7-33 Diseño obra OC08	33
Figura 7-34 Especificaciones de la obra OC08	33
Figura 7-35 Modelo hidráulico con obras	34
Figura 7-36 Proceso constructivo box culvert fase 1	37
Figura 7-37 Proceso constructivo box culvert fase 2	38
Figura 7-38 Proceso constructivo box culvert fase 3	39
Figura 7-39 Proceso constructivo box culvert fase 4	40
Figura 7-40 Proceso constructivo box culvert fase 5	41
Figura 7-41 Proceso constructivo box culvert fase 6	42
Figura 7-42 Proceso constructivo box culvert fase 7	43
Figura 7-43 Dirección de caída	59
Figura 7-44 Limpieza previa	60
Figura 7-45 Fuentes de emisión de contaminantes criterio	65

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



Figura 7-46 Categorías de vehículos según clasificación nacional	70
Figura 7-47 Diagrama de proceso de la modelación con AERMOD	79
Figura 7-48 Mapa de isoconcentración PM10 – E1 Exposición 24 horas – Percentil 98.....	80
Figura 7-49 Mapa de isoconcentración PM10 – E1 Exposición anual.....	81
Figura 7-50 Mapa de isoconcentración PM2.5 – E1 Exposición 24 horas – Percentil 98	81
Figura 7-51 Mapa de isoconcentración PM2.5 – E1 Exposición anual.....	82
Figura 7-52 Mapa de isoconcentración SO2 – E1 Exposición 1 hora – Percentil 98	82
Figura 7-53 Mapa de isoconcentración SO2 – E1 Exposición anual.....	83
Figura 7-54 Mapa de isoconcentración CO – E1 Exposición 1 hora – Percentil 98.....	83
Figura 7-55 Mapa de isoconcentración CO – E1 Exposición 8 horas – Percentil 98	84
Figura 7-56 Mapa de isoconcentración PM10 – E2 Exposición 24 horas – Percentil 98.....	85
Figura 7-57 Mapa de isoconcentración PM10 – E2 Exposición anual.....	85
Figura 7-58 Mapa de isoconcentración PM2.5 – E2 Exposición 24 horas – Percentil 98	86
Figura 7-59 Mapa de isoconcentración PM2.5 – E2 Exposición anual.....	86
Figura 7-60 Mapa de isoconcentración SO2 – E2 Exposición 1 hora – Percentil 98	87
Figura 7-61 Mapa de isoconcentración SO2 – E2.....	87
Figura 7-62 Mapa de isoconcentración NO2 – E2 Exposición 1 hora – Percentil 98	88
Figura 7-63 Mapa de isoconcentración NO2 – E2 Exposición Anual.....	88
Figura 7-64 Mapa de isoconcentración CO – E2 Exposición 1 hora – Percentil 98.....	89
Figura 7-65 Mapa de isoconcentración CO – E2 Exposición 8 horas – Percentil 98	89
Figura 7-66 Mapa de isoconcentración PM10 – E3 Exposición 24 horas – Percentil 98.....	90
Figura 7-67 Mapa de isoconcentración PM10 – E3 Exposición anual.....	91
Figura 7-68 Mapa de isoconcentración PM2.5 – E3 Exposición 24 horas – Percentil 98	91

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



Figura 7-69 Mapa de isoconcentración PM2.5 – E3 Exposición anual.....	92
Figura 7-70 Mapa de isófonas – E1 Periodo diurno	96
Figura 7-71 Mapa de isófonas – E1 Periodo nocturno	96
Figura 7-72 Mapa de isófonas – E2 Periodo diurno	97
Figura 7-73 Mapa de isófonas – E2 Periodo nocturno	97
Figura 7-74 Mapa de isófonas – E3 Periodo diurno	98
Figura 7-75 Mapa de isófonas – E3 Periodo nocturno	98

7 DEMANDA, USO, APROVECHAMIENTO Y/O AFECTACIÓN DE RECURSOS NATURALES

En este capítulo, se realiza una descripción cuantitativa y cualitativa de los recursos naturales que demandará, aprovechará o afectará en las labores constructivas de la ampliación de la Autopista Norte en los costados oriental y occidental entre la calle 191 y la 245 Unidades funcionales 1,2,3,4 y 5. De igual manera, se tendrán en cuenta todos aquellos permisos o concesiones ambientales que serán necesario solicitar a las autoridades ambientales requeridas en el proceso de licenciamiento ambiental.

Es importante señalar que el proyecto comprende el mejoramiento y ampliación de ambas calzadas de la Autopista Norte, pasando de 3 a 6 carriles entre las calles 215 a 235; de los cuales 5 corresponden a carriles mixtos y 1 carril exclusivo de Transmilenio (UF 1 y 3), ampliación de 3 a 5 carriles entre las calles 235 a 245; siendo los 5 carriles mixtos (UF 1 y 3); Ampliación de 3 a 6 carriles entre las calles 191 a 215; de los cuales 5 corresponden a carriles mixtos y 1 carril exclusivo de Transmilenio (UF 2 y 4), así como espacio público de 6 metros (3 metros ciclorruta + 3 metros andén), y el Diseño y construcción de 2 retornos a desnivel en las Calles 229 y Calle 242 (UF 5).

7.1 AGUAS SUPERFICIALES

Para las actividades constructivas no se contempla utilizar o captar agua proveniente de fuentes superficiales, por lo tanto, no se requiere solicitar este permiso ante la Autoridad Ambiental competente.

El agua que demandará el proyecto será comprada a terceros autorizados, que cuenten con los permisos ambientales vigentes, y su transporte se hará a través de carrotaque; los posibles proveedores de este recurso se listan a continuación.

Tabla 7-1 Listado de posibles proveedores de agua para el proyecto

PROVEEDOR	SUMINISTRO	DIRECCIÓN OFICINA	TELÉFONO
Acueducto Agua y Alcantarillado de Bogotá.	Puente de guaduas, variante de fontibón (Ac 13 #90-80, Fontibón).	Av. Calle 24 No. 37-15	En Bogotá 116 / 01-8000116-007
Acualianza & Baquero SAS	Acueducto Agua y Alcantarillado de Bogotá.	Cra 65 No. 58-62 Bogotá	3118113936 3112297364
Agua Monte Elías	Acueducto Agua y Alcantarillado de Bogotá.	Calle 64 No. 105D - 51 El Muelle Zona 4, Bogotá	3203278923
Agua al día	Acueducto Agua y Alcantarillado de Bogotá.	Cra 54 # 18 - 27 Puente Aranda	3128425534 3153063820 3158999221

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



PROVEEDOR	SUMINISTRO	DIRECCIÓN OFICINA	TELÉFONO
Acuaya	Acueducto Agua y Alcantarillado de Bogotá - Aguas de la Sabana.	Cra 54 # 18-27 piso 4 Barrio Puente Aranda, Bogotá D.C.	601 3050530 - 601 4137921 - 312 4343047
AcuaExpres	Acueducto Agua y Alcantarillado de Bogotá - Aguas de la Sabana.	Carrera 52 # 13-95	313 345 4700 - 317 432 5572 - 3156589741
Transagua & Esmaquipesada	Acueducto Agua y Alcantarillado de Bogotá.	Calle 23 # 7A - 05, oficina 186, Mosquera	3118573504 - 3185326932
Transporte Y Suministro De Agua J B Sas	Acueducto Agua y Alcantarillado de Bogotá.	Calle 12 A # 71B - 41 Of 88, Bogotá	3116543062 - 3115975540
AR Transporte de agua potable	Acueducto Agua y Alcantarillado de Bogotá.	Cra 62 No. 79-90	310 3210929
Transporte Especializado Logistico De Colombia S A S	Acueducto Agua y Alcantarillado de Bogotá.	CARRERA 80 C 10 A 14	6018003515 - 3188030764 - 3208593303
Acuatempo	Acueducto Agua y Alcantarillado de Bogotá.	Diagonal 67 # 69b-11	3016043980
Aprisa	Acueducto Agua y Alcantarillado de Bogotá.	Calle 15a No. 81g-61	3108548031

Fuente: CCSN, 2023

7.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS

Teniendo en cuenta que el agua que demanda el proyecto no será tomada del lugar, para la ejecución del proyecto no se contempla utilizar o captar agua proveniente de fuentes subterráneas, por lo tanto, no se requiere solicitar este permiso ante la Autoridad Ambiental competente.

7.3 VERTIMIENTOS

7.3.1 Para vertimientos en cuerpos de agua

En relación con la generación de aguas residuales industriales generadas en las actividades de pre - construcción, construcción, y abandono, no se tiene prevista la instalación o adecuación de un sitio especializado para el mantenimiento de la maquinaria y equipo, siendo esta actividad la única que podría generar este tipo de vertimientos, por lo que esta actividad se llevará a cabo en los patios de cada una de las empresas propietarias de los equipos de construcción y/o de ser necesario con un proveedor legalmente constituido, y que cuente con los permisos de disposición y manejo de estos residuos líquidos. Así lo

anterior, no se presentarán vertimientos de tipo industrial en fuentes hídricas cercanas al proyecto, por lo que no se requiere solicitar permiso de vertimientos ante la Autoridad Ambiental competente

7.3.2 Para vertimientos en suelos

Al igual que para para fuentes hídrica el proyecto no prevé vertimientos en suelo.

7.4 OCUPACIONES DE CAUCES

Considerando las actividades y desarrollo del proyecto Accesos Norte Fase II, en las unidades funcionales 1, 2,3,4, y 5, se contemplan ocho (8) ocupaciones de cauce que permitan cumplir el objetivo del proyecto.

Para la construcción de cada obra de drenaje requerida se consideró el caudal pico por corriente para un periodo de retorno de 100 años como lo indica la norma SISTEC NS-085 versión 4.1 de la empresa de acueducto de Bogotá que a su vez recoge los periodos de retorno sugeridos por el Manual de Drenaje de Carreteras de INVIAS.

Es importante señalar que tal como se presenta en el capítulo 3 del presente estudio, el proyecto incluye diferentes obras para el manejo de agua, como canales transversales, alcantarillas, box culvert, canales trapezoidales, etc., no obstante, son objeto solo son objeto de "Permiso de Ocupación de Cauce" ocho (8) sitios de cruce con cuerpos lóticos y lénticos.

A continuación, retomaremos el concepto de "sifón", presentado en el capítulo 3, el cual es un elemento clave para entender la dinámica de las ocupaciones de cauce requeridas por el proyecto, las cuales son descritas posteriormente.

7.4.1 Sifones de la línea de Red Matriz (RM) "Tibitoc-Casablanca"

A lo largo del área de influencia del proyecto y del área de intervención se evaluó la existencia de las diferentes redes (secas y húmedas), que pueden verse afectadas por el desarrollo del proyecto. Esta evaluación incluyo la revisión de las Obras de Paso Transversales (ODTs) existentes que se tienen a lo largo del corredor, es decir aquellas obras que hoy permiten el flujo de agua por la Autopista Norte, entre el costado oriental y occidental para las Quebradas Las Pilas, La Floresta, Novita, así como para los humedales de Torca y Guaymaral.

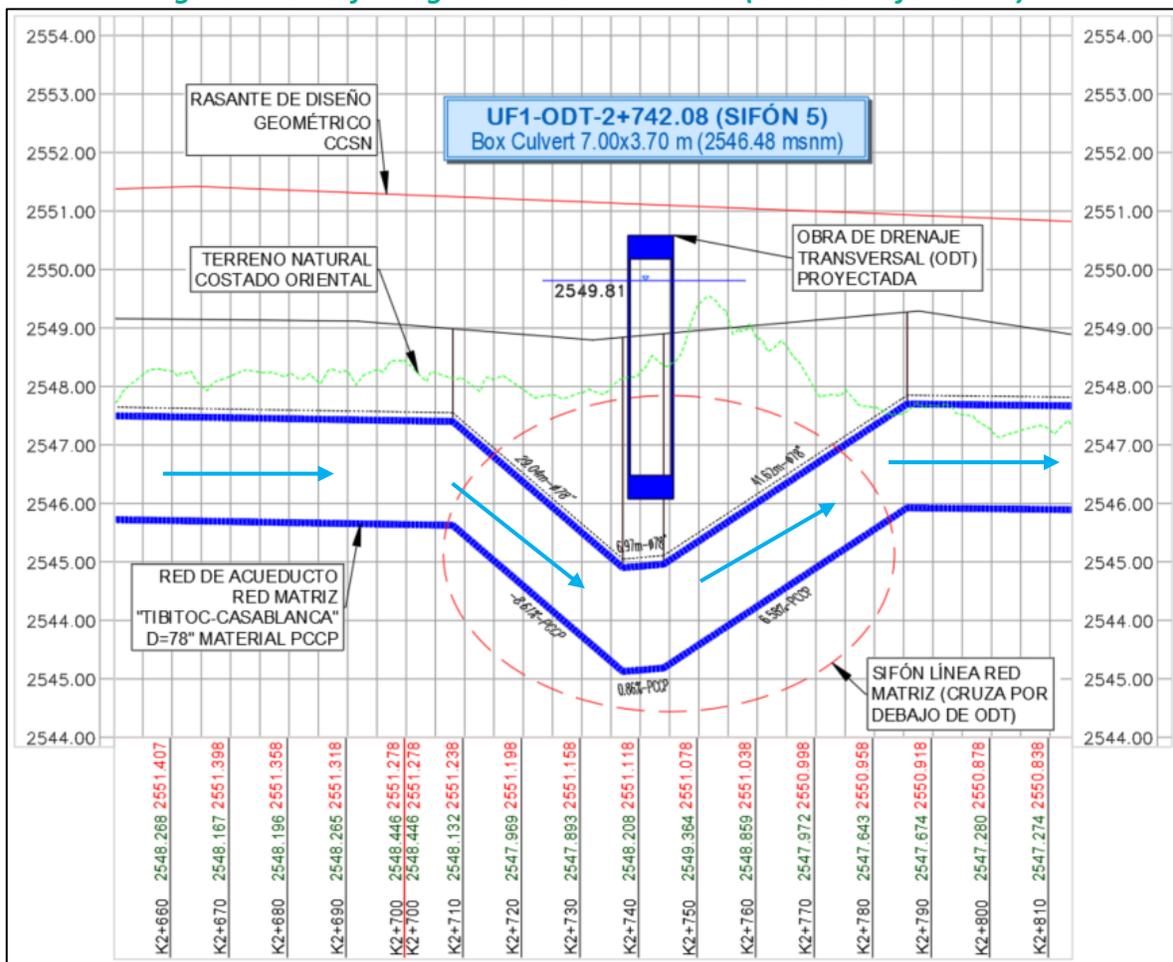
Dentro del análisis realizado, se incluyó una evaluación con respecto de la línea de Red Matriz (RM) "Tibitoc-Casablanca", la cual, tiene un diámetro de 78 pulgadas en material PCCP, instalada aproximadamente en 1960 a lo largo del separador vial, y mantenida a

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

través del tiempo por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) entidad encargada de su administración.

Al momento de su construcción la línea de Red Matriz (RM) "Tibitoc-Casablanca" fue instalada de forma subterránea (enterrada) generando un "dique" artificial a lo largo del separador vial, razón por la cual en el diseño e instalación de la misma se incluyeron unas soluciones puntuales que permitieran el flujo de agua en el separador, las cuales consisten en el cambio de la cota de la tubería para que esta pase por debajo del cuerpo de agua, y luego regrese a la cota de flujo; dicha solución se denomina "Sifón"; en la siguiente figura se presenta a modo de ejemplo el perfil longitudinal de la vía, una ODT existente y la línea de red matriz con el sifón asociado.

Figura 7-10 Perfil longitudinal ODT 2+742.08 (Cruce en Sifón 5 RM)



Fuente: Datos técnicos EAAB 2022

Para el caso del proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5", en el separador se encuentran ocho (8) sifones de la línea de Red Matriz (RM) "Tibitoc-Casablanca", cuya localización se presentan a continuación.

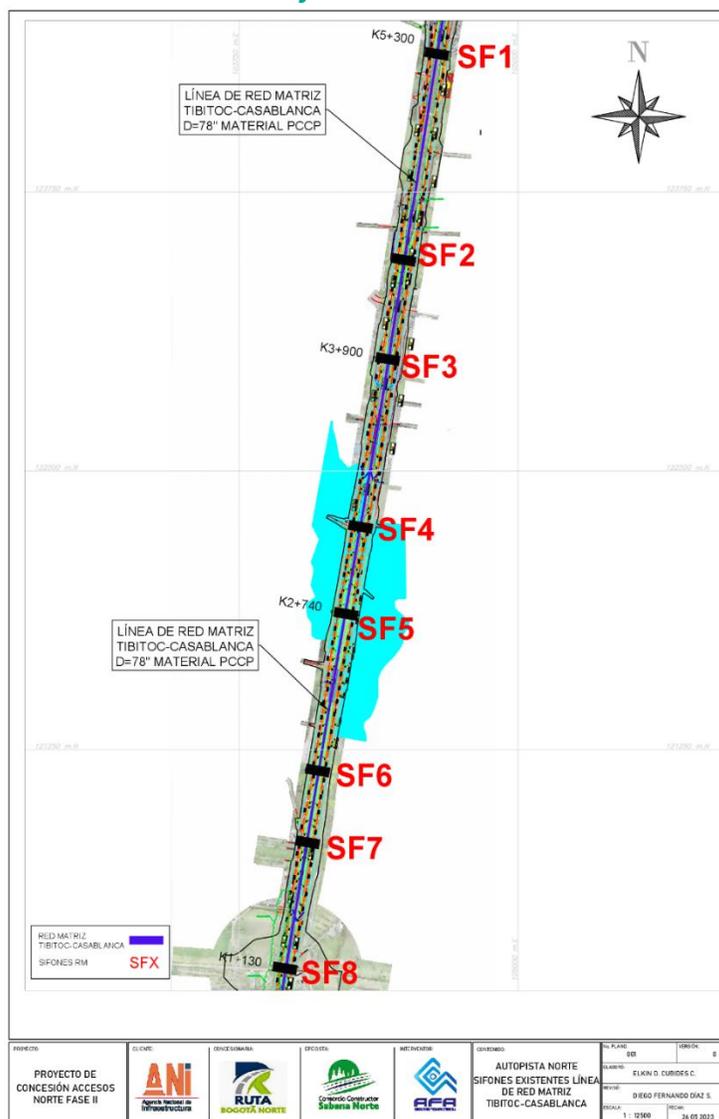
Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

Tabla 7-2 Localización de los sifones de la Red Matriz Tibitoc-Casablanca

Nombre	Este	Norte	Cuerpo de Agua
Sifón 1	4885196,6	2090299,1	Quebrada Novita
Sifón 2	4885046,1	2089381,1	Quebrada La Floresta
Sifón 3	4884972,1	2088940,3	Quebrada Las Pilas
Sifón 4	4884844,6	2088196,3	Conexión Humedal Torca-Guaymaral
Sifón 5	4884776,8	2087798,9	Conexión Humedal Torca-Guaymaral
Sifón 6	4884658,3	2087096,1	Conexión Humedal Torca-Guaymaral
Sifón 7	4884605,4	2086785,0	Conexión Humedal Torca-Guaymaral
Sifón 8	4884511,7	2086220,4	Manejo de escorrentía, hacia el canal de torca

Fuente: Datos técnicos EAAB 2022

Figura 7-2 Localización de los sifones de la Red Matriz Tibitoc-Casablanca



Fuente: Datos técnicos EAAB 2022

Es importante señalar que la numeración de los sifones fue suministrada por parte de la EAAB, de igual manera se resalta que las obras de drenaje requeridas para el proyecto, incluyendo las ODTs que requieren permiso de ocupación de cauce, aprovechan la existencia de los sifones de la línea de Red Matriz (RM) "Tibitoc-Casablanca" para su construcción, garantizando de esta manera la no intervención de esta línea de acueducto en el separador vial.

7.4.2 Localización de las ocupaciones de cauce

Como se mencionó en el apartado introductorio, el proyecto requiere el trámite de ocho (8) ocupaciones de cauce, las cuales engloban las diferentes obras hidráulicas que permiten el flujo de agua de los cuerpos de agua natural entre el costado oriental y occidental de la autopista, conectando las zonas de espacio público (ciclorruta y andenes), calzadas, separador vial y líneas de chaflanes, para las Quebradas Las Pilas, La Floresta, Novita, así como para los humedales de Torca y Guaymaral. En la Figura 7-3 se identifica la localización de las ocupaciones de cauce que requiere el proyecto. Esta ubicación se complementa con la Tabla 7-3 en la cual se señala un nombre y código de la ocupación, el nombre del cuerpo hídrico que genera la ocupación, las coordenadas en origen Magna Nacional, y sifon.; sobre lo cual es necesario realizar las siguientes precisiones.

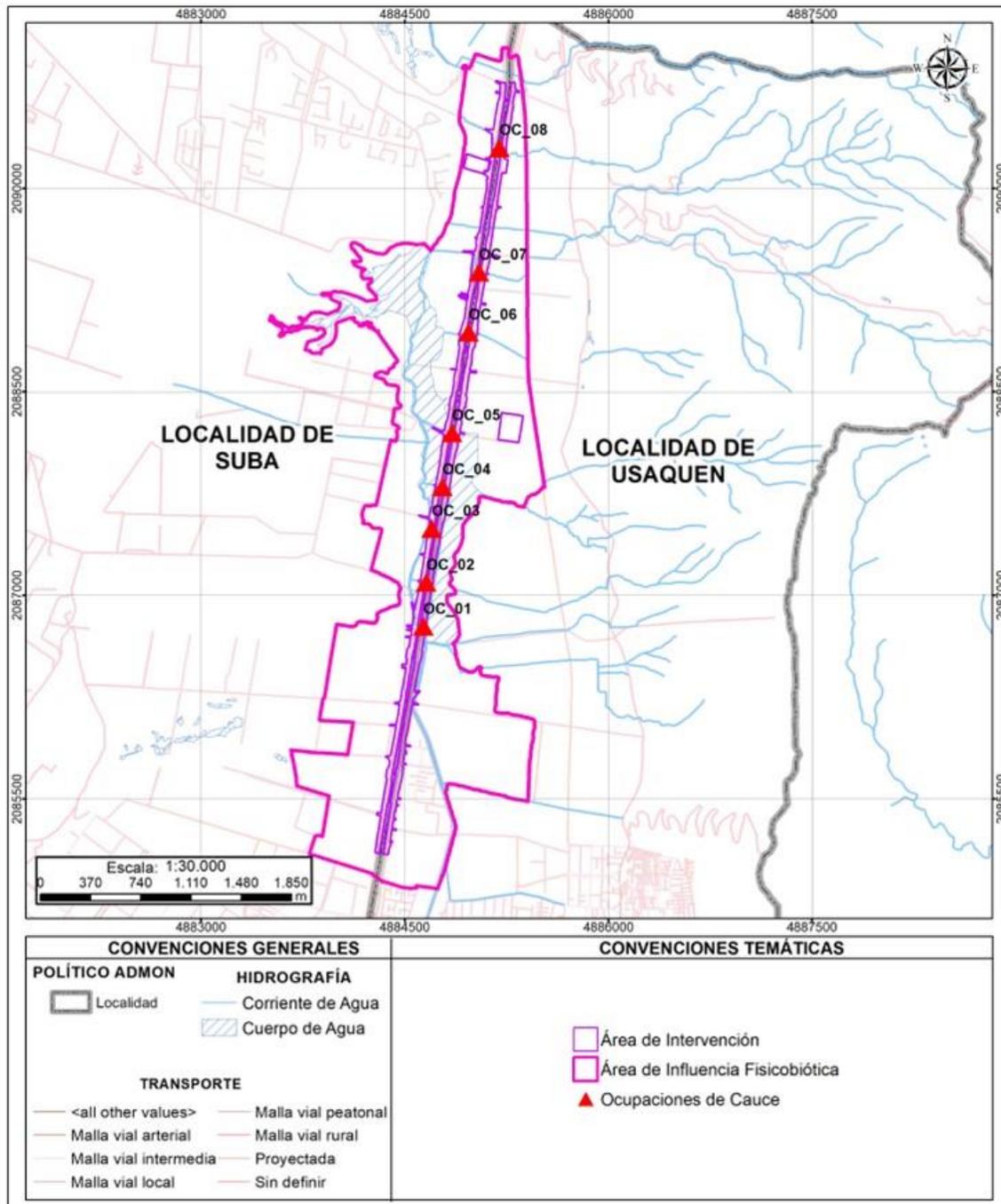
- ✓ **Código de la ocupación:** corresponde a un código general que agrupa las obras hidráulicas de la ocupación, dicho código corresponde al que es registrado en la GDB del proyecto, en la capa "InfraProyectoPT", en el atributo "ID_INFRA_PT" para cada una de las ocho (8) ocupaciones de cauce; en el numeral "7.4.4 Diseños planteados y comportamiento hidráulico" se presentan las obras inmersas dentro de cada ocupación.
- ✓ **Coordenadas:** dado que la ocupación de cauce cobija varias obras, se registra la coordenada central de la ocupación.
- ✓ **Sifon:** corresponde al número del sifón en el separador de la línea de Red Matriz (RM) "Tibitoc-Casablanca", sobre el cual pasa la ocupación de cauce.

Tabla 7-3 Ocupaciones de cauce

Nombre	Código	Cuerpo de agua	Este	Norte	Sifón
Ocupación de cauce 1	OC_01	Canal Torca	4884636,3	2086770,8	Sifón 7
Ocupación de cauce 2	OC_02	Conexión 1 humedales Torca y Guaymaral	4884657,7	2087095,9	Sifón 6
Ocupación de cauce 3	OC_03	Canal Guaymaral	4884696,8	2087491,1	N/A
Ocupación de cauce 4	OC_04	Conexión 2 humedales Torca y Guaymaral	4884777,0	2087799,3	Sifón 5
Ocupación de cauce 5	OC_05	Conexión 3 humedales Torca y Guaymaral	4884846,3	2088197,3	Sifón 4
Ocupación de cauce 6	OC_06	Quebrada Las Pilas	4884970,5	2088939,9	Sifón 3
Ocupación de cauce 7	OC_07	Quebrada La Floresta	4885045,5	2089381,4	Sifón 2
Ocupación de cauce 8	CO_08	Quebrada Novita	4885196,6	2090299,6	Sifón 1

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Figura 7-3 Localización ocupaciones de cauce



Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

7.4.3 Caudales máximos de las corrientes a intervenir

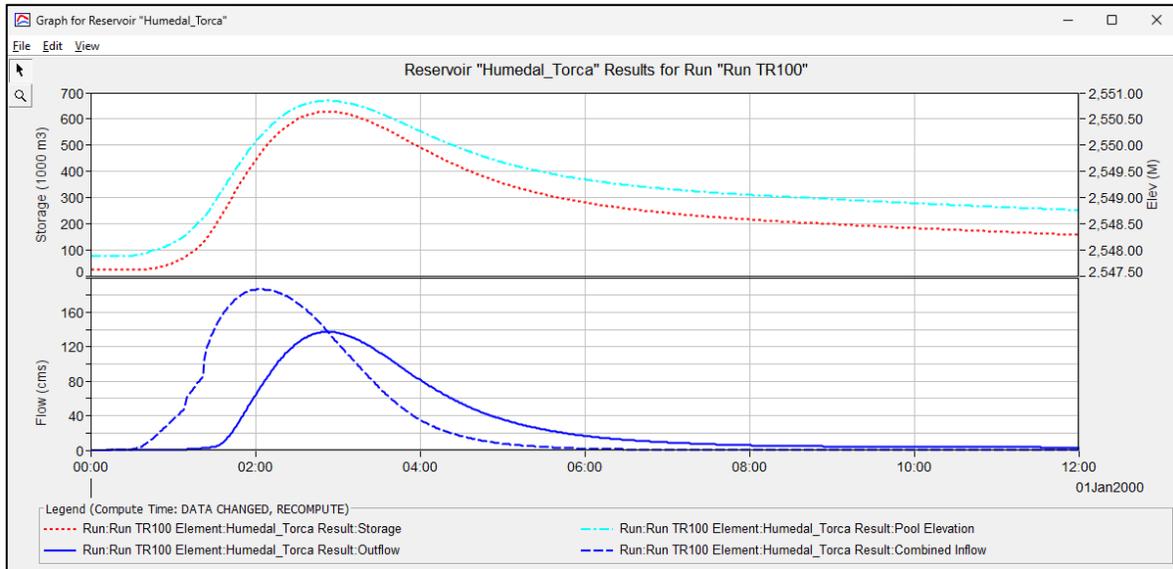
Los caudales máximos fueron estimados mediante un modelo de eventos máximos utilizando la herramienta HEC-HMS asumiendo la norma SISTEC NS-085 versión 4.1 como se describe en los estudios de hidrología, hidráulica y socavación de las 5 unidades funcionales, los cuales se presentan en el Anexo 6_6 modelo hidrológico de diseño, del presente estudio.

En resumen, consistió en:

- Hietogramas de precipitación de diseño para periodo de retorno de 100 años, realizado por medio del análisis de la precipitación máxima en 24 horas de estaciones cercanas a la zona de proyecto y la elaboración de curvas PADF específicas para el mismo.
- Delimitación de áreas de drenaje, validada por medio de cartografía IGAC a escala 1:25000 y modelos digitales de elevación de la zona de proyecto.
- Modelo digital de elevación para modelación hidráulica del sistema de drenaje Torca – Guaymaral hasta entrega con el río Bogotá con revisiones topográficas recientes.
- Uso de la metodología número de curva del SCS considerando los tipos de suelos y sus coberturas.
- Estimación de tiempo de concentración a partir de parámetros morfométricos utilizando diferentes ecuaciones.
- Inventario de infraestructura existente tanto proveniente de otros estudios como de estructuración y verificación actual.

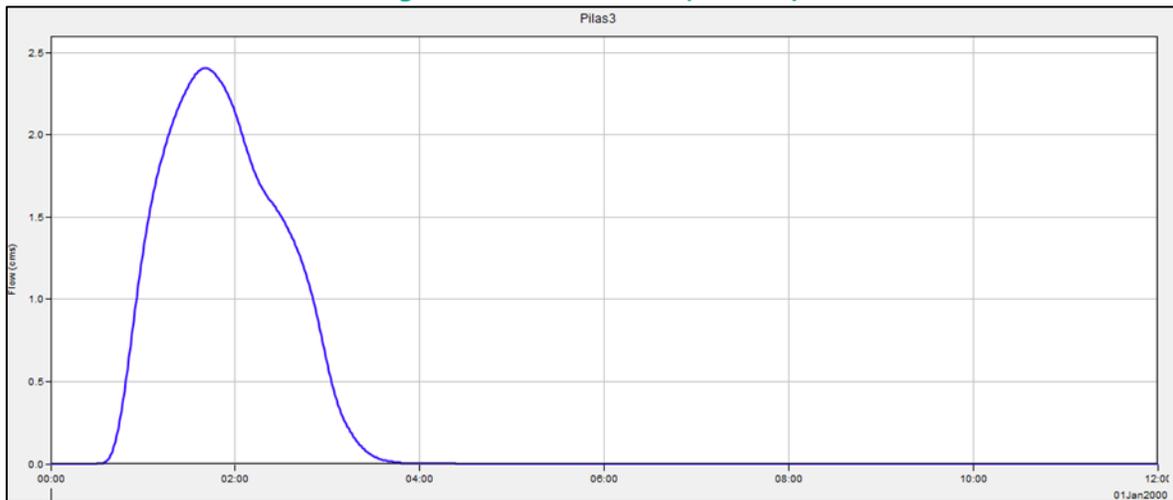
Los caudales obtenidos para estos cuerpos son presentados a continuación en forma de hidrógrafa, sin embargo, en el anexo Anexo 6_6, puede ser consultado "Modelo hidrológico de diseño".

Figura 7-4 Caudal humedal Torca únicamente



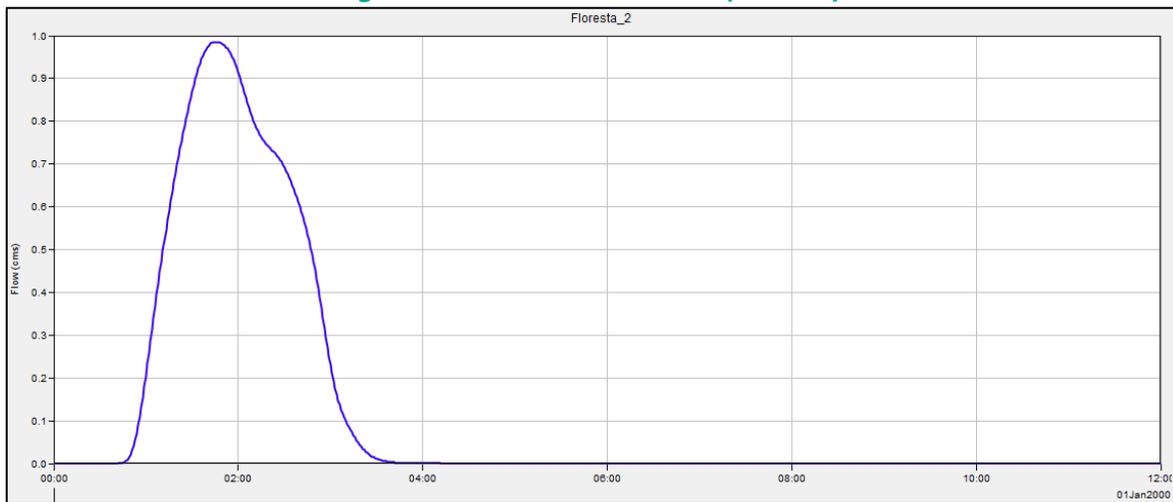
Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

Figura 7-5 Caudal Pilas (K3+902)



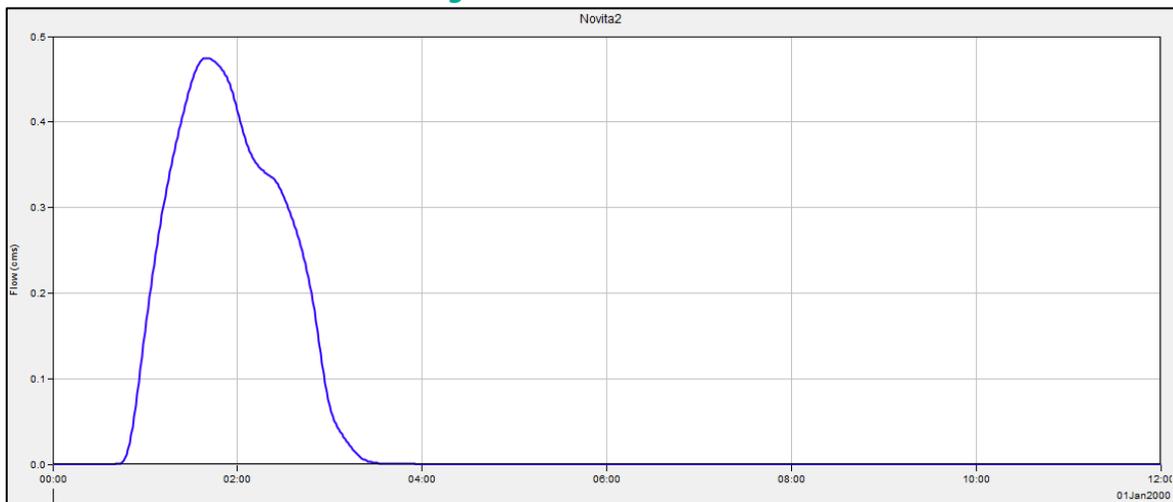
Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

Figura 7-6 Caudal La Floresta (K4+340)



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

Figura 7-7 Caudal Novita



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

7.4.4 Diseños planteados y comportamiento hidráulico

Como se mencionó anteriormente, las ocho (8) ocupaciones de cauce agrupan diferentes obras hidráulicas, las cuales son codificadas a partir del código definido para la ocupación, los cuales pueden ser consultadas en la GDB en las capas InfraProyectoPG atributo ID_INFRA_PG e InfraProyectoLN atributo ID_INFRA_LN; en la siguiente tabla se relacionan las obras para cada ocupación de cauce.

