



RESOLUCIÓN N° **1485** DE 2021
(13 septiembre de 2021)

“POR LA CUAL SE CONCEDE AUTORIZACION DE OCUPACION DE CAUCE PERMANENTE SOBRE LA ESTRUCTURA DE ENTREGA DEL ARROYO CAURINA EN JURISDICCION DEL MUNICIPIO DE BARRANCAS - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA, PRESENTADO POR LA EMPRESA CARBONES DEL CERREJON LIMITED – CERREJON Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES”.

EL DIRECTOR GENERAL DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LA GUAJIRA CORPOGUAJIRA, en uso de sus atribuciones constitucionales, legales, y reglamentarias, especialmente las conferidas por la ley 99 de 1993, Decreto 1076 de 2015 y

CONSIDERANDO

Que mediante oficio con radicado ENT- 8030 de fecha 8 de Octubre de 2019, la doctora MYRIAM VARGAS BARRANTES en calidad de Representante Legal Suplente de la empresa CARBONES DEL CERREJON LIMITED –CERREJON identificado con NIT 860.069.804-2 solicita ante esta entidad Ocupación de Cauce en el predio Las Delicias en jurisdicción del Municipio de Barrancas – La Guajira, siendo la fuente hídrica arroyo Caurina en una longitud de 13,70 km y de ancho 60 m, cuya descripción de la obra es la descarga del canal de conducción que recoge las aguas frescas del arroyo La Ceiba y las conduce al arroyo Caurina (afluente del río Ranchería) antes de su recorrido por la zona de operación minera permitida, en las coordenadas que se describen a continuación, para que fuese evaluado en sus aspectos ambientales.

VETICE	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE
A	1.160.335	1.714.898
B	1.160.391	1.714.918
C	1.160.412	1.714.862
D	1.160.355	1.714.841

Que mediante oficio con radicado SAL – 6118 de fecha 30 de Octubre de 2019 se requiere al interesado para el lleno de los requisitos de ley, el cual es atendido vía email el día 12 de Noviembre de 2019.

Que mediante Auto N° 1130 de fecha 15 de Noviembre de 2019, CORPOGUAJIRA avocó conocimiento de la solicitud antes mencionada y ordenó correr traslado al Grupo de Evaluación, Control y Monitoreo Ambiental de esta Corporación, para los fines pertinentes.

Que en cumplimiento del Auto precitado, el funcionario comisionado de esta entidad, realizó visita de inspección ocular al sitio de interés, por medio de la cual se desprendió el informe técnico INT – 1802 de fecha 7 de Septiembre de 2021, en donde se plasma lo evidenciado en los siguientes términos:

(...)

Como resultado de la visita de inspección técnica se genera el presente informe técnico, el cual incluye la evaluación de la información presentada por el peticionario además de lo observado en campo, con el fin de otorgar o no el permiso solicitado.

2. DESARROLLO DE LA VISITA. Y LOCALIZACIÓN DEL PREDIO

2.1 SOLICITUD REALIZADA

Permiso de ocupación permanente de cauces sobre el arroyo Caurina afluentes del río Ranchería, para la construcción de una obra hidráulica de entrega de las aguas frescas provenientes del arroyo La Ceiba, en jurisdicción del municipio de Barrancas Sur de La Guajira.

El expediente No 461 del 2019, además de los requisitos de ley se presenta archivo en digital con la información técnica relacionada con los siguientes documentos:

- Anexo 1 Ortofoto del área a intervenir.
- Anexo 2 Geodatabase POC
- Anexo 3 Análisis área a intervenir.
- Anexo 4 Ingeniería de detalles obras a realizar.
- Anexo 5 Análisis de la capacidad hidráulica de los arroyos a intervenir.
- Anexo 6 Modelación hidráulica de la fuente hidria a intervenir y de los canales a construir.
- Anexo 7 Planes y cronogramas de obras.
- Anexo 8 Análisis de estabilidad Geotécnica.
- Anexo 9 Medidas de Manejo Ambiental
- Anexo 10.Plan Aguas ANEX, alternativa 2
- Anexo 11 Archivos Shapefile del área

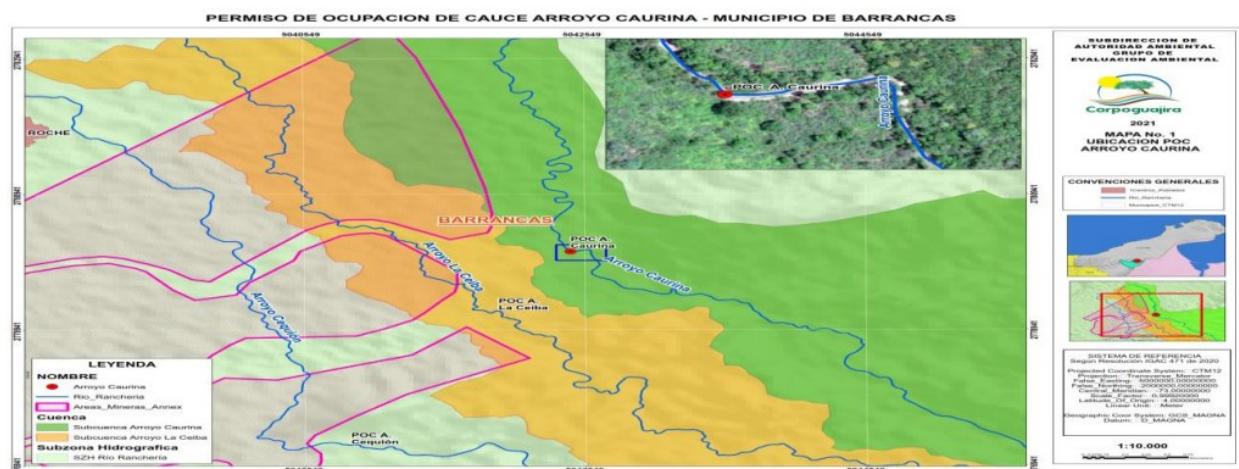
2.2. DESARROLLO DE LA VISITA Y LOCALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

El día 28 de julio del 2021. La Subdirección de Autoridad Ambiental de Corpoguajira a través de funcionarios del Grupo de Evaluación Control y Monitoreo Ambiental, realizó visita de inspección ocular de campo en áreas de la mina Carbones del Cerrejón Limited Cerrejón, para practicar visita de inspección técnica en campo, para verificar el estado actual y las condiciones naturales del sitio propuesto para la ocupación permanente del cauce del arroyo Caurina ubicado en jurisdicción del municipio de Barrancas sur de La Guajira

La visita se desarrolló en compañía de los profesionales Juan Pablo Lozano y Dario Sarmiento, funcionarios de la empresa CERREJÓN. El sitio visitado se encuentra ubicado en cercanías a la parte noreste del botadero este del Tajo ANNEX en la parte baja de la microcuenca del arroyo Caurina en el punto de coordenadas Magna Sirgas mostrado en la **tabla 1 mapa 1**. Para la fecha que se practicó la visita, el punto a intervenir presentaba las siguientes condiciones: el arroyo cuenta con un cauce bien definido con cobertura Vegetal rivereña bastante homogénea con la bosque circundante, en el punto propuesto para la obra de entrega se observa el talud de la margen izquierda bien marcado y con una cota respecto al lecho del arroyo superior a 1 m aproximadamente y con problemas de erosión; en contraste, sobre la margen derecha no existe un talud bien marcado puesto que el arroyo cuenta con una terraza aluvial formada entre el cauce y el inicio de una pequeña elevación del terreno que puede superar los 3 m aproximadamente referente al nivel del cauce, este punto se encuentra ubicado a más de 30 m desde el cauce en el punto de entrega. El cauce no contaba con flujo de caudal debido a que es un arroyo torrencial donde los flujos de caudales solo dura unas pocas horas después del paso de las lluvias que puedan formar escorrentías, el lecho del cauce presenta abundancia de material aluvial formado por el arrastre de las corrientes de invierno, dejando afloramiento de material de arrastre principalmente cantos rodados con ricas de pequeño a mediano tamaño.

El punto propuesto para la construcción de las obras hidráulicas de entrega de las aguas del arroyo La Ceiba al arroyo Caurina se encuentra ubicado a unos 650 metros del cruce de este cuerpo de agua con la vía que conduce hacia las veredas Cañas Boba, Caurina y las Planadas

Figura 1. Ubicacion del punto a intervenirUbicación geográfica del punto a intervenir



Fuente Corpoguajira 2021

Tabla 1. Ubicación geográfica del punto a intervenir

Municipio	Barrancas	
Subzona Hidrográfica	Río Ranchería	
Cuenca	Río Ranchería	
Subcuenca	Arroyo Caurina	
INFORMACION CARTOGRÁFICA		
Datum	Origen Nacional CMT-12	X 5042443.388
		Y 2780091.058
	MAGNA-SIRGAS (4686)	Longitud 72° 36' 40.5" W
		Latitud 11° 03'32.4" N

Fuente: Corpoguajira, 2021.

El arroyo Caurina, hace parte de la vertiente que aportan aguas desde la serranía del Perijá, como tributario directo del río Ranchería, por su cauce discurren aguas torrenciales que por lo general se generan durante las grandes precipitaciones, quedando sin flujo de caudal pocas horas luego del paso de las lluvias, la microcuenca cuenta con un área de 32,1Km², longitud de 13,7 Km y una pendiente de 0,0206%, los cuales desde la parte media hacia abajo se encuentra en zonas donde se desarrolla la minería de carbón en la empresa Cerrejón.

2.2.1. Registro fotográfico. El siguiente registro fotográfico deja constancia del estado encontrado en el sitio de interés para la fecha en que se practicó la visita sobre el Arroyo Caurina, fuente Corpoguajira.

Fotografía 1 y 2. Estado actual del lecho del arroyo Caurina en el punto de intervención



Imagen 3 y 4. Vista panorámica del cauce y las riveras del arroyo Caurina



Fotográfica 6 y 7. Panorámica del cauce y terraza aluvial de la margen derecha frente al sitio a intervenir



3. RESUMEN Y EVALUACION DE LA INFORMACION TÉCNICA PRESENTADA

3.1. GENERALIDADES DE LA CUENCA DEL RÍO RANCHERÍA:

El río ranchería nace en el flanco este de la Sierra Nevada de Santa Marta, en el páramo de Chirigua a una altitud de 3.875msnm, y luego de un recorrido aproximado de 248 km desemboca al mar Caribe en inmediaciones de Riohacha, cuenta con un área de 4.070 km². Sus aguas provienen casi exclusivamente de las escorrentías de la Sierra Nevada de Santa Marta, aunque en su cuenca baja recibe los aportes estacionales de arroyos menores provenientes de la Serranía de Perijá, que llevan agua principalmente durante los meses lluviosos del año, entre los afluentes provenientes de la serranía del Perijá se destacan los arroyos Tabaco, Cerrejón, río Palomino, arroyo la Quebrada (río Cañaverales) y la quebrada de Moreno entre otros y desde la vertiente de la Sierra Nevada de Santa Marta se encuentran río Marocaso (principal afluente), los gorros, arroyo el Mamón, arroyo Aguas Blancas; en ese sentido, la disponibilidad de agua es un factor que incide directamente sobre la calidad de vida de los habitantes de la cuenca. La cuenca de este río está poblada por diferentes grupos indígenas tales como Wiwa, Yukpa, Wayuu, Kogui y Arhuacos; comunidades campesinas, colonos, mestizos, y afro colombianos.

3.2. BASES PARA LA SOLICITUD DEL PERMISO DE OCUPACIÓN DE CAUCE.

Las bases para los diseños de la ocupación de cauce proyectada sobre el arroyo Caurina, afluente torrencial que discurre directamente trasportando las escorrentías desde la serranía del Perijá al río Ranchería en la parte media de la cuenca, en áreas de la concesión minera de la empresa Carbones del Cerrejón Límites Cerrejón. La solicitud del permiso está soportada en el marco del manejo de las aguas frescas diseñados para la operación minera, de acuerdo a lo reportado en los estudios de modificación del Plan de Manejo Ambiental Integral (PMAI), donde se presentó el plan de avance minero de las áreas operativas de CERREJÓN, incluyendo el tajo en mención, en ese sentido se identificó la necesidad de mantener las aguas frescas por fuera del área de minería, para lo cual se contempla la modificación del cauce del arroyo la Ceiba y

direccionalas hacia el arroyo Caurina donde se contempla la construcción de las obras hidráulicas de entrega al arroyo Caurina, ya que estos arroyos son de tipo Torrenciales e intermitente, vecinos y cuentan con unos comportamientos similares, dada su ubicación geográfica. En las fichas de manejo ambiental PBF-01, PBF-03 y PBF-05 del PMAI, se encuentran incorporados los escenarios de gestión asociados al manejo de aguas de escorrentías y aguas lluvias, lo que permite considerar la ocupación de cauce del arroyo La Caurina, bajo dicho instrumento.

