

**ESTUDIO DE IMPACTO
AMBIENTAL
CATEGORIA II**

COLINAS DEL NORTE

PROMOTOR: ALTOS DE GONZALILLO S.A.

Respuesta Aclaratoria - DEIA-DEEIA-
AC-0124-2309-2024

Corregimiento de Alcalde Díaz y
Corregimiento de Ernesto Córdoba
Campos,
Distrito de Panamá
Provincia de Panamá

octubre, 2024

Tabla de Contenido

Pregunta 1	3
Pregunta 2	5
Pregunta 3	8
Pregunta 4	18
Pregunta 5	25

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Quebrada Bachiller Aguas Arriba	4
Ilustración 2 Quebrada Bachiller Aguas Abajo	4
Ilustración 3 Mapa de Impacto del Polígono y servidumbre de fincas	7
Ilustración 4 Certificación de la capacidad de abastecimiento de agua potable para la zona de proyecto	19
Ilustración 5 Punto de Aforo	21
Ilustración 6 Punto de Aforo	21
Ilustración 7 Curvas de Intensidad- Duración-Frecuencia (IDF) de la Cuenca Hidrográfica del Río Juan Díaz y Entre Río Juan Díaz y Río Pacora.	32
Ilustración 8 Tramo del sistema fluvial de la Quebrada Bachiller.....	34
Ilustración 9 Huella de inundación con simulación sobre terreno natural.	49
Ilustración 10 Huella de inundación con simulación sobre terracería implantada..	49
Ilustración 11 Diagrama de implantación de diseño del proyecto sobre terreno....	51

Índice de Tablas

Tabla 1 Superficie por Fincas.....	6
Tabla 2 Incorporación de Costos y Beneficios Financieros, Sociales y Ambientales Directos e Indirectos.....	17
Tabla 3 Datos generales de la Quebrada Bachiller para estimación de caudal de escorrentía	31
Tabla 4 Resultados de Cálculos Hidrológicos de la Quebrada Bachiller	33
Tabla 5 Coeficientes de rugosidad (Manning) según descripción de la corriente..	35
Tabla 6 Resultados de simulación de TR=100 años, para el terreno natural, Quebrada Bachiller.....	39
Tabla 7 Resultados de simulación de TR=100 años, para la terracería implantada, Quebrada Bachiller.....	44
Tabla 8 Clasificación de Amenazas Climáticas.....	55
Tabla 9 Matriz de Identificación de Vulnerabilidad – Colinas de Norte	56
Tabla 10 Medidas de Adaptación al Cambio Climático.....	59
Tabla 11 Monitoreo de Medidas de Adaptación al Cambio Climático Proyecto Colinas del Norte	65
Tabla 12 Herramientas y equipos por utilizar en la zona de proyecto durante la fase de construcción	72
Tabla 13 Monitoreo de Medidas de mitigación al Cambio Climático Proyecto Colinas del Norte	77

Respuesta a Solicitud de Aclaración DEIA-DEEIA-AC-0124-2309-2024

Estudio de Impacto ambiental Categoría II “Colinas del Norte”

Pregunta 1

De acuerdo en lo establecido en el artículo 62 de Decreto Ejecutivo no. 1 de 1 marzo de 2023, modificado por el Decreto Ejecutivo No. 2 de 27 de marzo de 2024, le solicitamos la primera información aclaratoria al Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) Categoría II, titulado “**COLINAS DEL NORTE**”, a desarrollarse en los corregimientos de alcalde Diaz y Ernesto Córdoba, distrito de Panamá, provincia de Panamá, cuyo promotor es **ALTOS DE GONZALILLO, S.A.**, que consiste en lo siguiente:

1. En la página 80 del EsIA, punto **5.6.1 Calidad de las aguas superficiales**, se menciona que “*No fue posible la caracterización de las aguas de la Quebrada Bachiller durante el mes de abril de 2024, (estación seca), no se observó agua en el cauce*”. En este sentido, considerando que estamos en la estación lluviosa y la quebrada Bachiller probablemente mantiene flujo de agua, se solicita análisis de calidad de agua de la quebrada Bachiller, elaborado por un laboratorio acreditado.

Respuesta

Adjunto a este documento se entrega informe de monitoreo de aguas superficiales para la Quebrada Bachiller por laboratorio acreditado. Se muestran a continuación fotografías del estado actual de la Qbda. Bachiller



Ilustración 1 Quebrada Bachiller Aguas Arriba

Fuente: Equipo Consultor, 2024



Ilustración 2 Quebrada Bachiller Aguas Abajo

Fuente: Equipo Consultor, 2024

Pregunta 2

2. De acuerdo a la verificación de coordenadas realizada por la Dirección de Información Ambiental (DIAM), se presentan zonas señaladas como Resto Libre (Este y Oeste) de la Finca 30695; sin embargo, el resto libre Oeste se sitúa fuera de la finca señalada y el resto libre Este, forma parte del área desarollable del proyecto. Adicional, solamente se aportó una tabla de coordenadas en Excel y el resto en un archivo shapefile. Por lo que se solicita:
- Aportar las coordenadas señaladas en el EsIA en formato Excel.
 - Aclarar a qué finca pertenece el resto libre Oeste y Este, indicar superficie y si las mismas formarán parte del área desarollable del proyecto.

Respuesta

Nota: Adjunto a este documento se entrega archivo digital con coordenadas en formato Excel.

En el siguiente cuadro se desglosa la superficie a utilizar por cada finca y restos libres para la realización del proyecto Colinas del Norte y se presenta figura orientativa para entendimiento de la distribución de superficies del polígono del proyecto por fincas.

Tabla 1 Superficie por Fincas

Nº Finca	Área De Finca Registro Público (m ²)	Area Impactada Por Polígono (m ²)	Area Impactada Por Polígono (%)	Área Impactada Por Servidumbre (m ²)	Área Impactada Por Servidumbre (%)	% Area Total Finca
Finca 291792	73,740.00	71,697.50	97.23%	1,985.22	2.69%	100%
Finca 291788	59,750.00	55,940.80	93.62%	3,805.12	6.37%	100%
Finca 291779	65,000.00	61,327.10	94.35%	3,685.88	5.67%	100%
Finca 30695	1,100,411.37	118,490.00	10.77%	0.00	0.00%	11%
Resto Libre Finca 30695 (Este)	68,523.64	1,550.03	2.26%	0.00	0.00%	2%
Resto Libre Finca-30695 (Oeste)	68,523.64	15,141.70	22.10%	0.00	0.00%	22%
		324,147.1316				

Fuente: Equipo Consultor, 2024

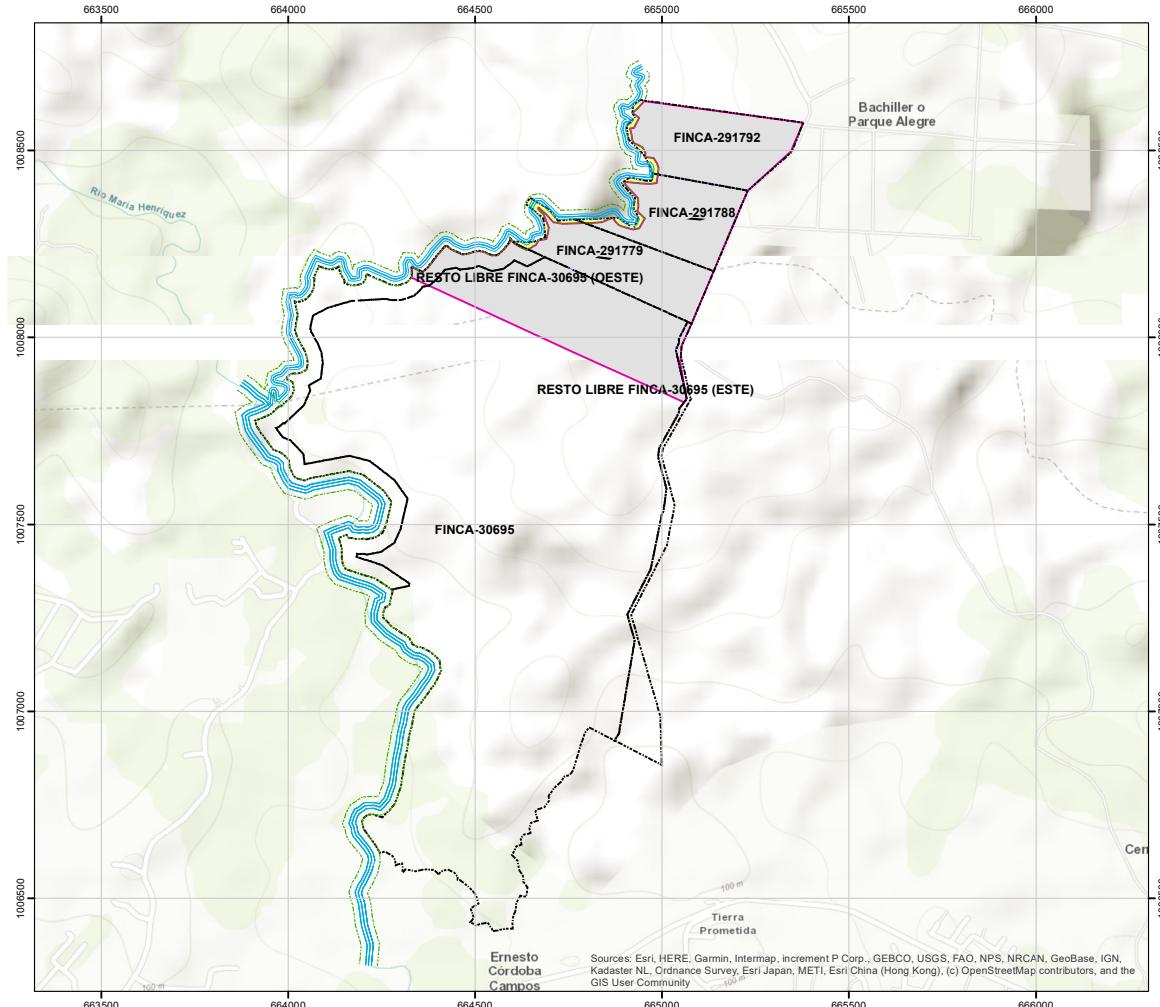


Ilustración 3 Mapa de Impacto del Polígono y servidumbre de fincas



Pregunta 3

3. Mediante Nota **DIPA-180-2024**, la **Dirección de Política Ambiental**, emite comentarios y solicita la siguiente información: “...hemos encontrado algunas deficiencias que requieren ser subsanas, las cuales se indican a continuación:
- *La sumatoria de los costos de gestión ambiental del Flujo de Fondos del análisis económico (165,000.00 balboas) no coincide con la cantidad indicada en la Tabla 74 de Costos de gestión ambiental página 307 del Estudio de Impacto ambiental (914,500.00 balboas)*
 - *No es técnicamente correcto utilizar costos de mitigación como método de valoración de impactos ambientales, puesto que estos costos ya están incluidos en el renglón de “Costos de gestión ambiental” del Flujo de Fondos del análisis económico. Por tanto, esto conlleva a la doble contabilidad de costos.*
 - *En los beneficios del proyecto se incluyen algunos impactos positivos como “efecto multiplicador” e “índice de desarrollo humano”. Estos beneficios podrían agruparse como “Impacto sobre la economía local y regional” para ellos debe utilizarse un multiplicador de la inversión que según CONEP es de 1.64 para el sector construcción. El procedimiento para estimar el impacto sobre la economía local y regional es el siguiente: Inversiónx1.64x0.60.*
 - *Dado que el impacto denominado “Generación de beneficios económicos” se refiere a los ingresos del proyecto, sugerimos que en el Flujo de Fondos del análisis económico e identifique este impacto como “ingresos esperados del proyecto”. Esto se debe a que, en este tipo de análisis, el concepto económico comprende beneficios no financieros.*

En la valoración monetaria del impacto “pérdida de cobertura vegetal” debe incluirse la pérdida de los servicios o funciones ecológicas de la vegetación.

Respuesta

A continuación se presenta las modificaciones realizadas al Ajuste Económico por Externalidades Sociales y Análisis de Costo – Beneficio Final para el proyecto Colinas del Norte:

AJUSTE ECONÓMICO POR EXTERNALIDADES SOCIALES Y ANÁLISIS DE COSTO – BENEFICIO FINAL

El análisis consta en la evaluación de costos-beneficios ambientales y sociales del proyecto, con el fin de determinar la factibilidad del mismo desde una perspectiva más cercana a sostenibilidad de los proyectos a desarrollar.

Para este análisis económico, un uso de un recurso natural es eficiente si como resultado del mismo se maximiza el bienestar de la sociedad como un todo.

La eficiencia económica está relacionada con los indicadores de rentabilidad social, tales como el Valor Presente Neto Económica – VPNE y Relación Beneficio Costo - RBC es decir, que aquellas alternativas que tengan los mayores niveles de indicadores de rentabilidad social serían las que garanticen un uso más eficiente de los recursos, que para el caso que nos interesa correspondería al uso de los recursos naturales.

La determinación de los indicadores de rentabilidad social es posible a partir de la evaluación económica o Análisis Costo Beneficio (ACB). El ACB se define como una herramienta de evaluación de proyectos, la cual permite estimar el beneficio neto de un proyecto desde el punto de vista de las pérdidas y ganancias generadas sobre el bienestar social.

El ACB implica primero realizar la valoración de los impactos positivos y negativos del proyecto que corresponden a expresiones monetarias de los costos y beneficios, establecer el balance entre los beneficios y costos del proyecto al cual se le denomina flujo neto económico y tercero, obtener el flujo descontado de beneficios y costos utilizando para ello una tasa social de descuento para obtener el indicador de rentabilidad social denominado Valor Presente neto, el cual se estima con la siguiente expresión.

Para este proyecto, la valoración económica de los impactos ambientales y sociales de la obra en su periodo de ejecución, para esta obra se extenderá dicho análisis durante 11 años, lo que corresponde a la ejecución del proyecto.

En nuestro análisis hemos incluido el cálculo de RCB o ACB, TIR y VAN o VPN.

Valoración Monetaria los impactos ambientales

Determinados los impactos ambientales y sociales del proyecto, se procede hacer una valoración económica de los mismos, siendo los impactos positivos los beneficios de la obra y los negativos, aquellos impactos negativos o de inversión de la obra.

Impactos Ambientales

- Costos de Gestión Ambiental

Para la ejecución de medidas de control de erosión, revegetación de las áreas, aplicación de barreras de retención de sedimentos y el mantenimiento de las medidas aplicadas se destinará una suma B/. 83,136.37 anuales.

- Perturbación de la fauna silvestre

El rescate de flora y fauna es fundamental para disminuir afectaciones a medio biótico, esto se hará por medio de un plan y su ejecución se estima en B/. 11,000.00 para contar con personal designado para esta labor, equipos para rescate, traslado y atención de especies afectadas y reubicación de las mismas durante el proyecto, esto equivale a B/. 1,000.00 anuales.

- Generación de procesos erosivos y de sedimentación

Debido a las propiedades del área a desarrollar, usando USLE para el cálculo de perdida de suelo, se estima lo siguiente:

$$A = R*K*LS*C*P$$

Resolviendo la ecuación se determina que la perdida de suelo para el proyecto será de 1.15 toneladas por hectárea al año. Lo que equivaldría a 109 metros cúbicos de suelo perdido por hectárea, usando el factor de esponjamiento de suelo de 2.02 para suelo arcilloso natural. Dado que el área de afectación del proyecto será de 35 hectáreas aproximadamente, estableciendo que el precio del suelo por metro cúbico es de B/. 26.79, el costo de la perdida de suelo será de B/. 206451.77 por año, para los años de afectación se estima en B/. 2,270,969.55.

- Afectación en la infiltración de las aguas de escorrentía por aumento de superficies impermeables

Debido al movimiento de tierra y labores constructivas se tendrá cambios de flujo con lo que se estiman B/. 22,000.00, lo que se divide en B/. 5,000.00 en pérdidas de vegetación de las áreas afectadas, B/. 10,000.00 aplicables a

taludes desprotegidos y cambios de flujos de aguas y B/. 5,000.00 en desplazamientos de sedimentos. Adicional se estiman B/. 2,000.00 en áreas afectadas.

- Contaminación por disposición de residuos y aguas residuales.

La generación y costos de esto se estima en una cifra de B/. 33,000.00, dividido en B/. 3,000.00 anuales para su generación y manejo.

- Cambios en la topografía

Las alteraciones de la forma del terreno y topografía del área se vinculan más a un beneficio, debido al uso cercano de cantera, sin embargo; se estima un costo en estos aspectos B/. 50,000.00 aplicable anualmente durante 10 años de actividad y cambios en los terrenos y áreas de trabajo.