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



Tabla 7-4 Obras hidráulicas por ocupación de cauce

Nombre	Código	Cuerpo de agua	Código	Tipo infraestructura	Ubicación	Este	Norte	Abscisa	Sifón
Ocupación de cauce 1	OC_01	Canal Torca	OC_01_1	Box Culvert	Unidad Funcional 2	4884636,4	2086771,0	K1+700	Sifón 7
			OC_01_2	Descole Box Culvert	Unidad Funcional 2	4884655,4	2086768,3	K1+700	Sifón 7
Ocupación de cauce 2	OC_02	Conexión 1 humedales Torca y Guaymaral	OC_02_1	Encole Box Culvert	Unidad Funcional 2	4884704,5	2087088,2	K2+030	Sifón 6
			OC_02_2	Box Culvert	Unidad Funcional 2	4884687,0	2087091,1	K2+030	Sifón 6
			OC_02_3	Canal trapezoidal	Separador vial	4884658,3	2087095,8		Sifón 6
			OC_02_4	Box Culvert	Unidad Funcional 4	4884629,6	2087100,6	K2+030	Sifón 6
			OC_02_5	Descole Box Culvert	Unidad Funcional 4	4884606,7	2087104,7	K2+030	Sifón 6
Ocupación de cauce 3	OC_03	Canal Guaymaral	OC_03_1	Box Culvert	Unidad Funcional 4	4884700,4	2087490,5	K2+430	
			OC_03_2	Muro20	Unidad Funcional 4	4884678,2	2087487,2	K2+430	
Ocupación de cauce 4	OC_04	Conexión 2 humedales Torca y Guaymaral	OC_04_1	Encole Box Culvert	Unidad Funcional 1	4884829,1	2087789,2	K2+740	Sifón 5
			OC_04_2	Box Culvert	Unidad Funcional 1	4884812,3	2087792,3	K2+740	Sifón 5
			OC_04_3	Canal trapezoidal	Separador vial	4884777,5	2087798,6		Sifón 5
			OC_04_4	Box Culvert	Unidad Funcional 3	4884742,5	2087805,0	K2+740	Sifón 5
			OC_04_5	Descole Box Culvert	Unidad Funcional 3	4884721,0	2087809,4	K2+740	Sifón 5
Ocupación de cauce 5	OC_05	Conexión 3 humedales Torca y Guaymaral	OC_05_1	Encole Box Culvert	Unidad Funcional 1	4884899,9	2088182,0	K3+145	Sifón 4
			OC_05_2	Box Culvert	Unidad Funcional 1	4884881,3	2088190,1	K3+145	Sifón 4
			OC_05_3	Canal trapezoidal	Separador vial	4884846,5	2088196,8		Sifón 4
			OC_05_4	Box Culvert	Unidad Funcional 3	4884810,3	2088203,7	K3+145	Sifón 4
			OC_05_5	Descole Box Culvert	Unidad Funcional 3	4884786,2	2088209,7	K3+145	Sifón 4
			OC_05_6	Muro8	Unidad Funcional 1	4884900,6	2088189,5	K3+145	Sifón 4
			OC_05_7	Muro24	Unidad Funcional 3	4884793,1	2088230,8	K3+145	Sifón 4
Ocupación de cauce 6	OC_06	Quebrada Las Pilas	OC_06_1	Encole Box Culvert	Unidad Funcional 1	4885036,4	2088928,4	K3+902	Sifón 3
			OC_06_2	Box Culvert	Unidad Funcional 1	4885009,2	2088933,1	K3+902	Sifón 3
			OC_06_3	Canal trapezoidal	Separador vial	4884971,4	2088939,7		Sifón 3
			OC_06_4	Box Culvert y tubería en concreto	Unidad Funcional 3	4884921,8	2088942,1	K3+902	Sifón 3
			OC_06_5	Descole Box Culvert	Unidad Funcional 3	4884902,2	2088925,4	K3+902	Sifón 3
			OC_06_6	Muro26	Unidad Funcional 3	4884911,2	2088922,0	K3+902	Sifón 3
Ocupación de cauce 7	OC_07	Quebrada La Floresta	OC_07_1	Encole Box Culvert	Unidad Funcional 1	4885107,7	2089370,7	K4+348	Sifón 2
			OC_07_2	Box Culvert	Unidad Funcional 1	4885083,8	2089374,9	K4+348	Sifón 2
			OC_07_3	Canal trapezoidal	Separador vial	4885046,4	2089381,0		Sifón 2
			OC_07_4	Box Culvert y tubería en concreto	Unidad Funcional 3	4884999,4	2089431,4	K4+348	Sifón 2
			OC_07_5	Descole Box Culvert	Unidad Funcional 3	4885000,5	2089511,9	K4+348	Sifón 2
			OC_07_6	Muro10_1	Unidad Funcional 1	4885104,3	2089377,3	K4+348	Sifón 2
			OC_07_7	Muro10_2	Unidad Funcional 3	4884997,9	2089470,2	K4+348	Sifón 2

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



Nombre	Código	Cuerpo de agua	Código	Tipo infraestructura	Ubicación	Este	Norte	Abscisa	Sifón
Ocupación de cauce 8	OC_08	Quebrada Novita	OC_08_1	Encole Box Culvert	Unidad Funcional 1	4885245,5	2090274,2	K5+270	Sifón 1
			OC_08_2	Box Culvert	Unidad Funcional 1	4885231,8	2090279,8	K5+270	Sifón 1
			OC_08_3	Canal trapezoidal	Separador vial	4885197,6	2090299,1		Sifón 1
			OC_08_4	Box Culvert y tubería en concreto	Unidad Funcional 3	4885150,8	2090345,8	K5+295	Sifón 1
			OC_08_5	Descole Box Culvert	Unidad Funcional 3	4885142,8	2090400,3	K5+295	Sifón 1
			OC_08_6	Muro13	Unidad Funcional 3	4885240,3	2090266,6	K5+295	Sifón 1

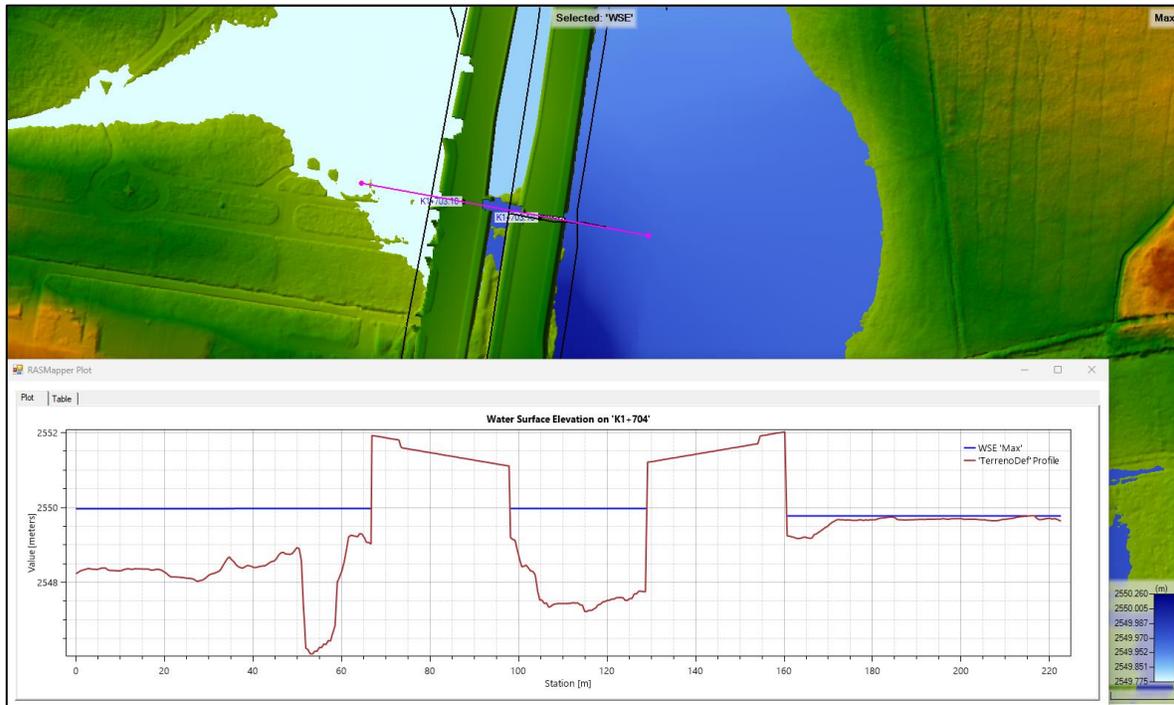
Fuente: CCSN, 2023

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

A continuación, se presentan los diseños propuestos para las seis ocupaciones de cauce requeridas para el desarrollo del proyecto, además de su ubicación en planta, visualización del perfil del terreno y su lámina de agua para el evento máximo de periodo de retorno 100 años.

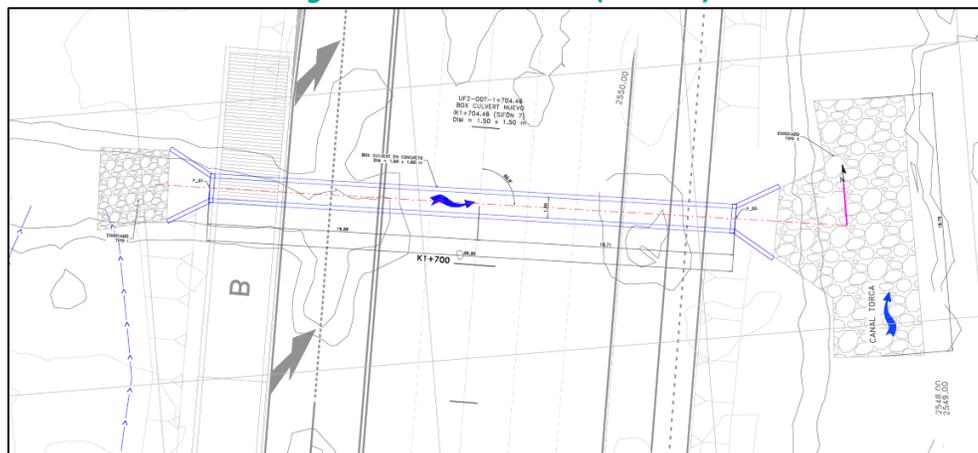
7.4.4.1 Ocupación de cauce OC_01 (K1+700)

Figura 7-8 Perfil de terreno y lámina de agua TR 100 AÑOS OC01



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

Figura 7-9 Planta OC01 (K1+700)

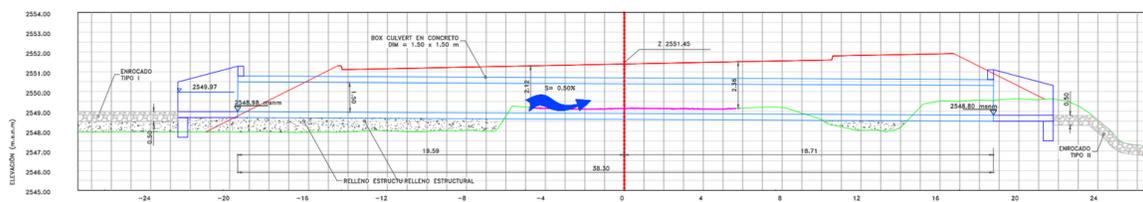


Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



Figura 7-10 Diseño de obra OC01 (K1+700)



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

Figura 7-11 Especificaciones de la obra OC01

CARACTERÍSTICAS OBRAS DE DRENAJE

ID	ABSCISA	SIFÓN	TIPO DE OBRA	COORDENADA ENCOLE		COORDENADA DESCOLE		SENTIDO	L(m)	DIMENSIONES			COTA BATEA		ÁNGULO ESVAJE (°)	PENDIENTE (%)	ESTRUCTURA ENTRADA	ESTRUCTURA SALIDA
				ESTE	NORTE	ESTE	NORTE			D (m)	B (m)	H (m)	ENCOLE	DESCOLE				
UF2-ODT-K1+704.46	K1+704.46	7	BOX CULVERT	104064.873	120833.879	104102.771	120828.526	IZQ-DER	38.30	-	1.50	1.50	2548.98	2548.80	88.8	0.50	ALETA	ALETA

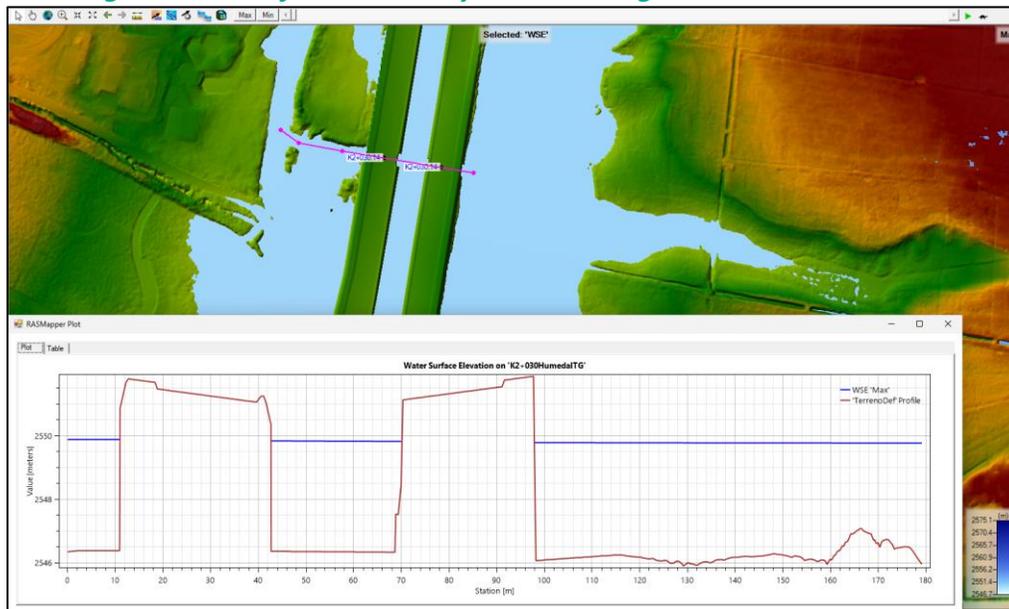
CUADRO COORDENADAS			
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA BATEA (msnm)
P_01	104064.873	120833.879	2548.98
P_02	104102.771	120828.526	2548.80

Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

En el Anexo 6_1 Planos se puede consultar el detalle constructivo de la ocupación de cauce.

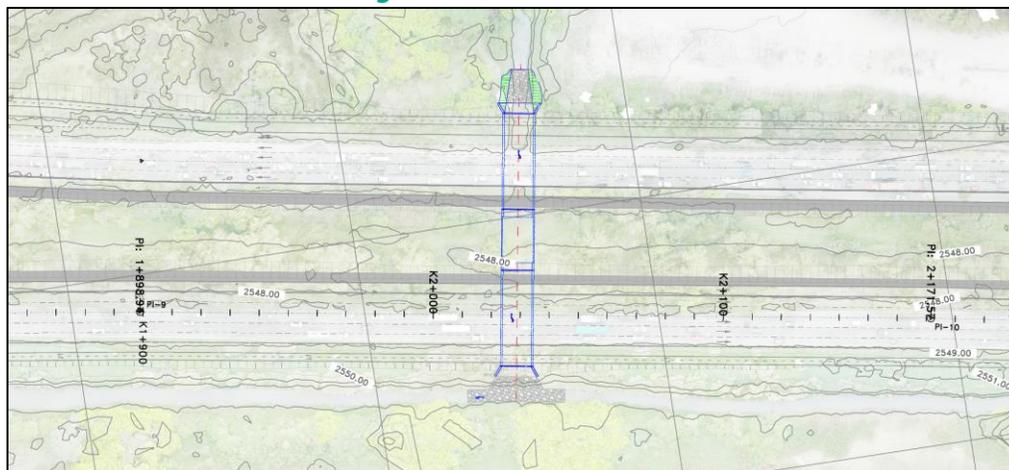
7.4.4.2 Ocupación de cauce OC02 (K2+030)

Figura 7-12 Perfil de terreno y lámina de agua TR 100 AÑOS OC02



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

Figura 7-13 Planta OC02

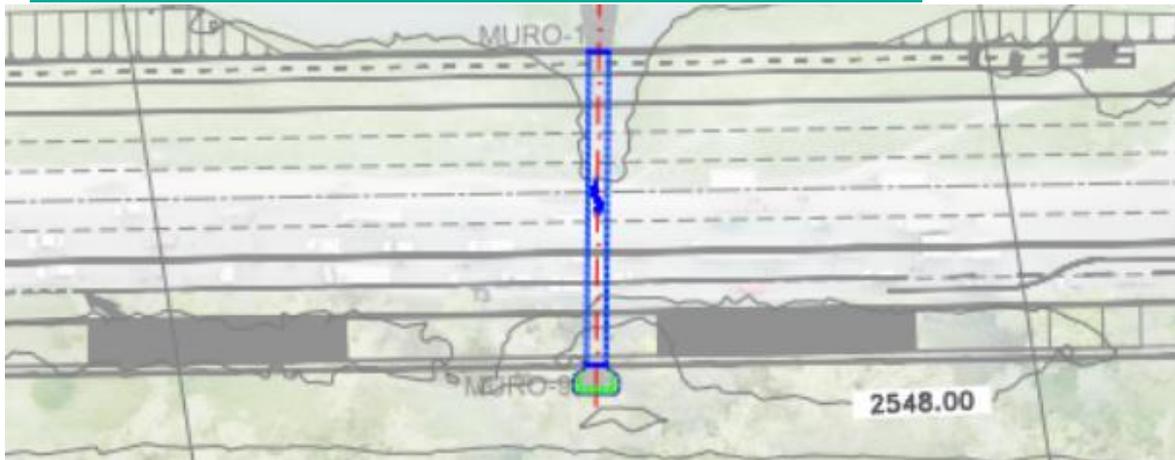


Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

En el Anexo 6_1 Planos se puede consultar el detalle constructivo de la ocupación de cauce.

7.4.4.3 Ocupación de cauce OC03 (K2+430)

Figura 7-14 planta OC3

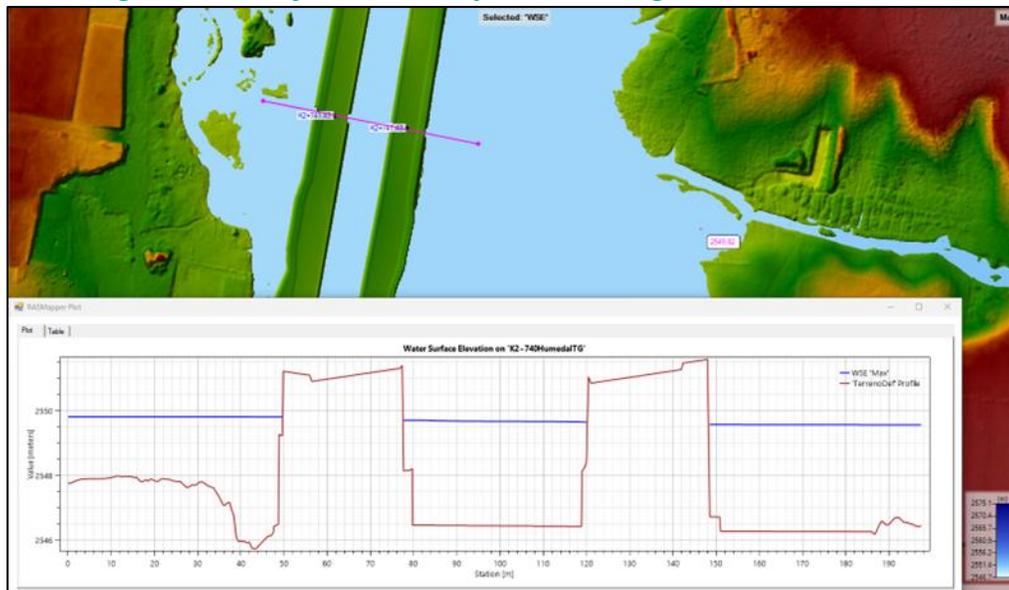


Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

En el Anexo 6_1 Planos se puede consultar el detalle constructivo de la ocupación de cauce.

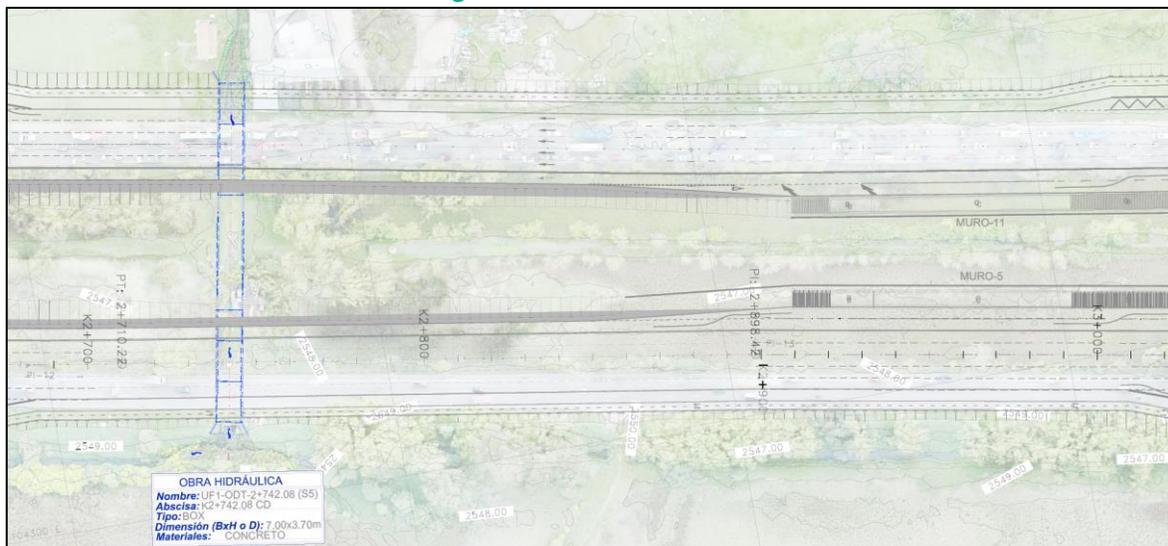
7.4.4.4 Ocupación de cauca OC04 (K2+740)

Figura 7-15 Perfil de terreno y lámina de agua Tr100 años OC04



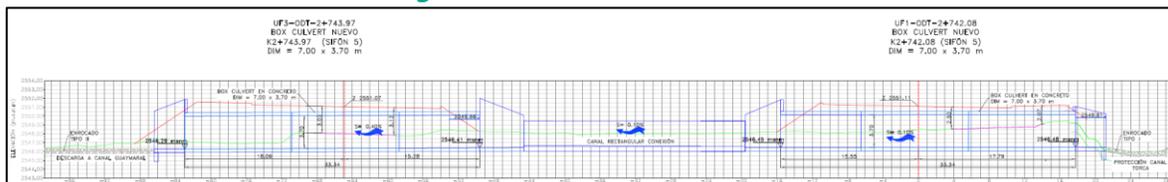
Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

Figura 7-16 Planta OC04



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

Figura 7-17 Diseño obra OC04



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

Figura 7-18 Especificaciones de la obra OC04

ID	ABSCISA	SIFÓN	TIPO DE OBRA	COORDENADA ENCOLE		COORDENADA DESCOLE		SENTIDO	L(m)	DIMENSIONES			COTA BATEA		ÁNGULO ESVIAJE (°)	PENDIENTE (%)	ESTRUCTURA ENTRADA	ESTRUCTURA SALIDA
				ESTE	NORTE	ESTE	NORTE			D (m)	B (m)	H (m)	ENCOLE	DESCOLE				
UF1-ODT-K2+742.08	K2+742.08	5	BOX CULVERT	104275.437	121850.842	104242.629	121856.774	DER-IZQ	33.34	-	7.00	3.70	2546.48	2546.45	91.3	0.10	ALETA	ALETA
UF3-ODT-K2+743.97	K2+743.97	5	BOX CULVERT	104209.114	121862.824	104176.305	121868.751	DER-IZQ	33.34	-	7.00	3.70	2546.41	2546.29	89.7	0.40	ALETA	ALETA

CUADRO COORDENADAS			
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA BATEA (msnm)
P_01	104275.437	121850.842	2546.48
P_02	104242.629	121856.774	2546.45
P_03	104209.114	121862.824	2546.41
P_04	104176.305	121868.751	2546.29

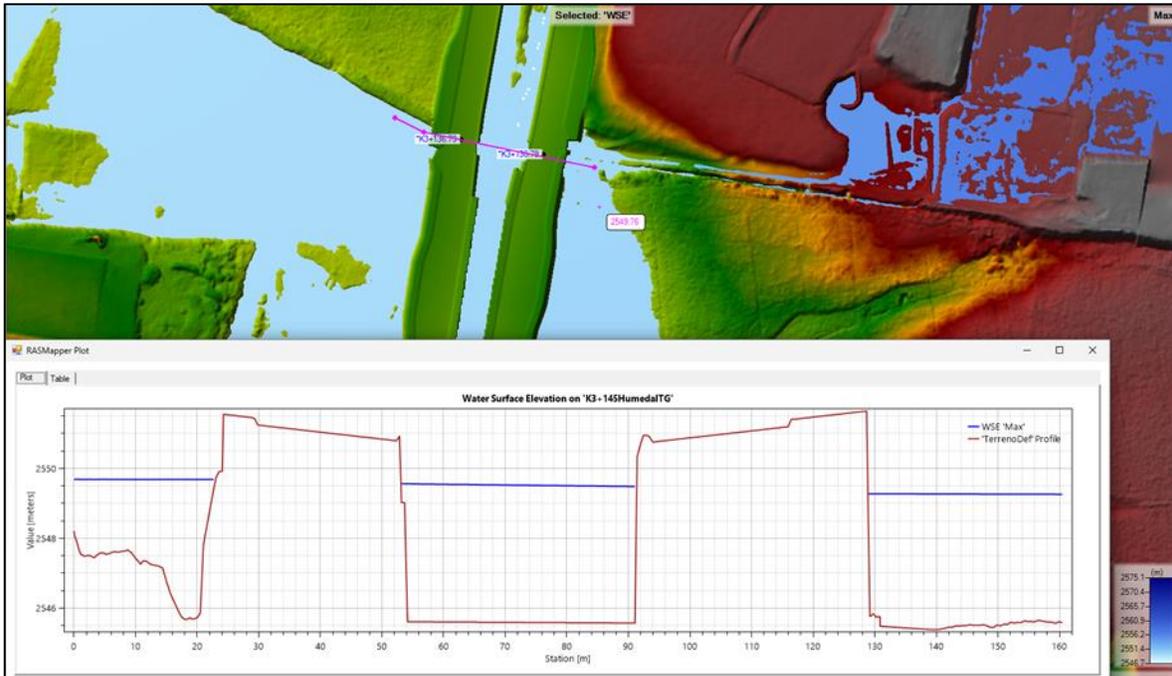
Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

En el Anexo 6_1 Planos se puede consultar el detalle constructivo de la ocupación de cauce.

7.4.4.5 Ocupación de cauce OC05 (K3+145)

Figura 7-19 Terreno y lámina agua Tr 100 años OC05

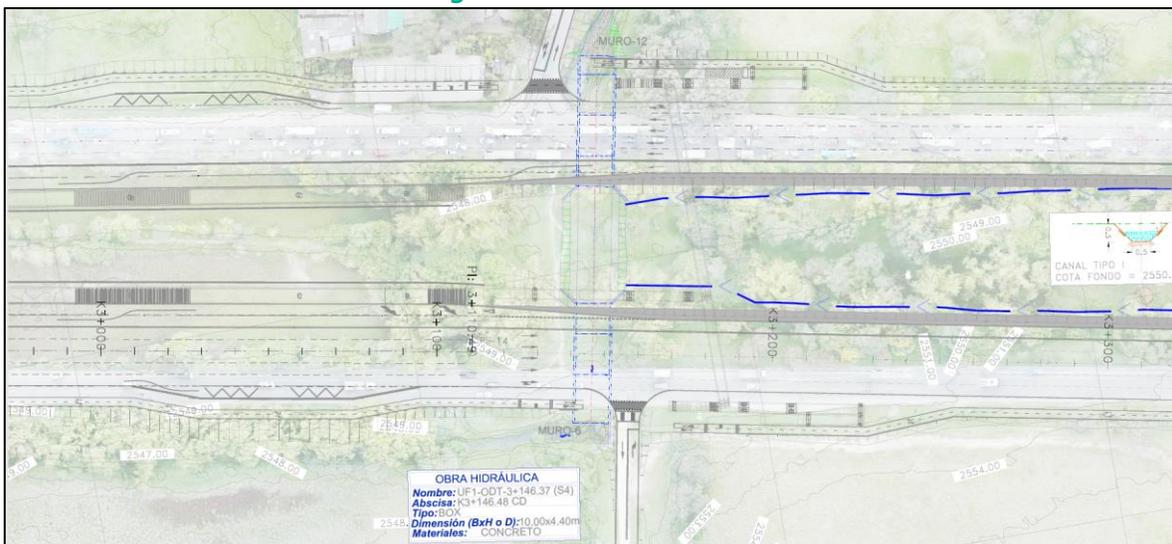
Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

En el Anexo 6_1 Planos se puede consultar el detalle constructivo de la ocupación de cauce.

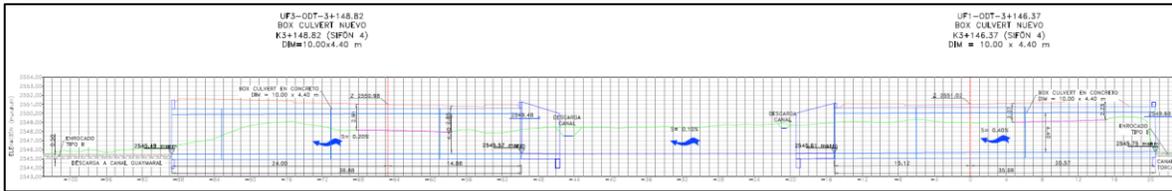
Figura 7-20 Planta OC05



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

Figura 7-21 Diseño obra OC05

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

Figura 7-22 Especificaciones de la obra OC05

ID	ABSCISA	SIFÓN	TIPO DE OBRA	COORDENADA ENCOLE		COORDENADA DESCOLE		SENTIDO	L(m)	DIMENSIONES			COTA BATEA		ÁNGULO ESVAJE (°)	PENDIENTE (%)	ESTRUCTURA ENTRADA	ESTRUCTURA SALIDA
				ESTE	NORTE	ESTE	NORTE			D (m)	B (m)	H (m)	ENCOLE	DESCOLE				
UF1-ODT-K2+742.08	K2+742.08	5	BOX CULVERT	104275.437	121850.842	104242.629	121856.774	DER-IZQ	33.34	-	7.00	3.70	2546.48	2546.45	91.3	0.10	ALETA	ALETA
UF3-ODT-K2+743.97	K2+743.97	5	BOX CULVERT	104209.114	121862.824	104176.305	121868.751	DER-IZQ	33.34	-	7.00	3.70	2546.41	2546.29	89.7	0.40	ALETA	ALETA

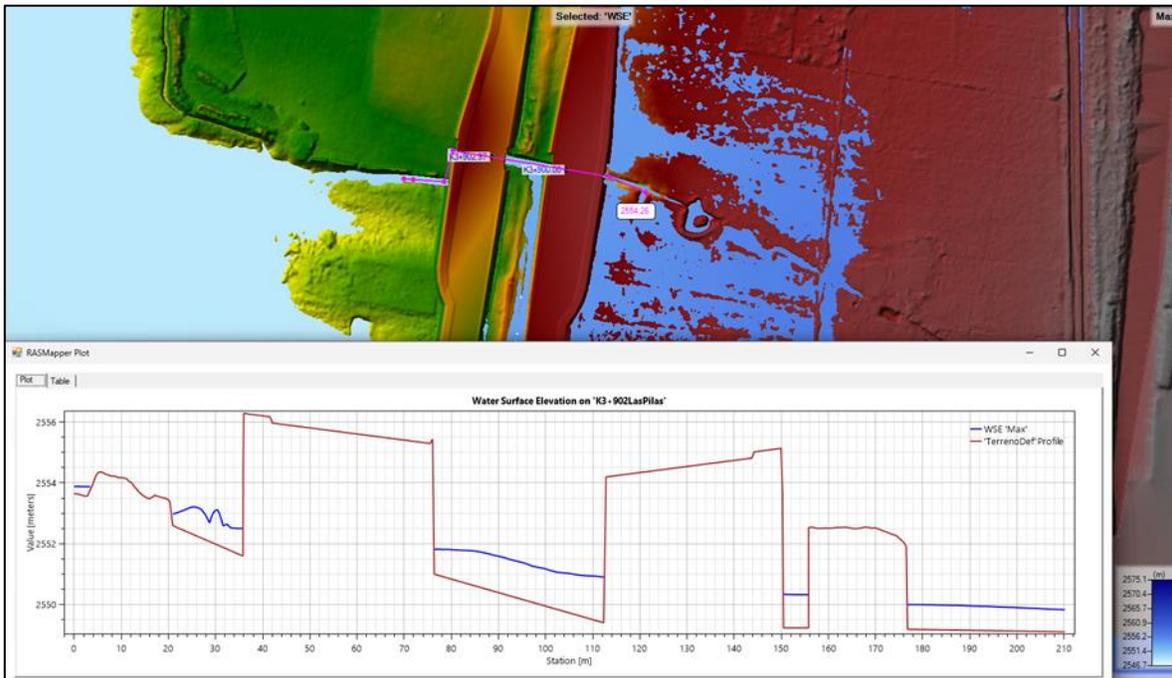
CUADRO COORDENADAS			
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA BATEA (máxim)
P_01	104345.561	122248.621	2545.75
P_02	104310.556	122255.504	2545.61
P_03	104276.420	122261.919	2545.57
P_04	104238.213	122269.102	2545.49

Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

En el Anexo 6_1 Planos se puede consultar el detalle constructivo de la ocupación de cauce.