3.3. ANÁLISIS DEL ÁREA A INTERVENIR EN LA SUBCUENCA DEL ARROYO LA CEIBA

El avance minero del tajo ANNEX, comprende dos botaderos (Este y Oeste) y un tajo, los cuales se desarrollan específicamente sobre las subcuencas de los arroyos Cequión, La Ceiba y Caurina. El área de las subcuencas del arroyo Caurina será intervenida en una mínima proporción, es por ello que se proyecta tributarle las aguas provenientes del área de drenaje de la microcuenca del arroyo La Ceiba a través de la reorientación del cauce mediante un canal que transporte las aguas provenientes de la parte de la cuenca no intervenida, ubicada en la parte medio alta y alta de la misma.

3.3.1. MANEJO DE AGUAS FRESCAS Y MODIFICACIÓN DE CAUCES

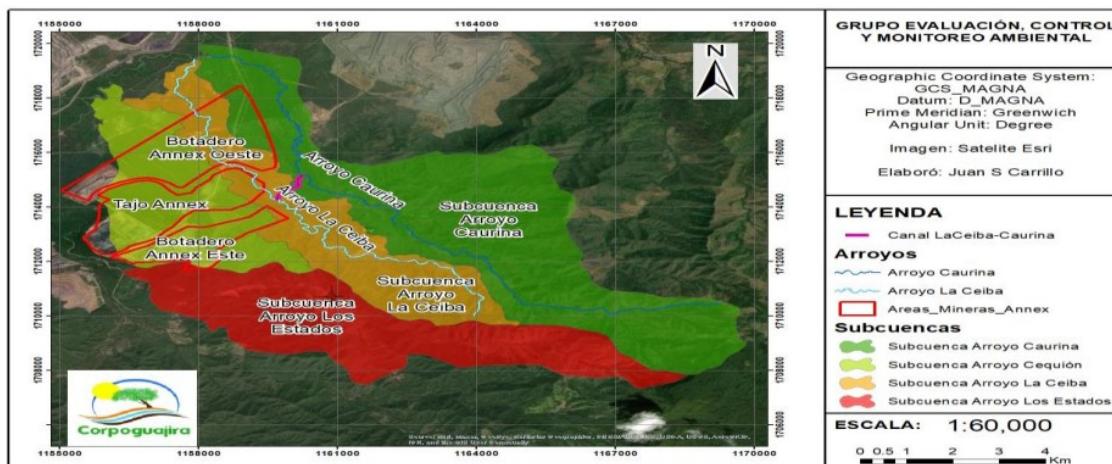
Además del sistema de drenaje para el manejo de agua de escorrentía, para los botaderos se diseña una red de drenaje perimetral a las áreas de operación que permite canalizar las aguas lluvias y de escorrentía limpias, así como de cuerpos de agua torrenciales, separándolas de las aguas residuales de minería (las que han pasado por áreas denudadas para la actividad minera). Esta red capta el recurso y lo conduce a cuerpos de agua naturales. Como parte de las obras aprobadas para la operación minera de Cerrejón en las Resoluciones 1386 de 2014 y 0263 de 2015 se incluyó la modificación de cauce del arroyo Cerrejón, sin embargo, el último plan minero consideró una optimización de la zona para minimizar la afectación de cuerpos de agua, por lo que esta obra no se consideró en la planeación actual.

3.3.2. MANEJO DE AGUAS DE LA ZONA DE AVANCE DE ANNEX

El manejo de aguas para el avance minero de ANNEX, se define en función del área autorizada para su intervención en el PMAI, así como en las medidas de manejo ambiental establecidas en las fichas ambientales. El plan de manejo de aguas del avance minero ANEX incluye:

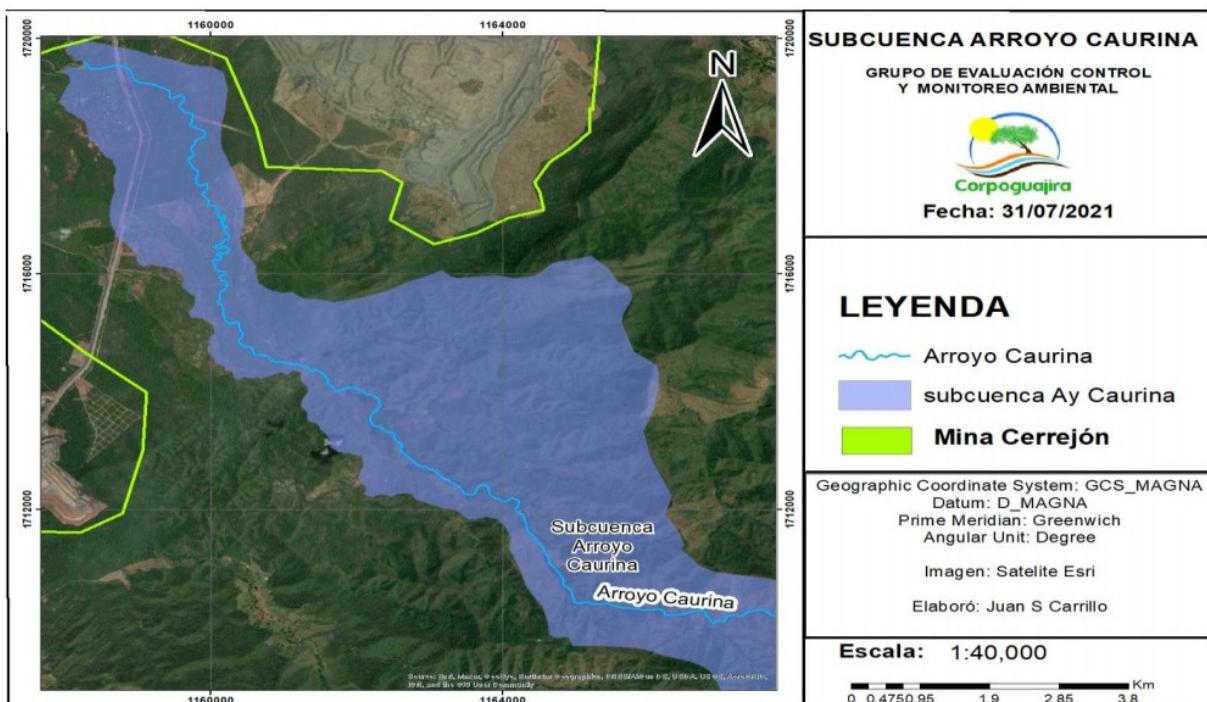
- El manejo de las aguas industriales de los botaderos ANEX (Este y Oeste) aguas de escorrentía mediante la construcción de canales perimetrales que intercepten los flujos de aguas y las conduzcan hasta lagunas de sedimentación.
- Construcción de lagunas de sedimentación para tratamiento de agua minera de los botaderos.
- Canales para el manejo y conducción de las aguas frescas de los arroyos Cequión y La Ceiba hacia los arroyos Los Estados y Caurina respectivamente.

Figura 2. Tramos de los arroyos a intervenir aguas abajo y sin intervenir aguas arriba y debajo de las ocupaciones de cauce



Fuente: Corpoguajira 2021

Figura 3. Delimitación de la subcuenca del arroyo Caurina



Fuente: Corpoguajira 2021

Tabla 2. Porcentajes de áreas mineras sobre las sub cuencas de los arroyos Caurina y La Ceiba

Subcuenca	Área Subcuenca	Área y porcentaje de intervención por el Tajo Annex		Área y porcentaje de intervención por el Botadero Annex Este		Área y porcentaje de intervención por el Botadero Annex Oeste		% Intervención por Subcuenca
		(km ²)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	
Arroyo Caurina	32.53	0.00	0.00	0%	0.00	0%	1.45	4% 4.5%

Fuente INGETEC

3.3.2 ANÁLISIS HIDROLÓGICO

Para el análisis de la información se recopilaron registros de precipitaciones y caudales del portal del IDEAM (SIRH) a nivel diario de las estaciones hidrometeorológica presentes en la zona de estudio, estas estaciones y sus principales características se presentan en la **tabla 3**.

Tabla 3. Características de estaciones hidrometeorológicas identificadas en la zona de estudio

Código	Nombre	Tipo	Estado	Altitud (msnm)	Periodo de registro disponible	Este (m)	Norte (m)
15065110	Caurina	ME	SUS	380	1986-1997	1166947	1710502
15060060	Las Lomitas	PM	ACT	300	1971-2017	1152267	1701413
15060200	Roche	PG	ACT	100	1987-2011	1156276	1716911
15060210	Tajo Sur	PG	ACT	95	1984-2017	1159312	1719378

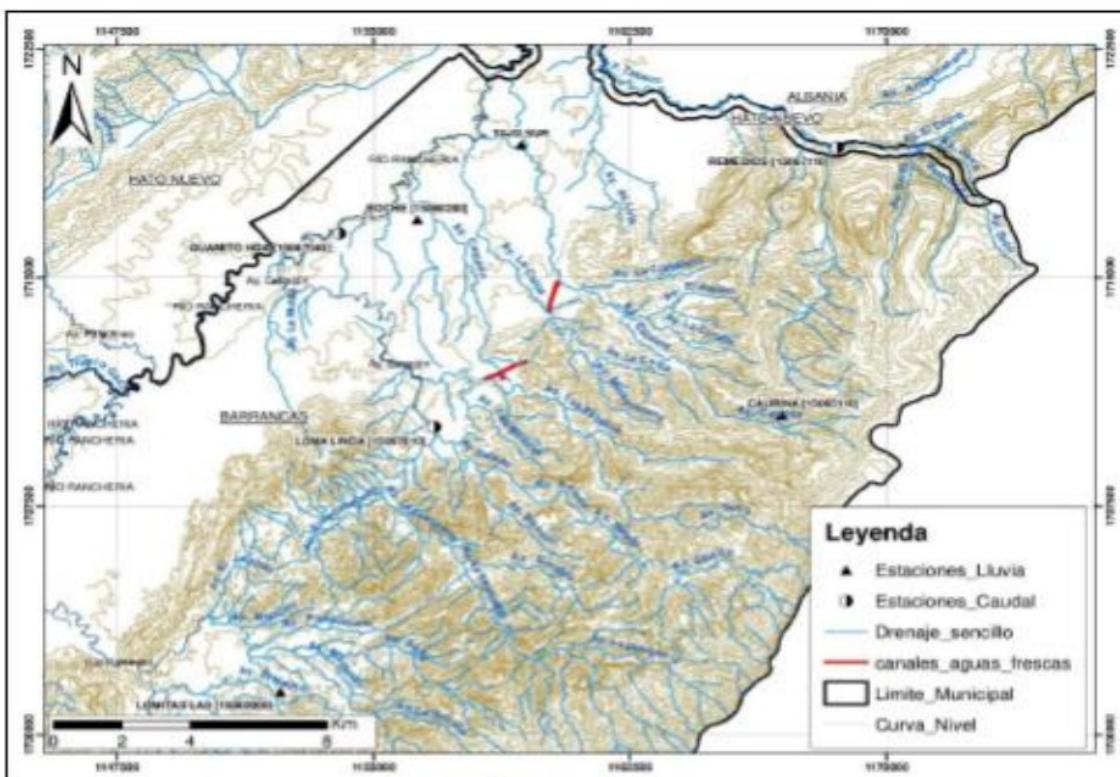
Código	Nombre	Tipo	Estado	Altitud (msnm)	Periodo de registro disponible	Este (m)	Norte (m)
15067010	Loma Linda	LG	ACT	130	1986-2017	1156782	1710117
1506704	Hda Guamito	LG	ACT	80	1978-2013	1153993	1716443

Fuente INGETEC

3.3.4. INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

Se utilizó la información de la base de datos de precipitación Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data (CHIRPS) de la zona, la cual tiene datos desde el año 1981 hasta el año 2018 a resolución diaria, anual y multianual con un tamaño de grilla de 5 km x 5 km. Para el análisis de precipitación total anual se descargó el de resolución multianual para el periodo 1981 - 2018.

Figura 4. Localización de estaciones en zona de estudio



Fuente INGETEC

3.3.5. INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

Se cuenta con base cartográfica a escala 1:25.000 que tienen curvas de nivel cada 25 m e hidrografía actual y proyectada a diferentes años por Cerrejón acorde con el avance del plan minero. Esta información cartográfica fue suministrada por Cerrejón y se presenta en el [Anexo 2](#) resentado.

3.3.6 CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS

Teniendo en cuenta la información cartográfica de referencia se calcularon los siguientes parámetros morfométricos: área de drenaje, perímetro, longitud del cauce principal, pendiente del cauce principal y tiempo de concentración, los cuales se definen a continuación:

- Área de drenaje: Es la superficie del terreno que contribuye al escurrimiento, hacia el cauce principal y sus tributarios, delimitada por la divisoria de aguas o línea imaginaria que se ubica en los puntos de mayor elevación topográfica.