- Afectación de la calidad del agua superficial (Parámetros físicos, químicos y biológicos) por derrames

Para el tema aguas superficiales y subterráneas se destina una partida de B/. 18,000.00 aplicados para extracción de agua en las áreas destinadas a construcción, desvíos o reacondicionamiento de dirección de flujos. Este monto se divide en B/. 3,000.00 por año.

- Pérdida de cobertura vegetal y servicios ecosistémicos

El medio biótico y paisaje de la zona será alterado, para este fin se define una cifra de B/. 1,000.00 por hectárea afectada de área boscosa, siendo el sitio de afectación de este 12 hectáreas, 2 hectáreas pasto a razón de B/. 500.00, el monto a indemnizar se estima en B/. 13,000.00. Adicional en

cuanto a perdida de servicios ecosistémicos, se estima un costo de B/. 500.00 por hectárea, considerando aproximadamente 14 hectáreas, se estima en B/. 7,000.00, lo que sumado a la pérdida vegetal daría un total de B/. 20,000.00

- Aumento del nivel de ruido por la utilización de maquinaria, vehículos y equipos.

Para la medición, seguimiento y control de emisiones se destinan B/. 12,000.00 aplicables a este fin, como el riego de las áreas para control de polvo o medición de gases en vehículos y equipos en obra. Esto dividido a los 6 años, brinda una cifra anual de B/. 2,000.00.

- Deterioro de la calidad de aire por emisión, gases y partículas.

En base a datos calculados para diferentes sectores productivos de Latinoamérica, específicamente para México, se determina que para el sector Obra Civil (Estimación de los costos relativos de las emisiones de gases de efecto invernadero en las ramas de la economía mexicana, 2011), donde establece que el costo de las emisiones de gases de efecto invernadero para el sector económico será de 12.20% del valor de la inversión. Este valor será un total de B/. 329,665.02 por los 11 años, lo que se estima en una cifra anual de B/. 3,626,315.22.

Valoración monetaria de los impactos Sociales

Determinados los impactos sociales del proyecto, se procede hacer una valoración económica de los mismos, siendo los impactos positivos los beneficios de la obra y los negativos los cambios indeseados a la población cercana.

Impactos Sociales

- Generación de Empleo

Se proyecta que para la ejecución de la obra se contará con 28 trabajadores en obra, incluyendo supervisores, esto proyectado al promedio de salario establecido en B/. 827.20 mensual, lo que llevado a la fuerza laboral directa de la obra, de 28 personas, da un total de B/. 23,161.63 mensual. Esta cifra proyectada anualmente, incluyendo el décimo tercer mes, da un total de B/. 301,101.21 anual, la obra se proyecta a once años.

- Generación de beneficios económicos

El beneficio económico vislumbrado a partir del segundo año consiste en la venta de viviendas, estimada en 40 estructuras al año, a partir del segundo año, estimado a un precio de venta de B/. 85,000.00 por vivienda, el beneficio anual se establece a razón de B/. 3,400,000.00, con excepción del último año, que se establece en 35 viviendas disponibles.

- Índice sobre la economía local y regional

Basados en metodología de CONEP, el procedimiento de cálculo de este acápite sería (inversión)*(1.64*0.60), lo que nos brinda un valor de B/. 29,248,312.61, el monto completo se aplicará al final, ya con el proyecto en fase final y cuando se note la mejoría.

- Recuperación de terrenos para el desarrollo de distintos usos de suelo.

Se obtendrá una mejora del valor de terreno de mínimo 47 hectáreas, las cuales en la actualidad al estar en áreas inaccesibles o de tráfico limitado por

la Cantera Gonzalillo, con las adecuaciones pasarían a tener un valor actual mínimo de diez balboas por metro cuadrado (B/. 10.00 por m²), con lo que las mejoras traerían un aumento en las tierras del área hasta un monto superior a B/. 4,700.000.00, dividido en los últimos tres años de adecuación y movimiento de las áreas.

- Multiplicador de la inversión

Es una proyección del efecto de la inversión en la economía, enfocado a los efectos en el producto interno bruto. Para este análisis utilizaremos un valor para PMC de 0.6.

Para este cálculo de la variación de la producción de equilibrio se utiliza la siguiente fórmula:

$$\left(\frac{1}{1 - PMC}\right) * \text{Cuantía marginal de la inversión} = \text{Producción de equilibrio}$$

Reemplazando PMC por 0.6 y la cuantía marginal de la inversión por la inversión inicial del proyecto, por un valor de B/. 29,723,894.93, el valor del multiplicador de la inversión calculado es de B/. 74,309,737.33, esto se estima su ingreso durante los últimos 3 años de ejecución de proyecto sistemáticamente, considerando la inversión anual estimada.

- Inversión Inicial

La inversión estimada para la ejecución de la obra es de B/. 29,723,894.83.

- Generación de riesgo a la salud e integridad de los trabajadores

Este ítems incluyen el canon de pago por obra de estado, personal de supervisión y equipos de protección personal, esto tendrá un costo de B/. 23,161.63 aplicables anualmente.

- Perturbación del Hábitat actividades movimiento maquinaria, iluminación por las de ruido

Como resultado, el Valor Actual Neto (VAN) de la obra, enfocado en los aspectos sociales y ambientales es $VAN > 0$ siendo de B/. 10,060,625.37, lo que indica la viabilidad de la obra en este aspecto.

El valor antes mencionado da a partir de que los Beneficios se estiman en B/. 107,840,625.76 y los Costos de los Impactos Ambientales y Sociales Negativos de obra se estiman en B/. 37,654,517.49, ambos proyectados a 11 años.

La Relación Costo Beneficio (RCB) para este proyecto se estima en 3.86, lo que indica mayores Beneficios Económicos de los impactos ambientales y sociales positivos, en comparación con los Costos Económicos de los impactos ambientales y sociales negativos.

La Tasa Interna de Retorno (TIR), en base al flujo neto y la inversión realizada es de 0.55.

A partir de todos los datos antes presentados, se determina que el proyecto es viable desde un enfoque ambiental y social económico.

Tabla 2 Incorporación de Costos y Beneficios Financieros, Sociales y Ambientales Directos e Indirectos

	TOTAL	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11
BENEFICIOS	B/. 145,495,163.25	B/. 728,373.94	B/. 728,373.94	B/. 7,528,373.94	B/. 728,373.94	B/. 7,528,373.94	B/. 728,373.94	B/. 7,528,373.94	B/. 728,373.94	B/. 32,298,286.37	B/. 28,598,286.37	B/. 58,071,598.98
Generación de empleo	B/. 3,312,113.31	B/. 301,101.21	B/. 301,101.21	B/. 301,101.21	B/. 301,101.21	B/. 301,101.21						
Generación de beneficios económicos	B/. 33,925,000.00	B/. -	B/. -	B/. 6,800,000.00	B/. 3,400,000.00	B/. 3,325,000.00						
Índice sobre la economía local y regional	B/. 29,248,312.61	B/. -	B/. -	B/. -	B/. -	B/. 29,248,312.61						
Recuperación de terrenos para el desarrollo de distintos usos de suelo.	B/. 4,700,000.00	B/. 427,272.73	B/. 427,272.73	B/. 427,272.73	B/. 427,272.73	B/. 427,272.73						
Multiplicador de la Inversión	B/. 74,309,737.33	B/. -	B/. -	B/. 24,769,912.44	B/. 24,769,912.44	B/. 24,769,912.44						
COSTOS	B/. 37,654,517.49	B/. 1,161,606.66	B/. 4,360,239.06	B/. 4,145,571.12	B/. 4,059,752.79	B/. 3,714,778.58	B/. 3,924,074.59	B/. 3,921,074.66	B/. 3,313,509.46	B/. 2,393,641.25	B/. 3,921,074.66	B/. 2,743,194.66
Inversión Inicial	B/. 29,723,894.93	B/. 425,277.33	B/. 3,638,909.73	B/. 3,424,241.79	B/. 3,338,423.46	B/. 2,993,449.25	B/. 3,202,745.33	B/. 2,959,180.13	B/. 1,675,311.92	B/. 3,202,745.33	B/. 2,024,865.33	B/. 83,136.37
Costo de Gestión Ambiental	B/. 914,500.00	B/. 83,136.37	B/. 83,136.37	B/. 83,136.37	B/. 83,136.37	B/. 83,136.37	B/. 83,136.30	B/. 83,136.37	B/. 83,136.37	B/. 83,136.37	B/. 83,136.37	B/. 83,136.37
Deterioro de la calidad de aire por emisión, gases y partículas	B/. 3,626,315.22	B/. 329,665.02	B/. 329,665.02	B/. 329,665.02	B/. 329,665.02	B/. 329,665.02						
Proliferación de olores molestos por generación de residuos	B/. 122,760.00	B/. 11,160.00	B/. 11,160.00	B/. 11,160.00	B/. 11,160.00	B/. 11,160.00						
Aumento del nivel de ruido por la utilización de maquinaria, vehículos y equipos	B/. 122,760.00	B/. 11,160.00	B/. 11,160.00	B/. 11,160.00	B/. 11,160.00	B/. 11,160.00						
Generación de procesos erosivos y de sedimentación	B/. 2,563,509.41	B/. 233,046.31	B/. 233,046.31	B/. 233,046.31	B/. 233,046.31	B/. 233,046.31						
Contaminación por disposición de residuos y aguas residuales	B/. 33,000.00	B/. 3,000.00	B/. 3,000.00	B/. 3,000.00	B/. 3,000.00	B/. 3,000.00						
Contaminación por vertidos accidentales por uso de maquinaria	B/. 176,000.00	B/. 16,000.00	B/. 16,000.00	B/. 16,000.00	B/. 16,000.00	B/. 16,000.00						
Cambios en la topografía	B/. 50,000.00	B/. -	B/. 5,000.00	B/. 5,000.00	B/. 5,000.00	B/. 5,000.00						
Afectación de la calidad del agua superficial (Parámetros físicos, químicos y biológicos) por derrames	B/. 18,000.00	B/. 3,000.00	B/. 3,000.00	B/. 3,000.00	B/. 3,000.00	B/. 3,000.00						
Afectación en la infiltración de las aguas de escorrentía por aumento de superficies impermeables	B/. 18,000.00	B/. 2,000.00	B/. 2,000.00	B/. 2,000.00	B/. 2,000.00	B/. 2,000.00						
Pérdida de la cobertura vegetal y servicios ecosistémicos	B/. 20,000.00	B/. 20,000.00	B/. -	B/. -	B/. -	B/. -						
Perturbación de la fauna silvestre	B/. 11,000.00	B/. 1,000.00	B/. 1,000.00	B/. 1,000.00	B/. 1,000.00	B/. 1,000.00						
Generación de riesgo a la salud e integridad de los trabajadores	B/. 254,777.93	B/. 23,161.63	B/. 23,161.63	B/. 23,161.63	B/. 23,161.63	B/. 23,161.63						
FLUJO NETO	B/. 107,840,645.76	-B/. 433,232.72	-B/. 3,631,865.12	B/. 3,382,802.82	-B/. 3,331,378.85	B/. 3,813,595.36	-B/. 3,195,700.65	B/. 3,607,299.28	-B/. 2,585,135.52	B/. 29,904,645.12	B/. 24,977,211.71	B/. 55,328,404.32
RCB	B/. 3.86	B/. -393,847.93	B/. -3,001,541.42	B/. 2,541,549.83	B/. -2,275,376.58	B/. 2,367,942.68	B/. -1,803,889.71	B/. 1,851,114.91	B/. -1,205,984.80	B/. 12,682,488.77	B/. 9,629,796.36	B/. 19,392,268.18
VAN MANUAL	B/. 10,060,625.37											
VAN EXCEL	B/. 10,060,625.37											
TIR	0.55											

Pregunta 4

4. Mediante Nota **No. 088-DEPROCA-2024**, el instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN), indica lo siguiente:

- ✓ *Solicitar la Certificación del IDAAN y la previa básica, para tener certeza de contar en estos momentos, con la capacidad requerida para abastecer este proyecto. Esta debe ser solicitada a la Dirección Nacional de Ingeniería y/o Dirección Nacional de Operaciones de Agua Potable y Alcantarillados.*
- ✓ *No se puede considerar el método de Análisis Regional de Crecidas Máximas, para calcular el caudal promedio, en todo caso el caudal calculado para un periodo de 1.005 años, sería el caudal máximo en un año. Entonces, si se demostró que en abril de este año. La quebrada Bachiller estaba seca, como podemos indicar que el caudal ambiental es de 1.08 m³/s.*
- ✓ *Hay que considerar que la descarga no sea directa a la fuente quebrada Bachiller, ya que en el EsIA se puede observar, que la quebrada no mantiene caudal en abril, por consiguiente, el caudal de descarga sería el único en esta fuente en parte de la época seca.”*

En este sentido, se solicita presentar una alternativa para la descarga de agua residuales del proyecto, contemplando todos los componentes asociados; toda vez que se indica que la quebrada Bachiller estaba seca.

Respuesta

El proyecto Colinas del Norte forma parte del desarrollo Colinas del Norte Development. Se adjunto nota N°270 Cert-DNING en donde el Instituto de Acueductos y Alcantarillados IDAAN certifican la capacidad de abastecimiento de agua potable para esta zona.



Nota N° 270 Cert - DNING
27 de septiembre de 2024.

Ingeniero
Roger Rodríguez
FG GUARDIA
E. S. D.

Estimado Ing. Rodriguez:

En atención a su nota, mediante la cual nos solicita que certifiquemos los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado Sanitario, para servir al proyecto **COLINAS DEL NORTE DEVELOPMENT** a desarrollarse sobre las fincas N° 291792, N° 30695, N° 291788, N° 291779, N° 30695, N° 30337535, N° 147976, N° 174547, N° 171878, N° 3577546 y N° 374501, propiedad de Colinas Land Company S.A., Rolofe S.A., Villa Gonzalillo S.A., Metro Trust S.A. y Valle del Rey S.A., ubicadas en la vía Gonzalillo contiguo al río María Henríquez y quebrada Bachiller, corregimiento Ernesto Córdova Campo, distrito y provincia de Panamá. El terreno tiene una superficie de 175 Has. + 7,948.76 m². El caudal de agua potable se estima en 3.6 MGD y la descarga de aguas residuales en 3.03 MGD. Le informamos lo siguiente:

SISTEMA DE AGUA POTABLE:

El IDAAN cuenta con línea de conducción de 42" Ø H.D., ubicada en la carretera Villalobos-Gonzalillo. Mediante la gráfica de presión suministrada, los valores son los siguientes: p. máxima 68.25 psi y p. mínima 66.26 psi.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO:

El IDAAN no cuenta con sistemas de alcantarillado en el área del proyecto, por lo que la Promotora deberá diseñar, construir, operar y mantener, su propio sistema de tratamiento de aguas residuales y deberá cumplir con las normas DGNTI-COPANIT.

Atentamente,

Ing. Julio Lasso Vaccaro
Director Nacional de Ingeniería

Julio Lasso



X f 🎙️
www.idaan.gob.pa

Ilustración 4 Certificación de la capacidad de abastecimiento de agua potable para la zona de proyecto

Con relación al caudal de la Quebrada Bachiller durante las labores de muestreo se realizó un aforo para medir el caudal de este cuerpo de agua. Se detalla el proceso de estimación de caudal en el área de influencia del proyecto "Colinas del Norte", con el objetivo de medir el caudal que maneja el curso de agua en condiciones reales se utilizó la metodología del flotador para la medición en función de las características del curso de agua considerado.

Es importante destacar que la cantidad de agua en una fuente siempre se mide en función del tiempo. A esta relación entre el volumen de agua y el tiempo se le llama caudal.

La cuantificación de las aguas de escurrimiento superficial se realizó en un punto de la Quebrada Bachiller en el área de influencia del proyecto.