7.4.4.6 Ocupación de cauce OC06 (K3+902)

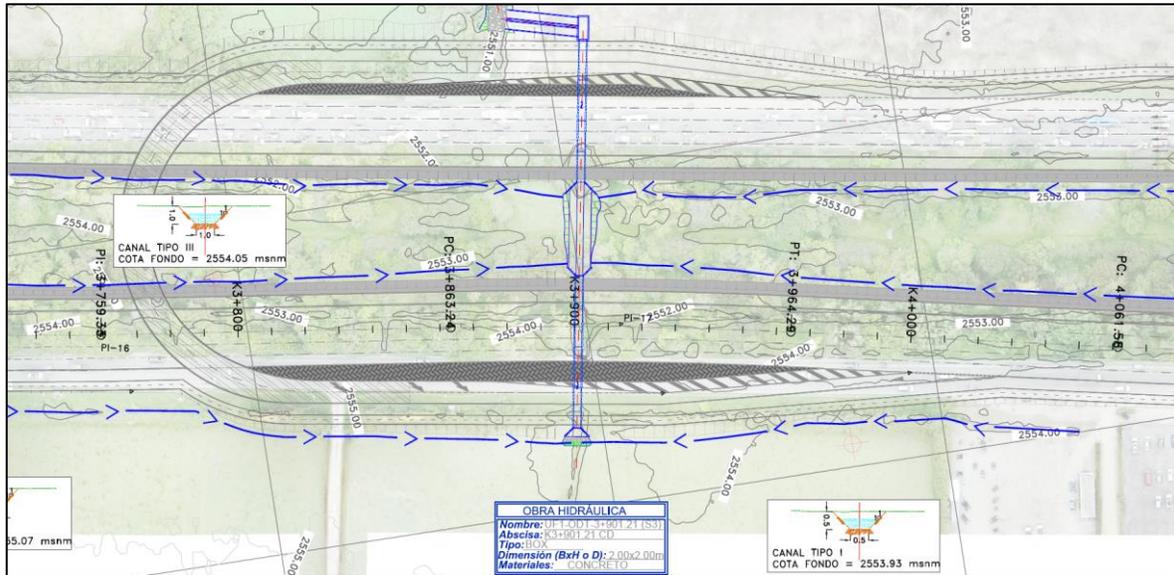
Figura 7-23 Perfil de terreno y lámina de agua Tr100 años OC06



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

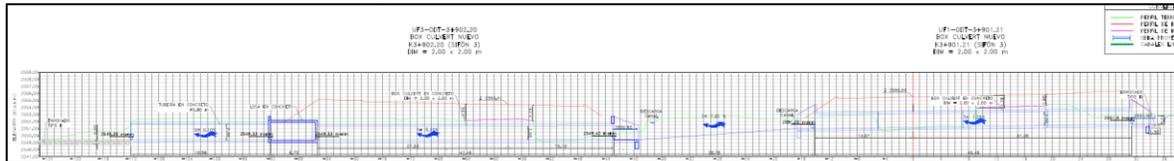
Figura 7-24 Planta OC06

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

Figura 7-25 Diseño de la obra OC06



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

Figura 7-26 Especificaciones de la obra OC06

ID	ABSCISA	SIFÓN	TIPO DE OBRA	COORDENADA ENCOLE		COORDENADA DESCOLE		SENTIDO	L(m)	DIMENSIONES			COTA BATER		ANGULO EVASIVE (°)	PENDIENTE (%)	ESTRUCTURA ENTRADA	ESTRUCTURA SALIDA
				ESTE	NORTE	ESTE	NORTE			D (m)	B (m)	H (m)	ENCOLE	DESCOLE				
UFI-007-K3+901.21	K3+901.21	3	BOX CULVERT	104476.249	122992.418	104431.427	123000.005	DER=IZQ	45.46	-	2.00	2.00	2551.60	2551.00	90.6	1.37	ALETA	ALETA
UFI3-007-K3+902.20	K3+902.20	3	BOX CULVERT	104404.178	123004.629	104362.315	123011.721	DER=IZQ	42.46	-	2.00	2.00	2549.40	2549.33	90.6	0.10	ALETA	CAJA
-	-	3	ALCANTARILLA	104358.507	123010.943	104352.972	122989.918	-	19.96	2.30	-	-	2549.33	2549.30	-	0.10	CAJA	ALETA

CUADRO COORDENADAS			
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA BATER (msnm)
P_01	104476.249	122992.418	2551.60
P_02	104431.427	123000.005	2551.00
P_03	104404.178	123004.629	2549.40
P_04	104362.315	123011.721	2549.33
P_05	104358.507	123010.943	2549.33
P_06	104352.972	122989.918	2549.30

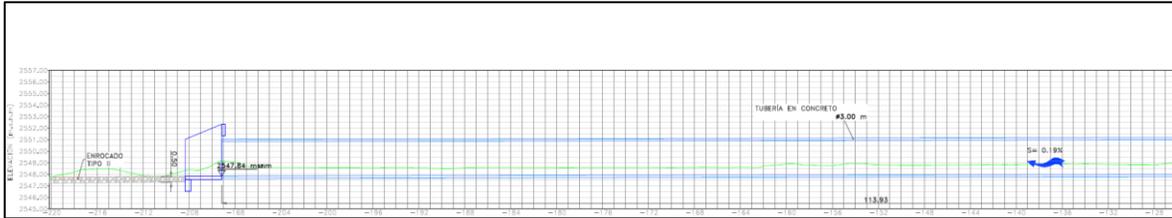
Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

En el Anexo 6_1 Planos se puede consultar el detalle constructivo de la ocupación de cauce.

7.4.4.7 Ocupación de cauce OC07 (K4+348)

Figura 7-27 Perfil de terreno y lamina de agua OC07

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

Figura 7-30 Especificaciones de la obra OC07

ID	ABSCISA	SIFÓN	TIPO DE OBRA	COORDENADA ENCOLE		COORDENADA DESCOLE		SENTIDO	L(m)	DIMENSIONES			COTA BATER		ÁNGULO ESIVIAJE (°)	PENDIENTE (%)	ESTRUCTURA ENTRADA	ESTRUCTURA SALIDA
				ESTE	NORTE	ESTE	NORTE			D (m)	B (m)	H (m)	ENCOLE	DESCOLE				
UF1-ODT-K4+349.73	K4+349.73	2	BOX CULVERT	104549.073	123435.030	104504.222	123442.443	DER-IZQ	45.46	-	3.00	3.20	2548.17	2548.13	89.4	0.10	MURO	ALETA
UF3-ODT-K4+350.42	K4+350.42	2	BOX CULVERT	104480.863	123446.304	104436.009	123453.717	DER-IZQ	45.46	-	3.00	3.20	2548.10	2548.06	90.4	0.10	ALETA	CAJA
UF-ODT-Tub	-	2	ALCANTARILLA	104434.449	123455.900	104448.845	123568.985	-	113.93	3.00	-	-	2548.06	2547.84	-	0.19	CAJA	ALETA

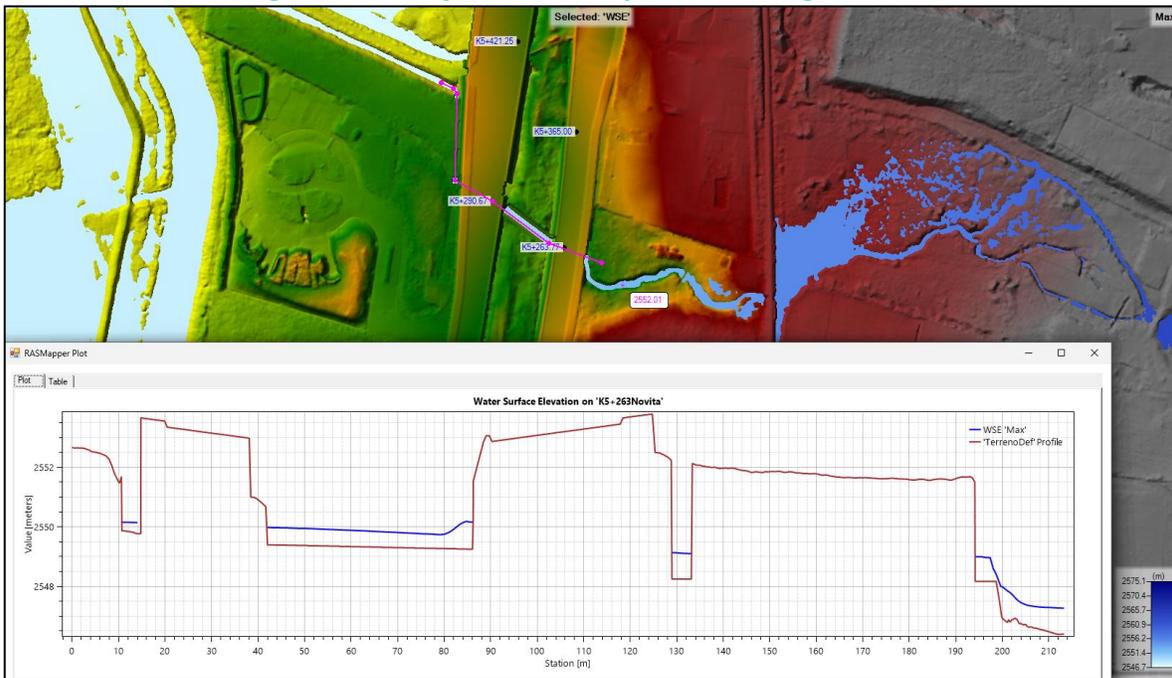
CUADRO COORDENADAS			
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA BATER (mmsnm)
P ₀₁	104549.073	123435.030	2548.17
P ₀₂	104504.222	123442.443	2548.13
P ₀₃	104480.863	123446.304	2548.10
P ₀₄	104436.009	123453.717	2548.06
P ₀₅	104434.449	123455.900	2548.06
P ₀₆	104448.845	123568.985	2547.84

Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

En el Anexo 6_1 Planos se puede consultar el detalle constructivo de la ocupación de cauce.

7.4.4.8 Ocupación de cauce OC08 (K5+270)

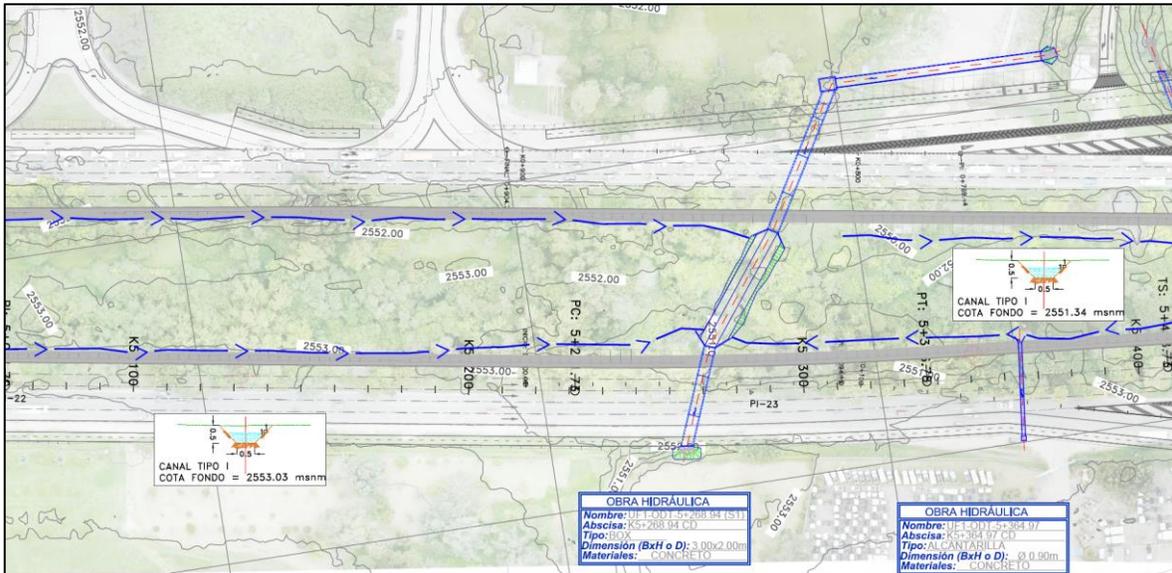
Figura 7-31 Perfil de terreno y lámina de agua OC08



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

Figura 7-32 Planta OC08

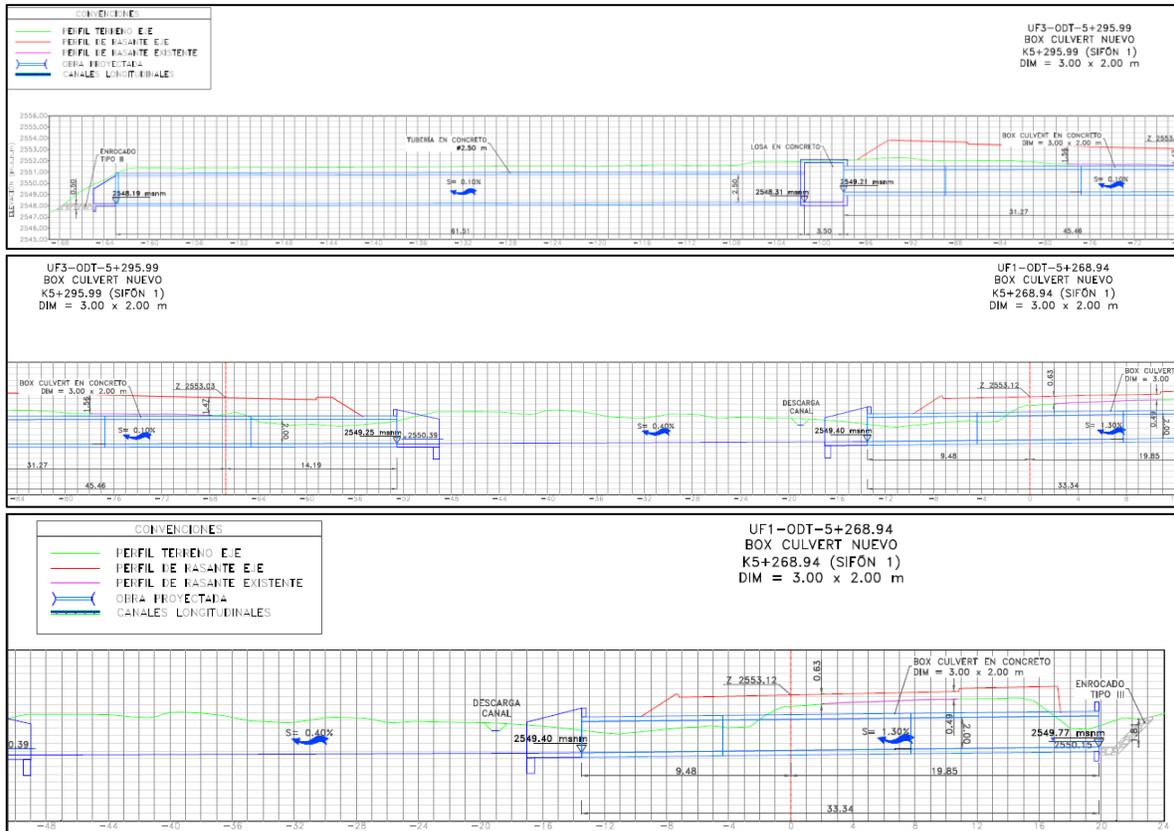
Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

Figura 7-33 Diseño obra OC08



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

Figura 7-34 Especificaciones de la obra OC08

ID	ABSCISA	SIFÓN	TIPO DE OBRA	COORDENADA ENCOLE				COORDENADA DESCOLE				SENTIDO	L(m)	DIMENSIONES			CUTA BATEA		ANGULO ESVAJE (°)	PENDIENTE (%)	ESTRUCTURA ENTRADA	ESTRUCTURA SALIDA
				ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	D (m)	B (m)			H (m)	ENCOLE	DESCOLE						
UF1-ODT-K5+268.94	K5+268.94	1	BOX CULVERT	104606.026	124340.313	104657.929	124351.666	DER=IZQ	33.34	--	3.00	2.00	2549.77	2549.40	103.9	1.30	MURO	ALETA				
UF3-ODT-K5+295.99	K5+295.99	1	BOX CULVERT	104626.509	124375.349	104587.340	124398.435	DER=IZQ	45.46	--	3.00	2.00	2549.25	2549.21	111.3	0.10	ALETA	CAJA				
UF-ODT-Tub	--	1	ALCANTARILLA	104555.610	124400.549	104586.926	124462.423	--	61.51	2.50	--	--	2548.25	2548.19	--	0.10	CAJA	ALETA				

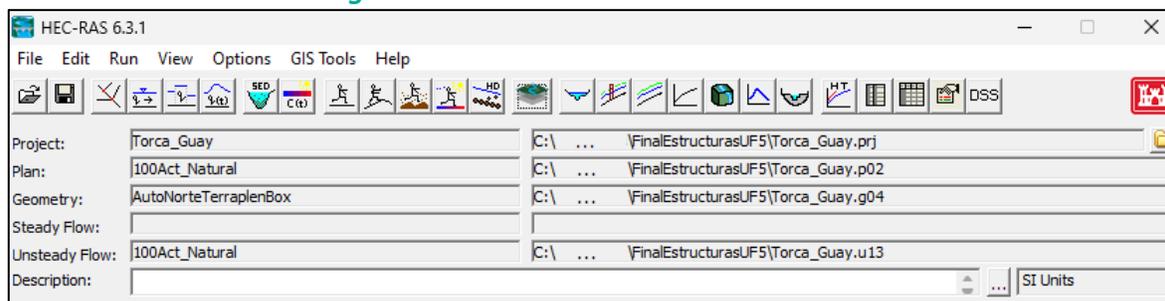
CUADRO COORDENADAS			
PUNTO	ESTE	NORTE	CUTA BATEA (msnm)
P_01	104606.026	124340.313	2549.77
P_02	104657.525	124351.666	2549.40
P_03	104626.509	124375.349	2549.25
P_04	104587.340	124398.435	2549.21
P_05	104555.610	124400.549	2548.25
P_06	104586.926	124462.423	2548.19

Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

En el Anexo 6_1 Planos se puede consultar el detalle constructivo de la ocupación de cauce.

Mayores detalles del desempeño hidráulico de las obras se encuentran en el "Anexo 6_6 Modelo hidráulico".

Figura 7-35 Modelo hidráulico con obras



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

7.4.5 Proceso constructivo de las ocupaciones de cauce

7.4.5.1 Proceso constructivo general

Para la construcción de las calzadas oriental y occidental de la AutoNorte se ha previsto dividir la ejecución de cada calzada en dos fases, planteamiento este con el cual se cumple el requisito establecido en el Contrato de Concesión de mantener tres carriles en servicio durante la construcción de las obras, para evitar retrasos en el flujo vehicular. Así pues, se contempla la siguiente secuencia específica de intervención:

7.4.5.1.1 UF1 y UF2 Costado Oriental:

- **FASE I: Ampliación de la Autopista Norte hacia el separador central de la misma.**

Esta fase iniciará con las labores de gestión predial y traslado de redes y la construcción de un carril provisional en la parte externa de la calzada oriental de la Autopista en varios tramos que, sumados, dan una longitud aproximada de 2.1 km, con el objetivo de garantizar tres carriles de flujo vehicular en la calzada oriental de la Autopista, sentido sur - norte.

De conformidad con la planificación y el cronograma de Intervenciones, se implementará la siguiente secuencia constructiva en el desarrollo de los trabajos:

1. Tala de árboles.
2. Descapotes y excavaciones.
3. Mejoramiento de la subrasante con base en los diseños:
4. Obras de drenaje transversales y longitudinales para garantizar el paso y manejo de las aguas:
5. Muro en suelos, mecánicamente estabilizado con material seleccionado.
6. Estructura de terraplén en capas, utilizando material adecuado y definido en los diseños.
7. Estructura del pavimento, incluyendo la extensión y compactación de la subbase y base granular.

- **FASE II: Ampliación de la Autopista hacia el costado externo de la calzada oriental de la misma.**

Una vez finalizada la FASE I en lo que respecta a la construcción a nivel de capa en base granular, el tráfico vehicular será redirigido hacia dicha intervención para dar inicio a la Fase II. En esta nueva etapa, se intervendrá la calzada existente en su costado externo, siguiendo la secuencia de actividades establecida previamente en la FASE I. Además, se llevarán a cabo actividades adicionales a lo largo de toda la extensión de la calzada durante el desarrollo de esta fase, entre las que se incluyen:

1. Estructura del pavimento, incluyendo la extensión y compactación de la subbase, base granular y capa asfáltica.
2. Espacio público, urbanismo, señalización y demarcación necesaria en cada Unidad Funcional.

7.4.5.1.2 UF3 y UF4 Costado Occidental:

Luego de completar las UF1 y UF2, se habilitarán dos carriles en contraflujo en la Calzada Oriental de la Autopista Norte, mientras que en la Calzada Occidental se dejará un carril disponible, aledaño de la zona de ciclorruta temporal.

Una vez finalizado el avance mencionado, se iniciarán las actividades asignadas a las Unidades Funcionales 3 y 4, siguiendo el procedimiento que se describe a continuación:

- **FASE I:** Ampliación de la Autopista Norte en dirección al separador central de la misma, para efectos de lo cual se seguirá un proceso similar al descrito en las UF1 y UF2.
- **FASE II:** Luego de culminar las FASES I de las UF3 y UF4, se iniciará la FASE II, la cual se llevará a cabo mediante un proceso similar al descrito en las UF1 y UF2. Durante esta fase se priorizará la ampliación de la Autopista Norte hacia el área externa de la calzada occidental de la misma, la cual previamente habrá sido objeto de trabajos de gestión predial y reubicación de redes.

7.4.5.2 Construcción Ocupaciones de cauce

Con el fin de minimizar los impactos sobre los cuerpos de agua, mitigar los riesgos de inundación en el separador, y garantizar una adecuada intervención en los puntos de conexión entre los humedales de Torca y Guaymaral, se realizarán en la calzada oriental y occidental de la autopista Norte, conforme a las especificaciones técnicas y diseños del proyecto.

Inicialmente se realizará la ampliación de los Box Culvert en las UF1 y UF2 en la calzada oriental, los cuales una vez estén construidos se continuará con los de la calzada occidental.

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



El proceso constructivo de los Box Culvert tanto en la calzada oriental (UF1 y UF2), como en la occidental (UF3 y UF4) se llevará a cabo secuencialmente en siete (7) fases de tal forma que se mantenga el caudal que actualmente está pasando por los Box Culvert existentes, el cual se desarrollará empleando un enfoque metodológico que se sustenta en la subdivisión secuencial de las tareas, siguiendo el siguiente proceso por fases:

7.4.5.2.1 Fase 1 - Preparación, Excavación y mejoramiento del terreno

En esta primera fase, se desarrollarán una serie de actividades orientadas a la preparación del terreno. Estas operaciones englobarán la realización de excavaciones para la nivelación topográfica, así como la ejecución de intervenciones destinadas al mejoramiento del terreno de fundación de la vía. Todo ello seguirá el orden de actividades descrito a continuación:

7.4.5.2.1.1 Descapote y Excavación

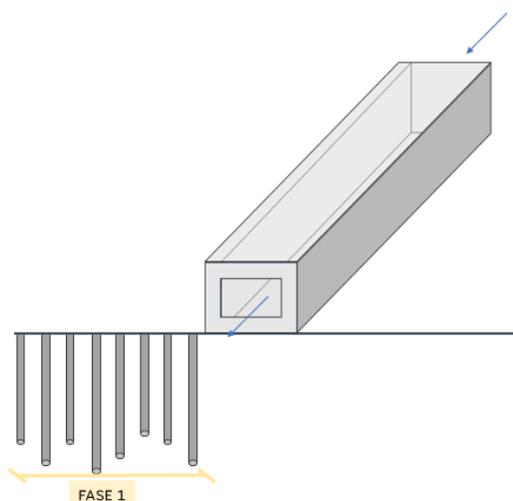
- **Remoción de Capa Vegetal:** Se procederá a la ejecución de la remoción de la capa vegetal superficial en el área de trabajo. Se utilizará máquinas excavadoras mecánicas para la eliminación eficiente de vegetación como arbustos, raíces y otros elementos orgánicos.
- **Remoción de Capa Superior del Suelo:** Se llevará a cabo la extracción controlada de la capa superior del suelo. Se emplearán métodos de excavación mecánica estratificada para garantizar la integridad de la capa inferior.
- **Excavación para Alcantarillas y Box Culvert:** Siguiendo rigurosamente las dimensiones y especificaciones técnicas del proyecto, se realizará una excavación precisa para el alojamiento de las estructuras del Box Culvert. Empleando maquinaria mecánica y control topográfico avanzado, se formarán paredes verticales y un fondo compactado y nivelado en la zanja para preparar el terreno de manera adecuada para las fases posteriores de mejoramiento y consolidación:

7.4.5.2.1.2 Obras de Mejoramiento y Consolidación de Suelo

- **- Colocación de Capa de Soporte de Operaciones:** En esta fase operativa del procedimiento, se llevará a cabo una capa compuesta por material granular, la cual servirá de soporte y estabilidad para posicionar las maquinarias piloteadoras destinadas a la ejecución de las inclusiones rígidas. Estos procedimientos de adecuación y control obedecerán estrictamente a las especificaciones técnicas del proyecto. Una vez culminada la colocación de la capa granular, se procederá a implementar una secuencia de operaciones orientadas a la compactación mecánica del material.
- **Construcción de Cimentación:** En esta etapa, se llevará a cabo la ejecución de inclusiones rígidas de concreto. Cada una de estas inclusiones será ajustada para asegurar una coherencia con las dimensiones precisas, las propiedades del material (incluyendo su resistencia) y las configuraciones detalladas en los planos y las

especificaciones técnicas del proyecto. Es importante resaltar que en esta fase se procederá exclusivamente con la instalación de las inclusiones rígidas en concreto diseñadas para brindar soporte a la sección del nuevo Box Culvert que apoyará los tubos a través de los cuales el agua del box Culvert preexistente será desviada, tal como se puede observar en la Figura 7-36. Esquema Grafico Proceso constructivo Box Culvert Autonorte (UF1-UF5)"

Figura 7-36 Proceso constructivo box culvert fase 1

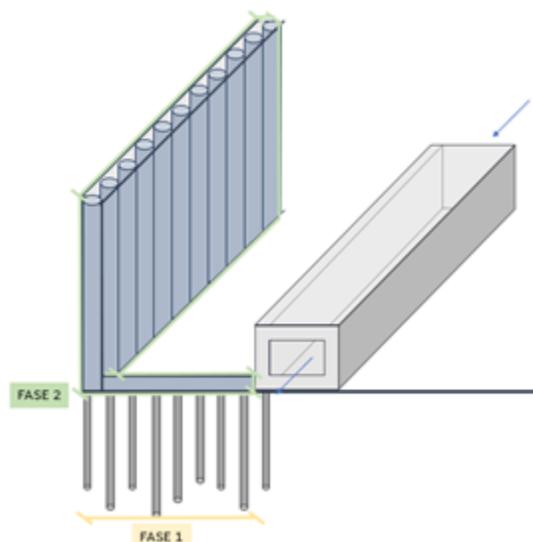


Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

7.4.5.2.2 Fase 2 - Procedimiento de Colocación y Vertido de Concreto Reforzado en la Fase Inicial de la Sección Constructiva del Box Culvert para Componentes de losa de Piso y Pared.

En esta fase se presentan actividades que engloban la instalación y vertido de concreto reforzado en la sección estructural inicial piso y pared del Box Culvert, que desempeñará inicialmente funciones de apoyo y cubrimiento de los tubos que se utilizarán para el desvío del flujo de agua del box Culvert preexistente, como se puede observar en la Figura 7-37.

Figura 7-37 Proceso constructivo box culvert fase 2



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

7.4.5.2.2.1 Colocación de Concreto de Nivelación

Se aplicará una capa de concreto de nivelación con un espesor determinado, de acuerdo con las especificaciones técnicas para concreto. Esta capa proporcionará una superficie uniforme y estable para la colocación posterior de acero de refuerzo y concreto estructural.

7.4.5.2.2.2 Instalación de Acero de Refuerzo

Se procederá a instalar el acero de refuerzo de acuerdo con las normas y las especificaciones técnicas correspondiente. Las varillas de acero utilizadas deberán estar libres de grasas, óxido, pinturas u otras sustancias que puedan afectar la adherencia con el concreto. La distribución del acero de refuerzo se ajustará a los planos proporcionados para la estructura.

7.4.5.2.2.3 Posicionamiento de la Formaleta

Se procederá a ubicar la formaleta de manera que garantice el recubrimiento de concreto requerido por la norma para el acero de refuerzo y la geometría de la estructura. La formaleta debe ser lo suficientemente resistente para mantener el concreto sin deformaciones ni desplazamientos en relación con el diseño indicado en los planos.

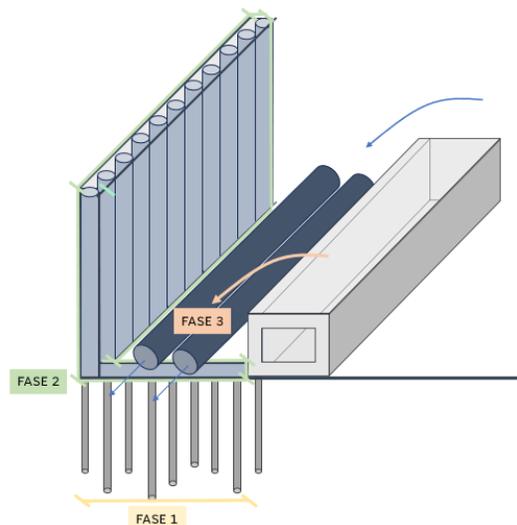
7.4.5.2.2.4 Vertido de Concreto Fundido

Se procederá a realizar el vertido de concreto, siguiendo las directrices establecidas en la documentación del proyecto en relación con la resistencia especificada. Este vertido se llevará a cabo de manera precisa en las áreas predefinidas, asegurando posteriormente el tiempo de curado adecuado para alcanzar la resistencia definida.

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

7.4.5.2.3 Fase 3 - Obras de Desvío de Caudal en Box Culvert Existente

Figura 7-38 Proceso constructivo box culvert fase 3



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

7.4.5.2.3.1 Instalación de Tubería Provisional

Se elegirá e instalará cuidadosamente sobre la estructura construida del Box Culvert una tubería, que podrá ser metálica, de PVC u otro material adecuado. Esta elección estará basada en las especificaciones requeridas para asegurar la capacidad y resistencia necesarias para gestionar los caudales de agua existentes. De esta manera, se asegurará el adecuado funcionamiento de la sección de flujo en el Box Culvert existente.

7.4.5.2.3.2 Obras de Desvío de Caudal

Se procederá a realizar la construcción de una estructura de canalización natural aguas arriba del box Culvert con el propósito de captar y direccionar de manera efectiva el flujo de agua hacia los tubos recién instalados en el Box Culvert. Esta estructura de canalización estará diseñada y construida con la precisión necesaria para garantizar la captación eficiente del flujo y su canalización directa hacia la nueva disposición de tubos.

7.4.5.2.3.3 c. Pruebas y Ajustes del Flujo

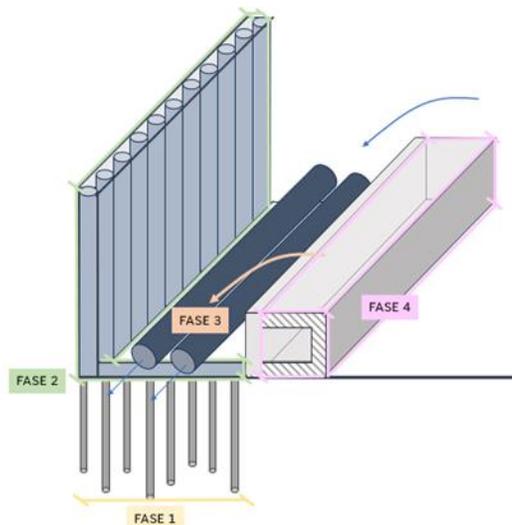
Se llevarán a cabo pruebas de flujo de agua a través de la tubería provisional para verificar su capacidad de manejo de caudales y su adecuado funcionamiento. En caso de ser necesario, se realizarán ajustes en la pendiente y alineación de la tubería para optimizar el flujo y prevenir posibles acumulaciones de agua.

7.4.5.2.4 Fase 4 - Obras de Demolición de box Culvert Preexistente

Esta fase se caracteriza por la ejecución de una serie de actividades que abarcan la etapa de demolición preliminar de una porción específica de las estructuras box Culvert

preexistentes. Este proceso se realiza con el propósito de preparar el área para la construcción subsiguiente. El contexto de este proceso se ilustra visualmente en la Figura 7-39.

Figura 7-39 Proceso constructivo box culvert fase 4



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

7.4.5.2.4.1 Evaluación Preliminar y Análisis de Riesgos

Se llevará a cabo una inspección visual y estructural del box Culvert en concreto reforzado a demoler para identificar su estado actual, el tipo de refuerzo utilizado y cualquier posible debilidad estructural. Posteriormente, se realizará un análisis de riesgos para identificar peligros potenciales, como estructuras adyacentes, servicios públicos y condiciones del terreno, con el fin de planificar medidas de seguridad adecuadas.

7.4.5.2.4.2 Preparación del Sitio

Se asegurará el sitio de demolición, colocando señalización y barricadas para restringir el acceso no autorizado. Se establecerán áreas designadas para el equipo, materiales y escombros.

7.4.5.2.4.3 Demolición Controlada

Se llevará a cabo la demolición de manera controlada utilizando martillos hidráulicos u otro equipo mecánico apropiado para romper el concreto y el refuerzo.

7.4.5.2.4.4 Recolección y Disposición de Escombros

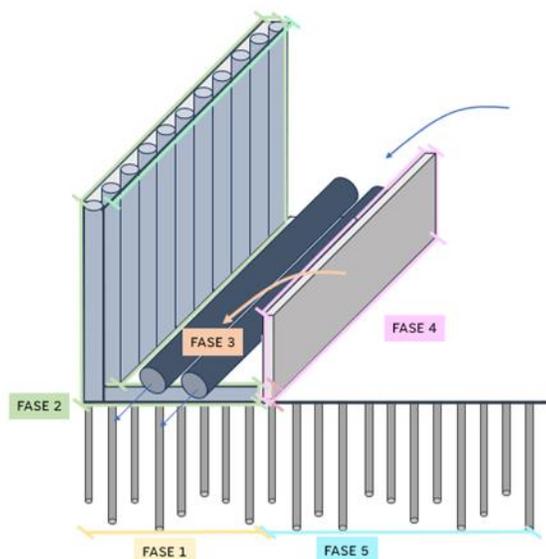
Se recogerán y separarán los escombros generados durante la demolición, clasificándolos según los materiales. Los escombros se transportarán a áreas designadas para su disposición adecuada y cumplimiento de las regulaciones ambientales.