- Perímetro: Corresponde a la longitud de la línea divisoria de la cuenca de drenaje.
- Longitud del cauce principal: Es la distancia medida desde el punto más alejado de la cuenca hasta el sitio de confluencia con otro cauce o hasta el punto de interés a caracterizar.
- Pendiente del cauce (S): La pendiente media del cauce principal se determinó mediante la metodología de Taylor - Schwartz, que tiene la formulación mostrada en la Ecuación 1. En el Anexo 3 se presenta la estimación de la pendiente.

3.3.7. CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS

Teniendo en cuenta la información cartográfica de referencia se calcularon los siguientes parámetros morfométricos: área de drenaje, perímetro, longitud del cauce principal, pendiente del cauce principal y tiempo de concentración, los cuales se definen a continuación:

- Área de drenaje: Es la superficie del terreno que contribuye al escurrimiento, hacia el cauce principal y sus tributarios, delimitada por la divisoria de aguas o línea imaginaria que se ubica en los puntos de mayor elevación topográfica.
- Perímetro: Corresponde a la longitud de la línea divisoria de la cuenca de drenaje.
- Longitud del cauce principal: Es la distancia medida desde el punto más alejado de la cuenca hasta el sitio de confluencia con otro cauce o hasta el punto de interés a caracterizar.
- Pendiente del cauce (S): La pendiente media del cauce principal se determinó mediante la metodología de Taylor – Schwartz.

Tabla 4. Características morfométricas y caudales medios con proyecto y sin proyecto de las subcuenca en estudio

No	Subcuenca	Área (km ²)	Longitud del cauce (m)	Longitud del cauce (km)	Pendiente Cauce m/m	Tc (min)
1	Arroyo Cequión - Sitio de canalización	1,77	2084	2,08	0,032	54
2	Arroyo Los Estados	17,77	14189	14,19	0,021	212
3	Arroyo La Ceiba - Sitio canalización	10,76	8580	8,58	0,017	184
4	Arroyo Caurina	32,53	20460	20,46	0,025	219
5	Arroyo Cerrejón - Loma Linda	112,91	21549	21,55	0,014	329
6	Arroyo Cerrejón - Confluencia Los Estados	139,47	23524	23,52	0,013	358
7	Arroyo Cequión hasta río Ranchería	14,63	11350	11,35	0,011	207
8	Arroyo La Ceiba hasta río Ranchería	17,21	16636	16,64	0,012	246

Fuente INGETEC

3.4. ANÁLISIS DE CAUDALES MEDIOS

A continuación, se presenta la metodología implementada para la estimación de los caudales medios en los sitios de proyecto la cual tiene en cuenta la precipitación media, las características morfométricas de las cuencas en estudio y los registros de la estación de caudales representativa.

3.4.1. CARACTERIZACIÓN PLUVIOMÉTRICA

Como se mencionó previamente se utilizó la información de precipitación total anual de CHIRPS de la zona como complemento de los registros de precipitación históricos del IDEAM para la elaboración de las isoyetas

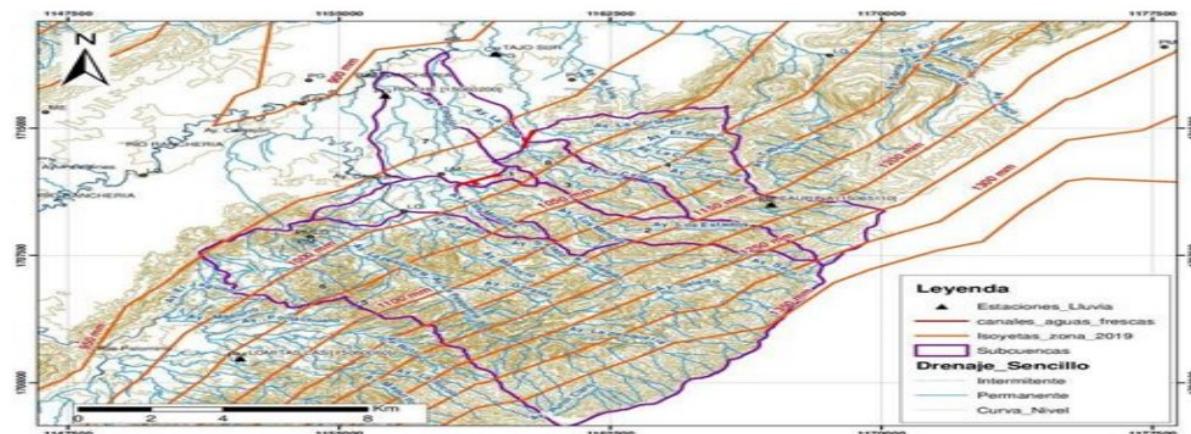
totales anuales, dado que las cuencas analizadas no se encuentran instrumentadas en la zona alta. En la figura 5 se presenta las Isoyetas resultantes.

De las isoyetas resultantes se identifica que la precipitación de la zona de proyecto varía entre 1350 mm y 900 mm. La precipitación en la zona es de tipo orográfico, donde la mayor precipitación se presenta en las zonas de mayor altitud y la menor precipitación se presenta en las zonas de menor altitud. A partir del análisis de precipitaciones máximas en 24 horas y los factores calculados se obtuvieron los valores de precipitaciones máximas para diferentes períodos de retorno sobre las subcuencas en estudio.

3.4.2 CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS

El cálculo de caudales máximos en cauces objeto de estudio se realizó mediante modelos lluvia-escorrentía implementados con el software HEC-HMS, basados en el método del hidrograma unitario del Soil Conservation Service (SCS), que involucra previamente las siguientes actividades: se delimitaron las cuencas aferentes a los sitios de canalización, posteriormente se determinaron las características morfométricas (área de drenaje, pendiente, tiempo de concentración) e hidrológicas (coeficiente de escorrentía, intensidad de grupo hidrológico del suelo, y número de curva CN) requeridas para el cálculo de los caudales máximos. Las características morfométricas calculadas para las cuencas en estudio se presentaron en el numeral 3.2.1. El resumen de estas características morfométricas se presenta en la Tabla 5.

Figura 5. Delimitación de subcuencas hasta sitios de interés



Fuente INGETEC

Tabla 5. Precipitaciones máximas para diferentes períodos de retorno sobre las subcuencas en estudio

Subcuenca	A (km ²)	Precipitaciones (mm)					
		Tr2.33	Tr5	Tr10	Tr25	Tr50	Tr100
Arroyo Caurina	32,53	53,1	67,9	79,9	95,1	106,4	117,6
Arroyo Cequión - Sitio canalización	1,77	55,2	71,4	84,7	101,4	113,8	126,1
Arroyo Cequión hasta río Ranchería	14,63	55,2	71,4	84,7	101,4	113,8	126,1
Arroyo Cerrejón - Loma Linda	112,91	51,0	68,2	82,1	99,7	112,8	125,7
Arroyo Cerrejón confluencia	139,47	51,8	68,7	82,5	99,9	112,8	125,6
Arroyo La Ceiba - Sitio canalización	10,76	54,9	71,0	84,1	100,6	112,9	125,0
Arroyo La Ceiba hasta río Ranchería	17,21	54,9	71,0	84,1	100,6	112,9	125,1
Arroyo Los Estados	17,77	54,8	70,8	83,8	100,2	112,4	124,5

Arroyo Tabaco - Remedios	36,56	53,1	67,9	79,9	95,1	106,3	117,5
--------------------------	-------	------	------	------	------	-------	-------

Fuente INGETEC

De acuerdo con los parámetros morfométricos e hidrológicos de las cuencas en estudio, se estimaron los caudales máximos para diferentes períodos de retorno para dos escenarios hidrológicos que corresponden al tiempo de respuesta de la cuenca con un único centroide de precipitación y con centroide variable que hace que los caudales pico coincidan, lo cual corresponde a un evento crítico para los cuerpos receptores.

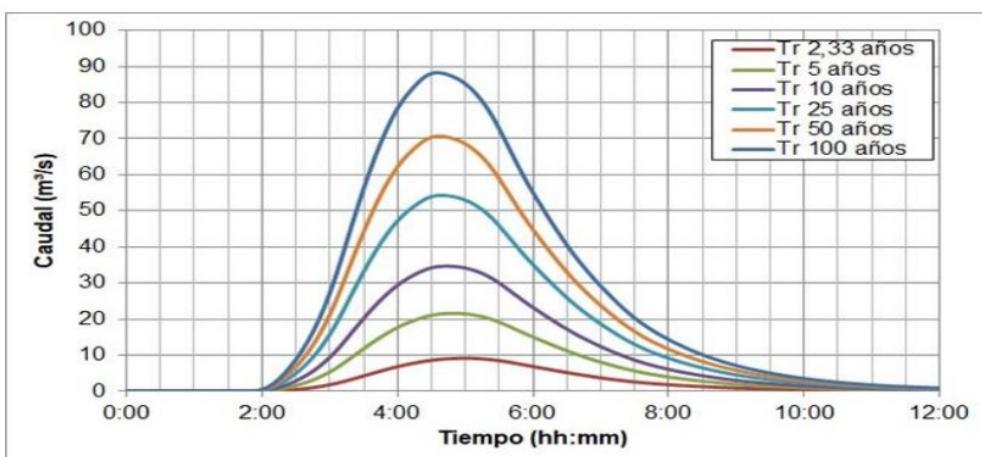
Tabla 6. Caudales máximos asociados a diferentes períodos de retorno en las subcuenca analizadas

No	Subcuenca	Área (km ²)	Caudales máximos (m ³ /s)					
			Tr2,33	Tr5	Tr10	Tr25	Tr50	Tr100
1	Arroyo Cequión - Sitio canalización	1,09	3,1	6,6	10,4	15,9	20,4	25,2
2	Arroyo Los Estados	17,64	6,5	15,2	24,3	37,8	49,0	61,1
	Arroyo Los Estados con canalización Cequión	18,73	6,5	15,2	24,3	37,8	49,0	61,1
3	Arroyo La Ceiba - Sitio canalización	10,42	4,5	10,6	17,1	26,7	34,8	43,3
4	Arroyo Caurina	32,1	9,2	21,6	34,7	54,3	70,7	88,3
	Arroyo Caurina con canalización La Ceiba	42,52	11,8	28,3	45,6	71,6	93,3	116,6
5	Arroyo Cerrejón - Loma Linda	112,9	22,2	58,6	97,7	156,2	205,4	258,0
6	Arroyo Cerrejón - Confluencia Los Estados	139,3	26,8	68,4	112,7	179,1	234,3	293,7
7	Arroyo Cequión hasta río Ranchería	13,56	6,51	14,6	23,0	35,2	45,3	56,1
8	Arroyo La Ceiba hasta río Ranchería	16,25	5,4	12,8	20,5	32,1	41,7	52,0

Fuente INGETEC

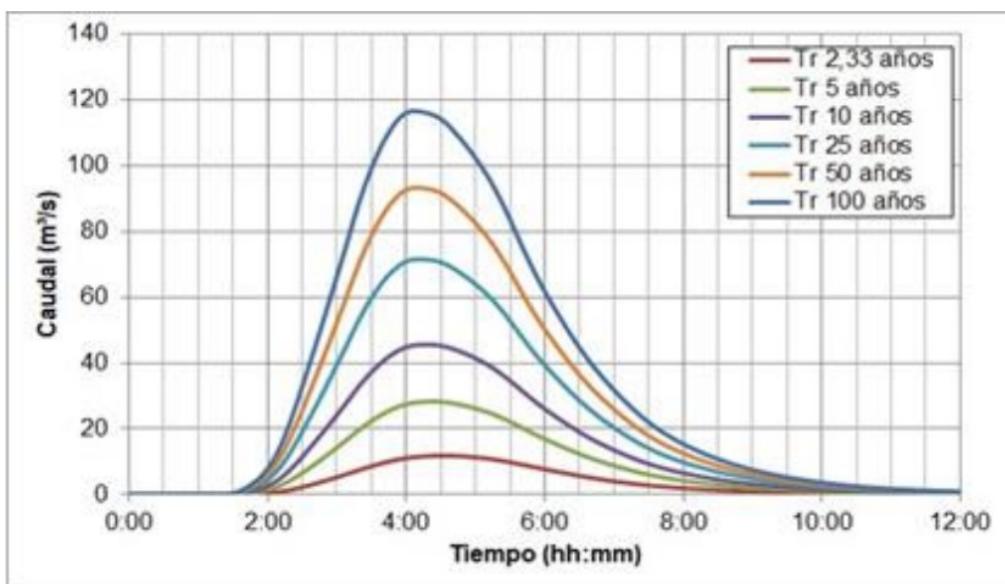
El arroyo Caurina en condiciones actuales tiene la capacidad de conducir los caudales propios más los caudales desviados del arroyo La Ceiba dado que su historia hidrológica la magnitud de estos últimos caudales ya se ha presentado. Por ejemplo, el caudal con la canalización del arroyo La Ceiba para un período de retorno de 5 años es equivalente a un caudal sin canalización para un período de retorno de 7 años.