Aforo por Flotador

Medición directa del tiempo que se tarda en desplazarse un objeto en una longitud conocida por un área determinada. Para obtener una aproximación más real de caudales; se realizaron varias mediciones. Este método fue utilizado durante el proceso de medición en fuentes con caudales pequeños.

$$\text{Caudal} = \text{Área} \times \text{Velocidad}$$

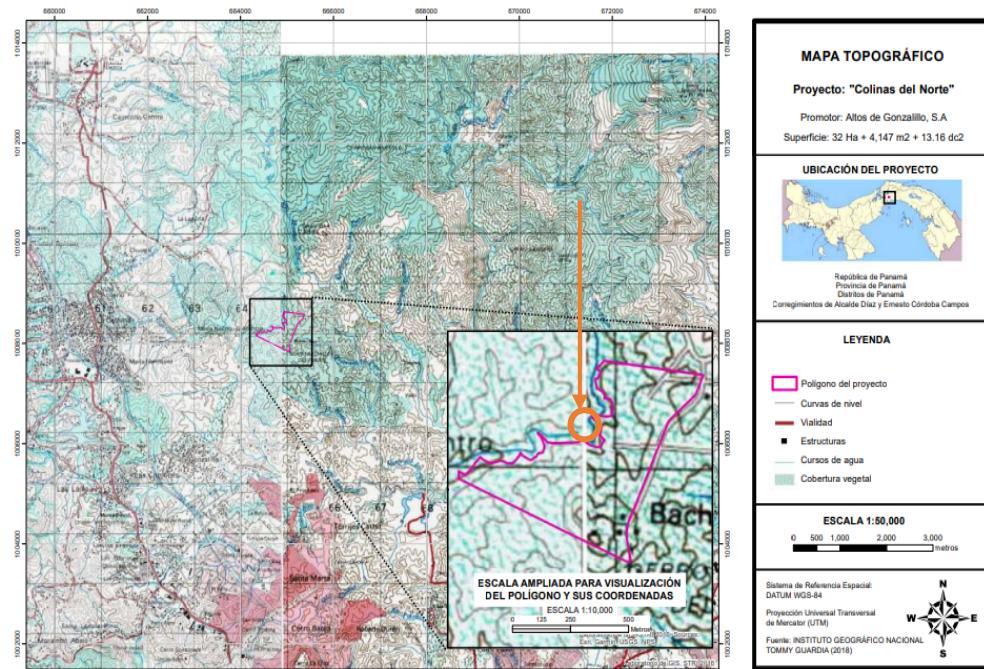


Ilustración 6 Punto de Aforo

Fuente: Equipo Consultor, 2024

Análisis de Resultado Obtenidos

Para el aforo realizado en la quebrada Bachiller se identifica el punto óptimo para el método y se procede a la realización de la medición.

Tabla 3 Sección de Aforo

Punto 1								
Fecha	Hora	Sección Tipo: trapezoidal						
		P1	P2	P3	Longitud	Área		
02/10/2024	10:30 am	11:00 a.m.	(m)			(m)		
			0.1	0.20	0.1	2.0		
					(m ²)			
					0.30			

Fuente: Equipo Consultor, 2024

La tabla anterior presenta datos correspondientes a secciones trapezoidales. En el punto de muestreo, se midieron las profundidades en ambos extremos y en el centro del canal. Este punto de monitoreo tiene un ancho de 2.00 m, con una profundidad de 0.20 m en el centro y de 0.10 m en ambos extremos.

Utilizando el método del flotador, se registraron las mediciones del movimiento de un objeto flotante a lo largo de una distancia determinada, midiendo la variación del tiempo. La distancia recorrida por el objeto fue de 2.5 m.

Tabla 4 Mediciones de recorrido de objeto flotante

Punto 1		
Distancia Recorrida (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)
2.50	10.03	0.25
2.50	9.32	0.27
2.50	9.33	0.27
2.50	8.23	0.30
2.50	7.42	0.33
2.50	8.59	0.29
Velocidad Promedio (m/s)	0.285	

Fuente. Equipo Consultor, 2024

En base a lo observado en las tablas anteriores, en el método flotador se puede hacer el cálculo de caudales al multiplicar el área de la sección correspondiente y la velocidad del flotador en el cuerpo de agua, al ser un método superficial se debe utilizar un factor de corrección, que en este caso se utilizará de 0.80.

Estos resultados se muestran en la tabla a continuación:

Tabla 5 Resultado de Aforo

Fecha	Hora	Punto #1								
		Sección Tipo: trapezoidal					Vel.	Caudal	Factor de Corrección	Caudal Final
		P1	P2	P3	Long.	Área				
02/10/2024	10:30 am	11:00 a.m	(m)	(m)	(m2)	(m/s)	(m ³ /s)	Adimensional	(m ³ /s)	
			0.1	0.20	0.1	2.00	0.30	0.285	0.084	0.80
										0.067

Coordenada aforo:

N: 1008320.772

E: 664889.373

(UTM, WGS 84)

Fuente: Equipo Consultor, 2024

Como se observa en el aforo realizado, los resultados de la tabla nos presentan un caudal de 0.067 m³/s. las mediciones se realizaron durante la época lluviosa en el mes de octubre, lo que puede influir en el caudal debido a un mayor aporte de agua por lluvias. Esta situación podría haber incrementado el caudal registrado respecto a periodos más secos.

En base a este caudal obtenido, considerando que el caudal en época seca se vio disminuido en el periodo de verano 2024 por lo que puede considerarse la manifestación de un evento de sequía atípica influenciado por el fenómeno del niño. Se considera una disminución de caudal cercana al cincuenta por ciento (50%), como caudal promedio, lo cual es superior a las disminuciones de caudal que se registraron de hasta un diez por ciento (10%) del caudal promedio en distintos cuerpos de agua en este evento de sequía atípico (2024). En base a esto, se estima que el caudal promedio sería 0.038 m³/s.

En la Resolución No. AG-691-2012 del 6 de diciembre de 2012, por el cual se establece el Caudal Ecológico o Ambiental para los usuarios de los recursos hídricos del país, establece en su artículo 1 como mínimo diez por ciento (10%) del caudal promedio interanual reportado para la fuente.

Por lo anterior, establecemos como caudal ecológico para la Quebrada Bachiller, un caudal ecológico o ambiental de $0.004 \text{ m}^3/\text{s}$, basados en las mediciones realizadas. Este dato se correlaciona con la ausencia de lámina de agua observable en el cuerpo de agua en visitas realizadas al sitio.

Como se considera que la ausencia de caudal se debió a un fenómeno puntual relacionado a la temporada del fenómeno del niño, se adjunta en la sección de anexos de este documento a manera orientativa muestreo de aguas superficiales realizado a la Quebrada Bachiller en verano 2021 como evidencia de que la Quebrada Bachiller es un cuerpo de agua permanente. Se considera que el punto de descarga de la planta de tratamiento del proyecto Colinas del Norte puede ubicarse aguas abajo en la Quebrada Bachiller, en donde se observa mejores condiciones para la realización de una descarga correspondiente entre las coordenadas (UTM, WGS 84):

N: 1008326

E: 664721

N: 1008316.52

E: 664733.65

Pregunta 5

5. Mediante **MEMORANDO-DCC-572-2024**, la dirección de Cambio climático, indica que *“luego de la revisión técnica del estudio, la dirección de Cambio climático necesita que se desarrolle los siguientes puntos:*

5.8.2.2 Análisis de Capacidad Adaptativa

La capacidad adaptativa se despliega como las condiciones de las perturbaciones provocados por los fenómenos climáticos.

El análisis de este punto conlleva que el experto pueda responder a diversas preguntas o bien el público pueda responder a las diversas reacciones y tener el conocimiento de cómo puede responder a diversas condiciones o amenazas climáticas. Hacer un análisis a partir de estas preguntas.

- *Presentar las preguntas y sus respuestas para establecer la capacidad adaptativa*
- 1. *Con que herramientas cuenta el proyecto para enfrentar los impactos (minimizarlos o neutralizarlos).*
- 2. *¿Cuenta con infraestructura resiliente a los peligros del cambio climático?*
- 3. *¿Cuenta con los recursos financieros para revertir, reducir o resistir a los daños?*
- 4. *¿Cuenta con capacidad de respuesta, organización y opciones tecnológicas antes eventos extremos o peligros climáticos?*
- 5. *Distancia a carreteras.*
- 6. *Distancia a centro de Salud.*
- 7. *¿Qué medidas de adaptación se viene realizando en la zona donde se emplaza el proyecto?: consideramos:*

 - *Humanas: capacidades técnicas*
 - *Físicas: infraestructuras resilientes*
 - *Financieras: capital, seguros*

- *Naturales: tierras productivas, fuente de agua segura*
- *Sociales y organizaciones: alianza con la sociedad y el estado*
- *Sistema de alerta (prevención)*

De acuerdo a lo desarrollado anteriormente el promotor/consultor deberá elaborar una síntesis de la capacidad adaptativa nacional y local del proyecto frente a las amenazas identificadas, condensando la información recopilada en un máximo de dos párrafos explicativos.

Respuesta

El proyecto Colinas del Norte se encuentra en una zona de alta capacidad adaptativa de acuerdo al Índice de Vulnerabilidad al cambio Climático de la República de Panamá, (Ministerio de Ambiente, 2021) lo que resulta beneficioso para su desarrollo. Entre las medidas con las que contará el residencial Colinas del Norte para propiciar su resiliencia al cambio se encuentran: la creación de una franja cortafuegos de al menos tres (3) metros entre las estructuras y las zonas de vegetación (Bosque de galería principalmente) de esta manera se evitarán afectaciones por incendios de masa vegetal, la red eléctrica será soterrada para evitar afectaciones durante estaciones de fuertes vientos y lluvias, se emplearan árboles que den sombra a las áreas pavimentadas en el paisajismo de proyecto para reducir el efecto isla de calor y se contará con zonas amortiguadoras contiguas a la servidumbre pluvial; las mismas servirán como áreas de drenaje directo, donde no se contempla la construcción de ninguna estructura de proyecto. El promotor del proyecto cuenta con capital financiero y cumplirá con las pólizas requeridas para la financiación del proyecto, adicionalmente el promotor establecerá los canales para la comunicación efectiva con los estamentos de seguridad para la prevención y respuesta temprana en la acción ante riesgos climáticos y naturales.

El proyecto Colinas de Norte colinda al este con la carretera Caimitillo-Corredor Panamá Norte, a solo 10 metros de su servidumbre y se sitúa a 1.6 km de la Carretera Vía Panamá Norte lo que facilita la atención de estamentos gubernamentales como Sistema nacional de Protección Civil SINAPROC y el Cuerpo de Bomberos en caso de emergencias. El proyecto se ubica a una distancia de 7.5 km del Centro Regional de Salud Panamá Norte y a 11.5 km del Centro de Salud de San Isidro. Además, el área de proyecto se encuera dentro del Municipio de Panamá el cual cuenta con un sistema municipal para la gestión integral del riesgo de desastres; en la zona el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales IDAAN cuenta con el proyecto de anillo hidráulico en Panamá Norte y el Ministerio de Ambiente realiza periódicamente capacitaciones en la prevención de incendios de masa vegetal, lo que refuerza la seguridad y capacidad de respuesta ante emergencias.

5.8.2.3 Análisis de Identificación de Peligros o Amenazas

- *Para este punto el promotor/consultor deberá utilizar la información generada, a partir del estudio hidrológico/hidráulico presentado en los contenidos mínimos del estudio de impacto ambiental, donde los elementos a presentar son los siguientes de acuerdo a la ubicación del proyecto: para proyectos que se ubiquen en área terrestre deberán presentar las curvas de nivel con y sin proyecto con su elevación en la tabla de atributos, y en formato digital (vectorial) a 1 metro de elevación entre cada una. Las curvas de nivel deben estar georreferenciadas en el datum WGS 84. Modelación hidrológica: se deberá realizar una modelación hidrológica bajo el cálculo de caudal para un periodo de retorno $Tr= 100$ años y un tiempo de duración de lluvia de 30 minutos. Se pueden utilizar las IDF (curva de intensidad-duración-frecuencia) que se encuentran en la gaceta Oficial Resolución 067-12 abril 2021 Manual Requisito revisión de Plano.pdf.*

utilizando el software de modelación de uso libre HEC-RAS (a partir de la sexta (6) generación desarrollada o la versión más actualizada) y que se encuentra de manera gratuita en el sitio oficial del US Army Corps. La validación de los resultados de la simulación se hace a través de la revisión de los siguientes insumos y productos utilizados y generados por HEC-RAS.

- *Archivo DEM utilizado para elaborar el “terrain”.*
- *Archivo proyecto generado por la simulación*
- *Archivo de geometría generado por la simulación.*
- *Archivo plan generado por la simulación.*
- *Archivo de flujo constante o no constante generado por la simulación.*
archivo ráster final de resultado de simulación con y sin proyecto.
- *En caso de que la simulación sea de flujo constante, otro producto adicional a revisar son las secciones transversales del afluente. Una vez el promotor/consultor realice las modelaciones anteriores, deberá entregar un análisis con su respectiva descripción en caso de que el proyecto sea afectado tomando en cuenta todas las amenazas/peligros incluidos, donde se deben desglosar los posibles riesgos climáticos que enfrentaría el proyecto presentes y futuros.*

Respuesta:

Con el objetivo de determinar y evaluar las influencias del cuerpo de agua colindante denominado Quebrada Bachiller el cual bordea el polígono del proyecto Colinas del Norte desde el noroeste al sureste y de esta manera establecer parámetros para el manejo y gestión de esta zona enmarcados en la evaluación de impacto ambiental en curso; se realizó una modelación hidrológica bajo el cálculo de caudal para un periodo de retorno de $Tr = 100$ años y un tiempo de duración de lluvia de 30 minutos.

Para ello se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Reconocimiento de la cuenca: el equipo técnico definió el área de estudio, para verificar las 32 Ha + 4,147 m² + 13.16 dc² de terreno a desarrollar
- Levantamiento y análisis de topografía: se realiza un levantamiento topográfico del terreno a desarrollar y de la Quebrada Bachiller. Se realizó tanto para las condiciones actuales como las futuras, las cuales contemplan la implantación de las terracerías del proyecto que modificarán en cierta medida el terreno natural del polígono a desarrollar.
- Evaluación y análisis de datos meteorológicos e hidrométricos: procesamiento en hojas de cálculo de datos procedentes de las estaciones meteorológicas e hidrométricas próximas al área de estudio, estableciendo intensidades de lluvia y cálculo de caudal por método racional.
- Evaluación hidrológica de la cuenca: delimitación hidrográfica del cauce principal, caracterización del mismo y de sus afluentes, áreas de drenaje y cálculos de caudales máximos de acuerdo a periodo de retorno de 100 años y tiempo de duración de la lluvia de 30 minutos. Todo de acuerdo a lo establecido en la Gaceta Oficial Resolución 067-12 abril 2021 Manual de Requisitos de Revisión de Planos del MOP.
- Confección de mapas temáticos de análisis de la cuenca de estudio a través de información secundaria y georreferenciación satelital del área de estudio
- Cálculo y deducciones hidrológicas, a partir de la digitalización de la cartografía y datos de campo. Se modelaron diferentes escenarios de inundación para el área de estudio a través del software HEC-RAS Versión 6.6 y el módulo HEC-GeoRAS del software ArcGIS de la empresa ESRI.
- Análisis y evaluación de secciones y áreas que serán inundadas cuando el cauce principal adquiera caudales máximos para un período de retorno de 100 años y un tiempo de duración de lluvia de 30 minutos.

Estimación Hidrológica de Caudales

Para la estimación del caudal de escorrentía superficial de la microcuenca de la Quebrada Bachiller, se consideró la aplicación del Método Racional en virtud de que el área de drenaje es menor de 250 Hectáreas, que corresponden al máximo de área para este tipo de análisis, establecido por el Ministerio de Obras Públicas. Al respecto, se siguieron y cumplieron todos los parámetros estipulados en la Gaceta Oficial Resolución 067-12 abril 2021 que aprueba el Manual de Requisitos de Revisión de Planos del MOP.

Caudales Máximos de Escorrentía

El Método Racional permite estimar la escorrentía de la cuenca hidrográfica mediante la expresión 1:

$$Q = C * I * A / 360 \quad (1)$$

Dónde:

Q= caudal en $m^3/seg.$

C= coeficiente de escorrentía, el cual varía según las características del terreno, forma de la cuenca y previsión de desarrollos futuros.

I= intensidad de lluvia en $mm/hora.$

A= área de drenaje la micro-cuenca en hectáreas.

El coeficiente de escorrentía (C) a utilizar será igual a 0.75 el cual es exigido por el Ministerio de Obras Públicas para áreas rurales y de bajo crecimiento, considerando que el área de estudio no cuenta con desarrollos urbanísticos aledaños actualmente y que, a futuro, únicamente se ubicará el proyecto “Colinas del Norte” en la zona.

Adicionalmente, el manual del MOP indica que este coeficiente de escorrentía, varía de acuerdo con las características del terreno y forma de la cuenca, y en este sentido, el área de drenaje de la quebrada Bachiller se caracteriza por una

vegetación moderadamente densa, pendientes suaves y suelos fracos (ver Estudio de Impacto Ambiental), considerados suelos permeables.

Estos datos han sido levantados en campo y contrastados a través de un procesamiento digital. Los mismos están detallados en la tabla siguiente.