7.4.5.2.5 Fase 5 Obras complementarias de Mejoramiento y Consolidación de Suelo

En esta etapa, se llevarán a cabo las actividades correspondientes a las Obras Complementarias de la estructura de cimentación del box Culvert, las cuales son una continuación directa de la "Fase 1 - Preparación, Excavación y Mejoramiento del Terreno". Estas actividades se enfocarán específicamente en la implementación de la actividad denominada "Construcción de Cimentación" para la sección restante de la estructura del box culvert. Este proceso seguirá rigurosamente las pautas y especificaciones previamente delineadas.

Para una mejor comprensión de este proceso, se presenta la Figura 7-40.

Figura 7-40 Proceso constructivo box culvert fase 5



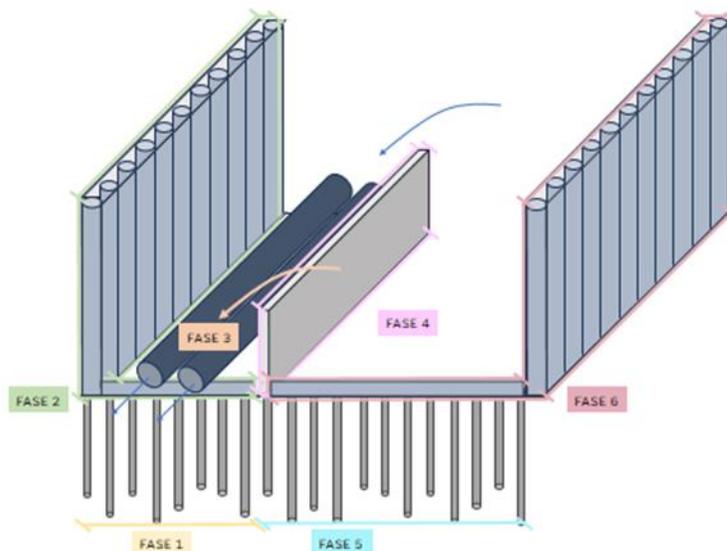
Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

7.4.5.2.6 Fase 6 – Obras complementarias de Colocación y Vertido de Concreto Reforzado en la Sección Constructiva del Box Culvert para componentes de losa de piso y pared

En esta etapa, se procederá a ejecutar las actividades asignadas a las Obras Complementarias relacionadas con el posicionamiento y el vertido de concreto reforzado en la Sección Constructiva del Box Culvert, enfocándose en los Componentes de Piso y Pared. Estas actividades representan una extensión natural de la "Fase 2 - Procedimiento de Colocación y Vertido de Concreto Reforzado en la Fase Inicial de la Sección Constructiva del Box Culvert para Componentes de Piso y Pared". Cada paso de este proceso se llevará a cabo siguiendo las directrices previamente establecidas en el procedimiento referenciado.

Para una mejor comprensión de este proceso, se presenta la Figura 7-41.

Figura 7-41 Proceso constructivo box culvert fase 6



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

7.4.5.2.7 Obras de Colocación y Vertido de Concreto Reforzado en la Sección Constructiva del Box Culvert para el componente de losa de cubierta.

En esta etapa, se procederá a ejecutar las actividades asignadas a las Obras de colocación y el vertido de concreto reforzado en la sección constructiva del Box Culvert, enfocándose en los Componentes de losa de cubierta. Cada paso de este proceso se llevará a cabo siguiendo las siguientes actividades.

7.4.5.2.7.1 Instalación de Acero de Refuerzo

Se procederá a instalar el acero de refuerzo de acuerdo con las normas y las especificaciones técnicas correspondiente. Las varillas de acero utilizadas deberán estar libres de grasas, óxido, pinturas u otras sustancias que puedan afectar la adherencia con el concreto. La distribución del acero de refuerzo se ajustará a los planos proporcionados para la estructura.

7.4.5.2.7.2 Posicionamiento de la Formaleta

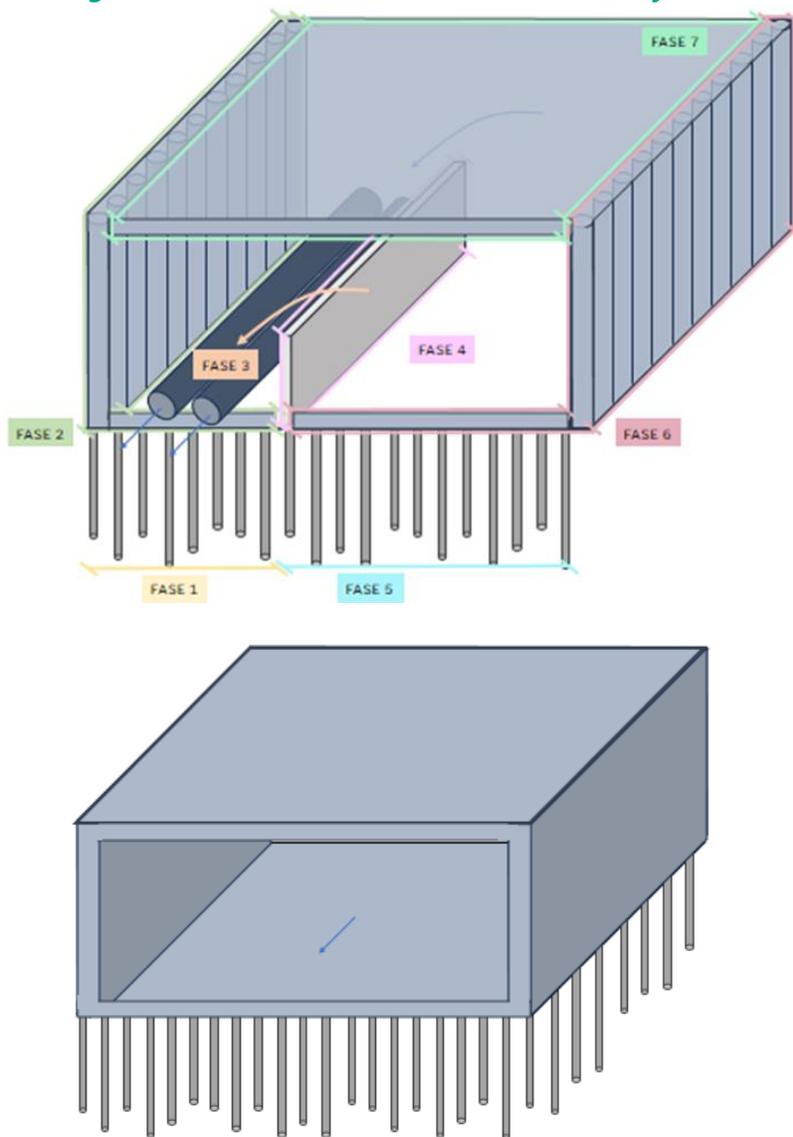
Se procederá a ubicar formaleta apuntalada de manera que garantice el recubrimiento de concreto requerido por la norma para el acero de refuerzo y la geometría de la estructura. La formaleta y estructuras de apuntalamiento deben ser lo suficientemente resistente para mantener el concreto sin deformaciones ni desplazamientos en relación con el diseño indicado en los planos.

7.4.5.2.7.3 Vertido de Concreto Fundido

Se procederá a realizar el vertido de concreto, siguiendo las directrices establecidas en la documentación del proyecto en relación con la resistencia especificada. Este vertido se llevará a cabo de manera precisa en las áreas predefinidas, asegurando posteriormente el tiempo de curado adecuado para alcanzar la resistencia definida.

Para una mejor comprensión de este proceso, se presenta la Figura 7-42.

Figura 7-42 Proceso constructivo box culvert fase 7



Fuente: CRBN – AFA – ANI, 2023

La siguiente etapa de este procedimiento se enfocará en las unidades funcionales 3 y 4 ubicadas en la parte occidental de la autopista norte. La ejecución de las actividades vinculadas a la construcción del Box Culvert en este flanco se adherirá a las mismas fases y directrices que han sido previamente establecidas, manteniendo el enfoque en un proceso secuencial por etapas.

Es importante enfatizar que la retirada completa de los tubos provisionales empleados para el desvío del flujo de agua, los cuales fueron instalados durante la Fase 3 en ambas estructuras de box Culvert, tanto en el flanco oriental como en el occidental, se llevará a cabo únicamente una vez que se haya culminado la construcción de las estructuras de box Culvert en el flanco occidental. Durante este proceso, los tubos de la calzada oriental permanecerán en su lugar en el box Culvert hasta que se cumpla con esta condición.

Adicionalmente, es importante destacar que para cada una de las estructuras de Box Culvert, se llevará a cabo la construcción de los componentes de encole y descole en sus extremos correspondientes según el flujo de la fuente hidráulica. Estos componentes serán edificados de acuerdo con los diseños y las especificaciones precisas establecidas en el proyecto. Este proceso se llevará a cabo siguiendo las directrices y las actividades delineadas en el procedimiento para la instalación del acero de refuerzo, el posicionamiento de la formaleta y el vertido de concreto fundido.

7.5 APROVECHAMIENTO FORESTAL

De acuerdo con el Decreto 1076 de 2015 Artículo 2.2.1.1.3.1 (Decreto 1791 de 2006, Art. 5), el aprovechamiento a realizar es de tipo único; definido como aquel que *"se realiza por una sola vez en áreas donde con base en estudios técnicos se demuestre mejor aptitud de uso del suelo diferente al forestal o cuando existan razones de utilidad pública e interés social. Los aprovechamientos forestales únicos pueden contener la obligación de dejar limpio el terreno, al término del aprovechamiento, pero no la de renovar o conservar el bosque"*. En este caso, la vegetación susceptible de aprovechamiento forestal, debido a las actividades del proyecto; corresponde a individuos de tipo arbóreo y/o arbustivo con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o superior a 10 cm.

Las actividades por ejecutarse en el área del proyecto consisten en el mejoramiento y ampliación de ambas calzadas de la Autopista Norte, pasando de 3 a 6 carriles entre las calles 215 a 235; de los cuales 5 corresponden a carriles mixtos y 1 carril exclusivo de Transmilenio (UF 1 y 3), ampliación de 3 a 5 carriles entre las calles 235 a 245; siendo los 5 carriles mixtos (UF 1 y 3); Ampliación de 3 a 6 carriles entre las calles 191 a 215; de los cuales 5 corresponden a carriles mixtos y 1 carril exclusivo de Transmilenio (UF 2 y 4), así como

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



espacio público de 6 metros (3 metros ciclorruta + 3 metros andén), y el Diseño y construcción de 2 retornos a desnivel en las Calles 229 y Calle 242 (UF 5).

Es importante indicar que como se ha mencionado a lo largo del presente estudio, el área de intervención directa del proyecto ocupa una extensión de 52,4 hectáreas, en las cuales se materializan las diferentes unidades funcionales que conforman el proyecto y su infraestructura asociada; no obstante, dadas las condiciones de espacio y maniobrabilidad existentes en el separador vial, se evidencia la necesidad de solicitar de forma adicional todos los árboles ubicados en este espacio; sin embargo se aclara que esta solicitud aplica exclusivamente para las labores de movimiento de maquinaria y equipos, garantizando que los mismos puedan desarrollar sus labores sin afectar la movilidad y la infraestructura social, minimizando los impactos por la tala, y así mismo evitando riesgos para la comunidad y los operarios por las limitantes de espacio.

Es de aclarar que los árboles solicitados para aprovechamiento forestal fuera del área de intervención sólo serán intervenidos como medida contingente puntual, en caso de llegar a requerirse; así mismo al tratarse de zonas verdes, finalizada la labor, serán incluidas en las zonas de revegetalización del proyecto.

También se señala que, aunque los árboles estén fuera del área de intervención, estos se encuentran inmersos dentro de área de "Declaratoria de Utilidad Pública e Interés Social – DUPIS" de la vía (Resolución 20217020012625 del 30 de julio de 2021 - MINTRANSPORTE)

7.5.1 Inventario Forestal

7.5.1.1 Método de muestreo

El método consistió en el levantamiento del censo forestal al 100% de los árboles (Fustales DAP \geq 10 cm), registrando los diferentes parámetros de la masa forestal, con el fin de cuantificar los volúmenes de extracción en los diferentes tipos de cobertura y determinar la planificación del aprovechamiento forestal.

Se registraron todos los individuos fustales (DAP \geq a 10 cm) en cada una de las áreas objeto de intervención, el tipo de cobertura a intervenir, el número del individuo en orden consecutivo, el nombre regional o común, de acuerdo con la información suministrada por los auxiliares de campo, las coordenadas o georreferenciación de cada individuo, así como las variables morfométricas de los individuos: altura total, altura del fuste, circunferencia a la altura del pecho (CAP), estado fitosanitario y observaciones, esta información de campo se consignó en los formatos designados para el proyecto.

7.5.1.2 Cálculo del diámetro (DAP)

La medición en campo se realizó con una cinta métrica registrando la circunferencia a la altura del pecho (CAP) a una altura de 1,30 m, con este dato se calculó el DAP mediante la siguiente fórmula:

$$DAP = CAP / \pi$$

Dónde:

DAP: Diámetro a la altura del pecho (1,30 m)

CAP: Circunferencia a la altura del pecho

π : Pi (3,1416)

7.5.1.3 Cálculo área basal y volumen

Para estimar el área basal y el volumen de los individuos con un DAP ≥ 10 cm, se empleó las siguientes fórmulas (MMA, 2002):

Ecuación 7-1 Calculo Área Basal

$$AB = \pi/4 * (DAP)^2$$

DAP: Diámetro a la altura del pecho (1,30 m)

π : Pi (3,1416)

Ecuación 7-2 Calculo de volumen maderable

$$V = AB * Hc \text{ o } Ht * ff$$

Dónde:

V: Volumen maderable en m³

AB: Área basal en m²

Hc: Altura comercial del fuste en m.

Ht: Altura total en m.

ff: Factor de forma de 0,7.

El coeficiente mórfo o factor de forma, corrige el volumen dada a la forma cónica del árbol (Lema, 2003), acorde con CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE, 1991). El factor de forma es un indicativo de la forma real de un árbol respecto a modelos geométricos que lo asimilan, puesto que los individuos arbóreos no presentan una forma geométrica euclidiana, complicando con ello la estimación de su volumen. Teniendo en cuenta que un $f > 0,85$ se asemeja a una forma cilíndrica, un f dado por $0,7 \leq f \leq 0,85$ se asemeja a un paraboloides, un f dado por $0,5 \leq f \leq 0,7$ se asemeja a un cono y un $f < 0,5$ se asemeja a un neiloide, y asumiendo que los individuos en bosques naturales del trópico

presentan una forma que puede variar de cono a paraboloides, el factor de forma utilizado es de 0,7.

7.5.1.4 Biomasa

Álvarez et al. (2011), los cuales fueron validados diferentes modelos propuestos por diversos autores. A partir de esa información, se construyeron nuevos modelos para la estimación de biomasa en los bosques naturales de Colombia, con el fin de seleccionar los más confiables y precisos para la estimación de biomasa siguiendo el sistema de clasificación de Holdridge en las diferentes zonas del país. En este caso, la fórmula propuesta es la siguiente:

Ecuación 7-3 Calculo de la Biomasa

$$\ln(BA) = a + (B_1 \times \ln(DAP))$$

Dónde:

BA: biomasa aérea en kg

ln: es el logaritmo natural

a y B1: son constantes dependiendo de la zona de vida

DAP: es el diámetro a la altura del pecho en cm

El área de intervención para la construcción y operación del proyecto se encuentra localizado sobre la zona de vida del bosque seco tropical (bs-T); por lo tanto, el parámetro a es igual a -2,235 y el parámetro B1 es igual a 2,37, este modelo presentó un ajuste (R²) de 0,932.

7.5.1.5 Carbono (C)

En la mayoría de los estudios sobre almacenamiento de carbono en la biomasa de los bosques tropicales se asume que la biomasa de los árboles vivos contiene aproximadamente el 50% de carbono; por lo tanto, se utilizó el factor 0,5 para transformar la biomasa a carbono (Yepes et al., IDEAM, 2011).

7.5.1.6 Especies amenazadas.

De acuerdo con los Apéndices del listado generado por la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestre (CITES) y las categorías establecidas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), los libros rojos de plantas de Colombia y además de lo dispuesto por la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017, en el censo forestal de las áreas de intervención se registraron especies con algún grado de amenazada, como indica la Tabla 7-5

Tabla 7-5 Especies Amenazadas

FAMILIA	ESPECIE	Ind.	RESOLUCIÓN VEDA REGIONAL Y/O NACIONAL	MADS	UICN	CITES
Juglandaceae	<i>Juglans neotropica</i>	12	No registra	EN	EN	Sin restricción
Myrtaceae	<i>Myrcia popayanensis</i>	27	No registra	No registra	LC	Sin restricción
Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i>	82	Acuerdo 0028 de 30 de noviembre de 2004 (CAR) (Veda Regional) Resolución 0316 de 1974 (INDERENA); (Veda Nacional)	VU	LC	Sin restricción
Rosaceae	<i>Prunus serotina</i>	228	No registra	No registra	LC	Sin restricción
Fagaceae	<i>Quercus humboldtii</i>	37	Acuerdo 0028 de 30 de noviembre de 2004 (CAR) (Veda Regional) Resolución 1408 de 1975 (IDERENA) (Veda Nacional)	VU	LC	Sin restricción

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

EN: En peligro. **LC:** Preocupación menor. **Vulnerable (VU).** Un taxón está en la categoría de "Vulnerable" cuando, no estando ni "En Peligro Crítico" ni "En Peligro", enfrenta de todas formas un moderado riesgo de extinción o deterioro poblacional a mediano plazo.

7.5.1.7 Sistema de Información para la Gestión del Arbolado Urbano SIGAU

Dado el alcance constructivo del proyecto y su localización, este requiere la intervención del arbolado urbano de la ciudad de Bogotá; dicho arbolado es administrado por el Jardín Botánico de Bogotá, y se encuentra registrado en el Sistema de Información para la Gestión del Arbolado Urbano - SIGAU, razón por la cual la concesionaria haciendo uso de la plataforma evaluó el polígono de intervención del proyecto encontrando una diferencia significativa frente a la información recolectada en campo mediante el censo realizado y la información reportada en la plataforma.

Una de las causas posibles del resultado puede obedecer a que la plataforma simplifica el polígono de intervención del proyecto y por otro lado se puede presentar que la información existente en la plataforma no se encuentre actualizada a la fecha y muchos de los individuos que aparecen registrados hoy en día ya no existan.

Por lo anterior la concesionaria elevó la consulta formal desde el mes de marzo, mediante oficio al JBB con el fin de solicitar que se realizara las evaluaciones respectivas en relación con nuestra área de intervención; pero al momento de la elaboración de este documento aún no se ha habido respuesta, el oficio puede ser consultado en el Anexo 1 Antecedentes.

7.5.2 Áreas de intervención por las actividades del proyecto.

Las actividades para el proyecto requieren áreas de intervención para la construcción de las Calzadas de las unidades funcionales UF1, UF2, UF3 y UF 4; Canales C1 al C6; construcción de chaflanes, para las franjas de utilidad pública – FUP de las Unidades funcionales UF1, UF2, UF3 y UF 4, las obras hidráulicas, la instalación de plantas, la construcción de puentes peatonales (seis en total) 2 retornos a desnivel UF5 y el área del separador; para lo cual se prevé un área de intervención de 65,83 hectáreas, como se muestra en la Tabla 7-6. La mayor área de intervención la realizará la construcción de las calzadas de las unidades funcionales UF1, UF2, UF3 y UF 4 con 29,76 ha; en segundo lugar, se encuentra el área del separador con 13,24 hectáreas.

Tabla 7-6 Área aproximada de intervención por las actividades del proyecto.

ACTIVIDAD	ÁREA DE INTERVENCIÓN (ha)
Calzada - Calzada_UF1	7,37
Calzada - Calzada_UF2	7,12
Calzada - Calzada_UF3	8,19
Calzada - Calzada_UF4	7,10
Canal - C1	0,04
Canal - C2	0,03
Canal - C3	0,02
Canal - C4	0,06
Canal - C5	0,03
Canal - C6	0,02
Canal - C7	0,03
CCO - CCO	0,28
Chaflanes - CENTRAL UF 1 - UF 3	0,95
Chaflanes - CENTRAL UF 1 - UF 5	0,03
Chaflanes - CENTRAL UF 2 - UF 4	2,35
Chaflanes - CENTRAL UF 3 - UF 1	1,35
Chaflanes - CENTRAL UF 3 - UF 5	0,01
Chaflanes - UF 1	1,22
Chaflanes - UF 2	0,57
Chaflanes - UF 3	1,50
Chaflanes - UF 4	0,80
Chaflanes - UF 5	0,32
Franja de utilidad pública - FUP_UF1	1,95
Franja de utilidad pública - FUP_UF2	1,58
Franja de utilidad pública - FUP_UF3	1,92
Franja de utilidad pública - FUP_UF4	1,52
Obra hidráulica -	0,17
Planta - Planta 222	3,12
Planta - Planta 235	1,74
Puente peatonal - PT1	0,10

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



ACTIVIDAD	ÁREA DE INTERVENCIÓN (ha)
Puente peatonal - PT2	0,09
Puente peatonal - PT3	0,03
Puente peatonal - PT4	0,12
Puente peatonal - PT5	0,16
Retorno desnivel - UF5_224	0,31
Retorno desnivel - UF5_245	0,40
Separador - Central UF 1 UF 3	8,61
Separador - Central UF 2 UF 4	4,64
TOTAL	65,84

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Es importante mencionar que el área de cobertura aquí señalada incluye el área de movilidad para las obras sin que esto implique remoción arbórea adicional, en la siguiente tabla se presenta el área de intervención donde se realizará aprovechamiento forestal, sin incluir las áreas requeridas para las maniobras de maquinaria en la etapa constructiva.

Tabla 7-7 Área de intervención por las actividades del proyecto por coberturas de la tierra

Unidad de cobertura de la tierra	Área físico-biótica		Área de intervención	
	ha	%	ha	%
1.1.1. Tejido urbano continuo	2,83	0,5%	0,00	0,0%
1.2.1.1. Zonas industriales	1,45	0,3%	0,00	0,0%
1.2.1.2. Zonas comerciales	77,55	13,9%	3,47	6,6%
1.2.1.3. Colegios y Universidades	91,50	16,4%	0,47	0,9%
1.2.2.1. Red vial y territorios asociados	27,97	5,0%	16,72	31,8%
1.2.2.2. Red ferroviaria y territorios asociados	6,15	1,1%	0,00	0,0%
1.4.1 Zonas verdes urbanas	5,25	0,9%	0,05	0,1%
1.4.1.2. Parques cementerio	28,64	5,1%	0,31	0,6%
1.4.1.5. Parques urbanos	0,85	0,2%	0,00	0,0%
1.4.2.2. Áreas deportivas	63,60	11,4%	1,35	2,6%
2.1.1. Otros cultivos transitorios	2,26	0,4%	0,00	0,0%
2.3.1. Pastos limpios	81,05	14,5%	4,11	7,8%
2.3.2. Pastos arbolados	50,34	9,0%	21,14	40,2%
2.3.3. Pastos enmalezados	70,01	12,5%	2,03	3,9%
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	6,85	1,2%	0,37	0,7%
4.1.1. Humedales y Zonas Pantanosas	31,01	5,5%	2,50	4,8%
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	6,11	1,1%	0,00	0,0%
5.1.3. Canales	5,98	1,1%	0,06	0,1%
	559,39	10000,0%	52,57	10000,0%

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



La Tabla 7-8 muestra el área estimada para cada una de las unidades ecosistemas susceptibles de intervención por las actividades del proyecto, incluyendo el área al interior del separador como aprovechamiento contingente.

Tabla 7-8 Área de intervención por unidad ecosistémica.

Unidad Ecosistémica	Área	%	
Helobioma Altoandino cordillera oriental	Áreas deportivas	0,01	0,01%
	Canales	0,06	0,09%
	Colegios y Universidades	0,29	0,44%
	Parques cementerios	0,31	0,47%
	Pastos arbolados	9,77	14,83%
	Pastos enmalezados	1,52	2,30%
	Pastos limpios	0,36	0,54%
	Red vial y territorios asociados	6,70	10,18%
	Tierras desnudas y degradadas	0,02	0,02%
	Zonas industriales o comerciales	0,32	0,49%
	Zonas verdes urbanas	0,05	0,07%
Hidrobioma Altoandino cordillera oriental	Humedales y zonas pantanosas	3,33	5,05%
Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	Áreas deportivas	1,34	2,03%
	Canales	0,00	0,01%
	Colegios y Universidades	0,18	0,27%
	Pastos arbolados	23,60	35,85%
	Pastos enmalezados	0,51	0,77%
	Pastos limpios	3,75	5,70%
	Red vial y territorios asociados	10,23	15,54%
	Tierras desnudas y degradadas	0,36	0,54%
Zonas industriales o comerciales	3,15	4,78%	
Total	65,839	100	

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

7.5.3 Solicitud del permiso de aprovechamiento forestal.

De acuerdo con el Decreto 1076 de 2015 Artículo 2.2.1.1.3.1 (Decreto 1791 de 2006, Art. 5), el aprovechamiento a realizar es de tipo único. En este caso, la vegetación susceptible de aprovechamiento forestal, debido a las actividades del proyecto, corresponde a individuos de tipo arbóreo y/o arbustivo con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o superior a 10 cm, en la jurisdicción de la CAR. La información detallada relacionada con el censo forestal para el permiso de aprovechamiento forestal se encuentra en el "Anexo 10_1 Aprovechamiento Forestal". Uso y aprovechamiento / Aprovechamiento forestal.

7.5.3.1 Composición florística del aprovechamiento forestal.

Para el presente permiso, se solicita el aprovechamiento forestal de **8.263** individuos, pertenecientes a 69 especies, distribuidos en un área de intervención **65,83** hectáreas. Para ello, se realizó los cálculos de las variables relevantes, obteniendo como resultado un área,

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

un volumen total (VT) de **4.788,43 m³**, un volumen comercial (VC) de **2357,41 m³**; adicionalmente, se estimó la biomasa (BA) de **16.157,59 kg**, el Carbono (C) de **8.082,24 kg**, como se muestra en la Tabla 7-9

Tabla 7-9 Composición florística del aprovechamiento forestal.

ESPECIE	N° IND.	VT (m ³)	VC (m ³)	BIOMASA (kg)	CARBONO (kg)
Abatia parviflora	3	0,667	0,171	4,982	2,491
Acacia baileyana	2	3,749	0,901	5,699	2,849
Acacia decurrens	149	120,495	64,017	309,204	154,602
Acacia melanoxylon	333	367,642	203,917	761,480	380,740
Acacia saligna	1	0,068	0,011	1,661	0,831
Alnus acuminata	638	291,960	155,939	1126,418	563,209
Baccharis chilco	17	0,699	0,146	33,777	16,889
Bocconia frutescens	1	0,029	0,023	1,880	0,940
Brugmansia arborea	1	0,053	0,008	1,714	0,857
Buddleja sp	1	0,036	0,007	1,813	0,907
Caesalpinia spinosa	1	0,271	0,074	1,530	0,765
callistemon citrinus	1	0,150	0,075	1,540	0,770
Cedrela montana	128	110,827	61,488	262,869	131,434
Citharexylum subflavescens	68	37,013	22,196	124,714	62,357
Corymbia ficifolia	10	8,797	3,215	21,095	10,547
Cotoneaster pannosus	568	32,700	13,171	1112,153	559,520
Croton coriaceus	12	17,205	8,610	30,853	15,426
Dodonaea viscosa	1	0,484	0,242	1,632	0,816
Escallonia myrtilloides	1	0,056	0,023	1,701	0,850
Escallonia paniculata	54	45,690	17,366	116,261	58,131
Escallonia pendula	6	8,539	5,679	16,157	8,079
Eucalyptus globulus	20	63,133	36,870	86,053	43,026
Eucalyptus pulverulenta	4	12,676	6,213	16,748	8,374
Ficus americana	11	22,511	11,002	34,493	17,247
Fraxinus chinensis	100	29,970	13,173	170,060	85,030
Fuchsia boliviana	4	0,374	0,059	6,539	3,269
Geissanthus bogotensis	38	16,047	7,207	65,451	32,726
Grevillea robusta	9	11,350	1,908	21,529	10,765
Hesperocyparis lusitanica	364	190,266	89,342	658,150	329,075
Inga sp.	75	57,995	24,748	144,366	72,183
lochroma fuchsoides	26	4,984	1,667	45,815	22,908
Juglans neotropica	12	4,954	2,704	20,649	10,325
Lafoensia acuminata	496	522,478	268,839	1078,423	539,211
Liquidambar styraciflua	71	55,918	23,470	136,551	68,276
Melaleuca sp	8	0,254	0,142	15,018	7,509
Melaleuca viminalis	24	3,352	1,302	39,398	19,699
Morella sp.	5	0,566	0,235	9,312	4,656
Myrcia popayanensis	27	2,920	1,224	44,835	22,417
Myrcianthes leucoxylla	2	0,087	0,031	3,734	1,867
Myrsine guianensis	5	2,101	0,924	9,314	4,657
Nicotiana tabacum	3	1,926	0,583	6,587	3,294
Oreopanax incisus	4	0,825	0,260	6,214	3,107

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

ESPECIE	N° IND.	VT (m ³)	VC (m ³)	BIOMASA (kg)	CARBONO (kg)
Paraserianthes lophanta	12	2,350	0,691	19,311	9,655
Persea americana	1	0,498	0,187	1,642	0,821
Phyllanthus salviifolius	7	0,393	0,239	12,122	6,061
Pinus patula	3	3,173	2,171	6,442	3,221
Pinus radiata	4	4,314	1,182	8,445	4,223
Piper bogotense	5	0,204	0,087	9,155	4,577
Pittosporum undulatum	1369	420,603	195,831	2306,565	1153,283
Podocarpus oleifolius	82	202,571	107,951	293,548	146,774
Prunus serotina	228	132,691	63,108	412,096	206,048
Quercus humboldtii	37	44,060	23,235	88,739	44,369
Ricinus communis	56	3,930	1,386	97,574	48,787
Salix humboldtiana	903	1456,762	703,617	2491,146	1245,573
Sambucus nigra	1817	350,492	156,250	3109,986	1554,993
Schinus molle	13	1,891	0,837	21,883	10,941
Senna multiglandulosa	1	0,034	0,020	1,829	0,914
Senna viarum	194	72,139	31,862	333,957	166,978
Smallanthus pyramidalis	8	0,987	0,446	12,586	6,293
Solanum oblongifolium	8	0,444	0,171	14,247	7,124
Syzygium jambos	3	0,155	0,094	5,449	2,725
Syzygium paniculatum	15	0,897	0,233	26,182	13,091
Tecoma stans	100	28,649	14,297	162,410	81,205
Tibouchina lepidota	5	0,190	0,091	9,083	4,542
Vallea stipularis	1	0,026	0,017	1,911	0,956
Vasconcellea pubescens	20	3,710	1,416	33,812	16,906
Verbesina arborea	4	0,443	0,258	6,378	3,189
Xylosma spiculifera	61	4,436	2,200	109,643	54,821
Yucca gigantea	2	0,571	0,350	3,073	1,537
Total General	8263	4788,43	2357,41	16157,59	8082,24

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

7.5.3.2 Volumen de aprovechamiento forestal.

El volumen de aprovechamiento se obtendrá de la remoción de vegetación generada por las actividades de construcción del proyecto mencionadas anteriormente. Por lo tanto, se solicita a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA el aprovechamiento de **8.263** individuos arbóreos correspondientes a un volumen total de **4.788,43 m³**, volumen comercial de **2.357,41 m³** y distribuidos en un área de intervención de **65,83 ha**, como indica la Tabla 7-10

Tabla 7-10 Volumen de aprovechamiento forestal.

COBERTURA	ÁREA DE INTERV. (ha)	N° IND.	VOL_TOTAL (m3)	VOL_COM (m3)	BIOMASA (kg)	CARBONO (kg)
Áreas deportivas	1,35	346	195,2	89,9	638,8	319,4
Colegios y Universidades	0,47	79	30,1	14,5	155,5	77,8
Parques cementerios	0,31	7	2,1	1,1	11,3	5,6

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



COBERTURA	ÁREA DE INTERV. (ha)	N° IND.	VOL_TOTAL (m3)	VOL_COM (m3)	BIOMASA (kg)	CARBONO (kg)
Pastos arbolados	33,37	7170	4191,8	2055,8	14075,4	7041,1
Pastos enmalezados	2,03	298	171,1	100,5	576,9	288,4
Pastos limpios	4,11	10	3,3	0,9	19,2	9,6
Red vial y territorios asociados	16,94	113	72,0	33,1	216,2	108,1
Tierras desnudas y degradadas	0,37	2	0,4	0,2	3,2	1,6
Zonas industriales o comerciales	3,47	53	50,8	23,1	127,7	63,9
Zonas verdes urbanas	0,05	1	0,5	0,2	1,6	0,8
Canales	0,06	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Humedales y zonas pantanosas	3,33	184	71,3	38,2	331,6	165,8
TOTAL GENERAL	65,839	8263,00	4788,43	2357,41	16157,59	8082,24

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

7.5.3.3 Volumen por las actividades del proyecto.

Las actividades para el proyecto requieren áreas de intervención para la construcción de las Calzadas de las unidades funcionales UF1, UF2, UF3 y UF 4; Canales C1 al C6; construcción de chaflanes, para las franjas de utilidad pública – FUP de las Unidades funcionales UF1, UF2, UF3 y UF 4, las obras hidráulicas, la instalación de plantas, la construcción de puentes peatonales (cinco en total) 2 retornos a desnivel y el área del separador; para lo cual se prevé un área de intervención de 65,83 hectáreas, como se muestra en la Tabla 7-11. La mayor de intervención la realizará la construcción de las calzadas de las unidades funcionales UF1, UF2, UF3 y UF 4 con 3430 individuos arbóreos, 1604,66 m³ de volumen total y 789,63 m³ de volumen comercial en un total de 29,76 hectáreas.

Tabla 7-11 Volumen de aprovechamiento forestal por actividades del proyecto.