Gráfico 1. Hidrogramas de caudales máximos arroyo Caurina



Fuente INGETEC

Gráfico 2. Hidrogramas de caudales máximos arroyo Caurina con canalización de La Ceiba



Fuente INGETEC

El arroyo Caurina al recibir las aguas provenientes de la canalización del arroyo La Ceiba (**grafica 4**) presenta un solo pico pues en este caso ambas cuencas presentan tiempos de concentración del mismo orden de magnitud (172 minutos La Ceiba y 229 minutos Caurina), sin embargo, la diferencia entre los dos tiempos de concentración atenúa el caudal pico y por consiguiente, su respuesta hidrológica, la cual es manejada por la sección del arroyo Caurina dentro de los tiempos de concentración de 2.33 y 5 años como caudales formativos del arroyo.

3.4.3. ESCENARIO CON DESFASE EN EL TIEMPO DE RESPUESTA

Este escenario contempla que el centroide de la precipitación es variable espacialmente, lo que generaría como escenario crítico que los caudales máximos instantáneos del cauce desviado y el cauce receptor coincidieran. En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 7. Caudales máximos asociados a diferentes períodos de retorno en las subcuenca analizadas

No	Subcuenca	Área (km ²)	Caudales máximos (m ³ /s)					
			Tr2,33	Tr5	Tr10	Tr25	Tr50	Tr100
1	Arroyo Cequión - Sitio canalización	1,77	2,8	6,3	9,9	15,1	19,4	23,9
2	Arroyo Los Estados	17,77	6,4	15,1	24,1	37,6	48,8	60,7
	Arroyo Los Estados con canalización Cequión	19,54	9,3	21,4	34,0	52,7	68,1	84,6
3	Arroyo La Ceiba - Sitio canalización	10,76	4,4	10,4	16,8	26,2	34,1	42,4
4	Arroyo Caurina	32,53	9,4	22,3	35,9	56,4	73,5	91,9

No	Subcuenca	Área (km ²)	Caudales máximos (m ³ /s)					
			Tr2,33	Tr5	Tr10	Tr25	Tr50	Tr100
	Arroyo Caurina con canalización La Ceiba	43,29	13,8	32,7	52,7	82,6	107,6	134,4
5	Arroyo Cerrejón - Loma Linda	112,9	22,2	58,6	97,7	156,2	205,4	258,0
6	Arroyo Cerrejón - Confluencia Los Estados	139,5	26,9	68,6	113,0	179,6	235,0	294,5
7	Arroyo Cequión hasta río Ranchería	14,63	6,5	14,5	22,7	34,9	44,9	55,5
8	Arroyo La Ceiba hasta río Ranchería	17,21	5,4	12,8	20,6	32,1	41,8	52,1

Fuente INGETEC

Para este escenario crítico y de baja probabilidad se concluye que el Arroyo **Caurina** tiene la capacidad de conducir las crecientes generadas en su cuenca propia más las crecientes desviadas del arroyo La Ceiba respectivamente, porque históricamente han conducido crecientes de mayor magnitud a la suma de los caudales pico. Por ejemplo, el evento para un periodo de retorno de 5 años con canalización es similar en magnitud al evento con periodo de 8 años sin canalización.

3.5. ANÁLISIS HIDRÁULICO

Para la revisión de la capacidad hidráulica del arroyo Caurina por efecto de recibir los caudales del arroyo La Ceiba, se utilizó la herramienta computacional HEC - RAS.

El modelo computacional HEC-RAS en su versión actual permite la simulación de flujo en una y dos dimensiones, sin embargo, para el presente trabajo se consideran simulación en una dimensión. En el caso de flujo unidimensional se considera un solo componente de la velocidad en el sentido del movimiento y las otras direcciones vertical y transversal despreciables.

El modelo para el análisis unidimensional contiene tres componentes:

- Simulación en régimen permanente gradualmente variado, la estimación del perfil de flujo puede simular en régimen lento, rápido y combinación de los dos. Para el cálculo se utiliza el método de balance de energía entre dos secciones dadas por el método iterativo paso a paso. La pérdida de energía se estima a partir de la ecuación de Manning y utiliza por defecto coeficientes de pérdida localizadas por expansión y contracción. La ecuación de cantidad de movimiento se utiliza en el caso de flujo en régimen rápidamente variado, hidráulicas de puentes y estimar perfil en el caso de confluencias de ríos.
- Simulación en régimen variable.
- Simulación de transporte de sedimentos.

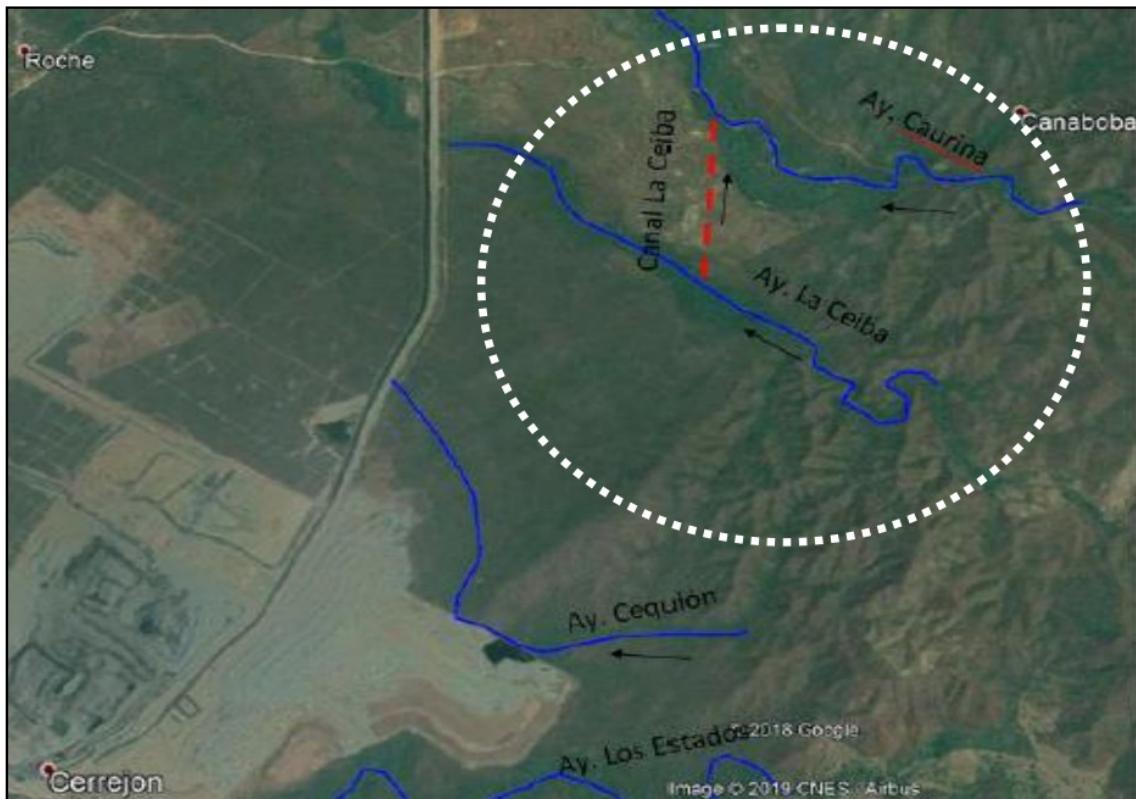
En la construcción del modelo mediante la herramienta computacional HEC-RAS se debe:

- Construir la geometría correspondiente al cuerpo de agua.
- Ingresar los caudales a simular.
- Definir las condiciones de fronteras, que simularán el tipo de flujo (subcrítico, crítico o supercrítico).

3.5.1. ARROYO CAURINA

Con el fin de verificar las condiciones de capacidad hidráulica del arroyo Caurina ante el evento de recibir los caudales del arroyo La Ceiba a la altura de la ubicación del botadero Annex Sur (Ver Figura 5), se simularon dos escenarios, el primero en condiciones naturales y el segundo con el aporte del arroyo La Ceiba. En el Anexo 9 se presenta las memorias de la modelación en el programa HEC-RAS.

Figura 6. Planteamiento de canalización arroyo La Ceiba a Caurina (Canal de aguas frescas en color rojo)



3.5.2. ARROYO CAURINA EN CONDICIÓN NATURAL

En esta condición el caudal pico para un Tr 2.33 años es de 9,7 m³/s. Con la información base se construyó la geometría del modelo, en la figura 7.

Figura 7. Configuración en planta modelo Arroyo Caurina – HEC RAS



Fuente INGETEC

Como resultado de la simulación se obtuvieron las características hidráulicas para el caudal de diseño, las cuales se resumen en la **Tabla 8** y en la **Figura 7** se presenta una sección transversal.

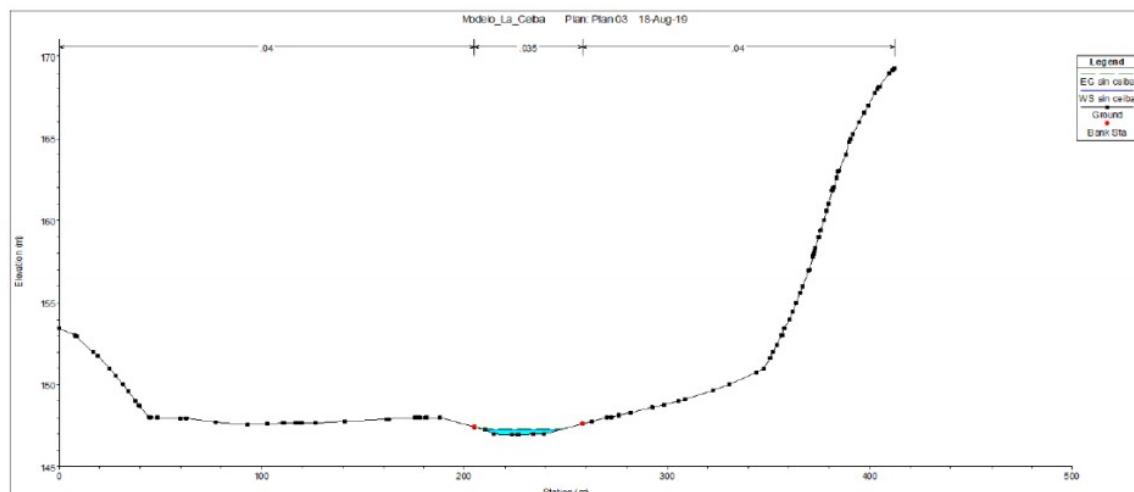
Tabla 8. Resultados de simulación del Arroyo Caurina para Tr 2,33 años condiciones naturales arroyo Caurina

River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude	Altura de flujo
	(m)	(m)	(m/s)	(m ²)	(m)		(m)
9477.95	148.96	149.33	1.73	5.79	20.34	0.97	0.37
9427.11	148.12	148.62	01.04	9.68	37.99	0.61	0.50
9228.86	146.94	147.28	01.02	9.55	38.44	0.65	0.34
9096.58	145.87	146.21	0.99	9.83	46.47	0.69	0.34
9003.09	144.91	145.25	1.11	8.79	37.79	0.73	0.34
8770.15	142.34	142.67	0.77	15.09	103.37	0.59	0.33
8608.94	140.93	141.28	0.44	24.59	130.49	0.32	0.35
8024.68	136.36	136.62	0.72	14.54	104.54	0.59	0.26
7245.71	130.04	130.42	01.06	10.07	50.75	0.66	0.38
6900.78	127.56	127.78	0.57	18.07	120.24	0.43	0.22
6303.59	125.00	125.34	0.88	11.70	57.36	0.56	0.34
6029.90	123.06	123.57	01.07	09.09	32.89	0.64	0.51
5884.90	122.23	122.52	0.80	13.18	76.02	0.54	0.29
5648.95	120.96	121.14	0.82	12.60	97.06	0.65	0.18
5505.42	119.45	119.82	0.85	11.91	54.43	0.54	0.37
5399.86	118.87	119.21	1.10	9.13	36.56	0.67	0.34
5293.78	117.98	118.36	01.05	10.39	37.81	0.56	0.38
5174.04	117.27	117.68	1.13	9.13	37.69	0.67	0.41
4733.49	113.94	114.16	0.88	11.73	69.03	0.63	0.22
4406.08	111.18	111.46	1.25	8.94	49.38	0.80	0.28
4218.41	109.00	109.21	0.82	12.03	67.25	0.59	0.21
3947.17	106.99	107.23	0.87	14.21	105.71	0.59	0.24

3515.71	103.92	104.07	0.60	16.43	154.74	0.58	0.15
3244.37	101.61	101.84	0.53	20.48	139.44	0.41	0.23
2928.37	99.90	100.13	0.55	21.65	171.80	0.43	0.23
2708.02	98.46	98.87	0.71	14.20	54.55	0.41	0.41
596.68	94.00	94.76	0.03	318.28	467.51	0.01	0.76
266.81	94.24	94.68	0.78	12.45	43.79	0.47	0.44

Fuente INGETEC

Gráfico 3. Sección transversal Arroyo Caurina en condición natural



Fuente INGETEC

3.5.3. ARROYO CAURINA CON APORTE DEL ARROYO LA CEIBA

En esta condición el caudal pico para un Tr 2,33 años es de 9,3 m³/s y para una Tr 5,0 años es de 21,4 m³/s, en la Tabla 9 se presenta el resumen de los resultados.