Tabla 6 Datos generales de la Quebrada Bachiller para estimación de caudal de escorrentía

Longitud (L) (m)	Altitud inicial (m)	Altitud final (m)	Diferencia Altitudinal (H) (m)	Coef. de Escorrentía (C)	Pendiente (S)	Área (A) (Ha)
3,790.63	149.00	78.00	71.00	0.75	0.01873	215.22

Fuente: Equipo Consultor, 2024

La estimación de caudales máximos de crecida se ha realizado para el período de retorno de 100 años, con un tiempo de duración de lluvia de 30 minutos. Para la estimación de los caudales de escorrentía de la quebrada, la intensidad de lluvia se ha estimado las fórmulas tomadas del manual del MOP según la curva IDF (Intensidad-Duración-Frecuencia) correspondiente a la Cuenca Hidrográfica del Río Juan Díaz y Entre Río Juan Díaz y Río Pacora. Por lo cual, se tiene que la intensidad de lluvia para el período de retorno de 100 años es

$$I = a / (d + b)$$

Donde:

i = Intensidad de lluvia, en mm/hr

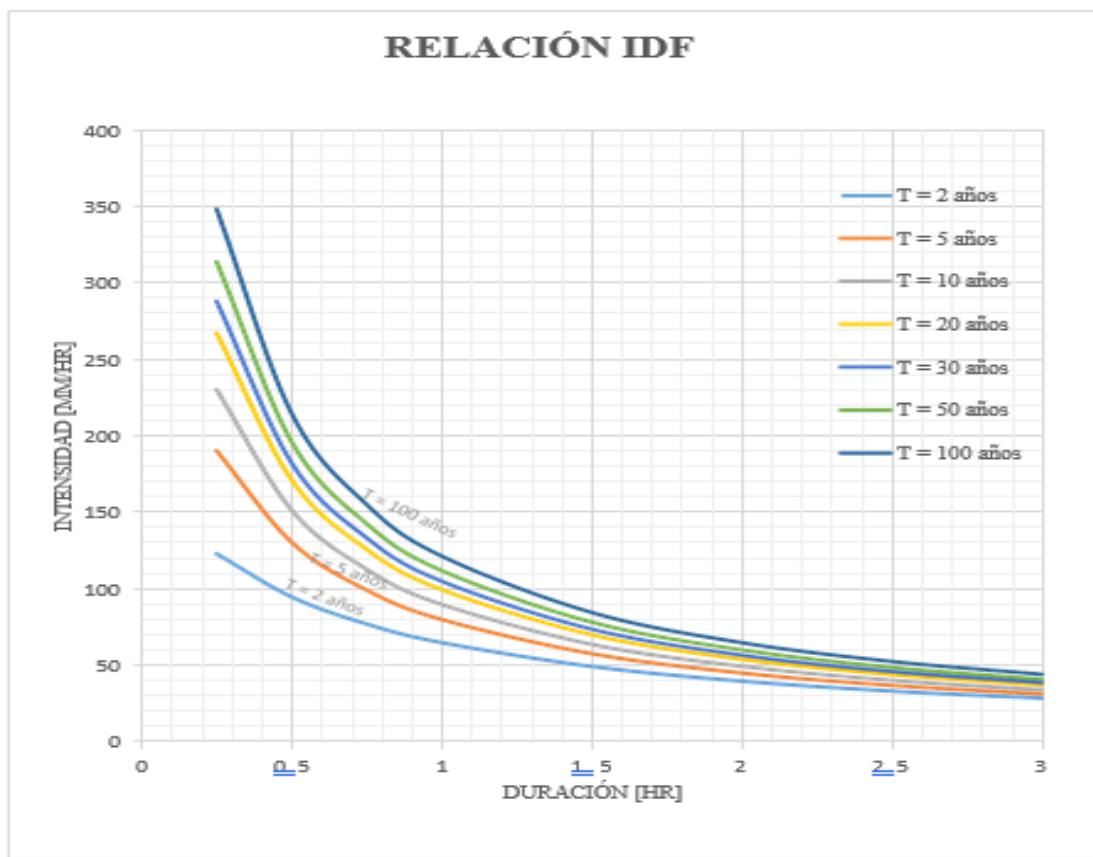
a = Cantidad total de lluvia, en mm

d = Tiempo de duración de lluvia, en hr

b = Tiempo de concentración de lluvia, en hr

La fórmula anterior se utiliza para calcular la intensidad de la lluvia (I) en milímetros por hora (mm/hr), donde a es la cantidad total de lluvia en milímetros, d es el tiempo

de duración de la lluvia en horas y **b** es el tiempo de concentración, que representa el tiempo necesario para que el agua alcance un punto específico tras comenzar a llover. La intensidad de la lluvia mide cuán fuerte es la precipitación en un periodo determinado.



Gráfica 4. 12: 144 - Relación Intensidad Duración Frecuencia

Tabla 4. 30: Ecuación de Intensidad Relación Frecuencia para Eventos con Duración d en Horas de cuenca del río Juan Díaz y ríos entre el Juan Díaz y el Pacora

T [años]	$I = \frac{a}{d + b}$						100
	2	5	10	20	30	50	
a [mm]	103.834	103.939	111.036	119.281	124.364	130.940	140.081
b [hr]	0.593	0.296	0.232	0.197	0.182	0.168	0.153
R ²	97.67%	97.84%	97.89%	97.91%	97.92%	97.92%	97.93%

Ilustración 7 Curvas de Intensidad- Duración-Frecuencia (IDF) de la Cuenca Hidrográfica del Río Juan Díaz y Entre Río Juan Díaz y Río Pacora.

Fuente: MOP, 2021.

De todo lo anterior, se han obtenido los caudales máximos de inundación para los períodos de retorno anteriormente descritos. La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en el cálculo del caudal para un período de retorno de 100 años, una duración de lluvia de 30 minutos (0.50 horas), un coeficiente de escorrentía de 0.75 y un área de drenaje de 215.22 hectáreas.

Tabla 7 Resultados de Cálculos Hidrológicos de la Quebrada Bachiller

Área de drenaje (A) (Ha)	Coef de escorrentía (c)	Cantidad total de lluvia (a)	Tiempo de Concentración (b) (Hrs)	Tiempo de duración lluvia (d) (Hrs)	Intensidad (i) para 100 años (mm/hr)	Caudal para 100 años (Q) (m ³ /s)
215.22	0.75	140.081	0.153	0.5	214.52	96.1850

Fuente: Equipo Consultor, 2018.

Por tanto, se tiene que con los datos obtenidos de análisis, la intensidad de lluvia sería de 214.52 mm/hr en dicho período de retorno, y que el caudal Q resultante de la aplicación del Método Racional ($Q=C \cdot I \cdot A / 360$), es de 96.1850 m³/s.

En el contexto de este análisis de inundación, el caudal de 96.1850 m³/s se refiere a la cantidad de agua que fluirá por la quebrada Bachiller durante un evento de inundación con período de retorno de 100 años. Este parámetro es crucial, ya que ayuda a determinar la magnitud de la escorrentía y el potencial de inundación en el proyecto y áreas adyacentes.

Este caudal se utilizará, por tanto, para modelar la propagación de la inundación, evaluar la capacidad de la topografía natural y la terracería desarrollada por el proyecto para mitigar el riesgo de posibles inundaciones en la zona.

Modelo Hidráulico

Para la estimación de los niveles de crecida de la Quebrada Bachiller correspondiente a los caudales hidrológicos con el período de retorno de 1:100 años, se levantaron secciones a lo largo del tramo del sistema fluvial de la quebrada, a cada 20 metros de separación.

Esto dio como resultado un total de ciento veintiún (121) secciones transversales. Todo esto fue realizado mediante el procesamiento del levantamiento topográfico efectuado y la georreferenciación de datos realizada a través del Sistema de información Geográfica ArcGIS.

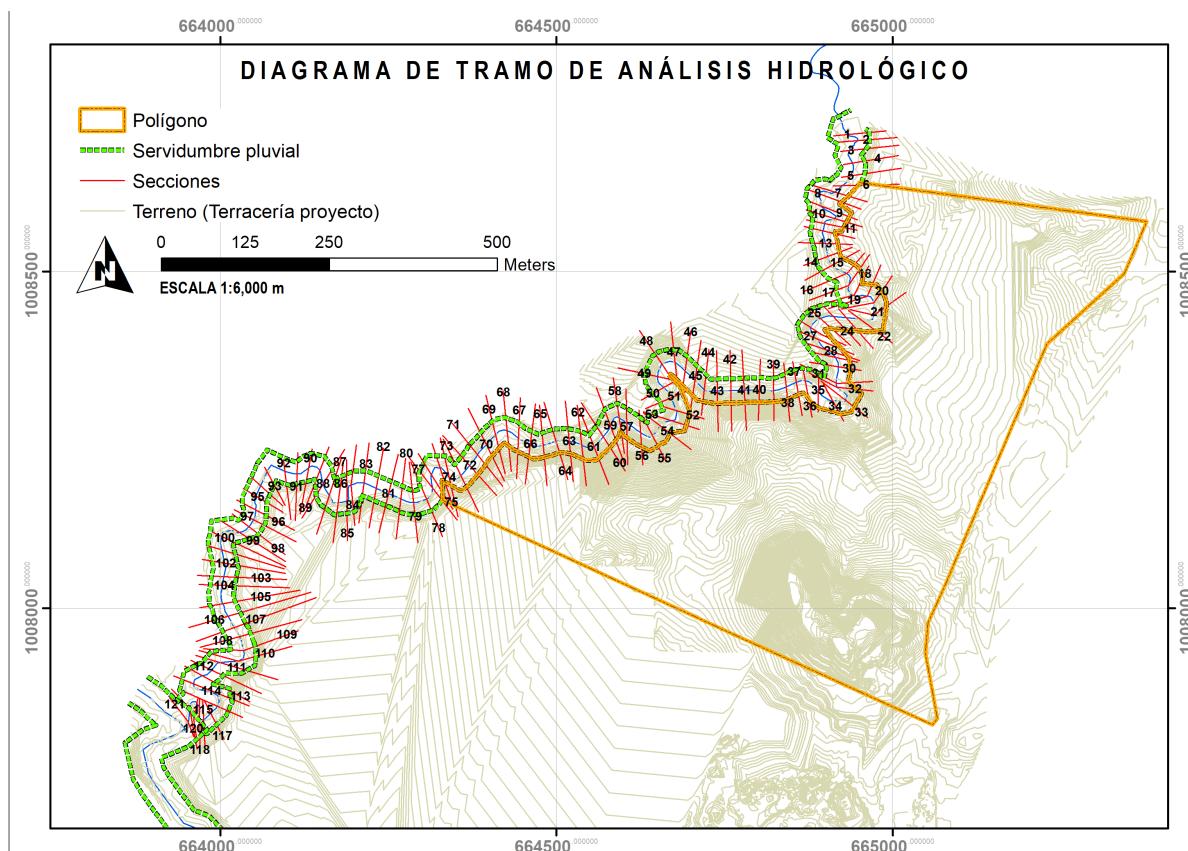


Ilustración 8 Tramo del sistema fluvial de la Quebrada Bachiller.

Fuente: Equipo Consultor, 2024.

Cabe destacar que el análisis hidrológico abarcó tanto las áreas directamente colindantes del polígono de terreno (desde la sección 1 hasta la sección 79), como las áreas aguas abajo que mantienen y soportan el caudal calculado pero que no

corresponden a colindancia directa entre la rivera de quebrada y el polígono de estudio (desde la sección 80 hasta la sección 121, donde se une la quebrada Bachiller al río María Henríquez).

Adicionalmente, es importante mencionar que la simulación se basó en un flujo constante, empleando el caudal de 96.1850 m³/s para todas las estaciones (secciones) para el análisis de inundación.

Para los cálculos de comportamiento de flujo y áreas inundables en el área de estudio se empleó el software de ingeniería hidráulica HEC-RAS, versión 6.6, considerando un Coeficiente de Rugosidad (o de Manning) de 0.035, que es el correspondiente a corrientes naturales sinuosos, con algunos charcos y escollos limpios, muy característico de la quebrada analizada.

Tabla 8 Coeficientes de rugosidad (Manning) según descripción de la corriente

Superficie	Condiciones			
	Perfectas	Buenas	Regulares	Malas
Canales y Zanjas				
Canales revestidos con concreto	0.012	0.014*	0.016*	0.018
En tierra, alineados y uniformes	0.017	0.020	0.0225	0.025*
En roca, lisos y uniformes	0.025	0.030	0.033*	0.035
En roca, con salientes y sinuosos	0.035	0.040	0.045	
Sinuosos y de escurrimiento lento	0.0225	0.025*	0.0275	0.030
Dragados en tierra	0.025	0.0275*	0.030	0.033
Con lecho pedregoso y bordos de tierra, enhierbados	0.025	0.030	0.035*	0.040
Plantilla de tierra, taludes ásperos	0.028	0.030	0.033	0.035
Corrientes naturales				
1. Limpios, bordos rectos, llanos, sin hendiduras ni charcos profundos	0.025	0.0275	0.030	0.033
2. Igual a 1, pero con algo de hierbas y piedra	0.030	0.033	0.035	0.040
3. Sinuoso, algunos charcos y escollos limpios	0.033	0.035	0.040	0.045
4. Igual a 3, de poco tirante con pendiente y sección menos eficientes	0.040	0.045	0.050	0.055
5. Igual a 3, algo de hierba y piedras	0.035	0.040	0.045	0.050
6. Igual a 4, secciones pedregosas	0.045	0.050	0.055	0.060
7. Ríos perezosos, cauce enhierbado o con charcos profundos	0.050	0.060	0.070	0.080
8. Cauces muy enhierbados	0.075	0.100	0.125	0.150

* Valores corrientemente usados en la práctica.

Fuente: Ciancaglini, N. 1966.

Asimismo, se ha asumido para todo el tramo analizado, una pendiente normal de 0.01873 o 1.87%, calculada a partir de la longitud del curso de agua (3,790.63

Metros), la cota donde nace el cauce (149 msnm) y la cota en la que se une al río María Henríquez (78 msnm), resultando una diferencia altitudinal de 71 m.

Las corridas se hicieron para un período de retorno de 100 años, empleando dos escenarios: el primero, bajo las condiciones actuales del terreno, donde se analiza el impacto de las zonas inundadas sobre el sitio tal y como se encuentra al día de hoy; y el segundo, con la terracería implantada en las áreas intervenidas, donde se evidencian posibles zonas a inundarse tras las modificaciones que hagan al terreno natural. Ambas topografías han sido proporcionadas por el promotor del proyecto. Cabe mencionar que las áreas intervenidas que no corresponden al polígono que forma parte de la evaluación ambiental en curso ya cuentan con su herramienta de evaluación ambiental correspondiente aprobada por MIAMBIENTE.

Resultados de la Simulación

Para el análisis de crecidas máximas de la Quebrada Bachiller, se debe entender que este cuerpo es un aporte independiente o afluente del Río María Henríquez y que su nacimiento se encuentra a aproximadamente 1,230 metros al norte, fuera del polígono, en zona montañosa.

Para evitar inundaciones en áreas aprovechables dentro del área de estudio, se recomienda colocar los niveles de terracería 1.50 m sobre la elevación de agua, a partir del nivel máximo del agua según el caudal obtenido para el escenario de 100 años, esto considerando que es un nivel más seguro para el desarrollo del proyecto.

Para entender los resultados del análisis de inundación sobre el terreno natural (Escenario 1) y sobre la terracería implantada (Escenario 2), se debe considerar lo siguiente:

- **Min Ch El (Elevación Mínima del Canal):** Elevación más baja en el perfil del canal, medida en metros. Representa el punto más bajo del lecho del canal.
- **W.S. Elev (Elevación de la Superficie del Agua):** Altura de la superficie del agua en el canal, medida en metros. Indica a qué nivel se encuentra el agua en comparación con el lecho del canal.
- **Crit W.S. (Elevación del Agua Crítica):** Nivel de agua crítico, que se refiere a la altura a la cual se produce el cambio en el régimen de flujo, generalmente entre flujo subcrítico y supercrítico.
- **E.G. Elev (Elevación de la Línea de Energía):** Representa la altura total de energía en el flujo, que incluye la energía potencial y cinética, medida en metros.
- **E.G. Slope (Pendiente de la Línea de Energía):** Tasa de cambio de la elevación de la línea de energía a lo largo de la canal, expresada en metros por metro (m/m). Indica la inclinación de la línea de energía.
- **Vel Chnl (Velocidad del Canal):** Velocidad del flujo de agua en el canal, medida en metros por segundo (m/s). Proporciona información sobre la rapidez del flujo.
- **Flow Area (Área de Flujo):** Área a través de la cual fluye el agua en el canal, medida en metros cuadrados (m²). Es importante para calcular el caudal.
- **Top Width (Ancho Superior):** Ancho de la superficie del agua en la parte superior del flujo, medida en metros. Este valor es relevante para entender la extensión de la inundación.
- **Froude # Chl (Número de Froude del Canal):** Un número adimensional que indica la relación entre la velocidad del flujo y la gravedad. Un valor mayor que 1 indica flujo supercrítico, mientras que un valor menor que 1 indica flujo subcrítico.