ACTIVIDAD	ÁREA DE INTERV. (ha)	N° IND.	VOL_TOTAL (m ³)	VOL_COM (m ³)	BIOMASA (kg)	CARBONO (kg)
Calzada - Calzada_UF1	7,365723	1038	626,846	295,106	2047,866	1027,376
Calzada - Calzada_UF2	7,115913	908	374,518	186,549	1657,554	828,777
Calzada - Calzada_UF3	8,189791	827	374,822	189,883	1583,650	791,825
Calzada - Calzada_UF4	7,096375	657	228,483	117,998	1169,290	584,645
Canal - C1	0,039996	7	3,405	0,633	14,803	7,401
Canal - C2	0,029629	2	2,417	1,361	4,473	2,237
Canal - C3	0,021525	4	0,259	0,170	6,968	3,484
Canal - C4	0,058969	8	7,014	2,711	19,883	9,941
Canal - C5	0,027133	6	2,276	1,298	11,056	5,528
Canal - C6	0,024044	5	0,808	0,385	8,670	4,335
Chaflanes -	9,13005	1464	1165,426	590,051	3080,615	1540,307
Franja de utilidad pública - FUP_UF1	1,948462	37	26,932	9,220	74,690	37,345
Franja de utilidad pública - FUP_UF2	1,575663	42	18,011	6,022	84,858	42,429
Franja de utilidad pública - FUP_UF3	1,923171	133	111,646	57,266	282,217	141,108
Franja de utilidad pública - FUP_UF4	1,52204	220	61,686	32,943	390,490	195,245
Obra hidráulica -	0,169846	12	11,061	6,268	26,885	13,443
Planta - Planta 222	3,121011	1	0,228	0,076	1,524	0,762
Planta - Planta 235	1,744033	26	16,221	8,362	49,915	24,957
Puente peatonal - PT1	0,098662	7	7,976	5,358	15,423	7,712
Puente peatonal - PT2	0,090438	11	38,265	19,716	51,018	25,509
Puente peatonal - PT3	0,032264	5	3,182	1,695	9,427	4,714
Puente peatonal - PT4	0,093855	3	0,588	0,309	5,521	2,761
Puente peatonal - PT5	0,157046	43	18,838	11,886	81,259	40,629
Retorno desnivel - UF5_224	0,306356	27	24,756	14,209	55,916	27,958
Retorno desnivel - UF5_245	0,400362	86	46,154	16,870	152,888	76,444
Separador -	13,247893	2684	1616,61	781,06	5270,73	2635,36
Canal - C7	0,027334	-	-	-	-	-
CCO - CCO	0,281655	-	-	-	-	-
TOTAL	65,839239	8263	4788,43	2357,41	16157,59	8082,24

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

7.5.3.4 Volumen por unidades ecosistémicas.

El censo forestal, se concentró en las áreas de intervención del proyecto, donde será necesaria la remoción de **8263** individuos distribuidos en las diferentes coberturas, los cuales registran un volumen total de **4.788,43 m³** y volumen comercial de **2357,41 m³**. Esta diferencia se debe a los individuos que presentan fustes deformes o con ausencia de alturas comerciales. En la Tabla 7-12 se relaciona los volúmenes hallados de las unidades ecosistémicas identificadas en el área de intervención del proyecto, las unidades ecosistémicas con mayor volumen reportado se encuentran los Pastos arbolados del Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental con volumen total de **3.279,67 m³** y en

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

segundo lugar se ubican los Pastos arbolados del Helobioma Altoandino cordillera oriental con un volumen total de **983,37 m³**.

Tabla 7-12 Volumen de aprovechamiento forestal por actividades del proyecto.

UNIDAD ECOSISTÉMICA		ÁREA	N° IND.	V. TOTAL (m3)	V. COM (m3)	BIOMASA (kg)	CARBONO (kg)
Helobioma Altoandino cordillera oriental	Áreas deportivas	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Canales	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Colegios y Universidades	0,29	50,00	11,80	7,71	100,42	50,21
	Parques cementerios	0,31	7,00	2,06	1,15	11,30	5,65
	Pastos arbolados	9,77	2046,00	912,12	470,61	3825,66	1912,83
	Pastos enmalezados	1,52	196,00	87,72	52,49	377,17	188,59
	Pastos limpios	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Red vial y territorios asociados	6,70	96,00	64,00	29,38	186,58	93,29
	Tierras desnudas y degradadas	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Zonas industriales o comerciales	0,32	9,00	1,04	0,41	15,50	7,75
	Zonas verdes urbanas	0,05	1,00	0,50	0,19	1,64	0,82
Hidrobioma Altoandino cordillera oriental	Humedales y zonas pantanosas	3,33	184,00	71,25	38,17	331,60	165,80
Orobioma Andino Altoandino cordillera oriental	Áreas deportivas	1,34	346,00	195,24	89,85	638,80	319,40
	Canales	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Colegios y Universidades	0,18	29,00	18,30	6,77	55,10	27,55
	Pastos arbolados	23,60	5124,00	3279,67	1585,18	10249,74	5128,31
	Pastos enmalezados	0,51	102,00	83,35	48,00	199,71	99,86
	Pastos limpios	3,75	10,00	3,27	0,88	19,25	9,62
	Red vial y territorios asociados	10,23	17,00	7,99	3,70	29,66	14,83
	Tierras desnudas y degradadas	0,36	2,00	0,39	0,24	3,22	1,61
	Zonas industriales o comerciales	3,15	44,00	49,74	22,68	112,24	56,12
TOTAL GENERAL		65,839	8263,00	4788,43	2357,41	16157,59	8082,24

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

7.5.3.5 Uso de las especies a aprovechar.

De acuerdo con los usos descritos por los auxiliares de campo durante la etapa de caracterización del área de influencia, permitió reconocer la importancia económica y cultural de las especies, donde se reconocen las especies con un alto valor de importancia económica y cultural dentro de la región como una aproximación a los bienes y servicios ecosistémicos que las diferentes coberturas presentes en el área de influencia del proyecto, como indica la Tabla 7-13.

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



Tabla 7-13 Usos de las especies forestales identificadas

ESPECIE	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	ASEO	HABITACIÓN	OTRO	SUBSISTENCIA	USO CULTURAL
<i>Abatia parviflora</i>				X		
<i>Acacia baileyana</i>						
<i>Acacia decurrens</i>		X				
<i>Acacia melanoxylon</i>						
<i>Alnus acuminata</i>	X					
<i>Araucaria heterophylla</i>						
<i>Baccharis chilco</i>						
<i>Bocconia frutescens</i>				X		
<i>Brugmansia arborea</i>				X		
<i>Buddleja sp</i>				X		
<i>Caesalpinia spinosa</i>				X		
<i>Cedrela montana</i>				X		
<i>Citharexylum subflavescens</i>					X	
<i>Corymbia ficifolia</i>					X	
<i>Cotoneaster pannosus</i>					X	
<i>Croton coriaceus</i>				X		
<i>Dodonaea viscosa</i>				X		
<i>Escallonia myrtilloides</i>				X		
<i>Escallonia paniculata</i>				X		
<i>Escallonia pendula</i>				X		
<i>Eucalyptus globulus</i>				X		
<i>Eucalyptus pulverulenta</i>				X		
<i>Ficus americana</i>				X		
<i>Ficus velutina</i>				X		
<i>Fraxinus chinensis</i>					X	
<i>Fuchsia boliviana</i>					X	
<i>Geissanthus bogotensis</i>		X				
<i>Grevillea robusta</i>		X				
<i>Hesperocyparis lusitanica</i>		X				
<i>Inga sp.</i>	X					
<i>Lochroma fuchsioides</i>	X					
<i>Juglans neotropica</i>	X					
<i>Lafoensia acuminata</i>						X
<i>Liquidambar styraciflua</i>				X		
<i>Melaleuca sp</i>				X		
<i>Melaleuca viminalis</i>				X		
<i>Morella sp.</i>				X		
<i>Morella sp.</i>				X		
<i>Myrcia popayanensis</i>				X		
<i>Myrcianthes leucoxylla</i>				X		
<i>Myrsine guianensis</i>				X		
<i>Nicotiana tabacum</i>				X		
<i>Oreopanax incisus</i>				X		
<i>Paraserianthes lophanta</i>				X		
<i>Persea americana</i>				X		

ESPECIE	ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	ASEO	HABITACIÓN	OTRO	SUBSISTENCIA	USO CULTURAL
<i>Phyllanthus salviifolius</i>				x		
<i>Pinus patula</i>			x			
<i>Pinus radiata</i>				x		
<i>Piper bogotense</i>				x		
<i>Pittosporum undulatum</i>			x			
<i>Podocarpus oleifolius</i>			x			
<i>Prunus serotina</i>				x		
<i>Quercus humboldtii</i>				x		
<i>Ricinus communis</i>				x		

Fuente: Accafa SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

7.5.4 Manejo para el aprovechamiento forestal

7.5.4.1 Sistema de aprovechamiento.

Antes de iniciar las labores de aprovechamiento es necesario tener en cuenta la localización y replanteo de las áreas de intervención, considerando la señalización de las áreas de construcción. Así mismo, el aprovechamiento de árboles y/o arbustos se llevará a cabo sobre los individuos estrictamente necesarios, y para ello el contratista tendrá en cuenta las siguientes medidas generales de manejo.

Los árboles objeto de aprovechamiento estarán marcados con pintura, con el fin que al iniciar las actividades los individuos que se encuentre fuera del área demarcada no sean afectados, ni talados.

La clase de aprovechamiento forestal a realizar es de tipo único, ya que el corte es total o tala rasa de las áreas a intervenir, retirando totalmente la cobertura vegetal de manera manual o mecánica, con caída direccionada utilizando las medidas de seguridad apropiadas, con el fin de evitar accidentes en las labores y afectar los recursos naturales aledaños a las áreas establecidas como aprovechamiento.

7.5.4.1.1 Sistema de extracción de los productos

- Dirección de caída

Antes de comenzar el apeo árbol hay que elegir la dirección de caída teniendo en cuenta la caída natural (según pendiente, inclinación del tronco, distribución de ramas y contrafuertes en la base), la dirección del viento, la existencia de los árboles próximos, considerar las vías de escape y el sistema de extracción. También hay que asegurarse que la zona de influencia esté libre de personas que puedan ser alcanzadas en la caída del árbol (2 veces la altura del árbol) y antes de empezar la corta se debe limpiar de obstáculos la vía de escape del motosierrista Figura 7-43.

Figura 7-43 Dirección de caída



Fuente: www.fagro.edu.uy.

- Limpieza previa

En la realización de las obras propias del proyecto se hace necesario remover la totalidad de la cobertura vegetal presente en aquellas zonas donde sea necesario, incluyendo el desmonte de la capa vegetal arbórea, arbustiva y herbácea Figura 7-44. De manera previa se realizan las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de especies de fauna terrestre de conformidad a lo establecido en la ficha Manejo de fauna; adicionalmente, se realizará el rescate y reubicación de especies vasculares en veda de diferentes hábitos de crecimiento presentes sobre el derecho de vía de la línea de flujo y demás áreas a intervenir según lo establecido en la ficha correspondiente.

Figura 7-44 Limpieza previa



Fuente: www.fagro.edu.uy.

- Apeo de los árboles

El corte se realizará sobre los árboles de categoría fustal previamente inventariados, identificados y marcados, esta se llevará a cabo con motosierra a una altura de 30 cm del suelo. La tala será ejecutada siguiendo las especificaciones técnicas generales que existen para aprovechamiento de bosques y rigiéndose bajo el marco legal.

regeneración natural que no corresponda al área o corredor objeto de aprovechamiento, además que ofrece la total seguridad al equipo de trabajo. Este sistema de técnicas se basa en el principio de hacer las labores de apeo con el menor impacto ambiental. Lo que implica que debe ser planeada cuidadosamente y contar con un grupo capacitado de trabajadores, desde que se realiza el plan estratégico de extracción hasta las cuadrillas de corte que son las encargadas de ejecutar lo planeado. Inicialmente se requiere de ciertas herramientas para realizar dichas actividades: un plan estratégico de aprovechamiento, equipos adecuados para la corta y personal capacitado. La técnica patrón consiste en una secuencia de tres incisiones: apertura de la boca, corte diagonal y corte de tumba orientado.

- Desramado

El desramado de los árboles debe hacerse en forma sistemática, es decir, desde la base del árbol hasta la copa, por un lado, luego se hace media vuelta y se desrama otro costado hasta volver a comenzar por otro lado. Este tipo de desramado esta propuesto para ramas delgadas, en el caso de árboles de gran porte cuyas ramas pueden ser bastante gruesas, estas deben ser tratadas como fustes pequeños y cortadas de esa manera.

- Limpieza del sitio

En la medida que avanzan las actividades de aprovechamiento, simultáneamente debe realizarse la limpieza del sitio con la acumulación de todo el material orgánico obtenido del descope de los árboles, y posteriormente apilarlo a nivel del suelo, cubrirlo de tierra en zonas previamente establecidas, para que se generen procesos de descomposición y compostaje en el suelo.

- Trozado y aserrado

Para el trozado de árboles de gran porte se debe tener en cuenta que el material resultante del apeo va a ser utilizado para obras que requiera el proyecto y el material restante puede ser usado por las comunidades aledañas a la zona de aprovechamiento. Por tanto, el dimensionamiento de las trozas deberá hacerse en longitudes comerciales, entre tres y cinco metros, dependiendo de la forma de los árboles encontrados. Igualmente, la madera dispuesta en trozas es susceptible de ser dimensionada nuevamente en bloques o piezas, para facilitar su uso y extracción. Para más información de las actividades asociadas al aprovechamiento forestal acudir a las fichas Manejo de remoción de cobertura vegetal y Manejo de flora.

- Casos especiales

En el caso de los árboles con diámetro menor a 15 cm, el corte debe hacerse limpio sin necesidad de cuñas de dirección, donde se deja una parte del árbol como bisagra de caída y con la ayuda de un gancho se hace el direccionamiento para derribarlo. Con árboles inclinados, se debe hacer la cuña en forma de V en dirección opuesta a la dirección de caída, además se acompaña el derribo con un gancho para garantizar que la dirección de caída no sea hacia la masa remanente vegetal u otros lugares no apropiados.

En árboles con raíces tablares, el corte y la cuña direccional se deben hacer sobre los tablonos, haciendo adicionalmente un corte interno sobrepasando el eje axial del árbol y después un corte de los tablonos.

En árboles con trepadoras, bejucos o matapalos, se debe hacer una limpieza del árbol y si es necesario, se puede talar con el matapalo y pensar en la limpieza ya en el piso. En el caso de árboles que posean raíces sobresalientes (fulcras) mayor a 2 m, se deben cortar las raíces que se encuentran en dirección a infraestructuras o las vías a adecuar, con cuñas direccionadas y cortar las otras de forma limpia. Estando en el piso se procede a eliminar las raíces restantes y a hacer el trozado necesario.

- Apilado

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



Los árboles serán apeados, trozados y apilados en el lugar del aprovechamiento para darle utilidad en las actividades propias de proyecto o se almacenan temporalmente las trozas para luego transportarlas a su destino final, con el fin de disminuir el impacto. Este material vegetal podrá ser utilizado en las actividades de recuperación del suelo o áreas de revegetalización que hacen parte de las medidas compensatorias.

- Extracción del material resultante del aprovechamiento

La mejor forma de extraer la madera es a través de los caminos que se encuentran a lo largo de los derechos de vías utilizando transporte de tracción animal para el transporte menor de trozas a las zonas de apilado menor. Para el transporte mayor será necesario un tractor con carro de estacas para el transporte de trozas mayores de las zonas de apilado menor a los sitios donde sea necesario; si las distancias son demasiado largas es preferible utilizar un camión de carga para dicho transporte.

7.5.4.1.2 Demanda de los recursos

Un Ingeniero Forestal (encargado de las labores de aprovechamiento); una cuadrilla de trabajo conformada por dos (2) motosierristas y dos (2) auxiliares), si se requiere, conductor de volqueta.

- Materiales, maquinaria y equipos
 - Equipo de seguridad industrial para trabajadores que incluye: Cascos, guantes de carnaza, botas, overoles y gafas de seguridad, línea de vida, arnés, etc.
 - Equipo de primeros auxilios y camilla.
 - Elementos que faciliten la extracción de los productos como: Manilas para orientar la caída de los árboles, cuñas o palancas, winches, motosierras, machetes, desjarretadora, maquinaria para carga.
 - Vehículo(s) empleado en la movilización de personal, materiales y equipos; y que se considera como la principal ruta de evacuación en caso de que se produzca una emergencia. A su vez, debe contar con su respectivo equipo de seguridad y accesorios (botiquín, extintor, pala, entre otros), y debe tener diligenciado el Plan de Emergencia y Evacuación Médica Campo, el cual suministra información acerca de los centros de atención médica (en caso de ser necesario) adyacentes al área de trabajo.
 - Volqueta con capacidad de cinco (5) m³ y combustibles.
- Métodos de seguridad

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



Las actividades de aprovechamiento forestal presentan altos riesgos de accidente y enfermedades profesionales, comparadas con otras de carácter industrial. El ingeniero encargado debe comunicar con claridad al personal las condiciones de seguridad con las que deben trabajar, esa política debe ser expuesta por escrito a toda persona que trabaje en la empresa.

- Recomendaciones
 - Todos los trabajadores deben contar con los elementos de protección personal adecuados, antes de efectuar las labores de aprovechamiento.
 - Todos los vehículos y equipos deben estar en buenas condiciones de funcionamiento, con su respectiva revisión técnico - mecánica y pre operacional. No se debe transportar la motosierra con el motor funcionando.
 - Los trabajadores que desempeñan funciones en el transporte manual de cargas deben recibir la capacitación técnica de su labor, así como de seguridad con el fin de prevenir accidentes. Deben estar equipados con los dispositivos y el equipo necesario que garanticen su seguridad, no se debe obligar a ninguna persona a levantar y transportar cargas superiores a los cincuenta (50) kg, la carga no debe ser lanzada por encima de la cabeza de ninguno de los trabajadores; y adicional a ello la carga y descarga manual de camiones debe realizarse en terrenos planos y uniformes para evitar caídas y deslizamientos de trabajadores.

7.5.4.1.3 Uso de los productos maderables

El aprovechamiento forestal se hará previo y a medida que avance el desarrollo de las actividades constructivas del proyecto, mediante corte total o tala rasa, la cual consiste en la extracción de toda la masa forestal y desmonte de la vegetación de porte arbustivo y herbáceo de las áreas seleccionadas de interés para el proyecto. Para posibilitar el uso de la vegetación removida, se cortarán los árboles con diámetros ≥ 10 cm aprovechables para aserrío en dimensiones comerciales. Los árboles serán apeados, troceados y utilizados en la construcción de obras de protección geotécnica y ambiental, hasta donde técnicamente sea posible.

Los árboles maderables serán troceados en longitudes que permitan su uso dentro de la misma obra. Las ramas y el material proveniente de follaje se trocearán para ser incorporado como material de guarda para el mejoramiento del suelo proveniente del descapote. En ningún caso se realizará la combustión del material obtenido por el desmonte.

La madera en troza obtenida exclusivamente por las actividades del proyecto que resulte como excedente de dicha actividad, se podrá utilizar en la elaboración de estacas para

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



señales, barreras sedimentadoras, construcción de trinchos, estibas, puntales, formaletas u otros que el contratista determine; así como los lineamientos establecidos en el permiso emitido por la Autoridad Ambiental, para la madera producto del aprovechamiento forestal

Las ramas y ramillas de copa así como el material proveniente de follaje, se picará y se entregará a un gestor autorizado o podrá ser donado a las comunidades vecinas del proyecto; el material restante que permita la elaboración de varillones, al igual que las ramas más gruesas y el material vegetal maderable será utilizado para señalización de abscisado u otras labores y para consumo en las actividades constructivas que requieran de este tipo de material tales como listones, estacas, entre otros.

7.5.4.1.4 Justificación del aprovechamiento

La cobertura vegetal del área presenta intervenciones debido a las acciones antrópicas y comerciales del área de intervención, así como el cambio del uso del suelo para la actividad ganadera y agrícola. Estas actividades han generado modificaciones de las condiciones naturales del entorno, a través del tiempo alterando de esta manera la cobertura vegetal y la composición florística, en gran proporción con respecto al área del proyecto.

Por otro lado, las actividades del proyecto se limitarán a la intervención en los sitios puntuales según los diseños definitivos principalmente en los pastos arbolados, se resalta que no se prevé la intervención de coberturas boscosas.

El aprovechamiento se justifica por razones de utilidad pública o interés social a partir del desarrollo de actividades del proyecto Accesos Norte Fase II Unidades Funcionales 1,2,3,4 y 5. Estas actividades en ningún momento obedecen a la extracción que tenga como objetivo final el aprovechamiento y uso o comercialización de productos maderables. Por consiguiente, el desarrollo del proyecto requiere el aprovechamiento de un área de 65,83 ha de coberturas correspondientes a territorios artificializados, en donde la cobertura de pastos arbolados corresponde a la de mayor extensión, calculando un volumen total de 4.170,38 m³. Por lo tanto, se hace indispensable tomar las medidas ambientales adecuadas de acuerdo con la legislación ambiental vigente y en concordancia con lo establecido por la autoridad ambiental competente en la zona de influencia. El retiro de la totalidad de la cobertura vegetal, tanto arbórea como arbustiva, descarta la persistencia a futuro del aprovechamiento forestal.

7.6 EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Se realizó la estimación del aporte de contaminantes generados en las actividades asociadas al proyecto en términos de la calidad del aire en su área de influencia, tanto para contaminantes criterio como para ruido ambiental.

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



La evaluación tiene como propósito determinar las características de dispersión de los contaminantes en el área de influencia, teniendo en cuenta el comportamiento del aporte de partículas, gases y ondas acústicas sobre los niveles típicos de condiciones de fondo medidos en la zona de estudio, de modo que permita identificar los puntos críticos de recepción a nivel de suelo, tomando como referencia tiempos de exposición comparables con la Resolución 2254/2017 del MADS (contaminantes criterio) y Resolución 627/2006 del MAVDT (ruido ambiental).

El desarrollo específico de las condiciones de emisión y dispersión sobre el entorno se presentan en los documentos anexos "Informe Modelo de Dispersión" e "Informe Modelo de Ruido".

7.6.1 Fuentes de emisión

7.6.1.1 Contaminantes Criterio

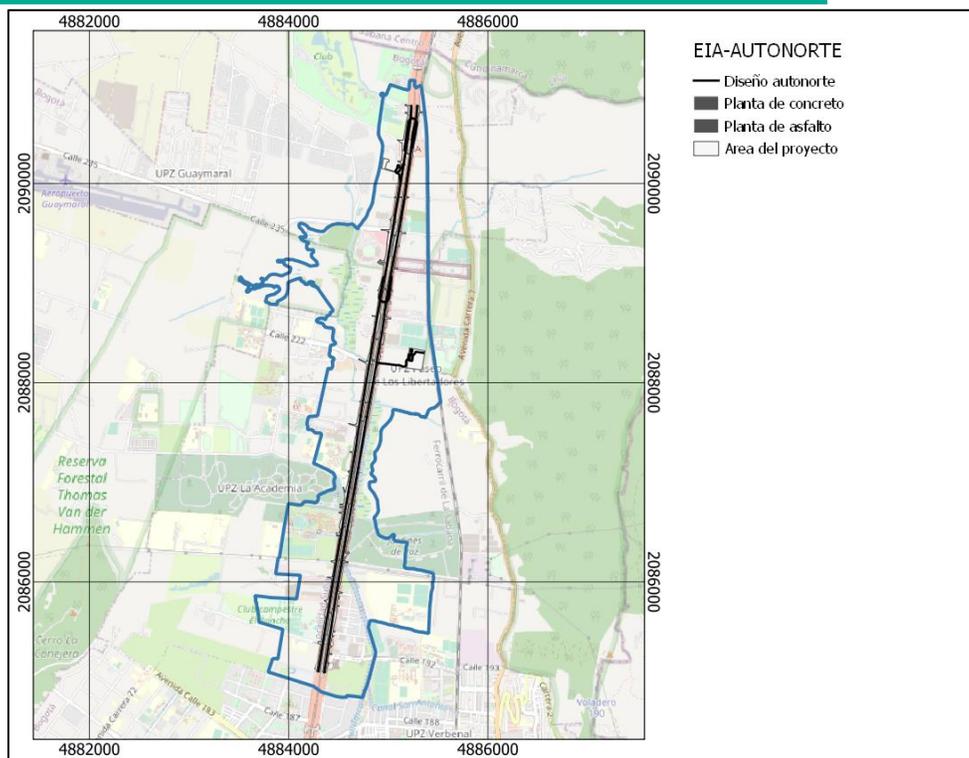
La cuantificación de las emisiones de contaminantes generadas por las fuentes evaluadas se desarrolló a través de la metodología de factores de emisión (a partir de los compilados US EPA AP-42, el compilado europeo EMEP/EEA 2019 y referencias especializadas), en conjunto con información suministrada por la organización para la determinación de factores de actividad adecuados.

En este sentido, los datos de entrada asociados a las fuentes emisoras corresponden a las características de tráfico vehicular típicas de la zona de estudio, siendo usadas tanto para uso público como ruta principal de tránsito de vehículos y maquinaria requeridos en la operación del proyecto, así como las emisiones asociadas a intervención de malla vial (nueva y existente), así como áreas industriales para la producción de materiales (plantas de concreto y planta de asfalto) y almacenamiento de insumos.

En la Figura 7-45 se presentan las fuentes de emisión conceptualizadas en la cuantificación del inventario de emisiones.

Figura 7-45 Fuentes de emisión de contaminantes criterio

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

La información de entrada para la estimación de las emisiones en vías corresponde a conteos mediante aforo determinado en el área objeto de estudio. El aforo permite la determinación de emisiones en función del número de vehículos y características de emisión de acuerdo con condiciones del suelo. Posteriormente se parametrizan dichos conteos en tasas de emisión mediante al cálculo específico de factores de emisión.

En el caso de actividades de obras civiles, la información de entrada respecto a emisiones de fuentes puntuales (planta de asfalto) y fuentes de área (vías intervenidas y planta de concreto) es determinada mediante el uso de factores de emisión predeterminados para este tipo de industria. Esto permite establecer las tasas de emisión por área intervenida en las zonas donde se desarrollarán actividades de remoción, movilización y adecuación de materiales para obras civiles. Así mismo, en el caso de posibles emisiones por erosión eólica, se determinan de acuerdo con el método sugerido por AP-42 usando condiciones típicas de viento en la zona de estudio.

Al igual que en el caso de condiciones de preexistentes por movilización de vehículos, el inventario de emisiones tiene en cuenta las emisiones que generaría la movilización de camiones y camionetas dentro del área del proyecto, en vía compartida paralela con vía existente sobre el corredor de la Autopista Norte.

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



Dado el alcance de la información disponible para la evaluación (transporte de contaminantes de sitios remotos, fuentes fugitivas no identificadas, fuentes de no control por parte del proyecto o que no es posible de cuantificar mediante métodos estandarizados), el modelo tiene como alcance mostrar el aporte de contaminantes asociados a las actividades del proyecto ante posibles impactos que pudiesen ser de control por parte de la organización.

En este sentido, la estimación de las emisiones parte del siguiente análisis:

7.6.1.1.1 Escenario línea base

- Fuentes móviles externas: El modelo considera las emisiones provenientes del tráfico vehicular de la Autopista Norte de modo que sea posible determinar el nivel de aporte de contaminantes de fuentes externas no asociadas al proyecto (la vía se considera pavimentada de uso público), y de esta manera tener en cuenta la contribución de posibles eventos de contaminación en la zona de estudio a otras fuentes externas representativas.

7.6.1.1.2 Escenario Operación – Actividades Obras Civiles

- Fuente puntual: De acuerdo con las características de los equipos a utilizar, el inventario tiene en cuenta las emisiones de la operación de una planta de asfalto localizada en la zona industrial Calle 222. En este caso, se tienen en cuenta emisiones estandarizadas para este tipo de equipamiento de acuerdo con factores de emisión para partículas y gases.
- Fuentes de área: Resuspensión de material particulado generado en las actividades de las plantas de concreto de las áreas industriales ubicadas en la Calle 222 y Calle 235 considerando movimiento de materiales térreos. Así mismo, el modelo considera en cada uno de los sitios de intervención conceptualizados en el año crítico de operación dentro de las actividades de adecuación y/o construcción de la ampliación de la vía. El modelo tiene en cuenta la verificación de posibles emisiones por erosión eólica.
- Fuentes móviles: Tráfico de vehículos de carga de material y cuadrillas de trabajadores para ingreso de material e insumos, junto con tráfico vehicular mixto externo al proyecto. Para el caso de fuentes móviles asociadas a las operaciones del proyecto, se toman como referencia una proporción conservadora de vehículos livianos y vehículos pesados para entrada y salida de personal.

La tasa de emisión final corresponderá a las emisiones del proyecto en conjunto con las condiciones de tráfico mixto en las vías que así correspondan.

Para los escenarios descritos, las características de generación de contaminantes se pueden originar por los siguientes procesos:

- Procesos de combustión: con base en las características de la combustión de fuentes móviles y fuentes fijas, se hace la estimación de emisiones con base en datos

medidos a través de la metodología normalizada de factores de emisión (US EPA AP-42, EMEP EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019 y referencias de bibliografía especializada) y se validan los valores estimados mediante referencias secundarias. Los contaminantes evaluados son PM10, PM2.5, SO2, NO2 y CO.

- Procesos de resuspensión de polvo: siendo ésta una de las fuentes principales de emisión de material particulado en el ambiente, se hace la evaluación con base en factores de emisión (se da preferencia a la metodología US EPA AP-42 – Capítulo 13), así como referencias de procesos documentados relacionados a la adecuación de instalaciones por manejo de materiales y maquinaria del proyecto. Cabe resaltar que esta fuente aportante está vinculada al área intervenida, el contenido de sólidos finos en la superficie de estas áreas y las características de tipo de actividad constructiva. Los contaminantes evaluados son PM10 y PM2.5.

De esta manera se simplifica el modelo teniendo en cuenta las características de complejidad del área de influencia evaluada.

7.6.1.1.3 Estimación de Emisiones

Un análisis de estas actividades mostrará los procesos emisores objeto de estudio y caracterización en términos de generación de contaminantes.

- Tráfico de vehículos en vías → Partículas y gases de combustión.
- Actividades constructivas en obras civiles → Partículas.
- Resuspensión de polvo en vías → Partículas.
- Erosión de pilas de almacenamiento de materiales → Partículas.

Para esto se utiliza la metodología de cálculo de la tasa de emisión nominal de emisión por factores de emisión. Esta metodología se basa en la proporcionalidad entre las emisiones de un contaminante específico respecto a la cantidad y calidad de una actividad desarrollada, la cual puede ser expresada mediante la Ecuación 7-4

Ecuación 7-4 Cálculo de la tasa de emisión por factores de emisión

$$E_{i,j} = AF_{i,j} * EF_{i,j} * \left(1 - \frac{ER}{100}\right)$$

Donde:

E son las emisiones por contaminante.

AF el factor de actividad asociado al proceso.

EF es el factor de emisión del contaminante.

ER es la eficiencia de control que tiene el contaminante en el proceso.

j es el tipo de fuente del que proviene el contaminante.
I es el contaminante evaluado.

Para el caso de fuentes de emisión que no cuenten con datos nominales de capacidades de reducción de emisión en sistemas de control, el inventario de emisiones mostraría el caso más crítico posible asociado a dicha operación (como es el caso de emisiones de sistemas de combustión). En tal caso, la variable ER tendrá un valor nulo y las emisiones de contaminantes se calcularán según indica la Ecuación 2.

Ecuación 7-5 Calculo de las tasas de emisión en función de vehículos que transitan

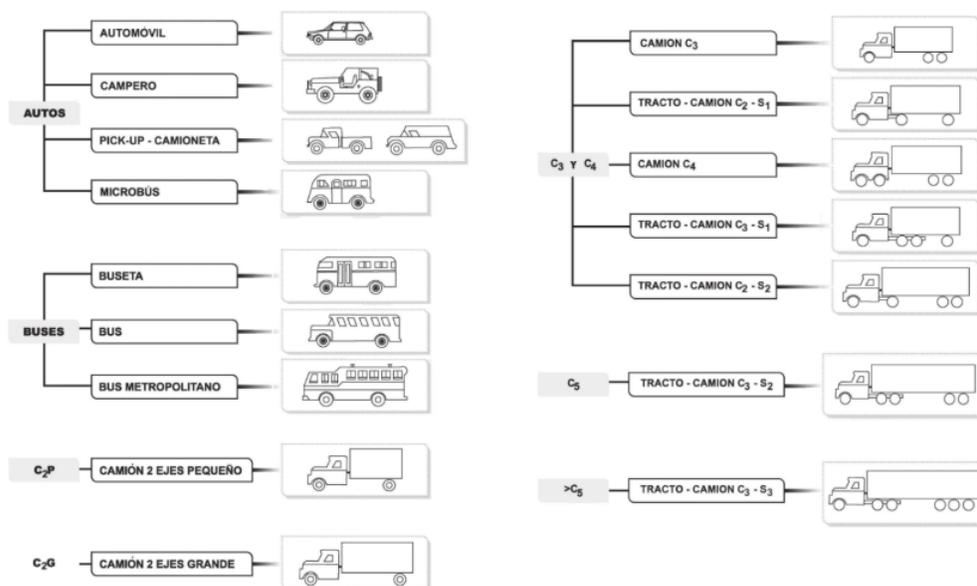
$$E_{i,j} = AF_{i,j} * EF_{i,j}$$

7.6.1.1.4 Emisiones por tráfico vehicular

Se toma como base el cálculo las tasas de emisión en función de la distribución de vehículos que transitan por la Autopista Norte en los sentidos Norte-Sur y Sur-Norte (se toman como fuentes independientes teniendo en cuenta la presencia del separador intermedio entre vías).

Para la determinación de las condiciones de tráfico vehicular típicas de la zona de estudio, se toma como base el aforo vehicular desarrollado en dicha locación en condiciones antes de intervención, en términos de TDP de vehículo siguiendo la clasificación por tipología INVIAS. Figura 7-46

Figura 7-46 Categorías de vehículos según clasificación nacional



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

El inventario de emisiones solo tiene en cuenta los aportes generados por la Autopista Norte, por cuanto se estima que las emisiones de dicha vía son más significativas en la valoración de impactos acumulativos respecto a vías secundarias cercanas a la misma, de acuerdo con las características de tráfico de vehículos y condiciones de resuspensión de polvo esperadas frente a vías de menor tránsito. Así mismo, para el caso de fuentes de emisión asociadas al proyecto, el modelo tiene en cuenta el tránsito de camiones y camionetas por la misma vía hasta la zona de intervención.

En la Tabla 7-14 y Tabla 7-15 se presenta los registros normalizados (es decir homologado en un día promedio respecto a los aforos en día hábil y no hábil) de tránsito de vehículos en los sentidos Norte-Sur (EM 1) y Sur-Norte (EM2), de acuerdo con la contabilidad desarrollada para el Estudio de Impacto Ambiental.