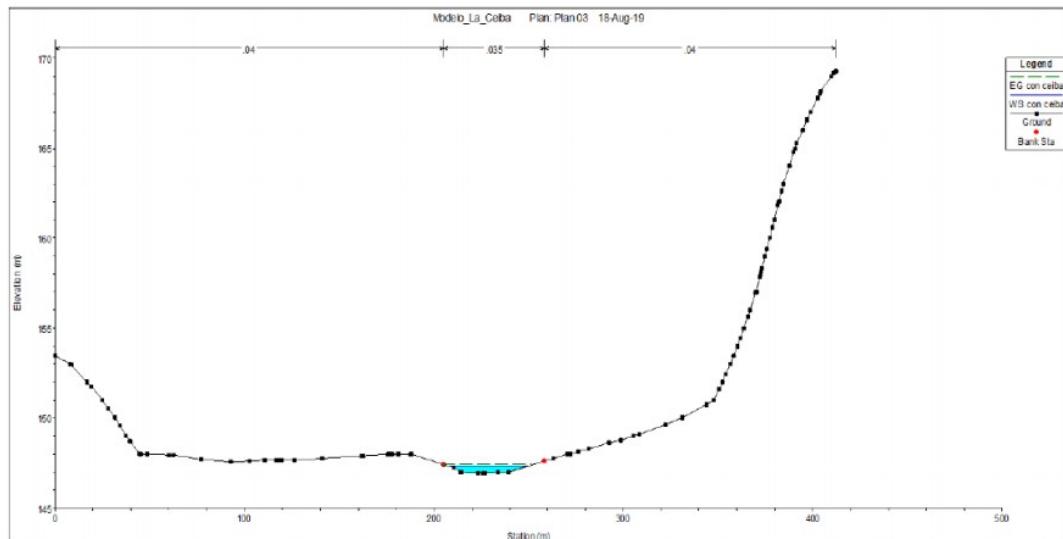
Tabla 9. Resultados de simulación para Tr 2.33 años con aporte del arroyo La Ceiba

River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl	Altura de flujo
	(m)	(m)	(m/s)	(m ²)	(m)		(m)
9477.95	148.96	149.42	1.93	7.75	22.38	0.96	0.46
9427.11	148.12	148.69	1.20	12.41	40.20	0.63	0.57
9228.86	146.94	147.35	1.13	12.53	43.41	0.67	0.41
9096.58	145.87	146.27	1.10	12.96	51.64	0.70	0.40
9003.09	144.91	145.32	1.23	11.61	53.61	0.75	0.41
8770.15	142.34	142.72	0.84	19.78	114.04	0.61	0.38
8608.94	140.93	141.34	0.47	32.52	146.50	0.32	0.41
8024.68	136.36	136.66	0.81	19.12	117.79	0.61	0.30
7245.71	130.04	130.48	1.22	13.24	58.26	0.69	0.44
6900.78	127.56	127.82	0.65	23.80	141.33	0.44	0.26
6303.59	125.00	125.41	0.98	15.88	66.70	0.57	0.41
6029.90	123.06	123.65	1.22	11.74	36.59	0.67	0.59
5884.90	122.23	122.57	0.91	17.32	84.34	0.55	0.34
5648.95	120.96	121.18	0.93	16.74	106.48	0.65	0.22
5505.42	119.45	119.89	0.97	15.50	57.43	0.55	0.44

River Sta	Min Ch El	W.S. Elev	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl	Altura de flujo
5399.86	118.87	119.28	1.27	11.70	38.30	0.69	0.41
5293.78	117.98	118.44	1.20	13.69	42.27	0.57	0.46
5174.04	117.27	117.75	1.30	11.77	40.63	0.70	0.48
4733.49	113.94	114.21	01.01	15.16	74.02	0.65	0.27
4406.08	111.18	111.51	1.43	11.73	55.06	0.83	0.33
4218.41	109.00	109.26	0.95	15.46	72.57	0.61	0.26
3947.17	106.99	107.27	0.97	19.38	124.19	0.60	0.28
3515.71	103.92	104.10	0.69	20.77	157.50	0.60	0.18
3244.37	101.61	101.89	0.60	26.39	151.93	0.43	0.28
2928.37	99.90	100.17	0.62	28.36	185.21	0.44	0.27
2708.02	98.46	98.94	0.82	18.19	60.25	0.43	0.48
596.68	94.00	94.86	0.04	363.71	479.05	0.01	0.86
266.81	94.24	94.77	0.87	16.28	48.57	0.48	0.53

Fuente INGETEC

Gráfico 4. Sección transversal Ay. Caurina con aporte arroyo La Ceiba



Fuente INGETC

Acorde con las condiciones geomorfológicas del **Arroyo Caurina** en la zona de estudio, este se encuentra en su tramo de planicie de inundación y que en épocas de lluvias el sector es muy susceptible a inundaciones, situación que se evidencia con el modelo hidráulico, en la [Tabla 10](#) se presenta la diferencia de niveles para los escenarios analizados.

Tabla 10. Diferencia de altura de flujo para los escenarios analizados - Ay. Caurina

River Sta	Altura de flujo condiciones naturales (m)	Altura de flujo con aporte Ay. La Ceiba (m)	Diferencia de altura de flujo (m)
9477.95	0.37	0.46	0.09
9427.11	0.50	0.57	0.07
9228.86	0.34	0.41	0.07
9096.58	0.34	0.40	0.06
9003.09	0.34	0.41	0.07
8770.15	0.33	0.38	0.05
8608.94	0.35	0.41	0.06
8024.68	0.26	0.30	0.04
7245.71	0.38	0.44	0.06

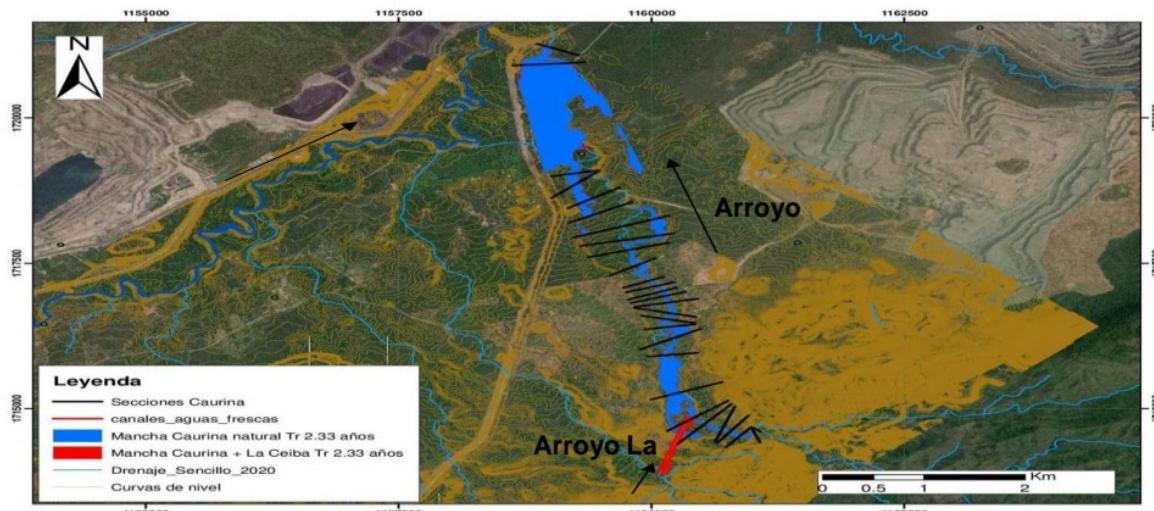
River Sta	Altura de flujo condiciones naturales	Altura de flujo con aporte Ay. La Ceiba	Diferencia de altura de flujo
6900.78	0.22	0.26	0.04
6303.59	0.34	0.41	0.07
6029.90	0.51	0.59	0.08
5884.90	0.29	0.34	0.05
5648.95	0.18	0.22	0.04
5505.42	0.37	0.44	0.07
5399.86	0.34	0.41	0.07
5293.78	0.38	0.46	0.08
5174.04	0.41	0.48	0.07
4733.49	0.22	0.27	0.05
4406.08	0.28	0.33	0.05
4218.41	0.21	0.26	0.05
3947.17	0.24	0.28	0.04
3515.71	0.15	0.18	0.03
3244.37	0.23	0.28	0.05
2928.37	0.23	0.27	0.04
2708.02	0.41	0.48	0.07
596.68	0.76	0.86	0.10
266.81	0.44	0.53	0.09

Fuente INGETEC

Como se puede observar las diferencias de niveles son muy pequeñas, situación que está acorde con las condiciones morfodinámicas del arroyo, en cuanto el sector corresponde a la zona de inundación del mismo, por lo tanto, con el aporte del arroyo La Ceiba no se alterarán estas condiciones de comportamiento hidráulico del arroyo Caurina.

Las siguiente Imagen presenta las manchas de inundación del **Arroyo Caurina** para una Tr 2,33 años con y sin el aporte del arroyo La Ceiba, donde se observa que la variación es mínima.

Figura 8. Manchas de niveles del arroyo Caurina para tr=2,33 años con y sin desviación del arroyo Caurina



FUENTE INGETEC

3.5.4 ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN

El canal de manejo de los arroyos Cequión y La Ceiba se proyecta de base 2,0 m y altura 1,5 m, en la Tabla 26 se presenta las características hidráulicas para el caudal medio de los arroyos, escenario de análisis del fenómeno de socavación

Tabla 11. Dimensionamiento de canales de manejo de los arroyos

CANAL	Caudal (m ³ /s)	Pendiente (m/m)	Base (m)	Z 1V: ZH	n	Yn (m)	Veloc. (m/s)	Fr
CEQUIÓN 2.33	0,007	0,005	2	1,5	0,04	0,02	0,14	0,30
CEIBA 2.33	0,007	0,005	2	1,5	0,04	0,02	0,14	0,30

Fuente INGETEC

En función de las características hidráulicas se estimó la profundidad de socavación, tomando en cuenta que el canal será excavado y definir así si se debe o no considerar protecciones de los mismos.

La socavación se estimó acorde con la siguiente metodología.

La metodología que se utilizó para el cálculo de la socavación general, corresponde a la propuesta por Lichtvan - Lebediev y para su aplicación es necesario hacer distinción en las características de cohesividad y homogeneidad de los suelos presentes en el lecho y conocer las variables hidráulicas del flujo de agua.

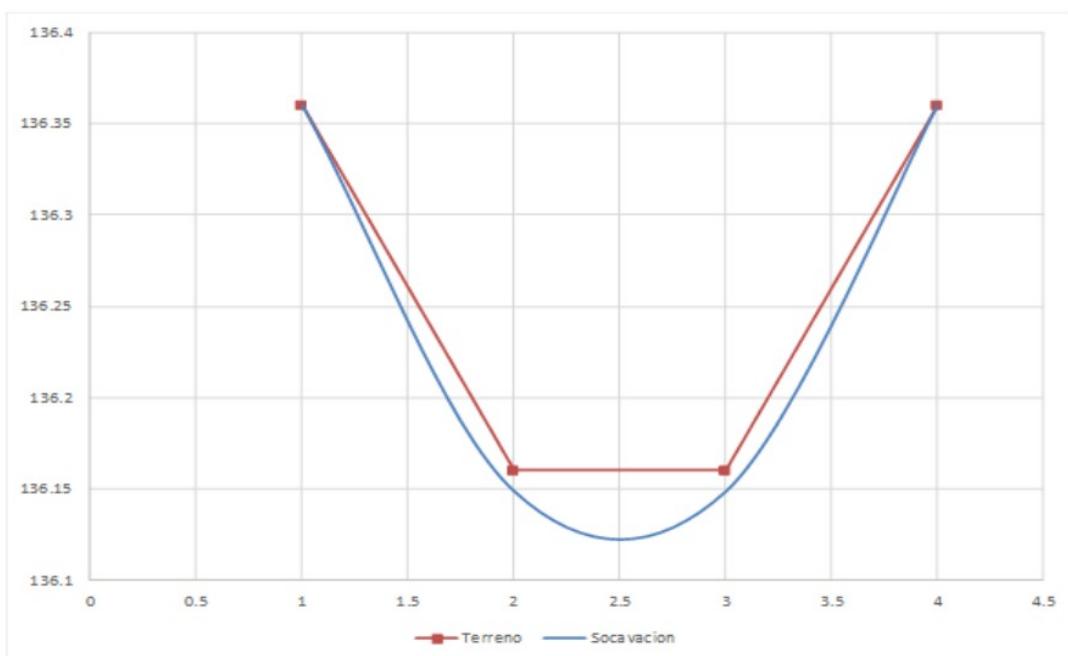
De acuerdo con la metodología utilizada se estimó la socavación en los canales, en la Tabla 12 se presenta los valores obtenidos y en el grafico 5 se presenta el perfil transversal de socavación.