Las siguientes tablas muestran los resultados obtenidos de la simulación para un período de retorno de 100 años, una temporalidad de lluvia de 30 minutos, y se realiza sobre el terreno natural del sitio como para la terracería implantada.

Tabla 9 Resultados de simulación de TR=100 años, para el terreno natural, Quebrada Bachiller.

Sección	Estación	Q Total (m ³ /s)	Elev Mínima del Canal (m)	Elev Superficie de agua (m)	Elev del agua crítica (m)	Elev de línea de energía (m)	Pendiente de línea de energía (m/m)	Velocidad del canal (m/s)	Área de flujo (m ²)	Ancho superior (m)	# Froude del canal
1	2434.116	96.18	126	127.7	126.79	127.77	0.000946	1.25	86.77	60.13	0.31
2	2414.116	96.18	126	127.68		127.75	0.000938	1.24	85.91	58.91	0.3
3	2394.557	96.18	126	127.61		127.72	0.001692	1.62	66.18	46.51	0.41
4	2374.146	96.18	126	127.13	127.13	127.61	0.012355	3.44	31.67	33.21	1.03
5	2354.276	96.18	124	127.22	125.79	127.33	0.00087	1.75	68.78	33.91	0.32
6	2334.455	96.18	124.86	127.18		127.31	0.001432	1.83	62.31	36.2	0.39
7	2319.627	96.18	125	127.2		127.27	0.00077	1.34	84.82	52.68	0.29
8	2294.192	96.18	124.09	127.19		127.26	0.00065	1.41	88.27	49.21	0.27
9	2274.116	96.18	124	127.19		127.24	0.000468	1.11	95.7	45.82	0.23
10	2243.277	96.18	125	127.12		127.22	0.001201	1.44	69.83	41.67	0.33
11	2224.326	96.18	125	126.95		127.18	0.003192	2.52	47.1	34.22	0.58
12	2213.27	96.18	125	126.83		127.13	0.004275	2.79	41.15	30.41	0.66
13	2193.827	96.18	124.04	126.35	126.35	126.99	0.007839	4.07	30.47	25.52	0.9
14	2174.116	96.18	123.39	125.47	125.89	126.72	0.016683	5.35	21.64	20.11	1.27
15	2158.965	96.18	123	124.64	125.23	126.34	0.02966	6.19	18.25	19.8	1.64
16	2134.547	96.18	123	124.46	124.84	125.59	0.019771	5.1	22.49	24.34	1.36
17	2114.537	96.18	123	124	124.39	125.12	0.029977	4.89	20.86	23.76	1.57
18	2095.698	96.18	123	123.76	123.99	124.41	0.03102	4.19	28.3	54.4	1.54
19	2074.116	96.18	123	123.61	123.5	123.82	0.008153	1.84	47.34	67.07	0.75
20	2057.993	96.18	122.76	123.26	123.26	123.63	0.012943	1.63	36.37	49.64	0.87
21	2040.121	96.18	121.95	123.18	122.67	123.36	0.002751	1.17	52.44	39.26	0.45

22	2014.116	96.18	121	123.01	123.25	0.003325	2.11	44.43	27.98	0.56
23	1994.116	96.18	121	122.99	123.18	0.002286	2.03	51.08	32.3	0.48
24	1974.116	96.18	121	122.5	122.5	0.009383	3.43	30.64	29.69	0.93
25	1954.116	96.18	120.57	121.84	122.14	0.02548	4.6	24.57	33.24	1.44
26	1934.116	96.18	120	120.55	120.9	0.086041	5.14	19.34	42.04	2.35
27	1914.116	96.18	119	120.82	120.22	0.00158	1.57	74.57	64.25	0.39
28	1894.116	96.18	119	120.8	120.89	0.001194	1.39	76.59	56.36	0.34
29	1874.116	96.18	119	120.51	120.3	0.005766	2.67	40.07	37.1	0.73
30	1859.127	96.18	119	120.15	120.15	0.011419	3.36	31.03	31.68	1
31	1834.333	96.18	117.47	118.6	119.09	0.045278	5.64	18.07	22.76	1.9
32	1828.158	96.18	117	118.1	118.59	0.05448	5.77	17.21	24.39	2.05
33	1800.586	96.18	117	118.58	118.08	0.002647	1.91	53.71	41.04	0.5
34	1779.612	96.18	117	118.12	118.12	0.012383	3.1	31.22	33.25	1
35	1753.755	96.18	115.91	117.08	117.38	0.02856	4.75	23.33	34.62	1.53
36	1728.058	96.18	115	117.31	116.59	0.002008	1.99	57.88	40.46	0.44
37	1714.116	96.18	115	117.23	117.43	0.002432	2.14	49.4	31.81	0.49
38	1697.732	96.18	115	116.65	116.65	0.009245	3.75	27.92	22.32	0.94
39	1678.006	96.18	114.06	115.85	116.17	0.02027	5	20.82	17.4	1.34
40	1656.9	96.18	113	115.87	115.87	0.009091	4.07	25.4	16.53	0.92
41	1634.116	96.18	113	114.34	114.93	0.041016	6.36	16.47	16.62	1.86
42	1614.116	96.18	113	115.37	114.8	0.002611	2.34	48	32.09	0.52
43	1594.116	96.18	113	114.75	114.75	0.010067	3.89	26.78	19.98	0.97
44	1574.116	96.18	111	112.96	113.63	0.034404	6.3	15.28	10.49	1.67
45	1554.116	96.18	111	112.59	113.08	0.033564	5.57	17.25	15.04	1.66
46	1534.116	96.18	110.5	111.39	111.84	0.093666	6.33	16.95	32.99	2.57
47	1514.116	96.18	110	110.72	111	0.03906	3.8	22.93	35.75	1.63
48	1494.116	96.18	109.52	110.77	110.53	0.005861	2.12	40.23	34.19	0.69

49	1474.116	96.18	108.95	110.53		110.93	0.006366	2.83	34.39	23.28	0.75
50	1454.288	96.18	108	110.67		110.8	0.0014	1.81	63.27	44.06	0.39
51	1434.802	96.18	107	109.82	109.81	110.67	0.01135	4.09	23.54	13.86	1
52	1414.116	96.18	107	109.6	109.6	110.44	0.010891	4.08	24	15.14	0.96
53	1394.116	96.18	107	108.04	108.61	109.92	0.051918	6.08	15.83	16.85	2
54	1374.116	96.18	105	106.75	107.44	108.91	0.046655	6.52	14.75	12.49	1.92
55	1354.116	96.18	105	107.53	107.53	108.33	0.011488	3.96	24.28	15.48	1.01
56	1334.116	96.18	105	107.4	106.54	107.63	0.002019	2.17	46.77	25.07	0.46
57	1308.727	96.18	104.59	106.83	106.83	107.49	0.011472	3.6	26.73	20.27	1
58	1295.148	96.18	104	106.16	106.32	107.27	0.015228	4.65	20.66	11.81	1.12
59	1274.116	96.18	103	104.87	105.46	106.71	0.039021	6.01	16.02	13.62	1.77
60	1254.116	96.18	102.56	104.05	104.67	105.87	0.044608	5.97	16.15	16.2	1.88
61	1234.116	96.18	101.29	104.63	104.03	105.19	0.005473	3.3	29.2	12.8	0.69
62	1214.116	96.18	101	104.69		105.04	0.00332	2.61	36.83	15.86	0.55
63	1194.116	96.18	102	104.04	104.04	104.88	0.011548	4.07	23.66	14.04	1
64	1174.116	96.18	100	101.99	102.73	104.33	0.041451	6.78	14.19	10.01	1.82
65	1154.116	96.18	100	102.23	102.52	103.48	0.01815	4.95	19.43	11.97	1.24
66	1134.116	96.18	99.17	100.72	101.34	102.8	0.057154	6.39	15.04	16.05	2.11
67	1114.116	96.18	98	99.08	99.77	101.47	0.074167	6.85	14.04	16.67	2.38
68	1094.116	96.18	98	98.93	99.3	100.13	0.035134	4.95	20.51	27.61	1.67
69	1074.116	96.18	96	97.57	98.1	99.26	0.047563	5.77	16.7	19.02	1.94
70	1054.116	96.18	96	97.73	97.85	98.56	0.012911	4.05	24.5	19.68	1.07
71	1034.116	96.18	96	97.68	97.68	98.36	0.010207	3.79	27.33	20.69	0.96
72	1014.116	96.18	96	96.93	97.24	97.99	0.030743	4.76	21.5	26.13	1.58
73	994.116	96.18	94	95.03	95.57	96.98	0.074043	6.57	15.92	23.64	2.35
74	974.1159	96.18	94	95.48	95.14	95.79	0.004639	2.53	39.89	29.57	0.66
75	954.116	96.18	94	95.42		95.7	0.004641	2.32	41.65	31.34	0.64

76	934.116	96.18	94	95.44		95.59	0.002495	1.82	55.71	42.08	0.48
77	914.116	96.18	93.23	94.96	94.96	95.47	0.012299	3.21	30.61	30.27	1.01
78	894.116	96.18	92	93.35	93.88	94.96	0.037245	5.64	17.47	18.71	1.74
79	874.116	96.18	92	93.19	93.49	94.17	0.023635	4.66	22.9	26.12	1.4
80	854.116	96.18	92	93.27	93.27	93.79	0.011419	3.39	30.6	29.69	0.99
81	834.116	96.18	90.89	92.78	92.88	93.53	0.012101	3.97	26.08	22.12	1.05
82	814.116	96.18	90	91.26	91.82	93.01	0.045135	5.91	16.6	17.97	1.91
83	794.116	96.18	90	90.98	91.29	92.03	0.032829	4.34	21.21	25.64	1.58
84	774.116	96.18	90	91.15	90.95	91.41	0.005789	2.31	44.2	47.77	0.7
85	747.5142	96.18	89.84	90.82	90.82	91.19	0.012698	2.81	36.51	50.89	0.99
86	734.116	96.18	89.44	90.88	90.46	91.01	0.003225	1.7	58.7	57.46	0.52
87	714.116	96.18	88	90.77		90.94	0.004137	1.96	53.26	53.61	0.57
88	694.1161	96.18	88.85	90.4	90.4	90.78	0.012623	2.87	35.96	48.66	1
89	674.116	96.18	88.38	89.89	89.94	90.47	0.018103	3.49	29.21	38.74	1.2
90	654.1603	96.18	87.87	89.28	89.49	90.03	0.025256	3.97	25.84	37.29	1.4
91	633.441	96.18	87.35	88.77	88.99	89.58	0.019541	4.27	25.33	30.16	1.29
92	614.6771	96.18	86.74	88.21	88.52	89.19	0.021818	4.67	24.22	34.77	1.38
93	589.9522	96.18	86	87.87	87.02	87.98	0.00155	1.7	64.92	42.36	0.4
94	570.1448	96.18	86	87.72		87.93	0.002983	2.19	49.46	37.21	0.54
95	554.116	96.18	86	87.5		87.85	0.005845	2.8	38.41	33.22	0.74
96	532.3502	96.18	86	87.44		87.71	0.004486	2.42	43.66	38.29	0.65
97	516.9835	96.18	86	87.46		87.63	0.002854	1.97	54.36	44.35	0.52
98	504.592	96.18	86	87.06	87.06	87.53	0.012383	3.1	31.8	34.05	1
99	487.6944	96.18	84.42	86.73	86.2	87	0.003435	2.3	42.47	27.95	0.57
100	454.2961	96.18	84	86.37	86.37	86.82	0.00732	3.06	35.43	45.85	0.81
101	434.1649	96.18	84	85.41	85.73	86.5	0.028202	4.62	20.81	21.71	1.51
102	413.9453	96.18	84	85.69	85.69	86.09	0.007487	2.92	38.67	55.15	0.82

103	393.3529	96.18	84	84.81	85.11	85.73	0.03979	4.7	24.67	50.94	1.73
104	380.2426	96.18	84	85.07	84.78	85.2	0.003637	1.8	63.19	78.68	0.56
105	352.0713	96.18	84	84.67	84.67	84.98	0.01429	2.52	38.83	62.65	1
106	331.6377	96.18	82.91	84.13	84.23	84.57	0.023172	2.87	33.14	65.07	1.25
107	312.5026	96.18	82	83.33	83.56	84.12	0.019057	4.16	26.06	38.43	1.27
108	296.9758	96.18	82	83.16	83.35	83.77	0.018635	4.02	31.76	55.68	1.24
109	275.3656	96.18	82	83.16	82.84	83.3	0.003599	1.81	59	63.65	0.55
110	254.9305	96.18	82	83.15		83.24	0.001848	1.34	77.51	78.36	0.4
111	227.9688	96.18	82	82.9		83.13	0.007834	2.24	44.91	57.97	0.78
112	210.0556	96.18	81.44	82.59	82.59	82.92	0.01076	2.86	39.55	57.39	0.94
113	193.2196	96.18	80.73	81.72	82	82.58	0.039626	3.89	23.57	38.86	1.65
114	173.935	96.18	80	81.75	81	81.85	0.001535	1.39	69.11	49.37	0.38
115	113.9954	96.18	80	81.69		81.78	0.00139	1.36	69.93	46.86	0.35
116	99.38477	96.18	80	81.15	81.15	81.67	0.01242	2.99	30.21	29.09	1
117	85.10355	96.18	80	80.8	80.94	81.42	0.022385	3.42	27.71	37.01	1.29
118	78.77155	96.18	80	81.07	80.82	81.29	0.005438	2.14	45.87	47.36	0.68
119	54.11598	96.18	80	81.04		81.19	0.00398	1.85	54.83	56.27	0.58
120	34.11584	96.18	80	80.71	80.71	81.04	0.013837	2.67	38.22	59.49	1.01
121	14.11595	96.18	78.41	80.39	80.46	80.79	0.015502	3.15	36.72	64.29	1.08

Fuente: Equipo Consultor, 2024.

Tabla 10 Resultados de simulación de TR=100 años, para la terracería implantada, Quebrada Bachiller.