Tabla 7-14 Aforo vehicular normalizado trayecto Norte-Sur

Hora	Motos	Livianos	Buses	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	>C-5	Vehículos
0:00	42	465	83	31	31	5	5	5	667
1:00	42	465	83	31	31	5	5	5	667
2:00	42	465	83	31	31	5	5	5	667
3:00	42	465	83	31	31	5	5	5	667
4:00	83	930	167	62	62	10	10	10	1334
5:00	166	1860	334	124	124	19	19	19	2665
6:00	629	2276	402	121	121	20	20	20	3609
7:00	729	2324	375	112	112	12	12	12	3688

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

Hora	Motos	Livianos	Buses	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	>C-5	Vehículos
8:00	666	2371	350	123	123	22	22	22	3699
9:00	571	2433	310	150	150	22	22	22	3680
10:00	609	2754	234	162	162	19	19	19	3978
11:00	661	2667	213	165	165	18	18	18	3925
12:00	805	2577	232	143	143	23	23	23	3969
13:00	406	2146	183	86	86	14	14	14	2949
14:00	364	1920	203	64	64	20	20	20	2675
15:00	334	2175	271	61	61	16	16	16	2950
16:00	488	2255	303	79	79	10	10	10	3234
17:00	532	2326	211	52	52	6	6	6	3191
18:00	387	1697	182	49	49	4	4	4	2376
19:00	193	2107	144	20	20	2	2	2	2490
20:00	208	2200	86	14	14	7	7	7	2543
21:00	104	1100	43	7	7	3	3	3	1270
22:00	52	550	21	3	3	2	2	2	635
23:00	52	550	21	3	3	2	2	2	635
	8207	41078	4617	1724	1724	271	271	271	

Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Tabla 7-15 Aforo vehicular normalizado trayecto Sur-Norte

Hora	Motos	Livianos	Buses	C-2P	C-2G	C-3-4	C-5	>C-5	Vehículos
0:00	42	465	83	31	31	5	5	5	667
1:00	42	465	83	31	31	5	5	5	667
2:00	42	465	83	31	31	5	5	5	667
3:00	42	465	83	31	31	5	5	5	667
4:00	83	930	167	62	62	10	10	10	1334
5:00	166	1860	334	124	124	19	19	19	2665
6:00	629	2276	402	121	121	20	20	20	3609
7:00	729	2324	375	112	112	12	12	12	3688
8:00	666	2371	350	123	123	22	22	22	3699
9:00	571	2433	310	150	150	22	22	22	3680
10:00	609	2754	234	162	162	19	19	19	3978
11:00	661	2667	213	165	165	18	18	18	3925
12:00	805	2577	232	143	143	23	23	23	3969
13:00	406	2146	183	86	86	14	14	14	2949
14:00	364	1920	203	64	64	20	20	20	2675
15:00	334	2175	271	61	61	16	16	16	2950
16:00	488	2255	303	79	79	10	10	10	3234
17:00	532	2326	211	52	52	6	6	6	3191
18:00	387	1697	182	49	49	4	4	4	2376
19:00	193	2107	144	20	20	2	2	2	2490
20:00	208	2200	86	14	14	7	7	7	2543
21:00	104	1100	43	7	7	3	3	3	1270
22:00	52	550	21	3	3	2	2	2	635
23:00	52	550	21	3	3	2	2	2	635
	8207	41078	4617	1724	1724	271	271	271	

Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



A partir de la distribución de vehículos, se toma en cuenta el inventario de factores de emisión propuestos en la guía EMEP/EEA 2019 de la Unión Europea. En dicho inventario se proponen factores de emisión de acuerdo con el tipo de vehículo y el tipo de combustible usado (1.A.3.b. Passenger cars, light commercial trucks, heavy duty vehicles, included buses and motorcycles). Para el presente estudio, se utiliza el algoritmo Tier 1 presentado por el inventario.

Tabla 7-16 Factores de emisión por combustión en fuentes móviles

Tipología	PM10	PM2.5	SO2	NO2	CO
Carros	0,03	0,0036	2,0	8,73	84,7
Camión pequeño	1,52	0,0760	2,0	14,91	7,4
Camión mediano	0,94	0,5170	2,0	33,37	7,58
Camión grande	0,94	0,4982	2,0	33,37	7,58
Motos	2,2	0,242	10,0	6,64	497,7

Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Para el caso de la emisión de dióxido de azufre, se tiene en cuenta el nivel máximo permitido de azufre contenido en los combustibles de uso nacional, siendo según normatividad (50 ppm), aunque desde 2015 se puede encontrar diésel con contenido de azufre cercano a 10 ppm. En la Tabla 7-17 y Tabla 7-18 se presentan las emisiones por combustión asociadas a los aforos EM1 y EM2 indicados.

Tabla 7-17 Tasa de emisión por combustión en fuentes móviles trayecto EM1

Tasa de emisión (g/m ² -s)	PM10	PM2.5	SO2	NO2	CO
Livianos	2.10E-03	2.10E-03	7.00E-03	6.11E-01	5.93E+00
Camion pequeño	1.64E-02	1.64E-02	2.15E-04	1.61E-01	7.97E-02
Camion mediano	7.96E-04	7.96E-04	1.69E-05	2.83E-02	6.42E-03
Camión grande	2.39E-03	2.39E-03	5.08E-05	8.48E-02	1.93E-02
Buses	1.36E-02	1.36E-02	2.89E-04	4.81E-01	1.09E-01
Motos	6.84E-03	6.84E-03	3.11E-04	2.06E-02	1.55E+00
Total	4.21E-02	4.21E-02	7.88E-03	1.39E+00	7.69E+00

Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Tabla 7-18 Tasa de emisión por combustión en fuentes móviles trayecto EM2

Tasa de emisión (g/m ² -s)	PM10	PM2.5	SO2	NO2	CO
Livianos	1.33E-03	1.33E-03	4.43E-03	3.87E-01	3.75E+00
Camion pequeño	8.55E-03	8.55E-03	1.12E-04	8.38E-02	4.16E-02
Camion mediano	1.84E-03	1.84E-03	3.92E-05	6.54E-02	1.49E-02
Camión grande	3.69E-03	3.69E-03	7.84E-05	1.31E-01	2.97E-02
Buses	2.18E-02	2.18E-02	4.64E-04	7.75E-01	1.76E-01
Motos	1.48E-02	1.48E-02	6.74E-04	4.47E-02	3.35E+00
Total	5.20E-02	5.20E-02	5.80E-03	1.49E+00	7.37E+00

Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Para el caso de las emisiones asociadas a resuspensión de polvo, se toma como referencia la metodología de US EPA indicada en AP-42, la cual permite determinar un factor de

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



emisión específico de acuerdo con las condiciones de rodadura estimadas en función del tráfico vehicular establecido (AP-42, Sección 13.2.1 (Paved Roads) y 13.2.2 (Unpaved Roads)), así como condiciones de control natural determinadas según la meteorología de la zona de estudio.

En la Tabla 7-19 y Tabla 7-20 se presentan los valores estimados de resuspensión de polvo.

Tabla 7-19 Tasa de emisión por resuspensión en fuentes móviles trayecto EM1

Tasa de emisión (g/km-s)	PM10	PM25
Resuspensión	1.08E-01	2.61E-02

Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Tabla 7-20 Tasa de emisión por resuspensión en fuentes móviles trayecto EM2

Tasa de emisión (g/km-s)	PM10	PM25
Resuspensión	2.17E-01	5.26E-02

Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Teniendo en cuenta las condiciones metodológicas presentadas anteriormente, se desarrollan los cálculos de aporte de emisiones por tráfico vehicular asociados al proyecto. El inventario de emisiones tiene en cuenta como elemento de control la humectación (se toma una eficiencia de control crítica de 50%) de vías afirmadas en las zonas industriales de la Calle 222 y Calle 235.

Tabla 7-21 Tasa de emisión por combustión en fuentes móviles asociadas al proyecto

Tasa de emisión (g/m ² -s)	PM10	PM2.5	SO ₂	NO ₂	CO
Livianos	2.45E-06	2.45E-06	8.18E-06	7.14E-04	6.93E-03
Camión pequeño	1.14E-04	1.14E-04	1.50E-06	1.12E-03	5.55E-04
Camión mediano	3.52E-04	3.52E-04	7.50E-06	1.25E-02	2.84E-03

Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Tabla 7-22 Tasa de emisión por resuspensión en fuentes móviles asociadas al proyecto

Tasa de emisión (g/km-s)	PM10	PM25
Con humectación	2.84E-04	2.84E-04
Sin humectación	5.69E-04	5.69E-04

Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

7.6.1.1.5 Emisiones en obras civiles

Para la determinación de las emisiones relacionadas con procesos constructivos o de movimientos de cargas que genere posible resuspensión de polvo en zonas de baja cobertura vegetal intervenidas (construcción o adecuación de vías), se toma como base el método planteado por EMEP/EEA permitiendo determinar tasas de emisión en función del área intervenida de modo que reduzca el sobredimensionamiento por doble contabilidad de las emisiones en procesos secuenciales.

El método planteado para la determinación específica de las emisiones de la zona de estudio, tiene en cuenta correcciones por humedad del suelo y contenido de finos durante

el levantamiento de masas de tierra, para lo cual se usa el comportamiento meteorológico típico mensual de la región. La determinación de las tasas de emisión se basa en la Ecuación 7-6

Ecuación 7-6 Determinación de las tasas de emisión

$$E_{cons} = EF_{PM} d \left(\frac{24}{PE} \right) \left(\frac{sL}{9\%} \right)$$

Donde:

- **E_{cons}**: Tasa de emisión de particulado (g/m²-s)
- **EF_{PM}**: Factor de emisión (kg PM/m²-año)
- **d**: Tiempo de operación (construcción no residencial y vías)
- **PE**: Índice de evapotranspiración de Thornthwaite.
- **sL**: Contenido de finos en material (%).

Para el cálculo de las condiciones con control y sin control del proyecto, se tienen en cuenta actividades de humectación superficial, con una eficiencia de 50% con riego y 0% sin riego.

Tabla 7-23 Tasa de emisión por resuspensión en obras civiles en Autopista Norte

Contaminante	Emisión en obras civiles	
	Control	No control
	g/(m ² -s)	g/(m ² -s)
PM ₁₀	1,95x10 ⁻⁵	3,90x10 ⁻⁵
PM ₂₅	1,95x10 ⁻⁶	3,90x10 ⁻⁶

Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Se explora la posibilidad de emisiones asociadas a erosión eólica en pilas de almacenamiento de materiales en áreas industriales. Las emisiones asociadas a pérdida de material durante el movimiento de material de descapote, rocas y tierra, por erosión del viento se determinan a través de la Ecuación 7-7

Ecuación 7-7 Determinación de las emisiones asociadas a pérdida de material

$$FE = k \sum_{i=1}^N P_i$$

Dónde:

- **FE**: Factor de emisión con unidades de g/m²-año.
- **k**: Factor de tamaño de partícula (0,5 para PM₁₀, 0,075 para PM_{2.5})
- **N**: Número de disturbancias al año (las pilas tienen movimiento diario).
- **P_i**: Potencial de erosión por picos en velocidad de viento (g/m²).

En este caso, para determinar las condiciones de potencial de erosión, se utiliza la Ecuación 7-8

Ecuación 7-8 Potencial de erosión

$$P_i = \begin{cases} 58(u^* - u_t^*)^2 + 25(u^* - u_t^*) & \text{cuando } u^* \geq u_t^* \\ 0 & \text{cuando } u^* \leq u_t^* \end{cases}$$

Dónde:

- U*: Velocidad de fricción (m/s)
- U*T: Velocidad de fricción límite (m/s)

De acuerdo con la referencia AP-42, la velocidad de fricción límite para pilas de material mixto no compactado es de 1,02 m/s. Para determinar el valor diario de la velocidad de fricción, se utiliza la Ecuación 7-9

Ecuación 7-9 Valor diario de la velocidad de fricción

$$u^* = 0,053 u_{10}^+$$

Siendo U10+ la velocidad más alta diaria corregida a una altura de anemómetro de 10 metros. Esta corrección se determina mediante la Ecuación 7-10

Ecuación 7-10 Corrección del anemómetro

$$u_{10}^+ = u^+ \frac{\ln(10/0,0001)}{\ln(z/0,0001)}$$

Donde u+ corresponde al valor diario más alto y z a la altura (en metros) de medida del anemómetro hipotético en el sitio de análisis asociados a la información meteorológica utilizada por el modelo de dispersión, siendo en este caso 10 metros. De acuerdo con la anterior metodología, el potencial de erosión total P es 0,0 g/m², lo que indicaría que es poco probable que se generen emisiones por erosión eólica.

Por otro lado, se evalúan las emisiones por combustión asociadas al uso de maquinaria y camiones off-road. Para el cálculo de las emisiones se tienen en cuenta los siguientes supuestos.

- Las operaciones en cada uno de los puntos de intervención son secuenciales.
- Las emisiones de resuspensión de polvo por tráfico de vehículos y maquinaria en vías durante obras civiles están contabilizadas por la tasa de emisión por obras civiles sugerida por EMEP EEA (2019), con el fin de evitar doble contabilidad de emisiones.
- Las emisiones de SO₂, NO₂ y CO se deben exclusivamente por actividades de combustión interna de los automotores (emisiones en caliente de exhosto).

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



- Las emisiones asociadas a actividades no asociadas a la operación del proyecto (quemadas de biomasa en inmediaciones, resuspensión de polvo por acción del viento, tráfico de vehículos externos al proyecto, entre otros) solo se tienen en cuenta de forma indirecta mediante las concentraciones de fondo establecidas en la zona de estudio durante campaña de medición.

El modelo conceptualiza las operaciones en las zonas de intervención en función del área (tomando un área efectiva de 5x5 m² por cada equipo). En este sentido el modelo asume la operación global paralela por cada área intervenida, siendo la tasa de emisión determinada en función del área, de modo que el modelo represente el evento más crítico posible. De esta manera se determinan las tasas de emisión por combustión off-road.

Tabla 7-24 Tasa de emisión por combustión en obras civiles – Off-Road

Contaminante	Tasa de emisión maquinaria	Tasa de emisión camiones
	g/(m ² -s)	g/(m ² -s)
PM ₁₀ / PM _{2.5}	1.68E-07	4.14E-07
SO ₂	1.60E-09	8.80E-09
NO ₂	2.61E-06	1.47E-05
CO	8.62E-07	3.34E-06

Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Para el caso de las emisiones en plantas de concreto, se tienen en cuenta las siguientes condiciones de acuerdo con los factores de emisión indicados por AP-42 de US EPA. De acuerdo con el proyecto, se espera un uso de silos de 60 Ton, lo que para efectos de cálculo asume una capacidad de llenado de producción en 24 horas (flujo de producción 2,5 Ton/h).

Tabla 7-25 Tasa de emisión por operación planta de concreto

Actividad	Factor de emisión control (kg/Mg)	Tasa de emisión control (g/s)	Factor de emisión no control (kg/Mg)	Tasa de emisión no control (g/s)
Transferencia agregados	0.0017	1.18E-03	0.0017	1.18E-03
Transferencia cemento	0.00017	1.18E-04	0.24	1.67E-01
Descarga en tolva	0.00017	1.18E-04	0.00017	1.18E-04
Descarga a camión mixer	0.0131	9.10E-03	0.0131	9.10E-03
Total emisión PM ₁₀	0.015	1.05E-02	0.255	1.77E-01
Total emisión PM _{2.5}	0.002	1.68E-03	0.041	2.83E-02

El inventario toma como control el uso de sistemas neumáticos de transferencia de cemento, respecto a sistemas de llenados por baches sin control neumático.

Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Finalmente, para el caso de la planta de asfalto, el modelo tiene en cuenta un sistema tipo Hot Drum Mix para la conceptualización de las emisiones. En este sentido se toma como referencia la metodología AP-42 US EPA con factores de emisión asociados a las operaciones en chimeneas posterior a sistema de control. El modelo tiene en cuenta la

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



operación eficiente de un sistema tipo filtro mangas (eficiencia del 99% como sistema con control) respecto a un sistema no eficiente (eficiencia de 60% cercana a filtros colmatados). En términos de impacto no se estima un escenario sin control absoluto (eficiencia de filtros de 0%), por cuanto se considera una condición contingente que debería apagar la fuente (de acuerdo con las consideraciones del fabricante). El inventario tiene en cuenta una operación de 140 Ton/h en continuo.

Tabla 7-26 Tasa de emisión por operación planta de asfalto

Contaminante	Operación con control			Operación sin control		
	Factor de emisión (lb/ton)	Factor de emisión (kg/Mg)	Tasa de emisión (g/s)	Factor de emisión (lb/ton)	Factor de emisión (kg/Mg)	Tasa de emisión (g/s)
Emisión PM ₁₀	6.5	3.25	1.3	6.5	3.25	50.6
Emisión PM _{2.5}	1.5	0.75	0.3	1.5	0.75	11.7
Emisión SO ₂	0.088	0.044	1.7	0.088	0.044	1.7
Emisión NO ₂	0.12	0.06	2.3	0.12	0.06	2.3
Emisión CO	0.4	0.2	7.8	0.4	0.2	7.8

Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

7.6.1.1.6 Variabilidad de las emisiones

El modelo contempla la variabilidad de las emisiones en función de las horas que se establecen como de mayor emisión en el día. En este sentido, para el caso de fuentes móviles, este comportamiento se calcula con base en la Ecuación 5.

Ecuación 7-11 Variabilidad de emisiones para fuentes móviles

$$FH = 1 - \frac{\max(R) - H_n}{\max(R)}$$

Donde:

- FH: Fracción horaria.
- R: Registros horarios del aforo vehicular.
- H_n: Registro de la hora n de aforo vehicular.

Tabla 7-27 Variabilidad en fuentes de emisión

Hora	EM1		EM2		Obras civiles	
	TPD	FH	TPD	FH	TPD	FH
00:00	667	0.17	1220	0.17	1220	0.17
01:00	667	0.17	1220	0.17	1220	0.17
02:00	667	0.17	1220	0.17	8	1.00
03:00	667	0.17	1220	0.17	8	1.00
04:00	1334	0.34	2442	0.35	8	1.00
05:00	2665	0.67	4883	0.70	8	1.00
06:00	3609	0.91	6980	1.00	8	1.00
07:00	3688	0.93	5848	0.84	8	1.00
08:00	3699	0.93	6135	0.88	8	1.00

Hora	EM1		EM2		Obras civiles	
	TPD	FH	TPD	FH	TPD	FH
09:00	3680	0.93	6369	0.91	8	1.00
10:00	3978	1.00	5511	0.79	8	1.00
11:00	3925	0.99	5695	0.82	8	1.00
12:00	3969	1.00	4743	0.68	8	1.00
13:00	2949	0.74	3183	0.46	8	1.00
14:00	2675	0.67	4243	0.61	8	1.00
15:00	2950	0.74	4256	0.61	8	1.00
16:00	3234	0.81	4349	0.62	8	1.00
17:00	3191	0.80	4348	0.62	8	1.00
18:00	2376	0.60	3354	0.48	8	1.00
19:00	2490	0.63	3817	0.55	8	1.00
20:00	2543	0.64	3393	0.49	8	1.00
21:00	1270	0.32	1699	0.24	8	1.00
22:00	635	0.16	850	0.12	8	1.00
23:00	635	0.16	850	0.12	8	1.00

Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Para el caso de fuentes fijas industriales (zonas de intervención, plantas de concreto y planta de asfalto), el modelo tiene en cuenta una operación en bloques de 5 horas operativas con 1 hora de receso, equivalentes a turnos de trabajo con descanso.

7.6.2 Modelo de dispersión

Teniendo en cuenta las condiciones de inventarios de emisiones determinadas para el proyecto, en conjunto con condiciones de frontera (concentraciones de fondo, elevación de terreno, características meteorológicas y micrometeorológicas) se desarrollan los modelos de dispersión de contaminantes para los escenarios:

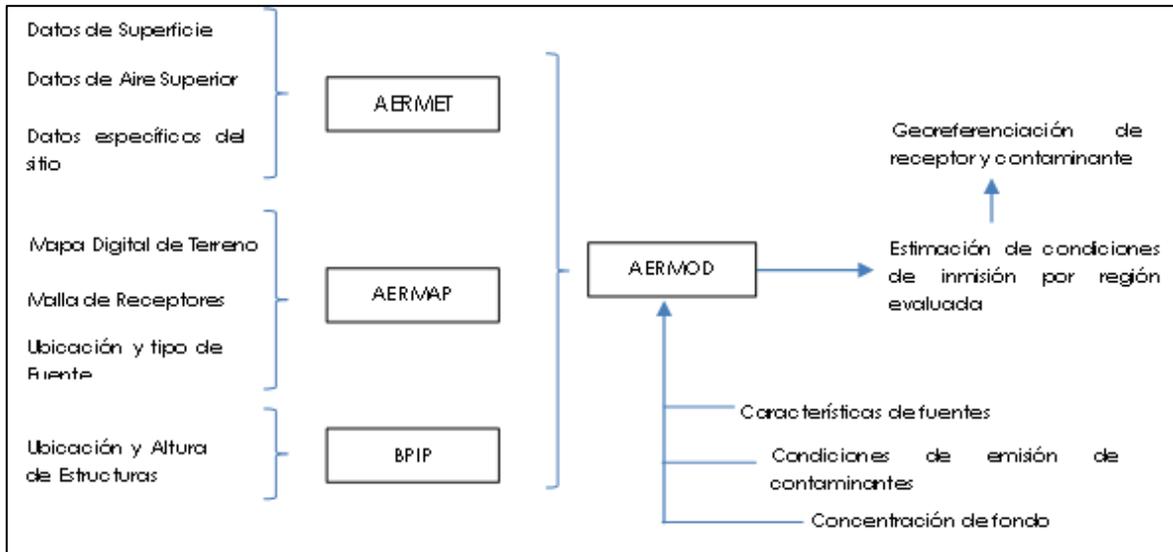
- Escenario 1 (E1): Línea base.
- Escenario 2 (E2): Operación obras civiles con medidas de control.
- Escenario 3 (E3): Operación obras civiles sin medidas de control.

En este sentido, para evaluar el comportamiento de dispersión de contaminantes en la zona de influencia del proyecto se utilizó el modelo AERMOD, considerado como un modelo refinado para estimar concentraciones de contaminantes a nivel de suelo. El algoritmo empleado fue el modelo gaussiano del tipo estado estable AERMOD v.22112 motor original, avalado desde el año 2017 por la US EPA según el Apéndice W - 40 CFR Parte 51 Guidelines on Air Quality Models como el modelo preferido y recomendado para evaluar el comportamiento de dispersión de contaminantes criterio a nivel local (hasta 50 km respecto a la fuente) para fuentes fijas y fuentes móviles (siendo el modelo acogido por el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire del actual MADS).

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

AERMOD realiza estimaciones estadísticas con base en una pluma hipotética con distribución gaussiana, teniendo en cuenta la teoría de la capa límite planetaria y el modelo de ascenso de pluma para evaluar zonas de impacto por turbulencia sobre edificaciones, relieve geográfico y zonas de cavitación. De forma general, el proceso de modelación con AERMOD funciona bajo el esquema mostrado en la Figura 7-47.

Figura 7-47 Diagrama de proceso de la modelación con AERMOD



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

AERMOD trabaja en conjunto con dos procesadores: AERMAP y AERMET. En el procesador AERMAP se establece el dominio del modelo según el sistema de coordenadas deseado (el presente modelo se desarrolla en el sistema CTM12 Origen Nacional), la matriz de receptores, entre otros, que en conjunto con un modelo DEM identifica la altura de cada receptor respecto al nivel del mar.

El procesador AERMET procesa los datos meteorológicos del modelo WRF 4.3, suministrado por Meteocolombia S.A.S., de modo que AERMOD pueda reconocer las características micrometeorológicas de la zona de estudio, tanto a nivel de superficie como en el perfil vertical de la estación meteorológica. AERMET está diseñado para ser ejecutado en un proceso de tres etapas: extracción de datos - verificación de calidad, combinación de datos en periodos de tiempos y construcción de datos finales para ingreso al modelo, teniendo en cuenta las características del sitio de trabajo (albedo, índice de Bowen y rugosidad).

La evaluación de la calidad del aire se realizó tomando como referencia la metodología establecida en el Protocolo para el Control y Seguimiento de la Calidad del Aire, del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS (Resolución 2154/2010), teniendo en cuenta los lineamientos expresados por los términos de referencia de la Autoridad

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) en el documento Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales (MGEPEA, 2018).

El desarrollo de este se presenta en el Anexo "Informe de Modelo de Dispersión".

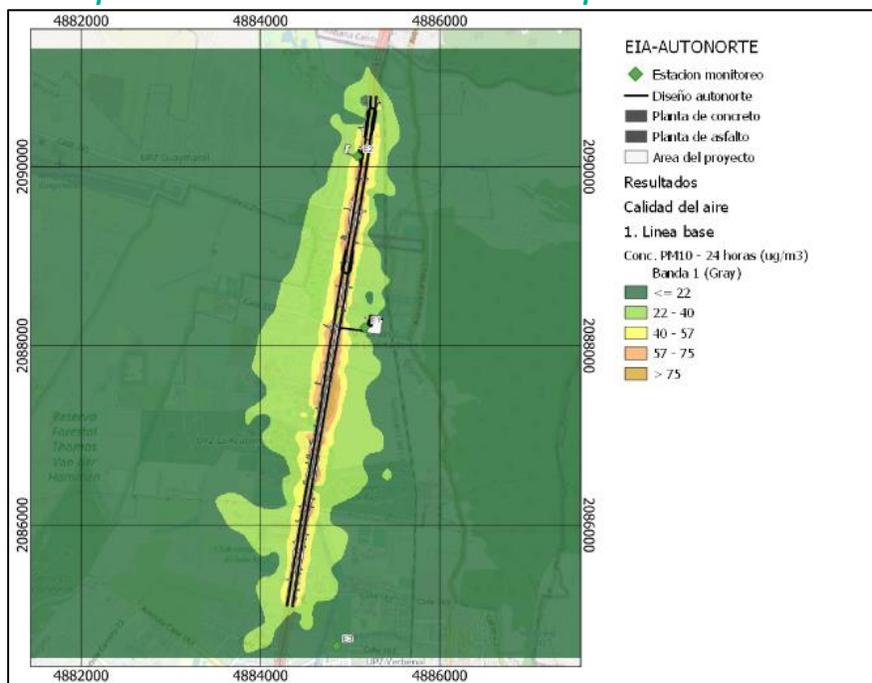
7.6.2.1 Resultados del modelo

A continuación, se presentan los mapas de isoconcentración determinados para el proyecto en los escenarios estipulados.

7.6.2.1.1 Escenario 1: Línea base

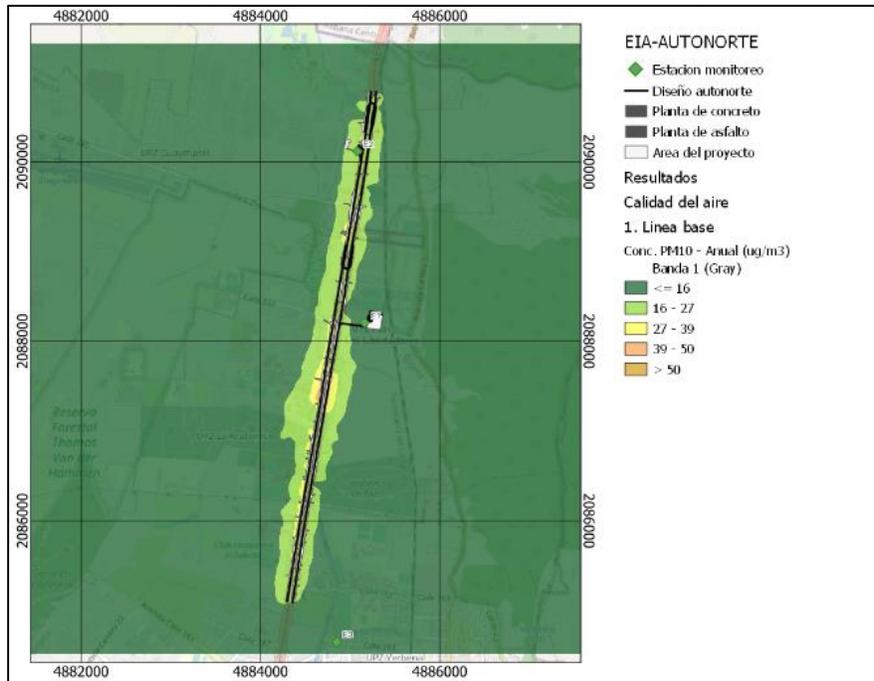
Para el caso del escenario línea base, se encuentra que el modelo tiende a generar una sobreestimación en tiempos de exposición cortos (representados en el valor más alto sobre el percentil 98) con respecto a los valores presentados en tiempos de exposición largos. En este sentido, si bien esto se asocia con el nivel de tráfico vehicular en conjunto con condiciones meteorológicas que pueden ser contingentes a las condiciones de promedio esperadas en la zona de análisis, se considera que la representación de las condiciones de impacto sobre el medio es mejor representadas por tiempos de exposición largos (promedio anual).

Figura 7-48 Mapa de isoconcentración PM10 – E1 Exposición 24 horas – Percentil 98



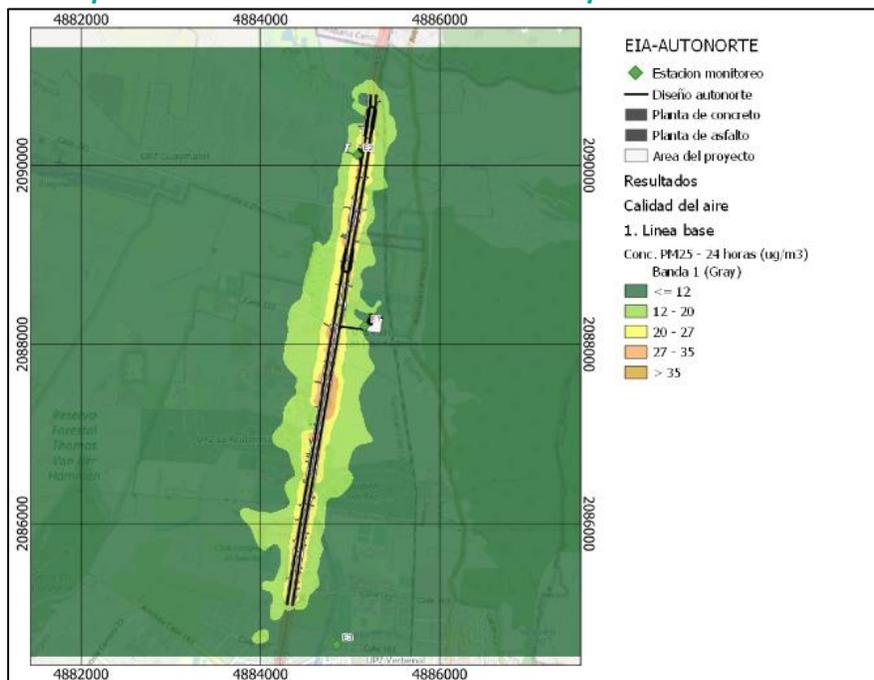
Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Figura 7-49 Mapa de isoconcentración PM10 – E1 Exposición anual



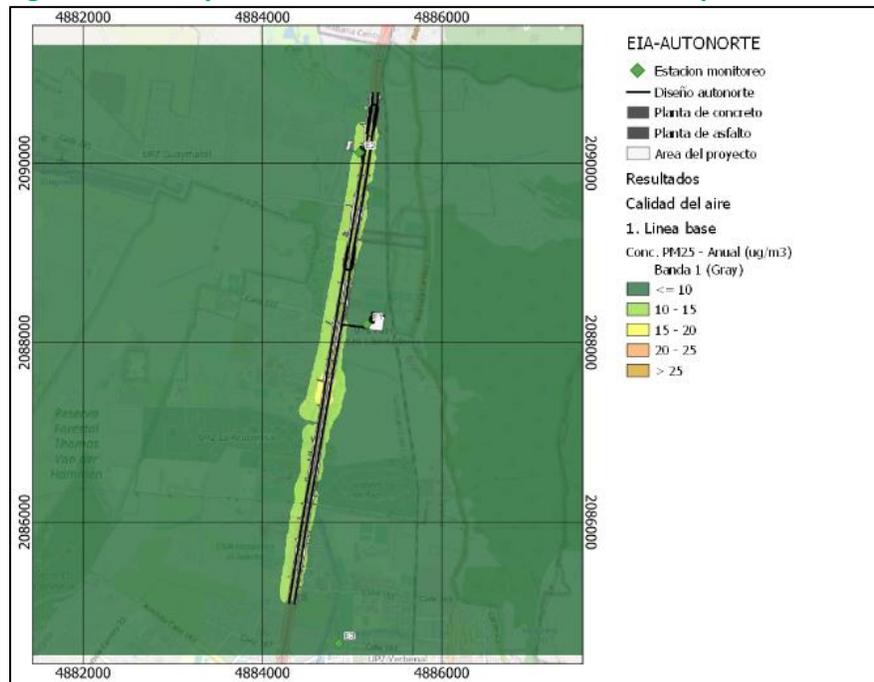
Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Figura 7-50 Mapa de isoconcentración PM2.5 – E1 Exposición 24 horas – Percentil 98



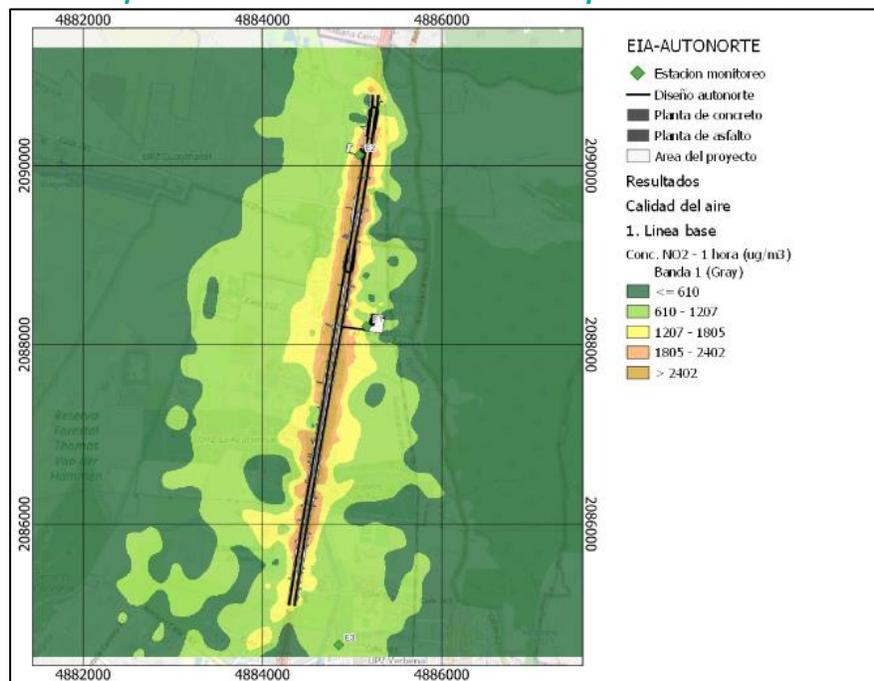
Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Figura 7-51 Mapa de isoconcentración PM2.5 – E1 Exposición anual