Tabla 12. Socavación en los canales

Arroyo	Caudal (m ³ /s)	Ancho superior (m)	q (m ³ /s / m)	Lámina (m)	Hs (m)
Cequión	0,007	2,3	0,003	0,002	0,048
La Ceiba	0,007	2,3	0,003	0,002	0,048

Fuente INGETEC

Gráfico 5. Perfil general de socavación en la sección transversal



Fuente INGETEC

Tomando en cuenta el caudal y velocidad de diseño y, resultados de la profundidad de socavación, se observa que los canales proyectados no sufrirán fenómenos erosivos.

3.6. OBRA QUE VA A OCUPAR EL ARROYO LOS ESTADOS

La siguiente tabla ilustra el canal que ocupara el **arroyo Los Estados** por su margen derecha, el cual corresponde a las dimensiones del canal de reorientación que proviene del arroyo Cequión

Tabla 13. Caracterización del Arroyo Caurina en su estado natural

Sección transversal																										
																										
Geometría del cauce principal																										
<table border="1"> <tr> <td>Tipo de corriente</td> <td>Intermitente</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Base</td> <td>5,8</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Talud</td> <td>3,0</td> <td>H:1,0V</td> </tr> <tr> <td>Calado</td> <td>1,0</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Área hidráulica</td> <td>10,19</td> <td>m^2</td> </tr> <tr> <td>Perímetro mojado</td> <td>12,85</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Radio Hidráulico</td> <td>0,79</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>Pendiente longitudinal</td> <td>0,012</td> <td>m/m</td> </tr> </table>			Tipo de corriente	Intermitente	-	Base	5,8	m	Talud	3,0	H:1,0V	Calado	1,0	m	Área hidráulica	10,19	m^2	Perímetro mojado	12,85	m	Radio Hidráulico	0,79	m	Pendiente longitudinal	0,012	m/m
Tipo de corriente	Intermitente	-																								
Base	5,8	m																								
Talud	3,0	H:1,0V																								
Calado	1,0	m																								
Área hidráulica	10,19	m^2																								
Perímetro mojado	12,85	m																								
Radio Hidráulico	0,79	m																								
Pendiente longitudinal	0,012	m/m																								
Cálculo de la capacidad																										
<table border="1"> <tr> <td>Coeficiente de Rugosidad</td> <td>0,0430</td> <td>-</td> </tr> </table>			Coeficiente de Rugosidad	0,0430	-																					
Coeficiente de Rugosidad	0,0430	-																								

Caudal	22,30	m^3/s
Velocidad	1,35	m/s
Periodo de Retorno - TR	5,00	años

Tabla 14. Canal de ocupación en el arroyo Caurina

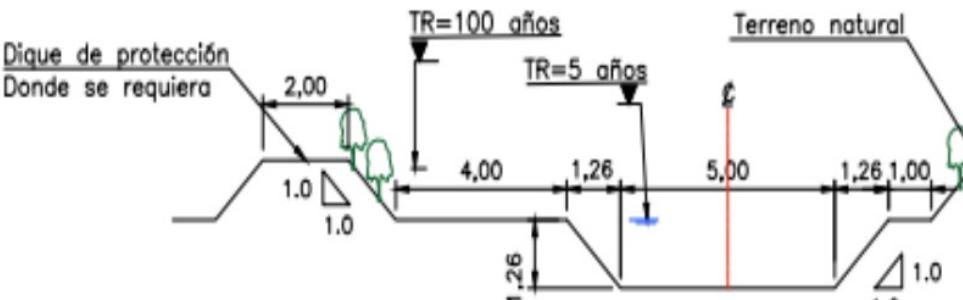
Sección transversal			
			
Dique de protección Donde se requiera	2,00	TR=100 años	Terreno natural
Geometría del cauce			
Cauce	Principal	Avenida	-
Base	5,0	9,9	m
Talud	1,0	1,0	H:1,0V
Calado	0,95	1,0	m
Área hidráulica	6,10	17,45*	m^2
Perímetro mojado	8,43	14,03*	m
Radio Hidráulico	0,72	1,24	m
Pendiente longitudinal	0,011	0,011	m/m
Cálculo de la capacidad			
Coeficiente de Rugosidad	0,0480	0,048	-
Caudal	10,76	44,11	m^3/s
Velocidad	1,76	2,53	m/s
Periodo de Retorno - TR	5,00	100	años
Cálculo de tensiones			
Tamaño promedio de la partícula D_{50}	0,28	0,28	m
Tensión real	78,18	134,24	N/m^2
Tensión crítica	253,80	253,80	N/m^2
Se espera arrastre	NO	NO	-

Tabla 15. Especificaciones técnicas canal de ocupación en el arroyo Los Estados

Geometría del cauce			
Tipo de corriente	Intermitente	-	-
Cauce	Principal	Avenida	-
Base	2,0	7,15	m
Talud	1,5	1,5	H:1,0V

Geometría del cauce			
Tipo de corriente	Intermitente	-	-
Calado	1,05	0,85	m
Área hidráulica	3,73	10,88*	m ²
Perímetro mojado	5,77	10,83*	m
Radio Hidráulico	0,65	1,00	m
Pendiente longitudinal	0,0129	0,0129	m/m
Cálculo de la capacidad			
Coeficiente de Rugosidad	0,0480	0,048	-
Caudal	6,60	25,82	m ³ /s
Velocidad	1,77	2,37	m/s
Periodo de Retorno - TR	5,00	100	años
Cálculo de tensiones			
Tamaño promedio de la partícula D ₅₀	0,28	0,28	m
Tensión real	81,82	127,08	N/m ²
Tensión crítica	253,80	253,80	N/m ²
Se espera arrastre	NO	NO	-

Nota: El área hidráulica y el perímetro mojado contemplan el canal principal.

Gráfico 6. Esquema flujo saltante Fuente: Cerrejón

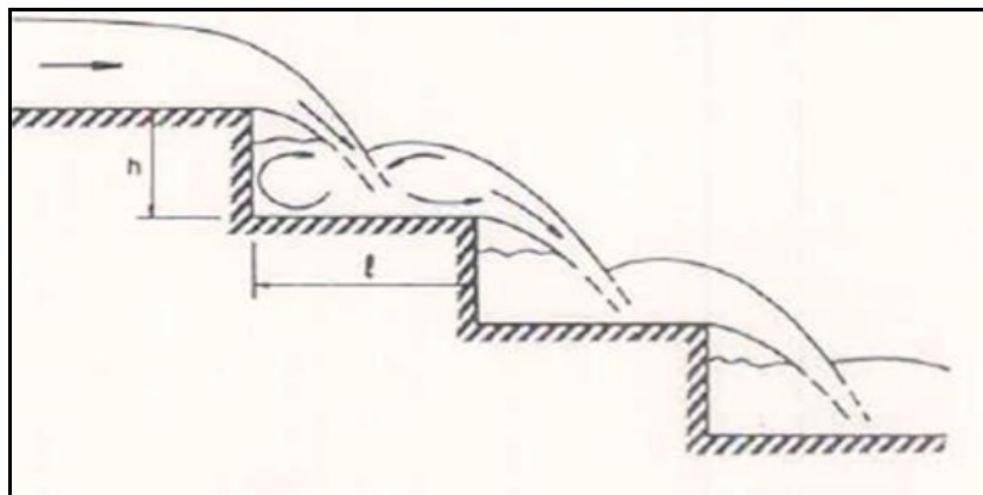
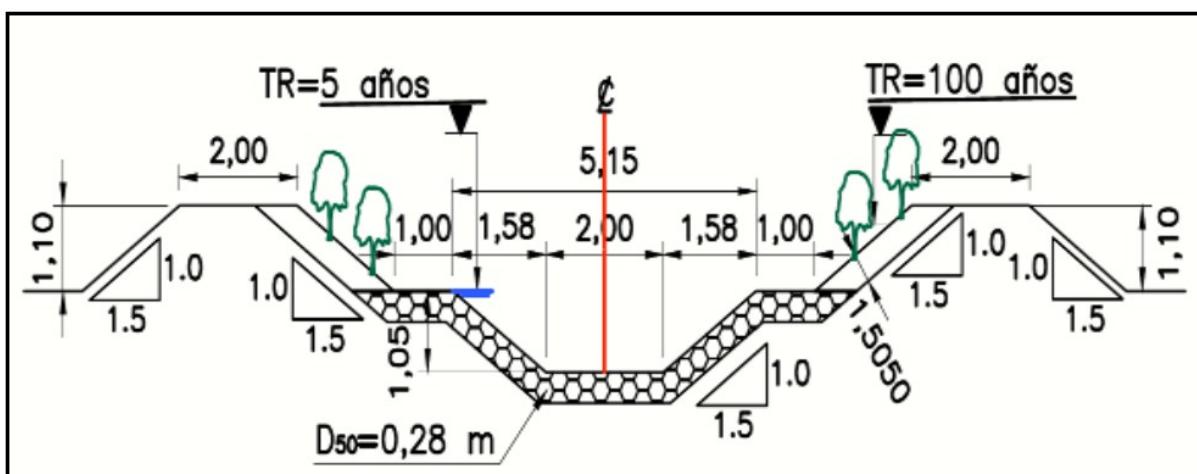
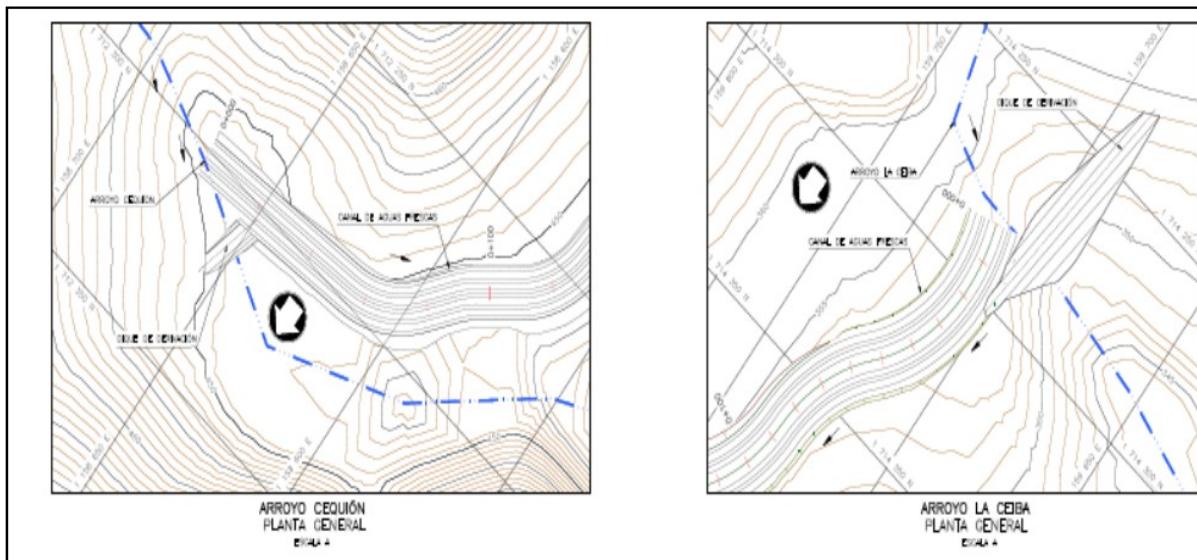


Gráfico 7. Sección transversal de la obra hidráulica de ocupación de cauce



Fuente INGETEC

Figura 9. Esquema de reorientación del arroyo La Ceiba hacia el arroyo Caurina



Fuente INGETEC

Figura 10. Esquema del canal completo de reorientación del arroyo la Ceiba hacia el arroyo Caurina