Sección	Estación	Q Total (m ³ /s)	Elev Mínima del Canal (m)	Elev Superficie de agua (m)	Elev del agua crítica (m)	Elev de línea de energía (m)	Pendiente de línea de energía (m/m)	Velocidad del canal (m/s)	Área de flujo (m ²)	Ancho superior (m)	# Froude del canal
1	2434.116	96.18	126	127.37	126.38	127.42	0.000585	0.85	102.97	64.55	0.23
2	2414.116	96.18	126	127.34		127.4	0.000924	1.06	88.7	62.4	0.29
3	2394.557	96.18	126	127.32		127.39	0.000968	1.07	82.64	53.72	0.3
4	2374.146	96.18	126	127.25		127.36	0.001368	1.23	67.96	43.04	0.35
5	2354.276	96.18	124	127.28		127.33	0.000434	1.25	97.86	45.57	0.23
6	2334.455	96.18	124.86	127.18		127.31	0.001432	1.83	62.31	36.2	0.39
7	2319.627	96.18	125	127.2		127.27	0.00077	1.34	84.83	52.68	0.29
8	2294.192	96.18	124.09	127.19		127.26	0.00065	1.41	88.28	49.21	0.27
9	2274.116	96.18	124	127.19		127.24	0.000466	1.11	95.83	45.82	0.23
10	2243.277	96.18	125	127.12		127.22	0.001201	1.44	69.84	41.67	0.33
11	2224.326	96.18	125	126.95		127.18	0.003192	2.52	47.1	34.22	0.58
12	2213.27	96.18	125	126.83		127.13	0.004275	2.79	41.15	30.41	0.66
13	2193.827	96.18	124.04	126.35	126.35	126.99	0.007839	4.07	30.47	25.52	0.9
14	2174.116	96.18	123.39	125.47	125.89	126.72	0.016682	5.35	21.65	20.11	1.27
15	2158.965	96.18	123	124.64	125.23	126.34	0.029659	6.19	18.25	19.8	1.64
16	2134.547	96.18	123	124.46	124.84	125.59	0.019771	5.1	22.49	24.34	1.36
17	2114.537	96.18	123	124	124.39	125.12	0.029977	4.89	20.86	23.76	1.57
18	2095.698	96.18	123	123.76	123.99	124.41	0.031022	4.19	28.3	54.4	1.54
19	2074.116	96.18	123	123.61	123.5	123.82	0.008152	1.84	47.34	67.07	0.75
20	2057.993	96.18	122.76	123.26	123.26	123.63	0.012944	1.63	36.37	49.64	0.87
21	2040.121	96.18	121.95	123.18	122.67	123.36	0.002751	1.17	52.44	39.26	0.45
22	2014.116	96.18	121	123.01		123.25	0.003325	2.11	44.43	27.98	0.56
23	1994.116	96.18	121	122.99		123.18	0.002287	2.03	51.08	32.3	0.48

24	1974.116	96.18	121	122.5	122.5	123.06	0.009382	3.43	30.64	29.69	0.93
25	1954.116	96.18	120.57	121.84	122.14	122.73	0.02548	4.6	24.57	33.25	1.44
26	1934.116	96.18	120	120.55	120.91	121.81	0.086039	5.14	19.34	42.04	2.35
27	1914.116	96.18	119	120.82	120.22	120.92	0.00158	1.57	74.57	64.25	0.39
28	1894.116	96.18	119	120.8		120.89	0.001194	1.39	76.6	56.36	0.34
29	1874.116	96.18	119	120.51	120.3	120.82	0.005766	2.67	40.08	37.1	0.73
30	1859.127	96.18	119	120.15	120.15	120.66	0.01142	3.36	31.03	31.68	1
31	1834.333	96.18	117.47	118.6	119.09	120.09	0.045276	5.64	18.07	22.76	1.9
32	1828.158	96.18	117	118.1	118.6	119.77	0.054501	5.77	17.21	24.39	2.05
33	1800.586	96.18	117	118.58	118.08	118.75	0.002647	1.91	53.71	41.04	0.5
34	1779.612	96.18	117	118.12	118.12	118.6	0.012383	3.1	31.22	33.25	1
35	1753.755	96.18	115.91	117.08	117.38	118.08	0.028559	4.75	23.33	34.62	1.53
36	1728.058	96.18	115	117.31	116.59	117.46	0.002008	1.99	57.88	40.46	0.44
37	1714.116	96.18	115	117.23		117.43	0.002432	2.14	49.41	31.81	0.49
38	1697.732	96.18	115	116.65	116.65	117.31	0.009247	3.75	27.92	22.32	0.94
39	1678.006	96.18	114.06	115.85	116.17	117	0.020269	5	20.82	17.4	1.34
40	1656.9	96.18	113	115.87	115.87	116.67	0.00909	4.07	25.4	16.53	0.92
41	1634.116	96.18	113	114.34	114.93	116.19	0.041016	6.36	16.47	16.62	1.86
42	1614.116	96.18	113	115.37	114.8	115.6	0.002611	2.34	48.01	32.09	0.52
43	1594.116	96.18	113	114.75	114.75	115.46	0.010067	3.89	26.78	19.98	0.97
44	1574.116	96.18	111	112.96	113.63	114.98	0.034403	6.3	15.28	10.49	1.67
45	1554.116	96.18	111	112.59	113.08	114.17	0.033565	5.57	17.25	15.05	1.66
46	1534.116	96.18	110.5	111.39	111.84	113.11	0.093665	6.33	16.95	32.99	2.57
47	1514.116	96.18	110	110.72	111	111.64	0.03906	3.8	22.93	35.75	1.63
48	1494.116	96.18	109.52	110.77	110.53	111.07	0.00586	2.12	40.23	34.19	0.69
49	1474.116	96.18	108.95	110.53		110.93	0.006366	2.83	34.39	23.28	0.75
50	1454.288	96.18	108	110.67		110.8	0.0014	1.81	63.27	44.06	0.39
51	1434.802	96.18	107	109.82	109.81	110.67	0.01135	4.09	23.54	13.86	1

52	1414.116	96.18	107	109.6	109.6	110.44	0.010891	4.08	24	15.14	0.96
53	1394.116	96.18	107	108.04	108.61	109.92	0.05192	6.08	15.83	16.85	2
54	1374.116	96.18	105	106.75	107.44	108.91	0.046655	6.52	14.75	12.49	1.92
55	1354.116	96.18	105	107.53	107.53	108.33	0.011489	3.96	24.28	15.48	1.01
56	1334.116	96.18	105	107.4	106.54	107.63	0.002019	2.17	46.77	25.07	0.46
57	1308.727	96.18	104.59	106.83	106.83	107.49	0.011471	3.6	26.73	20.27	1
58	1295.148	96.18	104	106.16	106.32	107.27	0.015227	4.65	20.67	11.81	1.12
59	1274.116	96.18	103	104.87	105.46	106.71	0.039021	6.01	16.02	13.62	1.77
60	1254.116	96.18	102.56	104.05	104.67	105.87	0.044608	5.97	16.15	16.2	1.88
61	1234.116	96.18	101.29	104.63	104.03	105.19	0.005474	3.3	29.2	12.8	0.69
62	1214.116	96.18	101	104.69		105.04	0.003316	2.61	36.85	15.86	0.55
63	1194.116	96.18	102	104.04	104.04	104.88	0.011549	4.07	23.66	14.04	1
64	1174.116	96.18	100	101.99	102.73	104.33	0.04145	6.78	14.19	10.01	1.82
65	1154.116	96.18	100	102.23	102.52	103.48	0.01815	4.95	19.43	11.97	1.24
66	1134.116	96.18	99.17	100.72	101.34	102.8	0.057153	6.39	15.04	16.05	2.11
67	1114.116	96.18	98	99.08	99.77	101.47	0.074165	6.85	14.04	16.67	2.38
68	1094.116	96.18	98	98.87	99.24	100.05	0.039492	5.01	20.84	31.35	1.75
69	1074.116	96.18	96	97.52	98.01	99.13	0.049331	5.72	17.64	23.57	1.96
70	1054.116	96.18	96	98.15	97.87	98.51	0.004647	2.81	38.88	31.24	0.66
71	1034.116	96.18	96	97.69	97.69	98.35	0.010037	3.76	27.77	21.74	0.95
72	1014.116	96.18	96	96.93	97.24	97.98	0.030393	4.74	21.58	26.15	1.57
73	994.116	96.18	94	95.03	95.57	96.98	0.074085	6.57	15.91	23.64	2.35
74	974.1159	96.18	94	94.88	95.14	95.81	0.027436	4.35	22.8	27.45	1.48
75	954.116	96.18	94	95.53	94.72	95.64	0.001562	1.4	65.15	40.7	0.38
76	934.116	96.18	94	95.44		95.59	0.002495	1.82	55.71	42.09	0.48
77	914.116	96.18	93.23	94.96	94.96	95.47	0.012299	3.21	30.61	30.27	1.01
78	894.116	96.18	92	93.35	93.88	94.96	0.037242	5.64	17.47	18.71	1.74
79	874.116	96.18	92	93.19	93.49	94.17	0.023635	4.66	22.9	26.12	1.4

80	854.116	96.18	92	93.27	93.27	93.79	0.011419	3.39	30.6	29.69	0.99
81	834.116	96.18	90.89	92.78	92.88	93.53	0.0121	3.97	26.08	22.12	1.05
82	814.116	96.18	90	91.26	91.82	93.01	0.045134	5.91	16.61	17.97	1.91
83	794.116	96.18	90	90.98	91.29	92.03	0.032829	4.34	21.21	25.64	1.58
84	774.116	96.18	90	91.15	90.95	91.41	0.00579	2.31	44.2	47.77	0.7
85	747.5142	96.18	89.84	90.82	90.82	91.19	0.012695	2.81	36.52	50.89	0.99
86	734.116	96.18	89.44	90.1	90.33	90.87	0.035186	2.85	25.34	44.22	1.46
87	714.116	96.18	87.84	88.99	89.32	90.12	0.039007	4.87	20.82	27.77	1.69
88	694.1161	96.18	86.77	88.49	88.75	89.49	0.022354	4.44	21.66	19.85	1.36
89	674.116	96.18	87.03	88.6	88.36	89.06	0.006452	1.58	33.95	27.67	0.66
90	654.1603	96.18	86.91	88.25	88.25	88.88	0.008566	1.59	29.21	25.12	0.74
91	633.441	96.18	86	86.78	87.26	88.41	0.038871	3.51	17.48	18.84	1.59
92	614.6771	96.18	85.73	87.51	86.43	87.64	0.001187	1.05	65.07	39.1	0.32
93	589.9522	96.18	85.92	87.51		87.59	0.001087	1.24	77.55	47.66	0.32
94	570.1448	96.18	86	87.46		87.56	0.001364	1.32	68.47	44.21	0.35
95	554.116	96.18	86	87.45		87.53	0.000946	1.1	77.65	46.71	0.3
96	532.3502	96.18	85.81	87.44		87.51	0.000919	1.1	78.68	47.95	0.29
97	516.9835	96.18	86	87.41		87.5	0.001306	1.3	74.64	53.89	0.35
98	504.592	96.18	86	87.02	87.02	87.43	0.011954	2.98	34.88	43.99	0.98
99	487.6944	96.18	84.42	85.85	86.21	87.04	0.034356	4.83	19.9	22.49	1.64
100	454.2961	96.18	84	86.1	86.1	86.54	0.009763	3.14	34.6	38.07	0.91
101	434.1649	96.18	84	85.93	85.64	86.22	0.00514	2.51	42.08	39.75	0.68
102	413.9453	96.18	84	85.53	85.53	86.05	0.01118	3.31	30.82	30.47	0.98
103	393.3529	96.18	83.57	83.97	84.5	85.55	0.034579	1.8	17.55	17.88	1.29
104	380.2426	96.18	83.54	84.1	84.4	85.03	0.018477	1.06	24.43	38.49	0.9
105	352.0713	96.18	83.85	83.98	83.98	84.54	0.010494	0.48	29.28	24.22	0.59
106	331.6377	96.18	82.23	83.62	82.96	83.83	0.002648	1.15	49.21	34.89	0.44
107	312.5026	96.18	82	83.6		83.76	0.00311	1.95	56.53	53.83	0.53

108	296.9758	96.18	82	83.35	83.35	83.67	0.008632	2.99	42.25	59.93	0.86
109	275.3656	96.18	82	83.16	82.84	83.3	0.00362	1.81	58.89	63.65	0.55
110	254.9305	96.18	82	83.15		83.23	0.001859	1.35	77.37	78.33	0.4
111	227.9688	96.18	82	82.77	82.77	83.11	0.01362	2.68	37.54	56.02	1.01
112	210.0556	96.18	81.44	82.31	82.41	82.76	0.020669	3.15	33.69	61.64	1.23
113	193.2196	96.18	80.73	81.86	82	82.42	0.021882	3.17	28.96	41.63	1.25
114	173.935	96.18	80	81.75	81	81.85	0.001535	1.39	69.11	49.37	0.38
115	113.9954	96.18	80	81.69		81.78	0.00139	1.36	69.93	46.86	0.35
116	99.38477	96.18	80	81.15	81.15	81.67	0.01242	2.99	30.21	29.09	1
117	85.10355	96.18	80	80.74	80.91	81.39	0.026766	3.57	27.26	41.57	1.39
118	78.77155	96.18	80	81.05	80.7	81.2	0.003569	1.72	57.21	58.8	0.55
119	54.11598	96.18	80	80.9		81.12	0.006297	2.12	47.47	55.43	0.71
120	34.11584	96.18	80	80.71		80.95	0.009776	2.25	44.91	67.81	0.85
121	14.11595	96.18	78.41	80.46	80.46	80.77	0.010898	2.79	41.45	65.34	0.92

Fuente: Equipo Consultor, 2024.

A partir de los datos obtenidos, se procedió a esquematizar la huella de inundación en el área de estudio, tanto para el terreno natural, como para la terracería implantada.

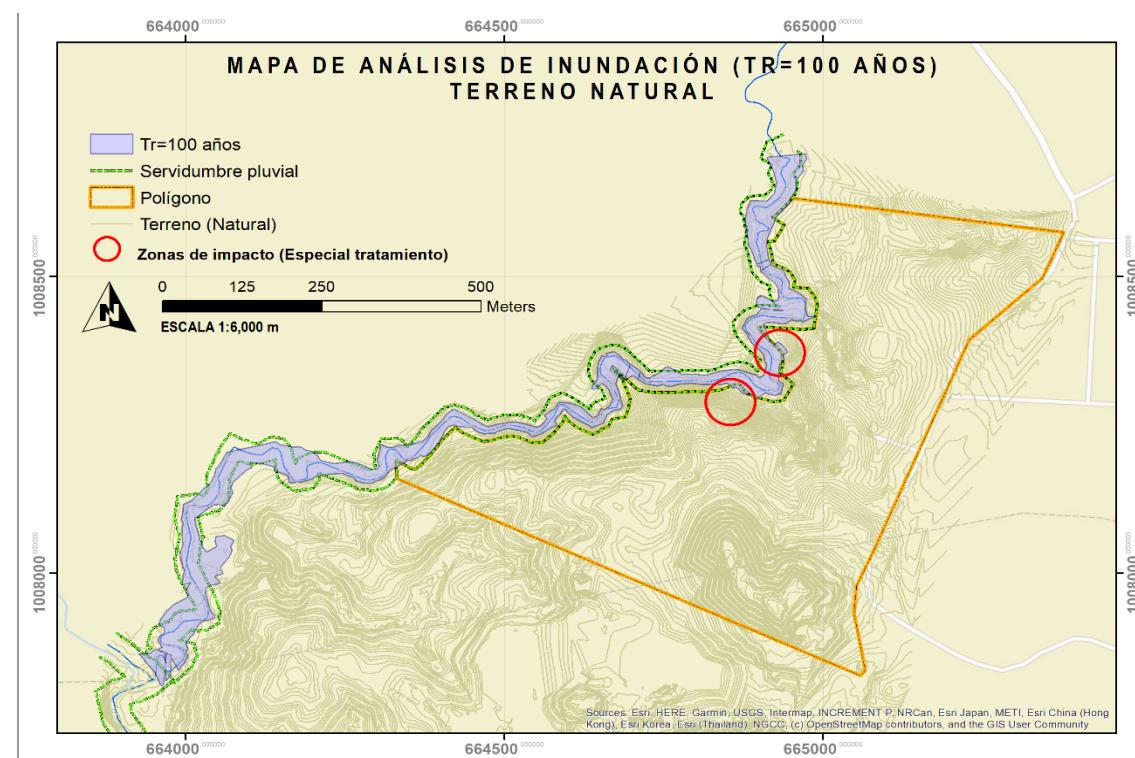


Ilustración 9 Huella de inundación con simulación sobre terreno natural.

Fuente: Equipo consultor, 2024.

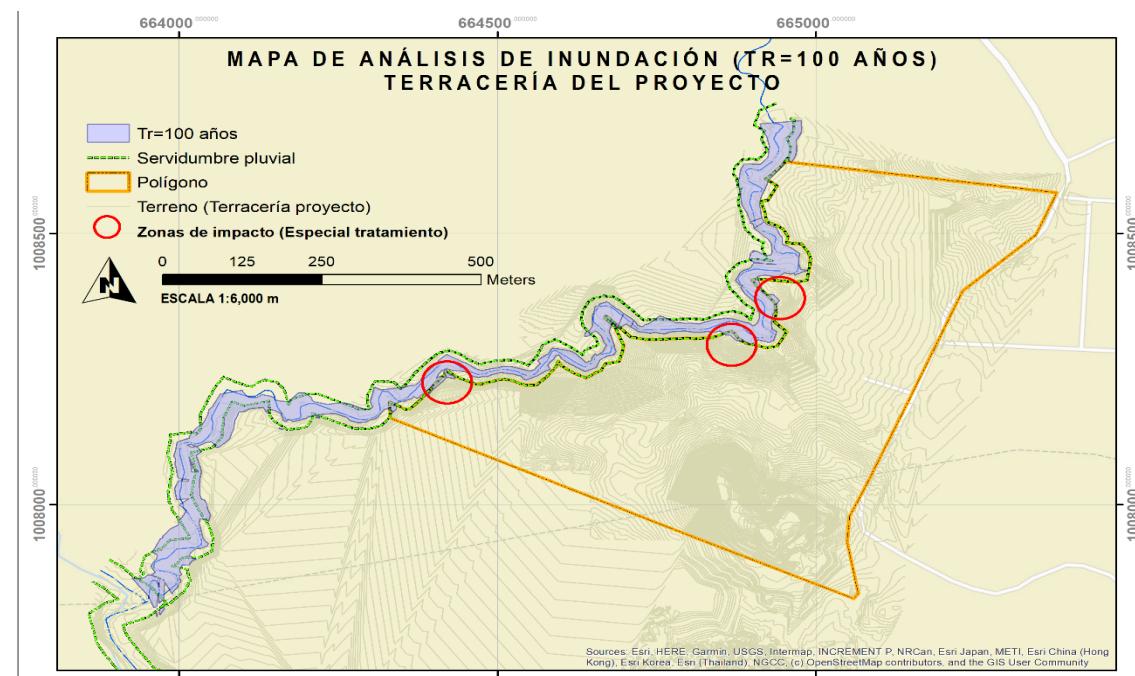


Ilustración 10 Huella de inundación con simulación sobre terracería implantada.