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

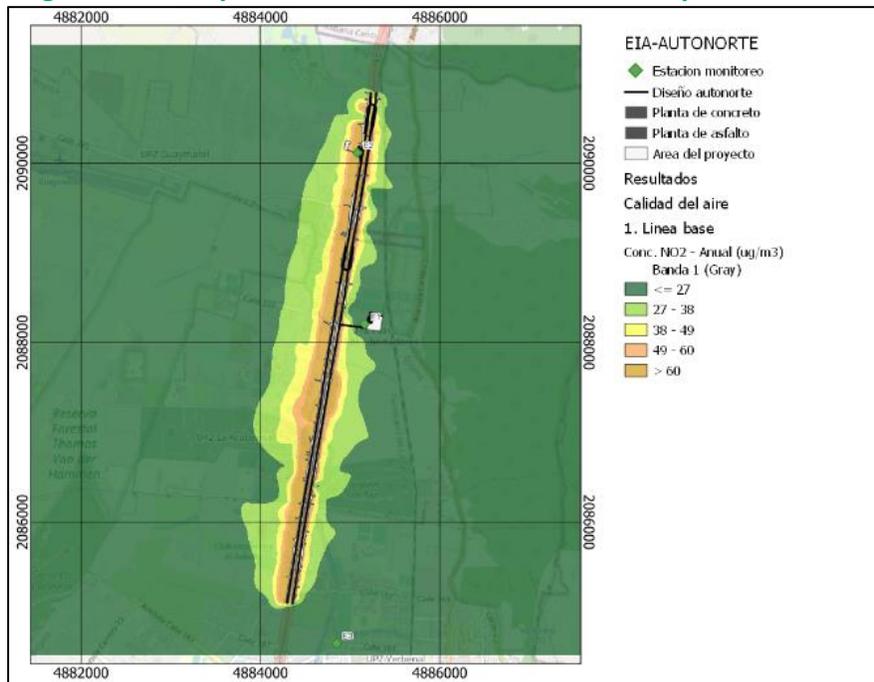
Figura 7-52 Mapa de isoconcentración SO2 – E1 Exposición 1 hora – Percentil 98



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

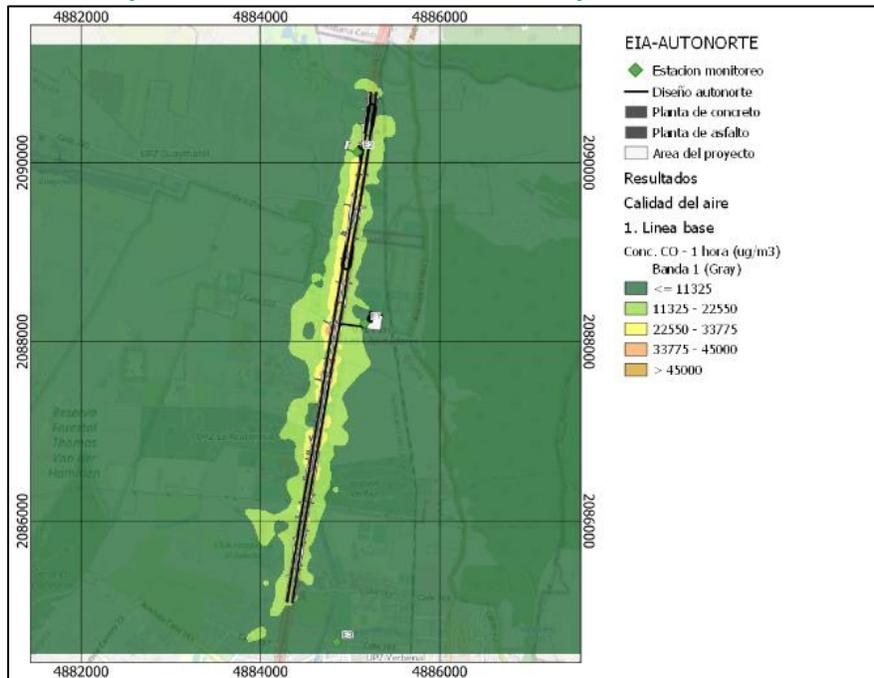
Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

Figura 7-53 Mapa de isoconcentración SO₂ – E1 Exposición anual



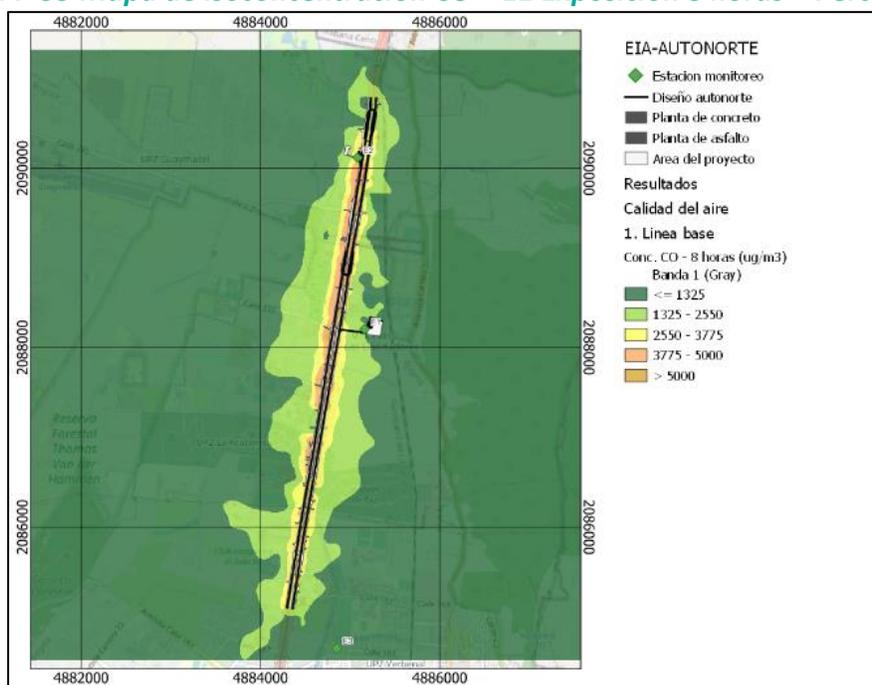
Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Figura 7-54 Mapa de isoconcentración CO – E1 Exposición 1 hora – Percentil 98



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Figura 7-55 Mapa de isoconcentración CO – E1 Exposición 8 horas – Percentil 98



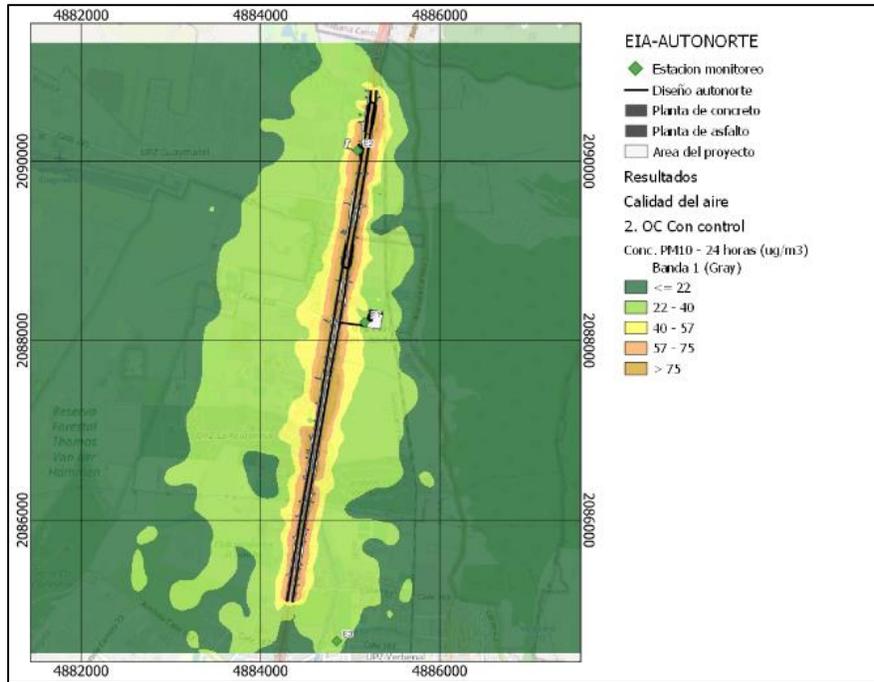
Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

7.6.2.1.2 Escenario 2: Operación obras civiles con medidas de control

Para el caso del escenario operativo con medidas de control, se encuentra que el modelo estima concentraciones relativamente superiores en tiempos de exposición cortos (representados en el valor más alto sobre el percentil 98) con respecto a los valores presentados en tiempos de exposición largos. Esto se asocia a las condiciones de baja dispersión y mayor estabilidad atmosférica en periodo nocturno. En este sentido, si bien el aporte de las emisiones de línea base son importantes en la zona de influencia, se considera que la representación de las condiciones de impacto sobre el medio es mejor representada por tiempos de exposición largos (promedio anual).

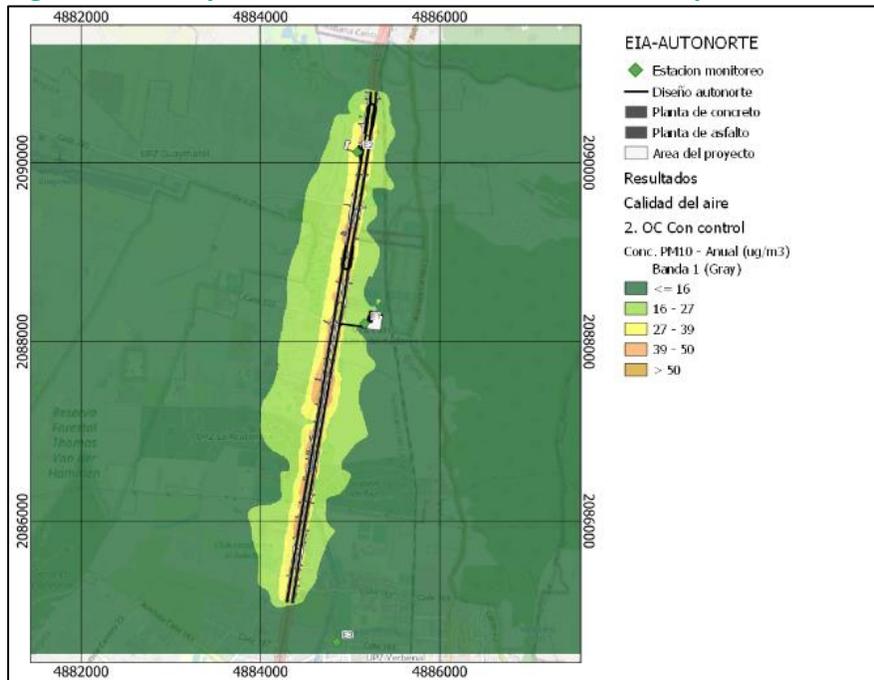
Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

Figura 7-56 Mapa de isoconcentración PM10 – E2 Exposición 24 horas – Percentil 98



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

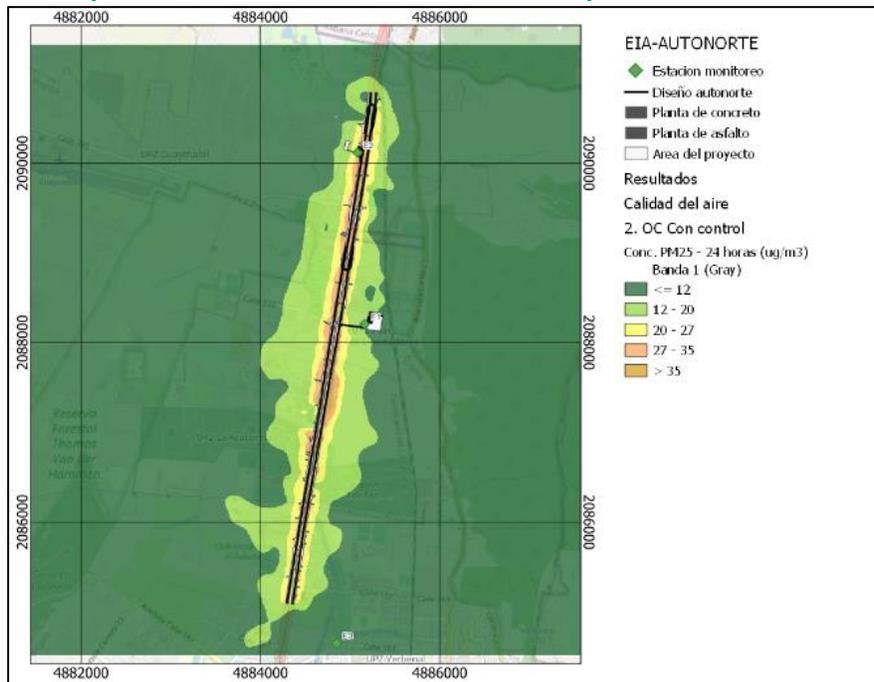
Figura 7-57 Mapa de isoconcentración PM10 – E2 Exposición anual



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

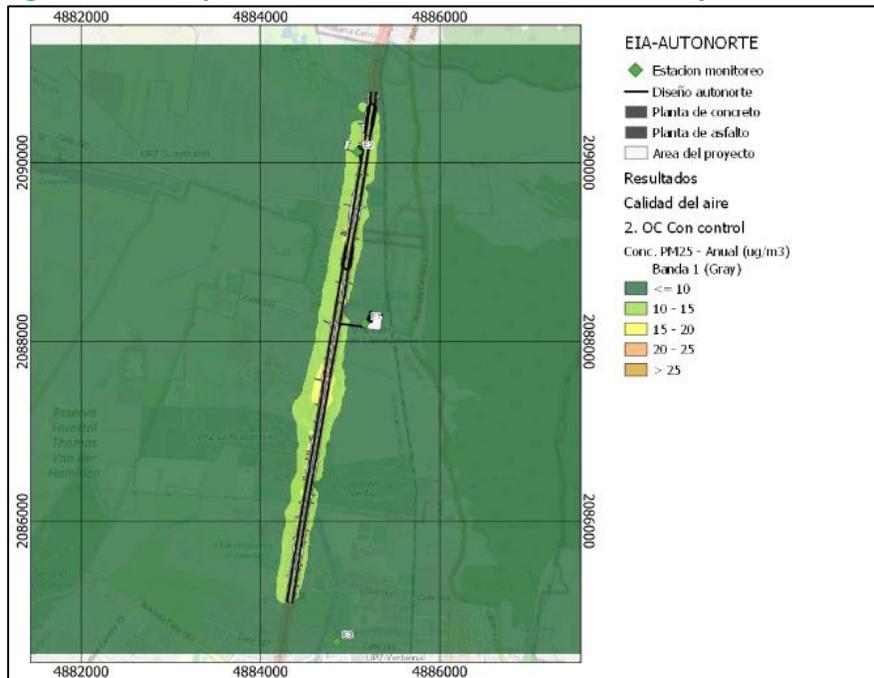
Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

Figura 7-58 Mapa de isoconcentración PM2.5 – E2 Exposición 24 horas – Percentil 98



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

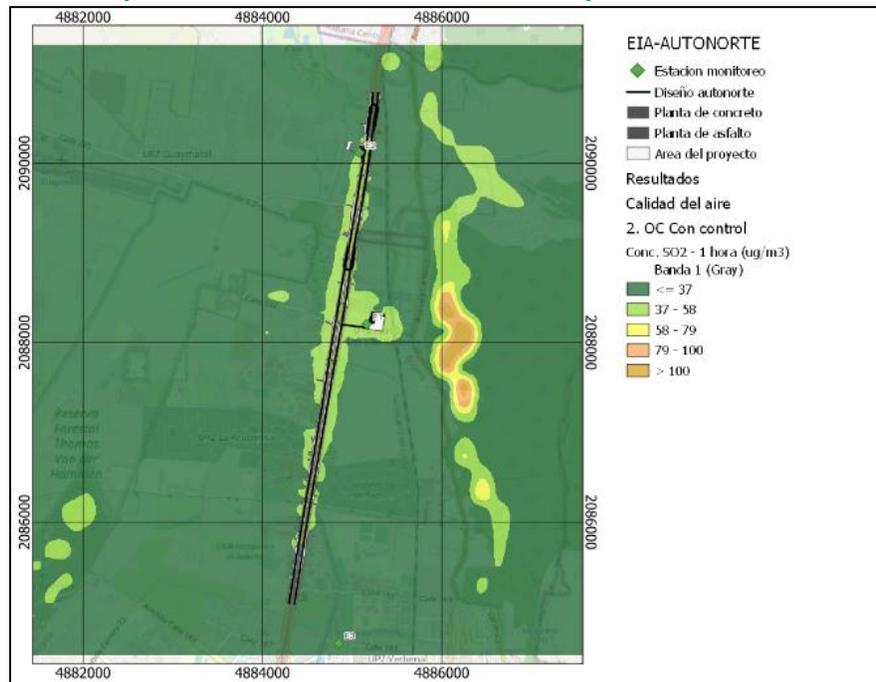
Figura 7-59 Mapa de isoconcentración PM2.5 – E2 Exposición anual



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

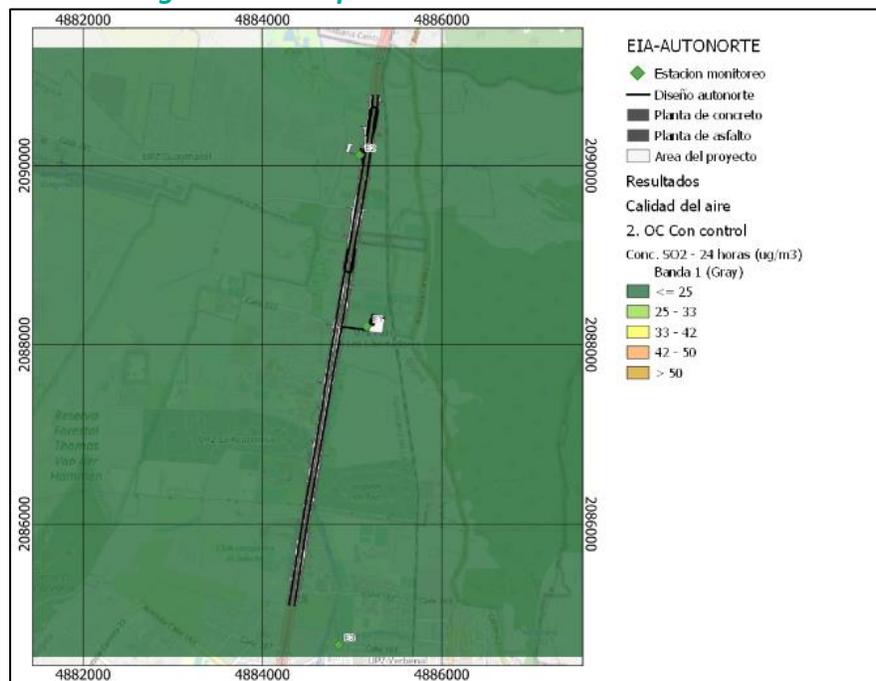
Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

Figura 7-60 Mapa de isoconcentración SO₂ – E2 Exposición 1 hora – Percentil 98



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

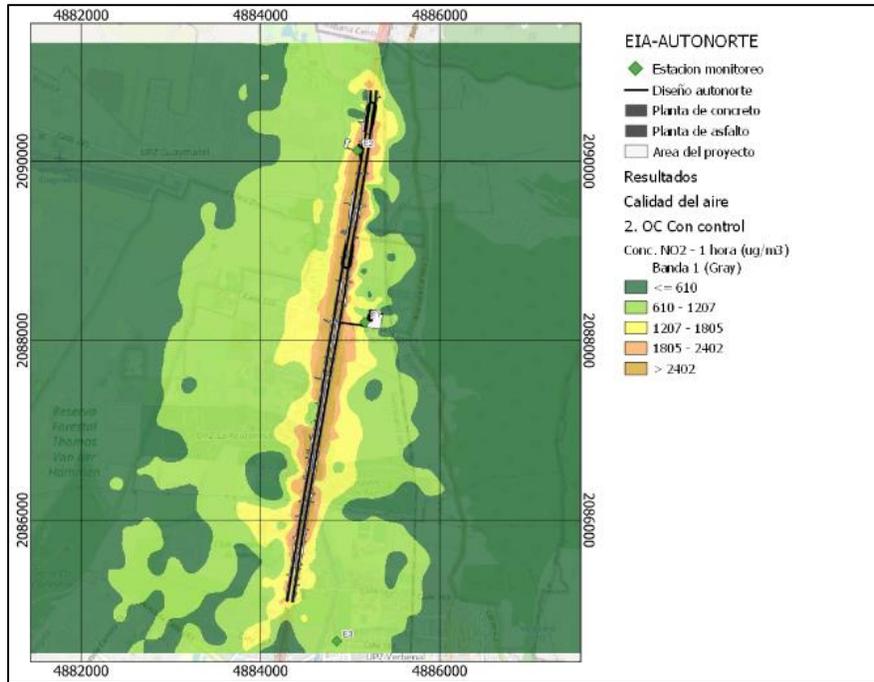
Figura 7-61 Mapa de isoconcentración SO₂ – E2



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

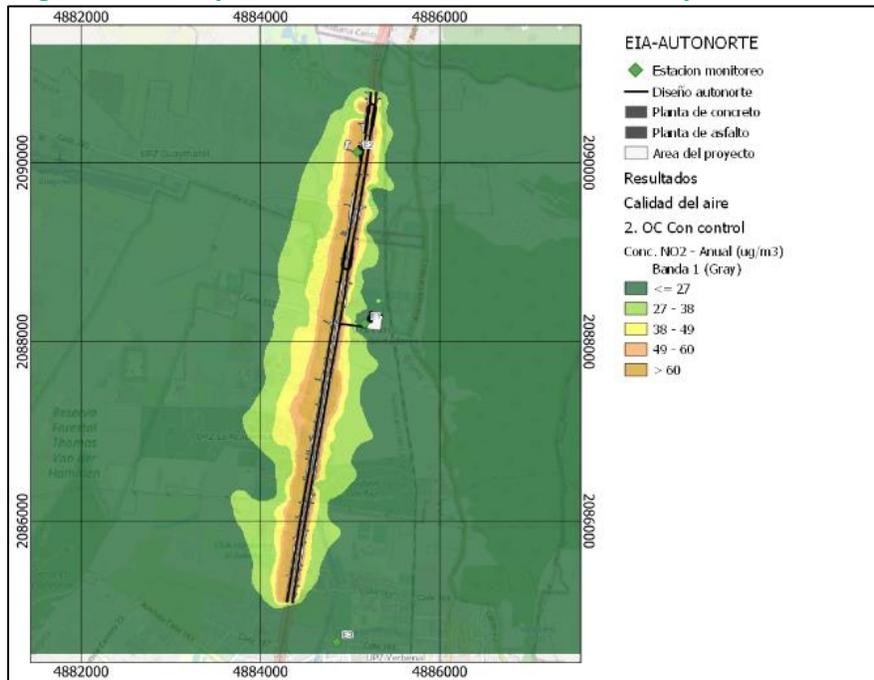
Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

Figura 7-62 Mapa de isoconcentración NO₂ – E2 Exposición 1 hora – Percentil 98



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

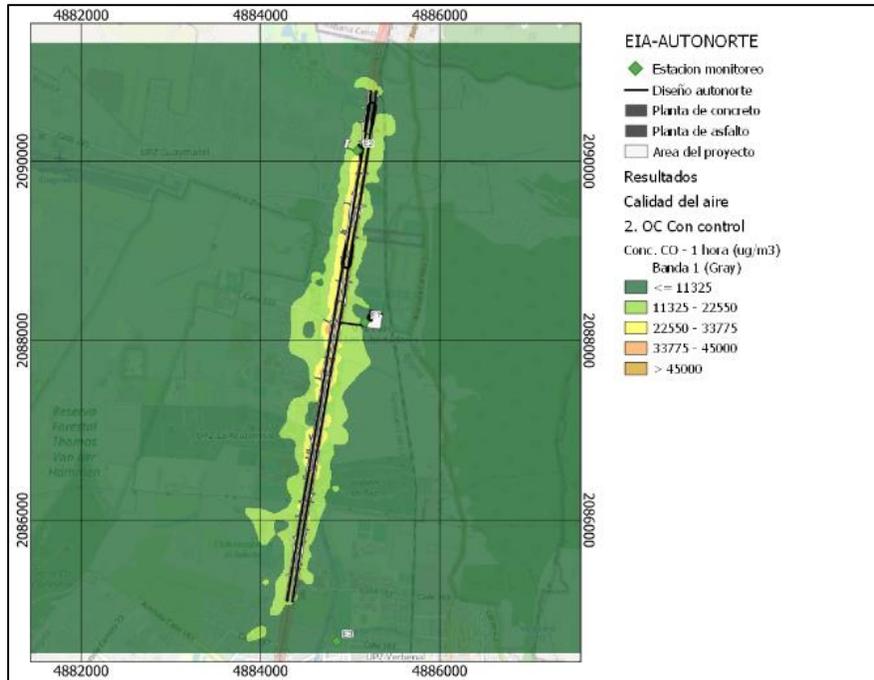
Figura 7-63 Mapa de isoconcentración NO₂ – E2 Exposición Anual



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

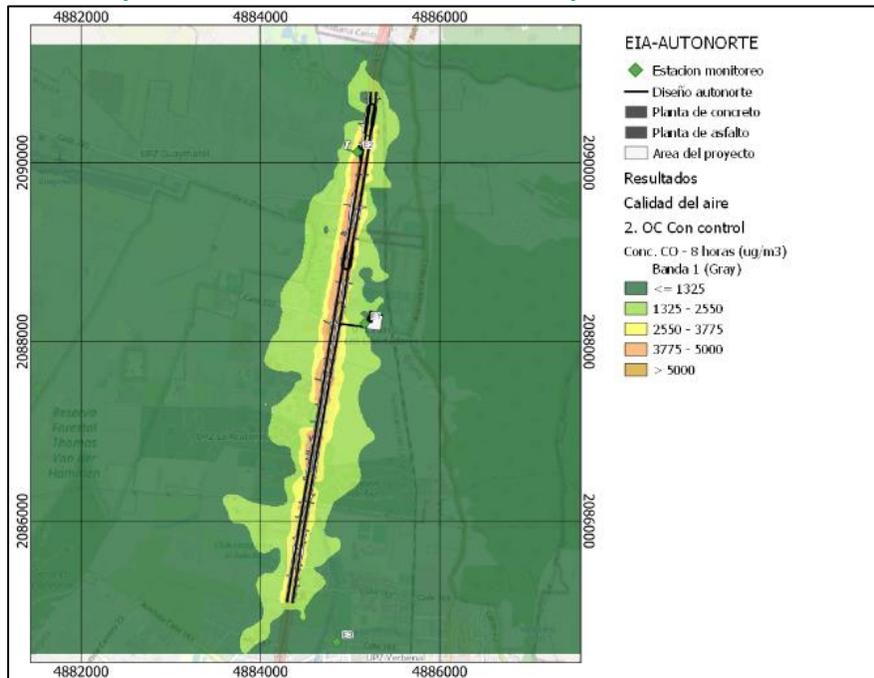
Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

Figura 7-64 Mapa de isoconcentración CO – E2 Exposición 1 hora – Percentil 98



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Figura 7-65 Mapa de isoconcentración CO – E2 Exposición 8 horas – Percentil 98



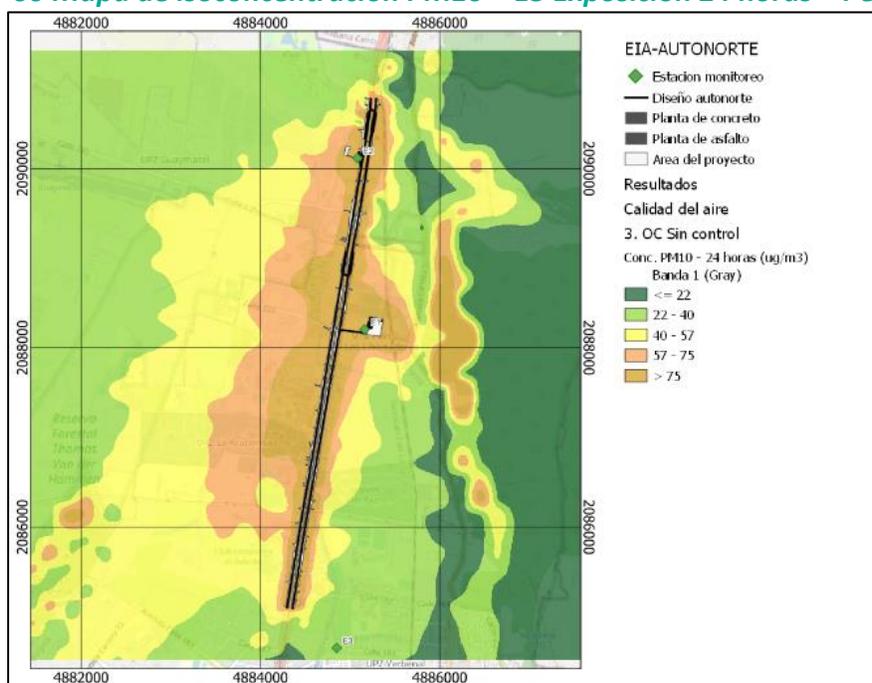
Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

7.6.2.1.3 Escenario 3: Operación obras civiles sin medidas de control

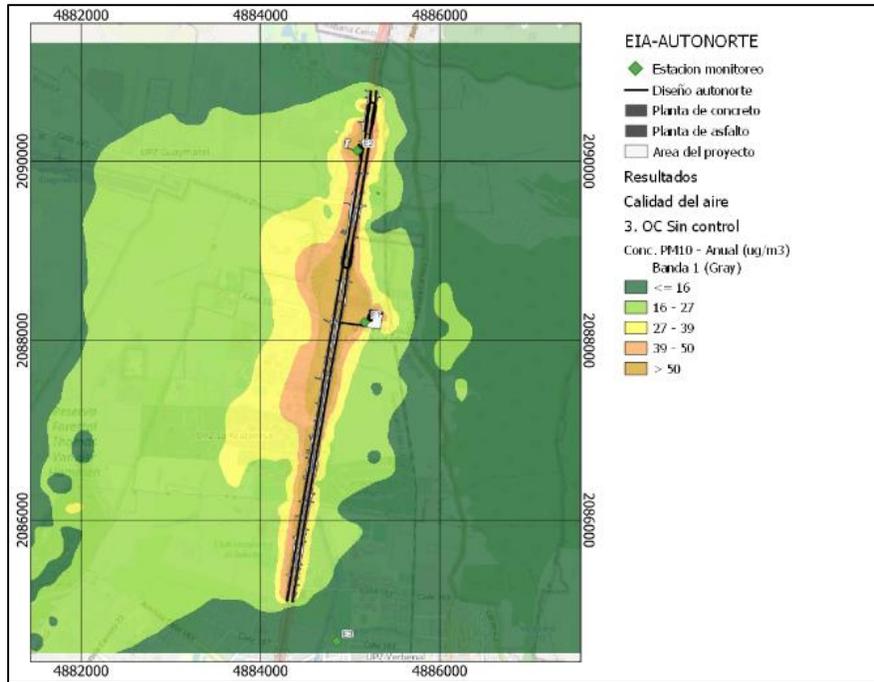
Para el caso del escenario operativo sin medidas de control, se encuentra un incremento mayor en tiempos de exposición cortos proporcionales con las condiciones de eficiencia de control determinadas para el proyecto. El modelo estima concentraciones relativamente superiores en tiempos de exposición cortos (representados en el valor más alto sobre el percentil 98) con respecto a los valores presentados en tiempos de exposición largos, por lo que se considera que los tiempos de exposición anuales son mejores estadísticos de descripción de impactos frente a una condición crítica operativa del proyecto. Cabe resaltar que las medidas de control se asocian exclusivamente al manejo de material particulado.

Figura 7-66 Mapa de isoconcentración PM10 – E3 Exposición 24 horas – Percentil 98



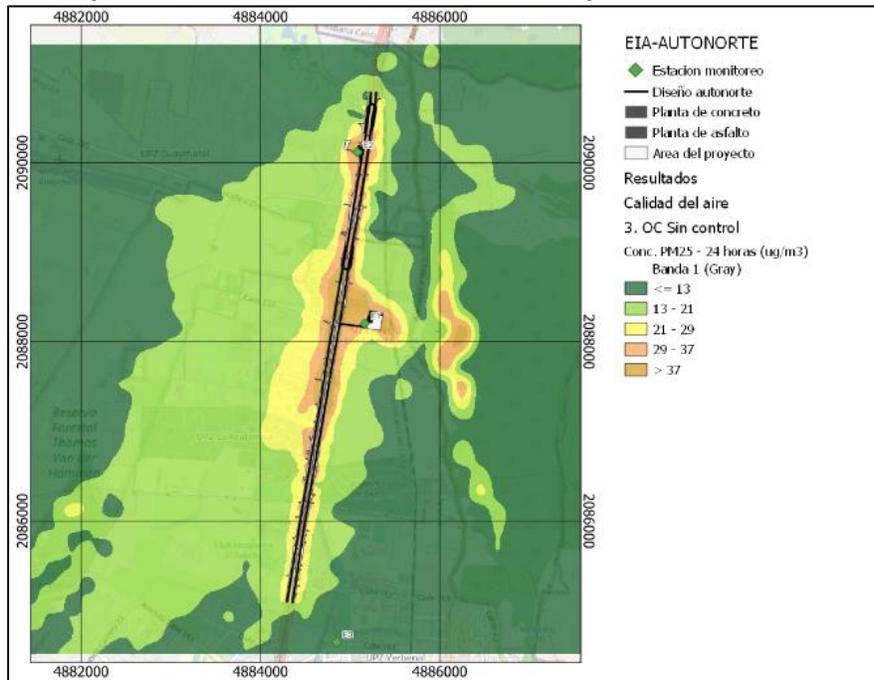
Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Figura 7-67 Mapa de isoconcentración PM10 – E3 Exposición anual



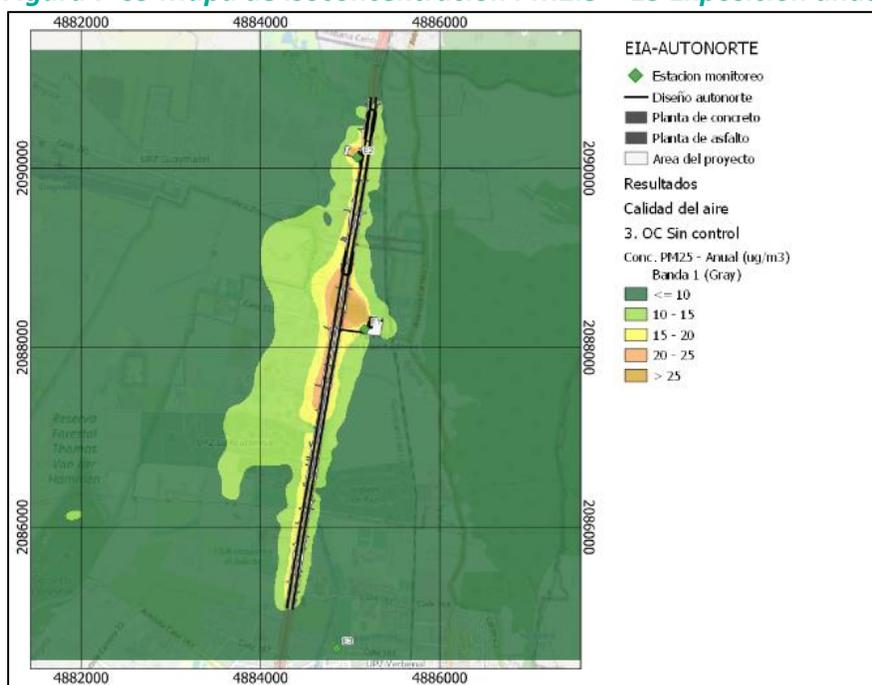
Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Figura 7-68 Mapa de isoconcentración PM2.5 – E3 Exposición 24 horas – Percentil 98



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Figura 7-69 Mapa de isoconcentración PM2.5 – E3 Exposición anual



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

7.6.2.2 Análisis de resultados.

De acuerdo con la información del modelo, se esperan los siguientes máximos de concentración dentro del área de modelación determinada para el proyecto.