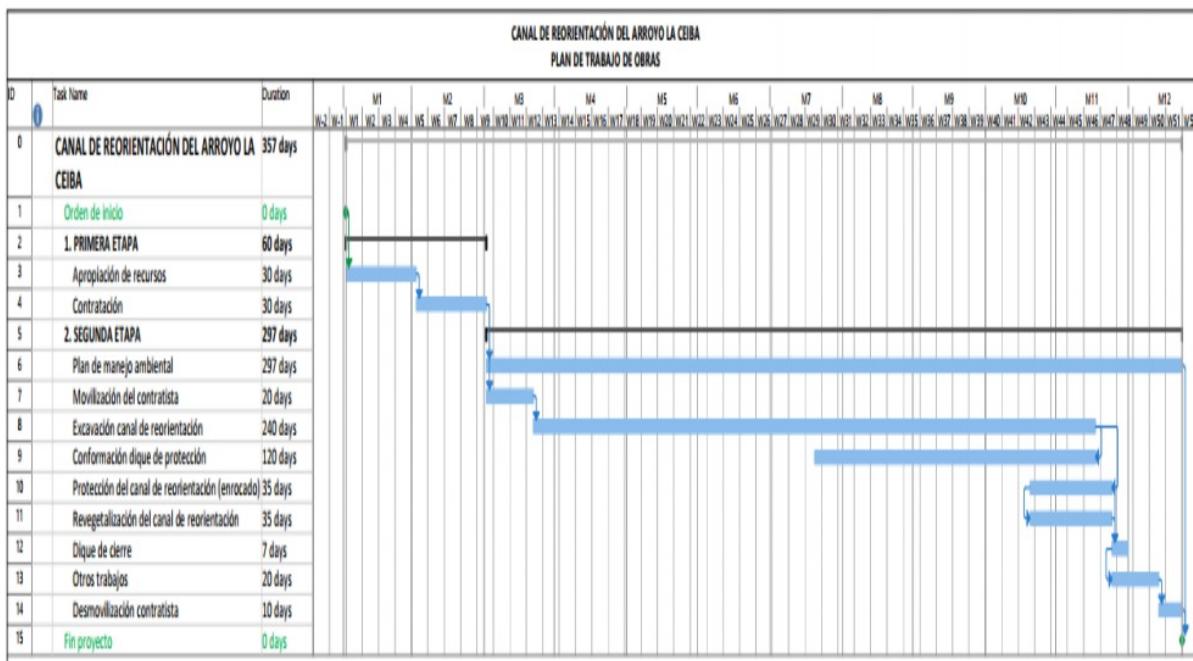


fuente INGETEC

3.7. PLAN DE TRABAJO DE OBRAS

A continuación, se presentan los planes de trabajo de obras para los arroyos Cequión – Los Estados y La Ceiba – Caurina, los cuales se realizarían en 357 días respectivamente:

Tabla 16. Cronograma de actividades y Plan de trabajo de obras para los arroyos La Ceiba - Caurina



Fuente IGETEC

3.8. EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL MANEJO DE AGUAS PROPUESTO PARA EL ÁREA DE AVANCE MINERO ANNEX

Los impactos generados por las actividades del avance minero de en el tajo ANNEX se encuentran enmarcados en las fichas del Plan de Manejo Ambiental Integral (PMAI) aprobado por la ANLA de acuerdo a las Resoluciones 2097 de 2005, 1386 de 2014 y 0263 de 2015. El plan de manejo de aguas de ANNEX se basa en las medidas de manejo ambiental propuestos en las fichas del PMAI, las cuales buscan prevenir, mitigar o corregir los posibles impactos que se generen por el avance minero de acuerdo a los impactos ambientales identificados y evaluados.

Vale mencionar que la obra descrita (canales para reorientar las aguas frescas del arroyo La Ceiba) es de manejo ambiental, ya que evitan el ingreso de aguas naturales el área destinada y permitida para las obras mineras. Al ser una obra ambiental, este canal previene y mitiga los siguientes impactos (descritos en la Modificación del Plan de Manejo Ambiental Integral – PMAI por el Proyecto P40, base para la Resolución 1386 de 2014):

- Alteración de los procesos geomorfológicos naturales (erosión, sedimentación e inestabilidad)
- Afectación cuantitativa y cualitativa del recurso hídrico en cuerpos naturales superficiales y subterráneos.

Tabla 17. Obras de manejo contempladas de forma integral en las siguientes fichas del PMAI vigente

FICHAS DE MANEJO	MEDIDAS DE MANEJO DEL PMAI
<ul style="list-style-type: none"> • Código PBF-01 Programa manejo drenaje superficial: río Ranchería y tributarios 	<ul style="list-style-type: none"> • No se podrá utilizar el recurso, ni se podrá realizar ningún tipo de obra en una corriente de agua, hasta tanto se obtenga el permiso de la autoridad ambiental competente.

FICHAS DE MANEJO	MEDIDAS DE MANEJO DEL PMAI
<ul style="list-style-type: none"> • Código PBF-03 Programa manejo aguas lluvias y de escorrentía • Código PBF-14 Programa manejo integral de las lagunas de almacenamiento y sedimentación • Código PBF-15 Programa manejo botaderos y material estéril 	<ul style="list-style-type: none"> • Todas las obras que se ejecuten para la utilización del recurso (obras de captación, de vertimientos u ocupación de cauce), deberán diseñarse de tal forma que generen el mínimo efecto ambiental. En su diseño se deberá considerar la estabilidad del cauce, con el fin de evitar el surgimiento de procesos erosivos. También se deberá tener en cuenta: <ul style="list-style-type: none"> - Que el flujo de las aguas sea libre a través de los canales. - Que las aguas no sean contaminadas por la actividad minera. - Que las aguas superficiales se mantengan separadas de las que se generan en la mina. • Para un buen manejo de las aguas de escorrentía y de las aguas lluvias en el Complejo minero del Cerrejón se debe evitar, en lo posible, que éstas entren en contacto con la zona de explotación. Para ello se construirá una red de drenajes perimetrales a botaderos, tajos, retro-llenados y pilas de carbón para desviar las aguas lluvias y de escorrentía limpia, separándolas de las ARM. • Antes de la ejecución de los botaderos, se deberá considerar: <ul style="list-style-type: none"> - Canales perimetrales para control de aguas de escorrentía - Desviación de arroyos temporales y construcción de canales perimetrales para interceptar y conducir las aguas de escorrentía provenientes de cuencas aferentes vecinas.

Tabla 18. Impactos vs manejos establecidos en el PMAI vigente para Cerrejón

Impacto	procesos geomorfológicos naturales (erosión, sedimentación)	Pérdida y/o alteración del recurso suelo	Afectación cuantitativa y cualitativa del recurso hidrico en cuerpos naturales superficiales y	Afectación de la calidad del aire y ruido	Afectación del paisaje	Pérdida de cobertura vegetal y hábitat	Afectación de fauna terrestre
Manejo							
Código PBF-03	Programa manejo aguas lluvias y de escorrentía	X	X	X	X		
Código PBF-05	Programa manejo recurso suelo		X	X	X		
Código PBF-06	Programa manejo coberturas vegetales		X		X	X	X
Código PBF-13	Programa manejo aguas residuales y desechos industriales - ARI			X			
Código PBF-15	Programa manejo botaderos y material estéril	X	X	X	X		

Impacto		procesos geomorfológicos naturales (erosión, sedimentación eólica)	Pérdida y/o alteración del recurso suelo	Afectación cuantitativa y cualitativa del recurso hídrico en cuerpos naturales superficiales y acuíferos	Afectación de la calidad del aire y ruido	Afectación del paisaje	Pérdida de cobertura vegetal y hábitat	Afectación de fauna terrestre
Manejo								
Código PBF-16	Programa de rehabilitación de las tierras intervenidas por la actividad minera	X	X		X	X	X	X
Código PBF-19	Programa manejo maquinaria, equipos y vehículos		X	X	X			

4. CONCLUSIONES Y ANÁLISIS EN LA INFORMACIÓN PRESENTADA

4.1. ANÁLISIS HIDRÁULICOS

Revisados los análisis hidráulicos se indica que: para las condiciones geomorfológicas de las cuencas e hidroclimatológicas se obtuvieron caudales máximos asociados a distintos períodos de retorno, los cuales se presentan a continuación.

Tabla 19. Área de drenaje de la subcuenca hasta el sitio de inicio de la reorientación del cauce

Subcuenca hasta el sitio de inicio de la reorientación del cauce	Área km ²	Caudales máximos (m ³ /s)					
		Tr = 2,33	Tr = 5	Tr = 10	Tr = 25	Tr = 50	T = r100
Arroyo Cequión	1,77	2,8	6,3	9,9	15,1	19,4	23,9
Arroyo La Ceiba	10,76	4,4	10,4	16,8	26,2	34,1	42,4

En el análisis hidráulico de reorientación de los arroyos Cequión y La Ceiba, se consideró diseñar un canal compuesto que en su canal principal maneje un caudal de Tr 5 años asociado al caudal formativo de los cauces y una zona de planicie para manejar un Tr 100 años contenida por diques, en estas consideraciones y en función de las condiciones de pendiente se estimó que las velocidades del flujo oscilan entre 1,8 m/s - 2,5 m/s, lo que conlleva a plantear protección de los canales de reorientación para mitigar fenómenos erosivos. En la zona del canal principal, al inicio, final y en las zonas intermedias que se considere necesario, se propone enrocado con un (D_{50}) igual a 0,28 m y en la zona de planicie vegetación típica de la zona.

4.2. DESDE EL PUNTO DE VISTA GEOTÉCNICO

Desde el punto de vista geotécnico los análisis indican que: para las excavaciones a realizar en material aluvial se llegó a una configuración según la cual, estas pueden tener una inclinación máxima 1H:1:V, en las que se deben efectuar labores de revegetalización de los taludes para evitar procesos erosivos tan comunes en esta zona del país, así mismo, se recomienda el uso de huecos de drenaje de 5.0 m de largo cada 10.0 m para el control de aguas subsuperficiales. En lo referente a la inclinación de los taludes del canal propiamente dicho, dada su poca altura (< 2,15 m) y para facilidad constructiva y de diseño hidráulico se consideró apropiado adoptar una inclinación única de 1.50H:1.0V.

De los análisis efectuados se llegó a la conclusión que los taludes de los rellenos a implementar en las obras de desvío de los arroyos Cequión y La Ceiba deben tener una inclinación máxima de 1.5H a 1.0 V. Protegiéndose de la acción erosiva del agua mediante labores de revegetalización.

Para el caso de excavaciones en roca se establece que la inclinación máxima de los taludes de los bancos sea 0.5H: 1.0V limitando la altura de bancos a 20,0 m. Así mismo, para taludes de alturas mayores a los 50,0 m la inclinación general no debería superar los 38°.

4.3. DESDE EL PUNTO DE VISTA AMBIENTAL

Por otra parte, según análisis de la información presentada y las conclusiones a las que los estudios llegaron, el arroyo Caurina tienen la capacidad de conducir las crecientes generadas en su cuenca propia más las crecientes que recibirán de los arroyos La Ceiba dado que históricamente han conducido crecientes de mayor magnitud a la suma de los caudales pico y tendrán un aumento de su caudal medio del 25,5%. Estos aumentos no representan impactos algunos sobre la dinámica de los arroyos dado que los mismos cuentan con capacidad para manejar estos aumentos.

Una vez analizado el arroyo Caurina en sus condiciones naturales y con el aporte del arroyo La Ceiba respectivamente, no se evidencia que los aportes adicionales generen impactos significativos a los que naturalmente están expuestos, tomando en cuenta que la zona corresponde a la llanura de inundación de los cuerpos de agua analizados. Los caudales máximos de las subcuenca en estudio hasta los sitios de canalización de los arroyos se calcularon mediante modelos lluvia - escorrentía basada en el método del hidrograma unitario del SCS implementando el software HEC-HMS, de acuerdo con la información hidrometeorológica disponible.

Es importante tener en cuenta que el arroyo Caurina en el punto de coordenadas Datum Magna Sirgas N: 11° 3'53.70" y W: 72°36'40.71", intercepta la vía veredal que utilizan los campesinos para llegar hasta las veredas Caña Boba, Caurina y las Planadas, el aumento del caudal por el aporte proveniente del arroyo La Ceiba durante las crecida de inviernos puede generar dificultades a los transeúntes, por lo que en dado caso la empresa Cerrejón debe darle una solución viable a dicha situación .

5. CONCEPTO TECNICO

Luego del análisis de la información técnica presentada por el solicitante, además de la información recolectada en la visita de inspección técnica en campo, en atención a la solicitud de permiso de ocupación permanente de cauce sobre el arroyo Caurina, solicitado por la empresa Carbones del Cerrejón Limited Cerrejón, para la construcción de una obra hidráulica de entrega de la reorientación del arroyo la Ceiba, y teniendo en cuenta que las actividades a realizar se encuentra enmarcadas en el *Programa Manejo de Aguas Lluvias y de Escorrentía- ficha de manejo ambiental Código PBF-03, del PMAI*, aprobado por la Autoridad de Licencias Ambientes ANLA; en ese sentido las obras proyectadas buscan evitar la contaminación de las aguas frescas por el contacto con las áreas de minería. Por lo que **SE CONSIDERA VIABLE AMBIENTALMENTE CONCEDER EL PERMISO DE OCUPACIÓN PERMANENTE DE CAUCE SOBRE EL ARROYO CAURINA**, a la empresa Carbones del Cerrejón Limited Cerrejón, para la construcción de las obras hidráulicas indicadas.