Fuente: Equipo consultor, 2024.

Basado en los resultados presentados previamente, se ha verificado que la huella de inundación resultante, tanto en el análisis sobre el terreno natural como la terracería, se enmarca dentro del perímetro de la servidumbre pluvial aprobada que colinda directamente con el polígono del proyecto, salvo tres (3) pequeñas áreas hacia el centro de la poligonal y sur de la misma (demarcadas con círculos rojos).

Sobre estas tres pequeñas zonas se evidencia un posible impacto de los niveles de inundación, presenciándose un ingreso de la huella de inundación al polígono de 5 aproximadamente metros (el mayor de estos tres). Es importante destacar que la incidencia es muy mínima y que además estamos hablando de un modelo que emplea triangulación digital para trazar dicha huella, por lo que pudiera haber influencia de ello en este sentido.

Sin embargo, se ha verificado que, de acuerdo al diseño del proyecto, estas áreas corresponden a zonas amortiguadoras a la servidumbre pluvial, y las mismas servirán como áreas de drenaje directo, donde no se contempla desarrollo alguno. No obstante, es imprescindible asegurar su resguardo y monitoreo durante el desarrollo del proyecto.

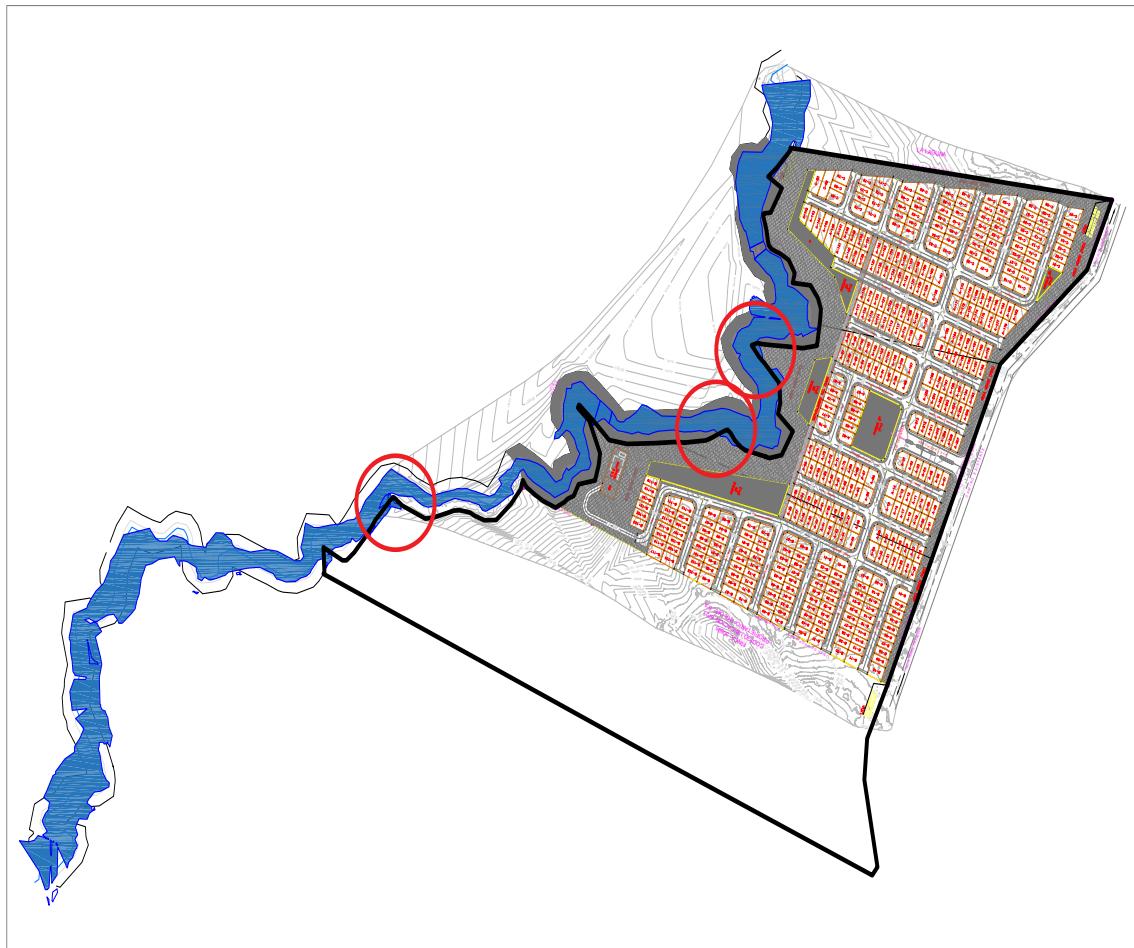


Ilustración 11 Diagrama de implantación de diseño del proyecto sobre terreno.

Fuente: Equipo Consultor, 2024

Conclusiones

Las condiciones del sector de estudio permiten identificar las áreas más propensas a fenómenos de inundación ante eventos de crecidas máximas. Estas corresponden a zonas próximas a la quebrada quedando enmarcadas por la servidumbre pluvial aprobada, que se extiende 20 metros de lado y lado del cauce.

Se pudo validar que la huella de inundación se extiende dentro de la servidumbre pluvial, sin extenderse hacia el polígono, salvo tres pequeñas áreas puntuales donde se evidenció un pequeño impacto de los niveles de inundación (ingreso al

polígono de estudio), pero se constató que estas áreas no se contemplan como áreas desarrollables por el proyecto Colinas del Norte, sino como áreas amortiguadoras o de apoyo a la servidumbre de protección ambiental.

Los eventos de inundación tienen mayor probabilidad de ocurrencia durante la época lluviosa, donde las precipitaciones aumentan, y estas corresponden al mes de octubre, ya que de acuerdo a la data histórica, en este mes se evidencian los mayores niveles de lluvia máxima.

El modelo hidráulico en este análisis ha considerado un caudal máximo para el período de retorno 1:100 años y un tiempo de duración de lluvia de 30 minutos. Dicho caudal el cual ha resultado en 96.18 m³/s.

Se han establecido un total de ciento veintiún (121) secciones transversales de la Qda. Bachiller, cada 20 metros de distancia, para simular los escenarios de inundación bajo el período de retorno de 1:100 años y así validar los niveles seguros de terracería.

Sobre los resultados del análisis de inundaciones propiamente, se establecen las siguientes conclusiones:

- **Elevación del Agua:** La elevación del agua (m) varía significativamente a lo largo de la estación, alcanzando un máximo de 127.42 m en las secciones más altas y bajando a 78.41 m en las secciones más bajas. Esto indica un descenso progresivo del nivel del agua a medida que se avanza hacia el cauce.
- **Pendiente de Línea de Energía:** La pendiente de la línea de energía presenta variaciones, con valores que van de 0.000585 m/m a 0.074165 m/m. Un aumento en la pendiente podría indicar un aumento en la energía potencial, lo que puede influir en la capacidad del curso de agua para manejar el caudal.

- **Velocidad del Agua:** Las velocidades del agua son generalmente bajas en las secciones superiores (0.23 m/s) y aumentan a medida que se desciende (hasta 6.85 m/s en secciones más bajas). Esto sugiere un aumento en la erosión potencial en las secciones más rápidas.
- **Número de Froude:** Los valores del número de Froude en el canal oscilan entre 0.23 y 2.57. Un número de Froude mayor a 1 indica flujo supercrítico, lo que podría presentar mayor riesgo de inundación y erosión en las secciones correspondientes (sección 46, por ejemplo).

Se concluye, finalmente, que los niveles de terracería empleados para el desarrollo Colinas del Norte son óptimos y apropiados. Respetando los mismos se salvaguardarán las futuras infraestructuras, edificaciones y demás elementos constructivos propios del desarrollo del área.

Recomendaciones

Finalmente, se presentan las siguientes recomendaciones, las cuales pueden ayudar a gestionar mejor los recursos hídricos del área, incluyendo la Quebrada Bachiller, y minimizar el impacto de las inundaciones en la región.

- **Monitoreo Continuo:** Implementar un sistema de monitoreo continuo de los niveles y velocidades de agua durante el desarrollo de la obra y la ocupación del proyecto, sobre todo durante la temporada de lluvias.
- **Mantenimiento del Curso de Agua:** Realizar mantenimientos regulares que correspondan al retiro de materiales que puedan obstruir el cuerpo de agua, especialmente en las secciones donde se observan velocidades altas y erosión (#Froude mayor a 1), para prevenir la degradación del cauce.
- **Evaluación de Riesgos:** Realizar una evaluación de riesgos en las áreas adyacentes al canal, enfocándose en las secciones con números de Froude elevados, para implementar medidas preventivas.

- **Educación y Concienciación:** Desarrollar programas de educación para la comunidad sobre el manejo de inundaciones y la importancia de mantener los cauces limpios y libres de obstrucciones.

Se adjunta a este documento completo de informe de análisis hidrológico - Quebrada Bachiller, como complemento al análisis de identificación de peligros o amenazas para la adaptación y mitigación al cambio climático para el proyecto Colinas del Norte.

5.8.3 Análisis e identificación de vulnerabilidad frente a amenazas por factores naturales y climáticos en el área de influencia.

Realizar la clasificación de amenazas climáticas y elaborar la matriz de vulnerabilidad, tomando en cuenta los resultados de los puntos anteriores. Este análisis le permitirá determinar cuáles medidas de adaptación son las más adecuadas y realistas para riesgo identificado, e incluirlas en la sección 9.8.1 Puede utilizar como guía la información disponible en: <https://gacetaoficial.gob.pa/pdfTemp/30058/105548.pdf>.

Respuesta

Con base a la información arrojada por el análisis hidrológico precedente para la Quebrada Bachiller, se presenta a continuación la clasificación de amenazas climáticas y un resumen de la evaluación de la vulnerabilidad frente a las amenazas climáticas identificadas para el proyecto **Colinas del Norte** a través de la siguiente matriz de identificación de Vulnerabilidad.

Tabla 11 Clasificación de Amenazas Climáticas

Riesgo / Amenaza	Exposición	Sensibilidad	Capacidad Adaptativa
Incendios de masa vegetal	Alta	Alta	Media
Inundaciones	Baja	Media	Alta
Sequías	Alta	Baja	Media
Disponibilidad de Agua (escasez)	Baja	Baja	Alta
Tormentas	Media	Media	Media
Aumento de casos de dengue y enfermedades por vectores	Media	Alta	Baja
Deslizamientos de tierra	Baja	Media	Alta
Erosión de Suelos	Media	Alta	Alta

Fuente: Equipo Consultor, 2024

Las descripciones y criterios orientadores, para categorizar estas variables fueron:

Alta: Las amenazas climáticas pueden tener un impacto significativo.

Media: Las amenazas climáticas pueden tener un ligero impacto.

Baja: Ninguna amenaza climática parece tener efecto.

Para el análisis de Capacidad Adaptativa esta descripción actúa inversamente proporcional a su descripción.

Con base a la probabilidad de la vulnerabilidad, las siguientes amenazas requerirán de mayor atención y de medidas por parte del Proyecto **Colinas del Norte**; para poder contrarrestar las siguientes amenazas climáticas:

- Incendios de Masa Vegetal
- Aumento de casos de dengue y enfermedades por vectores

- Erosión de Suelos

Para todas las vulnerabilidades consideradas se establecieron medidas de adaptación a través del Plan de Adaptación al Cambio Climático que se presenta en las siguientes sección.

Tabla 12 Matriz de Identificación de Vulnerabilidad – Colinas de Norte

		Exposición		
		Baja	Media	Alta
Sensibilidad	Baja	Disponibilidad de Agua (escasez)		Sequías
	Media	Deslizamientos de Tierra	Inundaciones y Tormentas	Aumentos de casos de dengue y enfermedades por vectores
	Alta		Erosión de Suelos	Incendios de Masa vegetal

Fuente: Equipo Consultor, 2024

Nivel de Vulnerabilidad	Calificación
	Alta
	Media
	Baja

9.8 Plan de reducción de los efectos del cambio climático: Sin comentarios.

9.8.1 Plan de adaptación al cambio climático.

- I. **Objetivos del Plan de adaptación:** el promotor/ consultor deberá describir los objetivos generales y específicos del plan de adaptación del proyecto.
- II. **Formulario de las medidas de adaptación:** Se solicita al promotor/ consultor, en esta sección, la identificación de las medidas de adaptación de acuerdo con los resultados del análisis actualizado o ajustado según fue solicitado en la sección 5.8.3 sobre la vulnerabilidad frente a las amenazas por factores naturales y climáticos en el área de influencia para la generación de las

medidas de adaptación. Con ello deberá presentar en una tabla la descripción de las medidas de adaptación a implementar de forma detallada, como se muestra en la matriz “Formato de referencia para la identificación y descripción de las medidas de adaptación”.

La identificación de estas medidas de adaptación deberá guiarse por la viabilidad y factibilidad de su implementación durante el tiempo estipulado.

Matriz. Formato de referencia para la identificación y descripción de las medidas de adaptación.

Vulnerabilidad obtenida frente a las amenazas climáticas e a sección 5.8.3	Medida de Adaptación	Descripción de las medidas de adaptación a implementar
(Por ejemplo: aumento del nivel del mar, aumento de precipitación, eventos climáticos extremos o entre otros, de acuerdo con lo analizado en el apartado 5.8.3	Medida de adaptación I: Medida de adaptación identificada para atender la vulnerabilidad obtenida frente a la amenaza climática. Nota: pueden identificarse una (1) o más medidas de adaptación para una amenaza. Por ejemplo: sistemas de drenaje eficiente ante inundaciones.	En esta sección se deberá describir la medida de adaptación a implementar de forma detallada.

Respuesta

A continuación, se presenta el Plan de Adaptación al Cambio Climático para el proyecto Colinas del Norte. Las medidas de adaptación se centran en reducir la vulnerabilidad y riesgos generados por el cambio climático teniendo como principales objetivos:

General

- Fortalecer la resiliencia del Proyecto **Colinas del Norte** ante desastres naturales.

Específicos

- Evitar reparaciones costosas a la infraestructura del residencial y minimizar consecuencias que afecten el bienestar de sus futuros ocupantes.
- Reducir la demanda de energía para el confort térmico, iluminación artificial y mejorar otros aspectos del rendimiento ambiental de las estructuras.
- Procurar desde la etapa de diseño del proyecto **Colinas del Norte** el cumplimiento con el Reglamento de Edificación Sostenible (RES).