Tabla 7-28 Concentración máxima estimada – Escenario 1

Parámetro	Concentración 1 hora P ₉₈ (µg/m ³)	Concentración 8 horas P ₉₈ (µg/m ³)	Concentración diaria P ₉₈ (µg/m ³)	Concentración anual promedio (µg/m ³)
PM ₁₀	---	---	97.5	39.9
PM _{2.5}	---	---	49.4	17.4
SO ₂	53.4	---	15.2	---
NO ₂	3958.9	---	---	121.1
CO	37109.7	5364.2	---	---

Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Tabla 7-29 Concentración máxima estimada – Escenario 2

Parámetro	Concentración 1 hora P ₉₈ (µg/m ³)	Concentración 8 horas P ₉₈ (µg/m ³)	Concentración diaria P ₉₈ (µg/m ³)	Concentración anual promedio (µg/m ³)
PM ₁₀	---	---	122.6	51.9
PM _{2.5}	---	---	40.3	18.9
SO ₂	134.7	---	22.6	---
NO ₂	4078.4	---	---	126.5
CO	37185.2	5375.1	---	---

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Tabla 7-30 Concentración máxima estimada – Escenario 3

Parámetro	Concentración 1 hora P ₉₈ (µg/m ³)	Concentración 8 horas P ₉₈ (µg/m ³)	Concentración diaria P ₉₈ (µg/m ³)	Concentración anual promedio (µg/m ³)
PM ₁₀	---	---	328.2	185.2
PM _{2.5}	---	---	76.4	45.1
SO ₂	134.7	---	22.6	---
NO ₂	4078.4	---	---	126.5
CO	37185.2	5375.1	---	---

Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Teniendo en cuenta los límites máximos establecidos por la normatividad colombiana en términos de calidad del aire, indicados por la Resolución 2254 de 2017 del MADS, ver Tabla 7-31 el modelo sugiere la posibilidad de encontrar concentraciones por encima de norma en cercanías de fuentes de emisión de línea base y fuentes de emisión asociadas a obras civiles.

Tabla 7-31 Niveles máximos permisibles para los contaminantes criterio evaluados

Contaminante	Nivel permisible (µg/m ³)	Tiempo de exposición
PM ₁₀	50	Anual
	75	24 horas
PM _{2.5}	25	Anual
	37	24 horas
SO ₂	50	24 horas
	100	1 hora
NO ₂	60	Anual
	200	1 hora
CO	5.000	8 horas
	35.000	1 hora

Fuente: Resolución 2254 de 2017, MADS.

Ahora bien, de acuerdo con los elementos presentados en los mapas de isoconcentración, las estimaciones que presenta el modelo en los valores de tiempos de exposición cortos tienden a ser sobreestimadas posiblemente a las características meteorológicas más atípicas desfavorables determinadas en el área de estudio. En este sentido, los mapas de isoconcentración muestran variaciones más acordes con la realidad en tiempos de exposición largos (tomando como referencia los valores determinados en campo según se indica en el Capítulo de Caracterización del Área de Influencia para el componente Calidad del Aire) y por ende estos se consideran más adecuados para la valoración de impactos esperados sobre receptores cercanos al proyecto.

En este sentido, teniendo en cuenta el tiempo de exposición más largo para cada contaminante evaluado, en el escenario línea base (E1) no se presentarían excedencias excepto para el contaminante monóxido de carbono. En el caso del escenario obras civiles

con medidas de control (E2), el modelo sugiere una excedencia cercana a la norma para el contaminante PM₁₀ dentro de la zona de intervención en de la Unidad Funcional 4 (UF4), aunque este valor no es generalizado y se localiza en una región de menos de 200 metros. Por otro lado, en el escenario 2 prevalece la condición excedente para monóxido de carbono asociada al escenario 1.

Finalmente, para el escenario de obras civiles sin medidas de control (E3), el modelo sugiere excedencia para los contaminantes PM₁₀ y PM_{2.5} a lo largo de la zona de construcción de los nuevos carriles de la Autopista Norte, si estos no consideraran la implementación de actividades de humectación para el control de partículas. Así mismo, el modelo sugiere que la emisión desde la zona de la planta de asfalto puede ser significativa si el sistema de control implementado no presenta una eficiencia adecuada. Al igual que en el escenario 2, prevalece la condición excedente asociada al escenario 1.

Cabe resaltar que el modelo se construye bajo una condición conservadora de operación del proyecto, con intervención paralela en todo el trazado de las unidades funcionales. En este sentido, bajo una operación secuencial de áreas intervenidas, espera que las condiciones de emisión y por consiguiente de exposición sean más flexibles (menor concentración). En este sentido, la estimación del modelo presenta la máxima cobertura de impacto esperada por las obras civiles en las actividades de ampliación de la Autopista Norte, tanto para la valoración de impactos acumulativos máximos como para la definición de un área de influencia conservadora al proyecto.

7.6.3 Modelo de ruido

De acuerdo con los elementos presentados y condiciones de frontera establecidos, se determina el comportamiento de propagación y atenuación acústica asociada al área de estudio. El desarrollo de este se presenta en el Anexo "Informe de Modelación de Ruido".

El modelo incorpora dentro del área de influencia la presencia de obstáculos (por ejemplo, estructuras y bloques de vegetación densa), elevación de terreno a través del modelo de elevación de terreno (DEM) y sus características físicas. Los nodos receptores permiten simular el nivel de ruido medido por un receptor hipotético con un tiempo de exposición de 1 hora equivalente durante una actividad conjunta de las fuentes, simulando de esta manera un evento crítico de exposición de ruido. Estos nodos receptores discretos se configuran para evaluar el nivel de ruido recibido a 4,0 metros de altura, con una malla fina alrededor de fuentes de emisión de 10 metros respecto a su ubicación, y mallas concéntricas de 50 y 100 metros, para finalmente completar el análisis sobre una malla gruesa de 200 metros.

Una vez computado el aporte de las fuentes sonoras se verifica la existencia de incompatibilidades matemáticas por cálculos nulos o con error. Siguiendo, se realiza la

interpolación espacial de la información a partir del comportamiento de cada receptor. Las curvas generadas representan la intensidad equivalente frente a receptores vecinos. Para este procedimiento se hace uso del método "Thin Plante Spline" a una resolución de 5,0 metros, siendo útil en el análisis local de los datos debido a la distribución regular de cada uno de los receptores, así como la distribución normalizada de los datos de potencia sonora de las fuentes emisoras.

La curva de nivel generada se representa según el Anexo 5 de la Resolución 627 de 2007 MAVDT (actual MADS) en el sistema de información geográfica (SIG) para su análisis respecto a la presencia de obstáculos y condiciones geográficas significativas, así como otros cálculos de interés.

Cabe resaltar que un modelo matemático como el usado para el presente estudio es una aproximación teórica que permite evaluar de forma integral el comportamiento de un fenómeno (en este caso, físico) y por ende no es una composición perfecta del comportamiento de dicho fenómeno. La presencia de errores o divergencias en el comportamiento medido frente al comportamiento modelado pueden ser generadas por procesos caóticos dinámicos (meteorología atípica, actividades humanas no rutinarias en la zona, cambios en los patrones de trabajo por condiciones de fuerza mayor, entre otros).

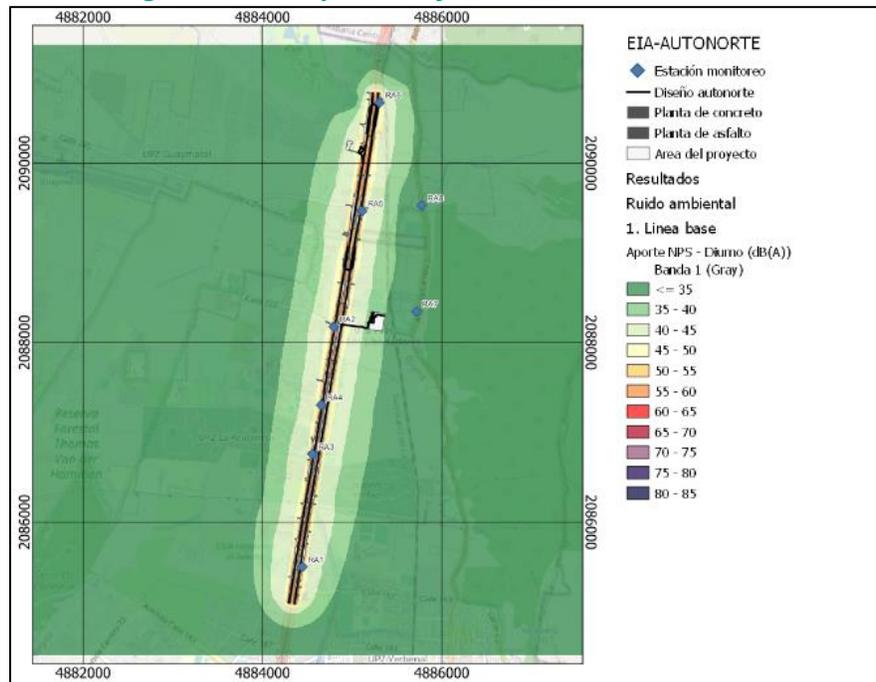
En tal caso, el resultado del modelo permite establecer valores de referencia respecto a las fuentes cercanas a receptores críticos por uso de suelo restringido, como zonas residenciales o ecosistemas protegidos, de modo que se pueda hacer una planificación clara entre cada uno de los grupos de interés frente a una molestia por ruido.

7.6.3.1 Mapas de isófonas

De acuerdo con el modelo de ruido, las condiciones acústicas esperadas en el escenario de línea base (E1) no presentan valores superiores a los 60 dB(A) en inmediaciones a las vías principales de la Autopista Norte, tanto para periodo diurno como en periodo nocturno. Por otro lado, para los escenarios operativos (obras civiles con y sin medidas de control), los mayores niveles de presión sonora se esperan tanto en la zona aledaña a las plantas de concreto y las zonas de intervención vial con un máximo de 65 dB(A).

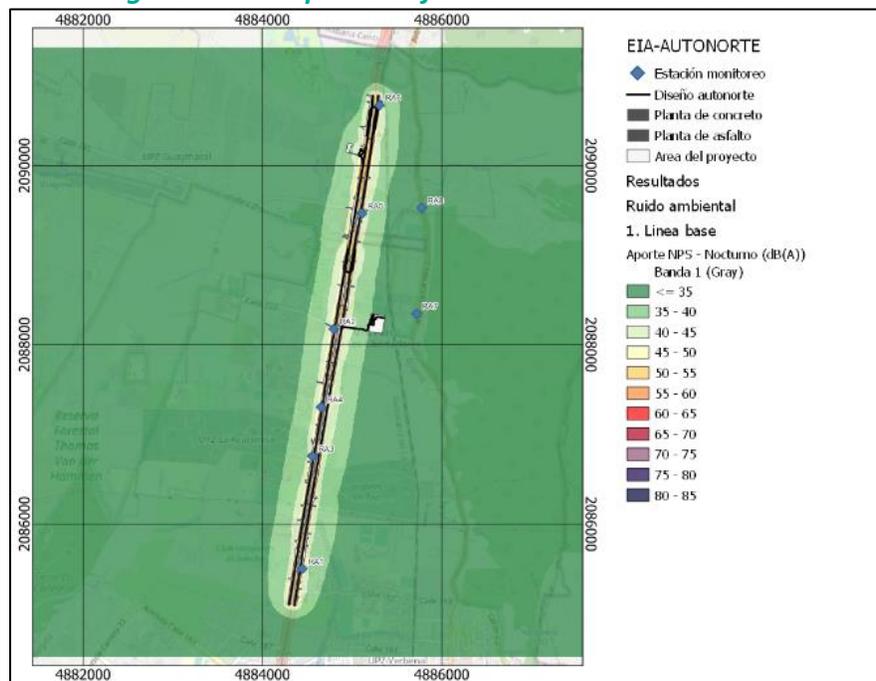
Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

Figura 7-70 Mapa de isófonas – E1 Periodo diurno



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

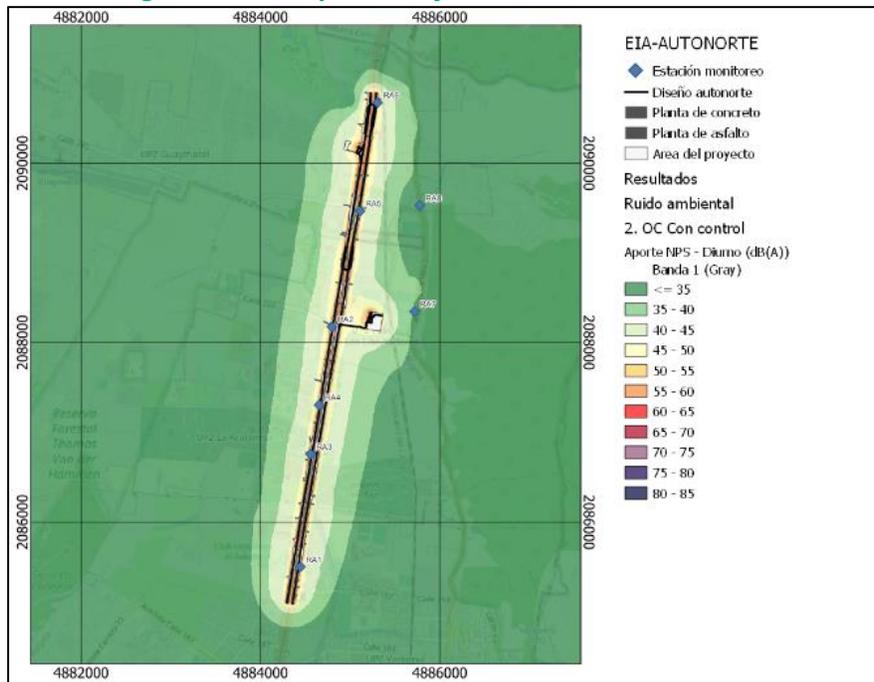
Figura 7-71 Mapa de isófonas – E1 Periodo nocturno



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

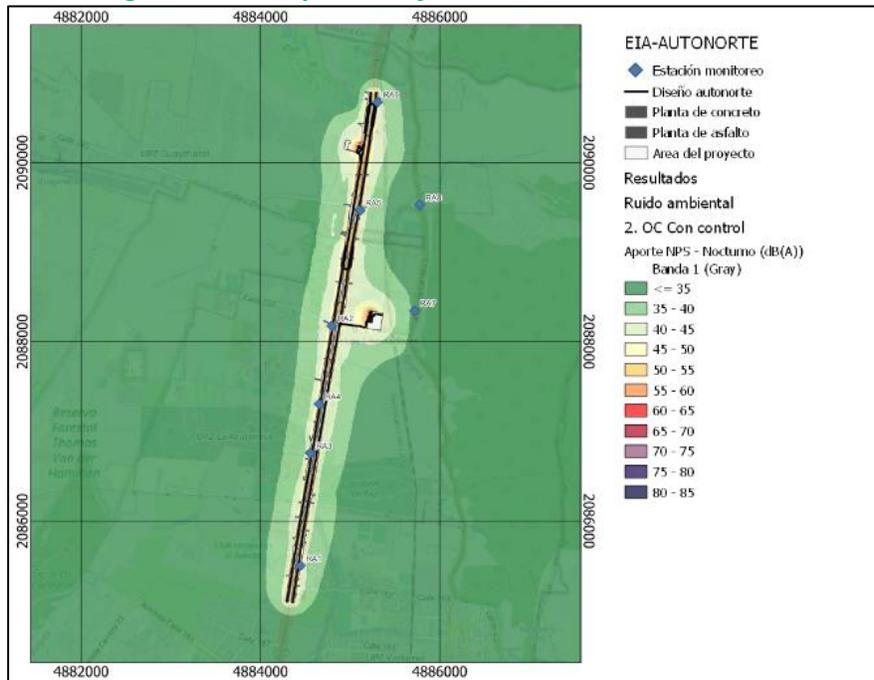
Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

Figura 7-72 Mapa de isófonas – E2 Periodo diurno



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

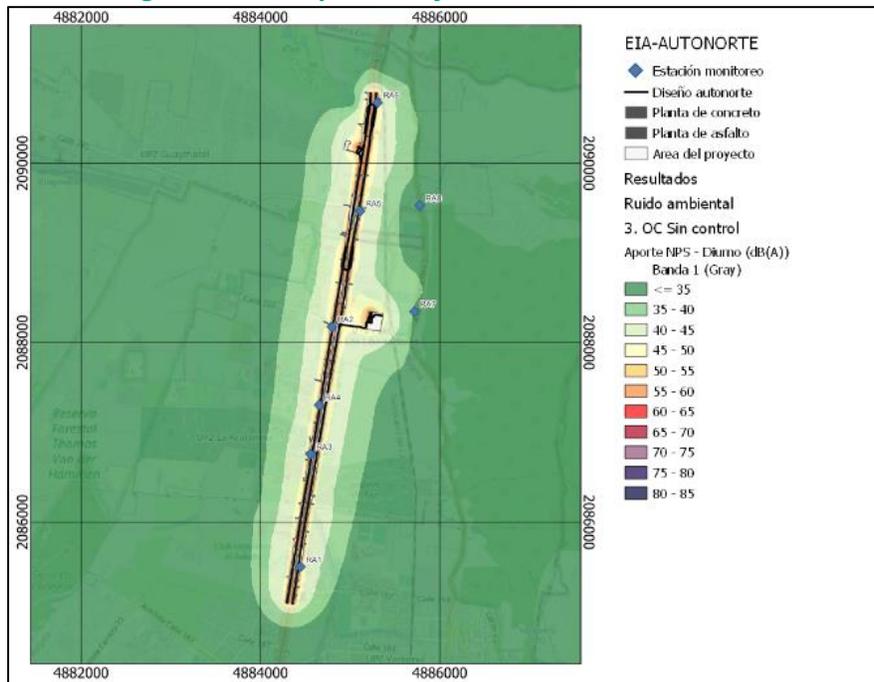
Figura 7-73 Mapa de isófonas – E2 Periodo nocturno



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

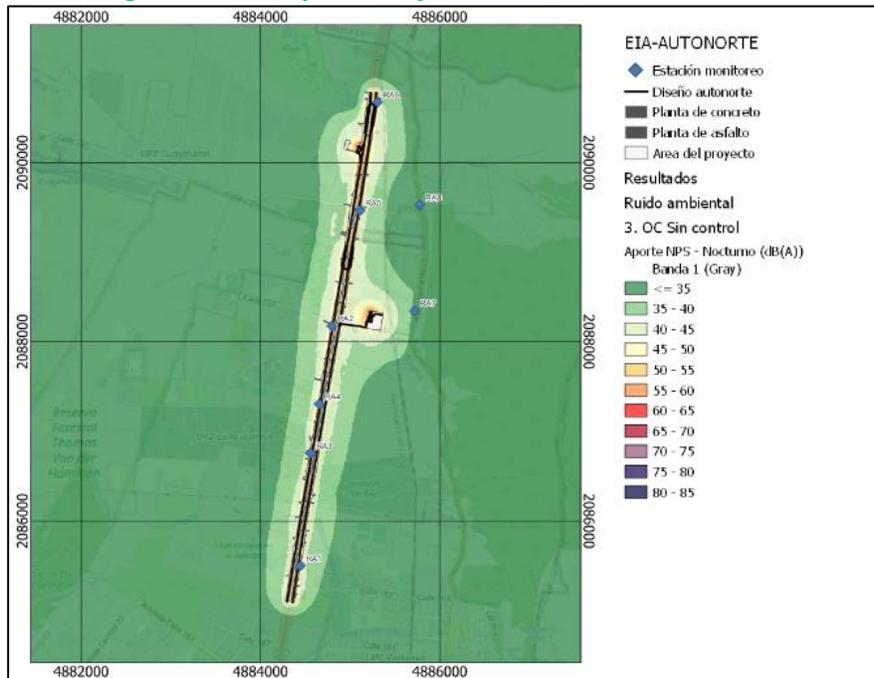
Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."

Figura 7-74 Mapa de isófonas – E3 Periodo diurno



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Figura 7-75 Mapa de isófonas – E3 Periodo nocturno



Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

Tabla 7-32 Niveles de presión sonora máximos determinados en el área de estudio

Periodo	Escenario 1 (dB(A))	Escenario 2 (dB(A))	Escenario 3 (dB(A))
Diurno	60,2	64,7	64,8
Nocturno	56,4	63,6	64,4

Fuente: ACCAFA SAS - Ucrós & Asociados Abogados 2023

De acuerdo con los resultados del modelo, teniendo en cuenta las condiciones más restrictivas indicadas por la Resolución 627/2006 MADS para el sector D (sector más restrictivo donde trascienden los niveles de presión sonora aportado), se considera que la percepción de ruido aportado hasta 55 dB(A) en periodo diurno se alcance dentro de los 50 metros respecto al perímetro de las áreas intervenidas en los escenarios operativos del proyecto. Por otro lado, para el caso de periodo nocturno, la percepción de ruido aportado hasta 45 dB(A) se daría hasta los 170 metros respecto al perímetro de las áreas intervenidas

7.7 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

7.7.1 Explotación de material de cantera

Directamente, el proyecto no realizará la explotación del material de cantera; para esto, se contarán con canteras autorizadas por la autoridad ambiental, y que pueden ser utilizadas para las actividades que requiera el proyecto

7.7.2 Explotación de materiales de arrastre de cauces o lechos de corrientes o depósitos de agua

No se realizará la explotación de materiales de arrastre de cauces o lechos de corrientes o depósitos de agua; por lo tanto, no se requiere tramitar este permiso ante la autoridad ambiental competente

7.7.3 Adquisición de materiales en fuentes existentes

Los materiales que se adquirirán en fuentes como canteras y plantas de procesos son materiales granulares para la construcción de terraplenes y subbases, materiales triturados para subbases, concretos, asfaltos y arenas para la instalación de la infraestructura de concretos.

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



Tabla 7-33 Proveedores materiales pétreos

TIPO DE MATERIAL	PROVEEDOR/CONTRATISTA	NIT	UBICACIÓN PLANTA	MUNICIPIO	PERMISO MINERO	PERMISO AMBIENTAL
PÉTREOS	DROMOS PAVIMENTOS S.A.S	900215394-5	Zona industrial Balsillas, Mosquera	MOSQUERA	EXP: EHD-131	RES. 0237 DE 15/02/2008, RES. 2787 DE 16/12/2016
PÉTREOS	INGENIEROS GF S.A. S	860072279-6	Zona Industrial Balsillas, Mosquera - PARQUE MINERO INDUSTRIAL MONDOÑEDO	MOSQUERA	GHV 091	CAR - Res 1519 del 2009
PÉTREOS	AGREGADOS EL RODEO	900075379	Tibirita, Boyacá - vía Sisga - Guateque	TIBIRITA	BIF – 151	RES No. 19896
PÉTREOS	DOBLE A INGENIERIA SAS	860072279-6	CANtera CERRO GRANDE - VEREDA BALSILLAS KM 4,5 VÍA LA MESA	MOSQUERA	EXP. 13376	RES. 1857 DE 27/06/06
PÉTREOS	TG TRITURADOS	900180809-7	Km 9 Vía Mosquera - La Mesa, Tena Cundinamarca	MOSQUERA	GCV 082	Res 1103 de 2010
PÉTREOS	MINERGROUP S.A.S	900200056-5	Cantera Villa Paula, Vda Mochuelo, Localidad Ciudad Bolívar	CIUDAD BOLÍVAR	16432	RES. 1043 DE 06/07/2001, RES. 374 DEL 12/11/2002
PÉTREOS	CONSTRITURAR LTDA	830089377-5	Cantera Bella Vista, Vda Quiba Localidad Ciudad Bolívar	CIUDAD BOLÍVAR	EXP. 17415-RMN: GDIJ-06	RES. 407 DEL 02/04/2002

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



TIPO DE MATERIAL	PROVEEDOR/CONTRATISTA	NIT	UBICACIÓN PLANTA	MUNICIPIO	PERMISO MINERO	PERMISO AMBIENTAL
PÉTREOS	INCOMINERIA S.A.S	900899110 -5	Km 2,4 Via fusunga, Vda panamá, Soacha	SOACHA	EHD-131	RES. 0237 DE 15/02/2008, RES. 2687 EDL 16/12/2016, RES. 3729 DE 20/11/2018
PÉTREOS	TEQUIA GONZÁLEZ FANNY ISABEL	39662669-9	Km 4,5 Vda Funsunga, Cantera Cueva del Zorro	SOACHA	EXP. DBE - 111	RES. 1558 DEL 24/12/2003
PÉTREOS	HOLCIM COLOMBIA S.A	860009808-5	Km 5 Vía Mosquera - La Mesa, Vda Balsillas	MOSQUERA	1999	RES. N0352 DEL 10/04/2014

Fuente: CRBN, 2023

Tabla 7-34 Proveedores de materiales pétreos reciclados

TIPO DE MATERIAL	PROVEEDOR	NIT	UBICACIÓN PUNTO DE EXTRACCIÓN / PLANTA DE PRODUCCIÓN	MUNICIPIO / LOCALIDAD	PERMISO AMBIENTAL
PÉTREOS REICLADOS	RCD TRANSFORMACIÓN NATURAL SAS	900993425-1	Predio Altos de Vista Hermosa, vereda Balsillas	MOSQUERA	COMUNICADO CAR No. 20212109146 del 22/11/2021
PÉTREOS REICLADOS	CODEOBRAS SAS	800169155-1	Autopista Medellín Km 1,5 vía Siberia-Bogotá	COTA	COMUNICADO CAR No. 20212109751 del 25/11/2021
PÉTREOS REICLADOS	INCOMINERIA S.A.S	900899110-5	Km 3,8 Zona industrial Balsillas	MOSQUERA	COMUNICADO CAR No. 20222031285 del 16/05/2022

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



TIPO DE MATERIAL	PROVEEDOR	NIT	UBICACIÓN PUNTO DE EXTRACCIÓN / PLANTA DE PRODUCCIÓN	MUNICIPIO / LOCALIDAD	PERMISO AMBIENTAL
PÉTREOS RECICLADOS	ALBORAL S.A.	900136349-4	Predio Cerezos, vereda Balsillas	MOSQUERA	COMUNICADO CAR No. 20222031310 de 16/05/2022
PÉTREOS RECICLADOS	ASMINCOL S.A.S.	900467519-1	Predio denominado el Tesoro, lote 1 vereda Panamá	SIBATÉ	COMUNICADO CAR No. 11222000213 de 14/01/2022
PÉTREOS RECICLADOS	RECICLADOS INDUSTRIALES DE COLOMBIA SAS	900360954-1	Autopista Medellín Km 2,5 - costado Sur	COTA	COMUNICADO CAR No. 20222045255 del 24/06/2022

Fuente: CRBN, 2023

Tabla 7-35 Proveedores de concreto hidráulico

TIPO DE MATERIAL	PROVEEDOR	NIT	UBICACIÓN PUNTO DE EXTRACCIÓN / PLANTA DE PRODUCCIÓN	MUNICIPIO / LOCALIDAD	PERMISO AMBIENTAL	TIPO DE PERMISO
CONCRETO HIDRÁULICO	CEMEX COLOMBIA	860002523-1	Autopista al Llano Km 7, Localidad Usme	USME	COMUNICADO No. 11222001569 de 20/04/2022	PRONUNCIAMIENTO AUTORIDAD AMBIENTAL
CONCRETO HIDRÁULICO	CONCRETOS AGROS S.A.S	860350697-	Vda Puente Piedra	SOACHA	COMUNICADO No. 11222001710 de 27/04/2022	PRONUNCIAMIENTO AUTORIDAD AMBIENTAL

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



TIPO DE MATERIAL	PROVEEDOR	NIT	UBICACIÓN PUNTO DE EXTRACCIÓN / PLANTA DE PRODUCCIÓN	MUNICIPIO / LOCALIDAD	PERMISO AMBIENTAL	TIPO DE PERMISO
CONCRETO HIDRÁULICO	CONCREMOVIL S.A. S	830512347-9	Cra 1 # 48-39	SOACHA	COMUNICADO No. 2022EE32282 de 21/02/2022	PRONUNCIAMIENTO AUTORIDAD AMBIENTAL
CONCRETO HIDRÁULICO	MARIO ALBERTO HUERTAS COTES	19146113-0	Km 12 Vía Autopista Medellín, Vda la Punta	COTA	COMUNICADO No 10222003114 de 04/04/2022	PRONUNCIAMIENTO AUTORIDAD AMBIENTAL

Fuente: CRBN, 2023

Tabla 7-36 Proveedores de prefabricados

TIPO DE MATERIAL	PROVEEDOR	NIT	UBICACIÓN PUNTO DE EXTRACCIÓN / PLANTA DE PRODUCCIÓN	MUNICIPIO / LOCALIDAD	PERMISO AMBIENTAL	TIPO DE PERMISO
PREFABRICADOS	MANUFACTURAS DE CEMENTO S.A.	860003012-2	Autopista Medellín Km 2,4 al Occidente	COTA	RES. 0568 de 16/04/2013 - RES. 3425 de 27/10/2010	CAS
PREFABRICADOS	FORMAS DE CONCRETO LIMITADA	90006287-1	Lote Porvenir, Vda Pueblo Viejo	SOPÓ	COMUNICADO No. 09222008622 de 09/06/2022	PRONUNCIAMIENTO AUTORIDAD AMBIENTAL
PREFABRICADOS	PREFABRICADOS Y PROYECTOS S.A.S	830066116-0	Km 1 Autopista Medellín, Occidente Río Bogotá, Cota	COTA	COMUNICADO No. 09222006990 de 11/05/2022	PRONUNCIAMIENTO AUTORIDAD AMBIENTAL

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



TIPO DE MATERIAL	PROVEEDOR	NIT	UBICACIÓN PUNTO DE EXTRACCIÓN / PLANTA DE PRODUCCIÓN	MUNICIPIO / LOCALIDAD	PERMISO AMBIENTAL	TIPO DE PERMISO
PREFABRICADOS	PREFABRICADOS JOVITA CASTRO S.A.S	901150515-9	Calle 57sur # 19b-73, Localidad Tunjuelito	TUNJUELITO	COMUNICADO No. 2022EE03327 de 11/01/2022	PRONUNCIAMIENTO AUTORIDAD AMBIENTAL
PREFABRICADOS	REFORPLAS S.A.S	860059985-4	Cra 128 # 15a - 73 zona industrial Fontibón	FONTIBON	COMUNICADO No. 09222001642 de 14/02/2022	PRONUNCIAMIENTO AUTORIDAD AMBIENTAL

Fuente: CRBN, 2023

Tabla 7-37 Proveedores productos de arcilla

TIPO DE MATERIAL	PROVEEDOR	NIT	UBICACIÓN PUNTO DE EXTRACCIÓN / PLANTA DE PRODUCCIÓN	MUNICIPIO / LOCALIDAD	PERMISO MINERO	PERMISO AMBIENTAL	TIPO DE PERMISO
PRODUCTOS DE ARCILLA	ARCILLAS DE COLOMBIA S.A	830101419-7	Km 6 Vía Zipaquirá - Ubaté	COGUA	EXP 15666 - RMN: GBQD-02	RES. 437 de 04/03/2015 COMUNICADO No. 09222001048 de 31/01/2022	PEA
PRODUCTOS DE ARCILLA	LADRILLERA OVINDOLI S.A	860402618-7	Rancho Paja, Vda Neusa	COGUA	EXP: 15666	RES. 194 DEL 31/07/2015, RES 0809 DEL 28/04/2015, RES. 1568 DEL 31/07/2015, COMUNICADOS No. 09222000721 DEL 21/01/2022, Y No. 09222000722 DE 21/01/2022	PEA

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



TIPO DE MATERIAL	PROVEEDOR	NIT	UBICACIÓN PUNTO DE EXTRACCIÓN / PLANTA DE PRODUCCIÓN	MUNICIPIO / LOCALIDAD	PERMISO MINERO	PERMISO AMBIENTAL	TIPO DE PERMISO
PRODUCTOS DE ARCILLA	GRUPO INDUSTRIAL EL TRÉBOL S.A.S	900346997-8	Vda El Olivo, Cogua	COGUA	N/A	RES. No. 3596 DEL 22/11/2017	PEA
PRODUCTOS DE ARCILLA	LADRILLERA SAN JOAQUÍN	832009008-8	Km 12 Vía Zipaquirá - Ubaté	NEMOCÓN	N/A	RES. 2198 DEL 18/07/2019	PEA

Fuente: CRBN, 2023

Estudio de Impacto Ambiental - EIA, Proyecto "Accesos Norte Fase II, Unidades Funcionales 1, 2, 3, 4 y 5."



Tabla 7-38 Proveedores mezclas asfálticas

TIPO DE MATERIAL	PROVEEDOR	NIT	MUNICIPIO	UBICACIÓN	PERMISO AMBIENTAL	TIPO DE PERMISO
MEZCLAS ASFÁLTICAS	DROMOS PAVIMENTOS S.A.S	900215394-5	MOSQUERA	Zona industrial Balsillas, Mosquera	RES. 50207100864 DE 16/06/2020	PEA
MEZCLAS ASFÁLTICAS	CONCRESCOL S.A.S	830071114-6	BOGOTÁ	Av Boyacá # 80 - 10 sur	RES. 01232 DE 21/05/2021	PEA
MEZCLAS ASFÁLTICAS	ECOMEZCLA S. A	802023660-7	CAJICÁ	Vda Chuntame alto	RESOLUCIÓN No. 2141 del 25/07/2018	PEA
MEZCLAS ASFÁLTICAS	SOFAN INGENIERÍA S.A.S	800012888-7	MOSQUERA	Vía Mosquera - La mesa, Vda Balsilla, lote 7a	RES No. 50207100797 de 17/04/2020	PEA
MEZCLAS ASFÁLTICAS	COMPAÑÍA DE TRABAJOS URBANOS CTU	860003063-8	CHÍA	Km 17 + 200 de la carretera central del norte	RES. 1894 DE 06/09/2016	PEA
MEZCLAS ASFÁLTICAS	DOBLE A INGENIERIA SAS	860072279-6	MOSQUERA	Predio Vista Hermosa, Vereda Balsillas - Km 2,6 Vía La Mesa - Planta Asfalto CMI	RES. 50227000026 DEL 03/02/2022	PEA
MEZCLAS ASFÁLTICAS	PAVIMENTOS COLOMBIA S.A.S	860024585-8	SIBATÉ	Planta de asfaltos Vereda Chacua	RES 502217001434 DEL 09/12/2021	PEA

Fuente: CRBN, 2023

7.7.4 Extracción de materiales sobre títulos mineros en el derecho de vía

No se realizará la extracción de materiales sobre títulos mineros en el derecho de vía, por lo tanto, no se requerirá tramitar de este permiso ante la autoridad ambiental competente