CONSIDERACIONES JURIDICAS

Que el artículo 80 de la Constitución Política determina: "Es obligación del Estado y de las personas proteger las riquezas culturales y naturales de la nación.

Que los artículos 79 y 80 de la Constitución Política consagran el derecho colectivo a gozar de un ambiente sano y el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales renovables a fin de garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución y prevenir los factores de deterioro ambiental.

Que el artículo 209 ibidem, en cuanto a la función Administrativa, establece que se halla al servicio de los intereses generales y se desarrolla con fundamento en los principios de igualdad, moralidad, eficacia, economía, celeridad, imparcialidad, publicidad, y añade que las autoridades administrativas deben coordinar sus actuaciones para el adecuado cumplimiento de los fines del Estado.

Que el artículo 30 del Código Contencioso Administrativo consagran los principios orientadores de las actuaciones administrativas, estableciendo que las mismas se desarrollarán con arreglo a los principios de economía, celeridad, eficacia, imparcialidad, publicidad y contradicción.

En cuanto a la reglamentación del permiso de ocupación de cauce el Capítulo II del Decreto 2811 de 197, dispuso lo siguiente:

“Artículo 102º.- Quien pretenda construir obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua, deberá solicitar autorización.

(...)

Artículo 105º.- Serán aplicables a la ocupación de cauces de corrientes y depósitos de agua las normas del capítulo I de este Título”.

(...)

“Artículo 132º.- Sin permiso, no se podrán alterar los cauces, ni el régimen y la calidad de las aguas, ni interferir su uso legítimo.

Se negará el permiso cuando la obra implique peligro para la colectividad, o para los recursos naturales, la seguridad interior o exterior o la soberanía Nacional”.

El Artículo 155 del Decreto 2811 de 1974, establece que corresponde al Gobierno Nacional, autorizar y controlar el aprovechamiento de aguas, la ocupación y explotación de los cauces.

Por otro lado, el Decreto 1076 de 2015, por el cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo sostenible, en las secciones sobre ocupación de playas, cauces y lechos:

ARTÍCULO 2.2.3.2.12.1. Ocupación. *La construcción de obras que ocupen el cauce de una corriente o depósito de agua requiere autorización, que se otorgará en las condiciones que establezca la Autoridad Ambiental competente. Igualmente se requerirá permiso cuando se trate de la ocupación permanente o transitoria de playas.*

Por lo expuesto, el Director General de la Corporación Autónoma Regional de La Guajira – CORPOGUAJIRA,

RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO: Conceder a la empresa CARBONES DEL CERREJON LIMITED – CERREJON identificado con NIT 860.069.804-2, autorización de Ocupación de Cauce permanente sobre la estructura de entrega del Arroyo Caurina en jurisdicción del Municipio de Barrancas – La Guajira según las razones expuestas en la parte motiva del presente acto administrativo.

PARAGRAFO PRIMERO: **SITIOS PERMISIONADOS PARA LA OCUPACIÓN DE CAUCE**
El sitio autorizado para la ocupación de cauce queda establecido sobre el arroyo Caurina margen izquierda, en las coordenadas que se presentan en la tabla 20, en jurisdicción del municipio de Barrancas, La Guajira.

Tabla 20. Ubicación geográfica del punto a intervenir

Municipio	Barrancas		
Subzona Hidrográfica	Río Ranchería		
Cuenca	Río Ranchería		
Subcuenca	Arroyo Caurina		
INFORMACION CARTOGRAFICA			
Datum	Origen Nacional CMT-12	X	5042443.388
		Y	2780091.058
	MAGNA-SIRGAS (4686)	Longitud	72° 36' 40.5" W

PARAGRAFO SEGUNDO: ESPECIFICACIONES DE LA OBRAS DE OCUPACIÓN Y DIMENSIONES La obra hidráulicas están conformadas por la construcción de una obra hidráulica de entrega de las aguas proveniente de la reorientación del arroyo la Ceiba, como se indica en los gráficos 7 y figura 10.

ARTICULO SEGUNDO: DURACION DE OBRAS PROYECTADAS: Tienen una duración de doce (12) meses para el emplazamiento de las obras de conformidad con el cronograma de actividad establecido en la tabla 16; luego de la finalización de las obras, la duración del permiso será por la vida útil de las estructura mientras se mantengan en buenas condiciones y cumpliendo con la función para la cual fueron creadas. No obstante, si se llega a generar problemas de fayas o cambio en las mismas, se requiere la solicitud de modificación de la respectiva autorización.

ARTÍCULO TERCERO: OBLIGACIONES: La empresa CARBONES DEL CERREJON LIMITED – CERREJON debe dar cumplimiento además de lo establecido en el PMAI a las siguientes obligaciones:

- Las actividades autorizadas deberán ajustarse a los puntos, condiciones y técnicas de intervención presentadas previamente para la tramitación del presente permiso.
- El término establecido para la ejecución de la obra y la permanencia en el cauce durante la construcción deberá ser de conformidad a lo establecido en el cronograma de obras.
- Debe acatar las medidas de manejo ambiental necesarias para prevenir, mitigar y corregir los impactos ambientales asociados al proyecto tal como lo estableció en las fichas de manejo del PMAI en su ficha de manejo ambiental Código PBF-03
- Debe adelantar los trabajos fuera de temporada invernal, para prevenir que se dificulte la ejecución de las obras y alteraciones en el cauce.
- Debe disponer de toda la señalización de obra requerida por la normatividad, incluyendo señales preventivas, reglamentarias, informativas y otras necesarias.
- Los materiales de construcción y el suelo removido serán almacenados a una distancia prudencial de frente de obra y deben estar debidamente señalizados. Las zonas de disposición deben ser impermeabilizadas y el material apilado debe ser cubierto de manera que se evite la emisión de partículas o la entrada de eventuales aguas lluvias, evitando también el arrastre de partículas hacia cuerpos de agua.
- Los materiales de excavación deben estar debidamente acopiados, garantizando que no sean arrastrados hacia cuerpos de agua cercanos o generen emisiones atmosféricas. Dicho material debe emplearse posteriormente en la reconformación final del sitio una vez sea finalizada la obra.
- Los movimientos de tierra deben limitarse a los estrictamente necesarios, de igual manera se debe evitar el ingreso de materiales de construcción al cuerpo de agua.
- En caso que se presente, La empresa Carbones del Cerrejón Limited Cerrejón debe realizar un manejo adecuado de la fauna ictiológica o terrestre que pueda llegar a ser afectado en el área intervención.
- La empresa Carbones del Cerrejón Limited Cerrejón antes de iniciar la obra, debe llevar a cabo la capacitación del personal empleado en la obra en temas de aspectos, impactos y medidas de manejo de tipo ambiental.
- La empresa Carbones del Cerrejón Limited Cerrejón al finalizar la construcción, debe realizar la debida reconformación geomorfológica y paisajística del área intervenida, guardando registros fotográficos del antes y después de la intervención empleando además el material previamente removido y conservado.
- La empresa Carbones del Cerrejón Limited Cerrejón debe realizar la gestión social pertinente con las comunidades de interés con el fin de informar oportunamente acerca de las obras y trabajos a ejecutar en marco de desarrollo del proyecto.

- Los recursos naturales aprovechados durante el desarrollo de la obra deben estar autorizado a través de permisos ambientales, en ese sentido queda prohibido el aprovechamiento forestal, material de construcción y aguas sin la debida autorización de la Autoridad Ambiental
- La empresa Carbones del Cerrejón Limited Cerrejón debe evitar al máximo la afectación de la ronda hídrica en el cuerpo receptor de las aguas frescas y en caso que sea afectada, es de obligatorio cumplimiento la reconformación y recuperación del áreas implicada
- La empresa Carbones del Cerrejón Limited Cerrejón debe entregar a Corpoguajira al finalizar la obra Ortofoto de antes de iniciar la obra, durante y al finalizar las obras contempladas en el permiso, mínimo una Ortofoto de cada momento.
- Si bien es cierto que en la documentación de soporte presentada se hace referencia a la baja probabilidad de generarse aportes de sedimentos proveniente de las aguas frescas del arroyo La Ceiba o de ocasionar desestabilización de taludes, por el incremento en los volúmenes de aguas en el cauce del arroyo Caurina aguas debajo de la obra hidráulica de entrega, la empresa Carbones del Cerrejón Limited Cerrejón debe realizar monitoreo durante la construcción de obras, este debe ser entregado a Corpoguajira.
- La empresa Carbones del Cerrejón Limited Cerrejón debe realizar mantenimientos periódicos y preventivos a la obra de ocupación de cauce realizada para evitar daños o deterioro que puedan causar alteraciones en el cauce natural del arroyo.
- La empresa Carbones del Cerrejón Limited Cerrejón debe aceptar y facilitar la supervisión por parte de Corpoguajira con el fin de verificar todas las obligaciones dispuestas.
- Si se llega a presentar problemas o dificultades del paso de los campesinos por la vía interceptada por el arroyo Caurina, hacia las veredas Caña Boba, Caurina y las Planadas como consecuencia del aumento en los volúmenes por las crecidas de invierno, la empresa Carbones del Cerrejón Limited Cerrejón deberá construir una obra hidráulica que le permita el transito a los transeúntes.
- La empresa Carbones del Cerrejón Limited Cerrejón deberá presentar un informe al final de ejecución de las obras, indicando las medidas de manejo ambiental implementadas junto con sus respectivas evidencias, máximo dos (2) meses después de finalizada la obra.

PARAGRAFO PRIMERO: El presente permiso no contempla autorizaciones para establecer servidumbres en predios privados o baldíos relacionados con las obras del proyecto, en dado caso y de ser necesarias, estas deberán ser gestionadas por el interesado acorde a lo establecido en el Decreto 1076 de 2015.

ARTÍCULO CUARTO: Cualquier otra obra no autorizada en el presente acto administrativo que afecte algún recurso natural, debe la empresa CARBONES DEL CERREJON LIMITED -. CERREJON tramitar el permiso, concesión o autorización correspondiente ante la autoridad ambiental competente.

ARTÍCULO QUINTO: La CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LA GUAJIRA CORPOGUAJIRA, supervisará y/o verificará en cualquier momento el cumplimiento de lo dispuesto en el Acto Administrativo que ampare el presente concepto, cualquier contravención de las mismas, podrá ser causal para que se apliquen las sanciones a que hubiere lugar.

ARTICULO SEXTO: La empresa CARBONES DEL CERREJON LIMITED -. CERREJON será responsable civilmente ante la Nación y/o terceros, por la contaminación de los recursos naturales renovables y por la contaminación y/o daños que puedan ocasionar sus actividades.

ARTÍCULO SEPTIMO: Cualquier modificación en las condiciones de la autorización de Ocupación de Cauce que se otorga mediante el presente acto administrativo, deberá ser tramitada previamente ante esta Autoridad para su evaluación y aprobación.

ARTICULO OCTAVO: La CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LA GUAJIRA CORPOGUAJIRA se reserva el derecho de realizar visita a las instalaciones de la obra cuando lo considere pertinente y verificar si está cumpliendo con lo señalado en el presente acto administrativo.



ARTICULO NOVENO: Por la Subdirección de Autoridad Ambiental de esta Corporación notificar el contenido de la presente Resolución al Representante Legal de la empresa CARBONES DEL CERREJON LIMITED - CERREJON, o a su apoderado debidamente constituido.

ARTICULO DECIMO: Por la Subdirección de Autoridad Ambiental notificar el contenido de la presente Resolución a la Procuraduría Agraria y Ambiental de La Guajira.

ARTICULO DECIMO

PRIMERO: Por la Subdirección de Autoridad Ambiental de esta Corporación, remitir copia del presente acto administrativo al Grupo de Seguimiento Ambiental de la entidad para lo de su competencia.

ARTICULO DECIMO

SEGUNDO: Por la Subdirección de Autoridad Ambiental de esta Corporación, remitir copia del presente acto administrativo a la Oficina Asesora de Planeación de la entidad para lo de su competencia con relación al Sistema de Información Geográfica.

ARTICULO DECIMO

TERCERO: Publíquese la presente Resolución en la Gaceta Oficial o Página WEB de la Corporación, para lo cual se corre traslado a la Secretaría General de la entidad.

ARTICULO DECIMO

CUARTO: Contra la presente Resolución procede el recurso de reposición en la forma y términos establecidos en la Ley 1437 de 2011.

ARTICULO DECIMO

QUINTO: La presente Resolución rige a partir de la fecha de su ejecutoria.

NOTIFIQUESE, PUBLIQUESE Y CUMPLASE

Dado en Riohacha, La Guajira, a los 13 septiembre de 2021


SAMUEL LANAO ROBLES
Director General

Proyectó: F. Mejía 
Revisó: J. Barros
Aprobó: J. Palomino 