A continuación se presenta la descripción de las medidas de adaptación:

Tabla 13 Medidas de Adaptación al Cambio Climático

Vulnerabilidad	Medida de Adaptación	Descripción de las medidas de adaptación a implementar
Incendios de Masa Vegetal	<ul style="list-style-type: none"> - Prevención de daños en la infraestructura de servicios (agua potable, energía, alcantarillado, etc) y viviendas debido a incendios de masa vegetal. 	<ul style="list-style-type: none"> - Entre las estructuras y las zonas de vegetación (Bosque de galería) deberá existir una franja cortafuegos de al menos tres (3) metros como medida preventiva ante la ocurrencia de incendios de masa vegetal. - Colocar letreros de prohibido fumar dentro de las áreas verdes y próximas al bosque de galeria. - Evitar acumular la biomasa vegetal en sitios no autorizados para evitar posibles incendios de masa vegetal.
Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Prevención de daños en la infraestructura de servicios (agua potable, energía, alcantarillado, etc) y viviendas debido a inundaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se contará con zonas amortiguadoras contiguas a la servidumbre pluvial; las mismas servirán como áreas de drenaje directo, donde no se contempla la construcción de ninguna estructura de proyecto. - Monitoreo Continuo: Implementar un sistema de monitoreo continuo de los niveles y velocidades de agua durante el desarrollo de la obra y la ocupación del proyecto, sobre todo durante la temporada de lluvias. - Mantenimiento del Curso de Agua: Realizar mantenimientos regulares que correspondan al retiro de materiales que puedan

Vulnerabilidad	Medida de Adaptación	Descripción de las medidas de adaptación a implementar
		<p>obstruir el cuerpo de agua, especialmente en las secciones donde se observan velocidades altas y erosión (#Froude mayor a 1), para prevenir la degradación del cauce.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollar programas de educación para la comunidad sobre el manejo de inundaciones y la importancia de mantener los cauces limpios y libres de obstrucciones. - Está prohibido dentro de la zona de servidumbre y amortiguamiento de la quebrada Bachiller cualquier tipo de edificación o construcción destinada a vivienda permanente o con permanencia de personas. - Está prohibido dejar elementos externos en la zona de protección de la quebrada Bachiller, como restos de comida de cualquier tipo, herramientas de trabajo etc.
Sequías	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción del efecto isla de calor y aumento de las tasas de infiltración del suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Las superficies de cubierta de las edificaciones deberá emplear materiales con un alto Índice de Reflectancia Solar (SRI) que refleje la radiación solar disminuyendo el efecto isla de calor. - Dotar al proyecto de zonas verdes que contribuyan a replicar las condiciones hidrológicas naturales reteniendo la precipitación en

Vulnerabilidad	Medida de Adaptación	Descripción de las medidas de adaptación a implementar
		<p>sitio (Parques, jardines, biocanales de drenaje y zonas de paisajismo).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Emplear árboles que den sombra a las áreas pavimentadas (incluidos espacios de juegos o parques). - Utilización de sistemas de pavimento reticular abierto (open-grid) (Ej. Entramado de hormigón para césped) que esté al menos 50% abierto para propiciar la infiltración y la reducción de la temperatura.
Escasez de agua (escazos)	<ul style="list-style-type: none"> - Incremento de la disponibilidad de agua potable. 	<ul style="list-style-type: none"> - En la etapa de construcción se promoverá el uso racional del agua, de forma que se evite su desperdicio y se genere el mínimo de residuos líquidos. - No se permitirá el uso de agua potable para irrigación de suelos y control de polvo. - Procurar la selección de grifería e inodoros economizadores de agua.
Tormentas	<ul style="list-style-type: none"> - Prevención de daños en la infraestructura de servicios (agua potable, energía, alcantarillado, 	<ul style="list-style-type: none"> - Colocación de refuerzos estructurales aplicación de anclajes cubierta-muro para aumentar la integridad de las familias. - Procurar que el alambrado eléctrico sea soterrado.

Vulnerabilidad	Medida de Adaptación	Descripción de las medidas de adaptación a implementar
	etc) y viviendas debido a Tormentas.	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar podas oportunas para control de crecimiento de las especies utilizadas para arborización.
Aumento de Casos de Dengue y Enfermedades por Vectores	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de la propagación de enfermedades infecciosas (dengue, malaria, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Las estructuras de drenaje y manejo de aguas pluviales deben recibir limpieza oportuna, procurando que se encuentren libres de desechos y de vegetación. - Verificar que no existan áreas de acumulación de agua de lluvia ni acumulación de residuos que puedan propiciar la reproducción de mosquitos. - Realizar jornadas de fumigación.
Deslizamientos de Tierra	<ul style="list-style-type: none"> - Prevención de daños en la infraestructura de servicios (agua potable, energía, alcantarillado, etc) y viviendas debido a deslizamientos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar el menor movimiento de tierra posible, respetando los límites preestablecidos en el Proyecto, a fin de producir la menor alteración. - Seguir las recomendaciones arrojadas por el estudio de suelos. - Evitar la acumulación de basura o desechos en suelos ya que esta no permite que el agua filtre por donde debe hacerlo, lo que hace que el terreno se desestabilice.

Vulnerabilidad	Medida de Adaptación	Descripción de las medidas de adaptación a implementar
		<ul style="list-style-type: none"> - Retrasar la escorrentía superficial a través de la estabilización de la superficie del suelo con hidromulch reduciendo significativamente el riesgo de erosión del suelo.
Erosión de Suelos	<ul style="list-style-type: none"> - Disminución de procesos erosivos y de sedimentación 	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar medidas para el control de procesos erosivos y de sedimentación (cercas de retención de sedimentos, revestimiento de taludes con mantos temporales y permanentes, entre otros). - Después de cada lluvia realizar inspecciones visuales a fin de determinar el comportamiento en patrones de drenaje de escurrimiento superficial, como también la generación de cárcavas erosivas que puedan degradar el suelo y pongan en riesgo las nuevas instalaciones. - Realizar un zanjeo perimetral para conducir drenajes de posibles aguas pluviales, evitando la escorrentía dentro del predio.

Fuente: Equipo Consultor, 2024

III. Plan de monitoreo: el promotor/ consultor deberá desarrollar el plan de monitoreo en base a las observaciones realizadas en el punto (ii) formulación de medidas de adaptación del apartado 9.8.1 sobre las medidas de adaptación que se implementarán.

El Plan de Monitoreo debe contener un cronograma por fase de desarrollo de proyecto, donde se identifique el tiempo, el equipo responsable y cómo estará reportando el cumplimiento de cada medida de adaptación durante la vida útil del proyecto, para que pueda responder a los posibles cambios en las condiciones climáticas y fortalecerse de la experiencia adquirida en la implementación de las medidas de adaptación.

Respuesta

A continuación se presenta el cronograma de monitoreo para las medidas de Adaptación al Cambio Climático para el proyecto Colinas del Norte.

Tabla 14 Monitoreo de Medidas de Adaptación al Cambio Climático Proyecto
Colinas del Norte

Vulnerabilidad: Incendios de Masa Vegetal												
Acciones por Ejecutar	Etapa	Frecuencias de Ejecución						Indicador de Cumplimiento				
		S	Q	M	Tm	Sm	A					
Entre las estructuras y las zonas de vegetación (Bosque de galería) deberá existir una franja cortafuegos de al menos tres (3) metros como medida preventiva ante la ocurrencia de incendios de masa vegetal.	C				X			Especificación en Planos de Diseño - Registro fotográfico				
Colocar letreros de prohibido fumar dentro de las áreas verdes y próximas al bosque de galeria.	C y O						X	Registro fotográfico				
Evitar acumular la biomasa vegetal en sitios no autorizados para evitar posibles incendios de masa vegetal.	C y O	X										
Equipo responsable				Promotor del proyecto Contratista de Construcción Residentes y Juntas directivas de Colinas del Norte								
Vulnerabilidad: Inundaciones												
Medida: Prevención de daños en la infraestructura de servicios (agua potable, energía, alcantarillado, etc) y viviendas debido a inundaciones.												
Acciones por Ejecutar	Etapa	Frecuencias de Ejecución						Indicador de Cumplimiento				
		S	Q	M	Tm	Sm	A					
Se contará con zonas amortiguadoras contiguas a la servidumbre pluvial; las mismas servirán como áreas de drenaje directo, donde no se contempla la construcción de ninguna estructura de proyecto.	C y O		X					Registro fotográfico en donde se vea de manera permanente que la zona no contiene infraestructuras				

<p>Monitoreo Continuo: Implementar un sistema de monitoreo continuo de los niveles y velocidades de agua durante el desarrollo de la obra y la ocupación del proyecto, sobre todo durante la temporada de lluvias</p>	C y O	X													Reportes de Monitoreo
<p>Mantenimiento del Curso de Agua: Realizar mantenimientos regulares que correspondan al retiro de materiales que puedan obstruir el cuerpo de agua, especialmente en las secciones donde se observan velocidades altas y erosión (#Froude mayor a 1), para prevenir la degradación del cauce.</p>	C y O	X													Registro Fotográficos y Reportes de trabajos
<p>Desarrollar programas de educación para la comunidad sobre el manejo de inundaciones y la importancia de mantener los cauces limpios y libres de obstrucciones.</p>	C y O				X										Boletines Informativos. Listas de asistencias a jornadas de capacitación
<p>Está prohibido dentro de la zona de servidumbre y amortiguamiento de la quebrada Bachiller cualquier tipo de edificación o construcción destinada a vivienda permanente o con permanencia de personas.</p>	C y O	X													Registro fotográfico en donde se vea de manera permanente que la zona no contiene infraestructuras
Equipo responsable	Promotor del proyecto Contratista de Construcción Residentes y Juntas directivas de Colinas del Norte														
Vulnerabilidad: Sequías															

Medida: Reducción del efecto isla de calor y aumento de las tasas de infiltración del suelo															
Acciones por Ejecutar	Etapa	Frecuencias de Ejecución						Indicador de Cumplimiento							
		S	Q	M	Tm	Sm	A								
Las superficies de cubierta de las edificaciones deberá emplear materiales con un alto Índice de Reflectancia Solar (SRI) que refleje la radiación solar disminuyendo el efecto isla de calor.	P	Debe ser especificado en la etapa de diseño de proyecto						Documentación técnica: solicitar fichas técnicas del material utilizado							
Dotar al proyecto de zonas verdes que contribuyan a replicar las condiciones hidrológicas naturales reteniendo la precipitación en sitio (Parques, jardines, biocaneles de drenaje y zonas de paisajismo).	P y C						X	Planos de Proyecto Fotografías y Reportes de Inspección con metrajes de áreas verdes del proyecto instaladas							
Emplear árboles que den sombra a las áreas pavimentadas (incluidos espacios de juegos o parques).	C						X	Registro fotográfico de árboles plantados.							
Utilización de sistemas de pavimento reticular abierto (open-grid) (Ej. Entramado de hormigón para césped) que esté al menos 50% abierto propiciar la infiltración y la reducción de la temperatura.	P	Debe ser especificado en la etapa de diseño de proyecto						Registro fotográfico - Especificaciones en Planos de construcción							
Equipo responsable		Promotor del proyecto Contratista de Construcción													
Vulnerabilidad: Disponibilidad de agua (Escasez)															
Media: Incremento de la disponibilidad de agua potable															
Acciones por Ejecutar	Etapa	Frecuencias de Ejecución						Indicador de Cumplimiento							
		S	Q	M	Tm	Sm	A								
En la etapa de construcción se promoverá el uso racional del agua, de forma que se evite su	C	X						Registro de volumen de agua consumido,							

desperdicio y se genere el mínimo de residuos líquidos.								reportes de inspección
No se permitirá el uso de agua potable para irrigación de suelos y control de polvo.	C	X						Permisos de uso de agua, fotografías de riego de áreas
Procurar la selección de grifería e inodoros economizadores de agua.	P	Debe ser especificado en la etapa de diseño de proyecto						Inspección de instalación-documentación técnica
Equipo responsable			Promotor del proyecto Contratista de Construcción Residentes y Juntas directivas de Colinas del Norte					

Vulnerabilidad: Tormentas

Medida: Prevención de daños en la infraestructura de servicios (agua potable, energía, alcantarillado, etc) y viviendas debido a Tormentas.

Acciones por Ejecutar	Etapa	Frecuencias de Ejecución						Indicador de Cumplimiento
		S	Q	M	Tm	Sm	A	
Colocación de refuerzos estructurales aplicación de anclajes cubierta-muro para aumentar la integridad de las familias.	C				X			Planos de construcción, reportes de avance de obras
Procurar que el alambrado eléctrico sea soterrado.	P	Debe ser especificado en la etapa de diseño de proyecto						Planos de Diseño eléctrico
Realizar podas oportunas para control de crecimiento de las especies utilizadas para arborización.	O						X	Registro fotográfico, reportes de inspección
Equipo responsable			Promotor del proyecto Contratista de Construcción Residentes y Juntas directivas de Colinas del Norte					

Vulnerabilidad: Aumento de Casos de Dengue y Enfermedades por Vectores

Acciones por Ejecutar	Etapa	Frecuencias de Ejecución						Indicador de Cumplimiento
		S	Q	M	Tm	Sm	A	
Las estructuras de drenaje y manejo de aguas pluviales deben recibir limpieza oportuna, procurando que se	C y O			X				Fotografías, Informes de inspección

encuentren libres de desechos y de vegetación.								
Verificar que no existan áreas de acumulación de agua de lluvia ni acumulación de residuos que puedan propiciar la reproducción de mosquitos.	C y O						X	Fotografías, Informes de inspección
Realizar jornadas de fumigación.	C			X				Registro de Fumigación
Equipo responsable		Promotor del proyecto Contratista de Construcción Residentes y Juntas directivas de Colinas del Norte						

Vulnerabilidad: Deslizamientos de Tierra

Media: Prevención de daños en la infraestructura de servicios (agua potable, energía, alcantarillado, etc) y viviendas debido a deslizamientos.

Acciones por Ejecutar	Etapa	Frecuencias de Ejecución						Indicador de Cumplimiento
		S	Q	M	Tm	Sm	A	
Realizar el menor movimiento de tierra posible, respetando los límites preestablecidos en el Proyecto, a fin de producir la menor alteración.	C	X						Planos de construcción
Seguir las recomendaciones arrojadas por el estudio de suelos.	C	X						Planos de Construcción, Estudio de Suelos Reportes de Inspección
Evitar la acumulación de basura o desechos en suelos ya que esta no permite que el agua filtre por donde debe hacerlo, lo que hace que el terreno se desestabilice.	C	X						Registro fotográfico y reportes de inspección
Retrasar la escorrentía superficial a través de la estabilización de la superficie del suelo con hidromulch y cercas de retención de	C	X						Registro fotográfico y reportes de inspección

sedimentos reduciendo significativamente el riesgo de erosión del suelo.													
Equipo responsable	Promotor del proyecto Contratista de Construcción												
Vulnerabilidad: Erosión de Suelos													
Media: Disminución de procesos erosivos y de sedimentación													
Acciones por Ejecutar	Etapa	Frecuencias de Ejecución											
		S	Q	M	Tm	Sm	A						
Colocar medidas para el control de procesos erosivos y de sedimentación (cercas de retención de sedimentos, revestimiento de taludes con mantos temporales y permanentes, entre otros).	C	X						Planos de construcción					
Después de cada lluvia realizar inspecciones visuales a fin de determinar el comportamiento en patrones de drenaje de escurrimiento superficial, como también la generación de cárcavas erosivas que puedan degradar el suelo y pongan en riesgo las nuevas instalaciones.	C	X						Registro fotográfico y reportes de inspección					
Realizar un zanjeo perimetral para conducir drenajes de posibles aguas pluviales, evitando la escorrentía dentro del predio.	C	X						Registro fotográfico y reportes de inspección					
Equipo responsable	Promotor del proyecto Contratista de Construcción												

Fuente: Equipo Consultor, 2024

Durante la etapa de planificación y construcción, el responsable de ejecución de las medidas de adaptación será el Promotor del Proyecto y el contratista al que se le

sea adjudicada la etapa de construcción. En la etapa de operación los residentes y juntas directivas serán los responsables del seguimiento de estas medidas.

El Plan de Adaptación al Cambio Climático será sometido a una revisión y evaluación de manera anual, a fin de responder a posibles cambios y fortalecer la ejecución de estas medidas a través de la experiencia adquirida en su implementación.

Abreviaciones utilizadas para comprensión de la tabla anterior.

Abreviatura	Significado
P	Planificación
C	Construcción
O	Operación
Q	Quincenal
M	Mensual
Tm	Trimestral
Sm	Semestral
A	Anual
P	Planificación
D	Diaria

Fuente: Equipo Consultor, 2024

Mitigación

El promotor debe contemplar los siguientes aspectos:

4.4 Identificación de fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

Es recomendable se incluya una tabla adicional en el informe que liste las herramientas y equipos utilizados en la fase de construcción que son fuentes de los GEI identificados. Esta información no solo facilitará la identificación de las fuentes de emisiones, sino que también contribuirá a la planificación de medidas de mitigación de las fuentes de emisiones, sino que también contribuirá a la planificación de medidas de mitigación más efectivas, al proporcionar un panorama claro de las emisiones en cada fase de construcción del proyecto.

Respuesta

Atendiendo la recomendación indicada; a partir de la información en la tabla 6. “**Estimación de Equipo Pesado para la Construcción del Proyecto**” que se encuentra en la sección 4.3 “Descripción de las fases de la actividad obra o proyecto” inciso 4.3.2.1 “Construcción, detallando las actividades que se darán en esta fase, incluyendo infraestructuras a desarrollar, equipos a utilizar, mano de obra (empleos directos e indirectos generados), insumos, servicios básicos requeridos (agua, energía, vías de acceso, transporte público)” en el punto **Equipo a Utilizar**, se presenta en la siguiente la tabla lista las herramientas y equipos a utilizar en la zona de proyecto durante la fase de construcción. Reiteramos que los movimientos de tierra se realizarán por medios mecánicos (equipo pesado) y el proyecto no implica la realización de voladuras.

Tabla 15 Herramientas y equipos por utilizar en la zona de proyecto durante la fase de construcción.

Alcance	Tipo	Actividad	GEI Asociados	Fuente
Fuentes móviles	Fuentes móviles	Consumo de Combustibles Líquidos para transporte (gasolina y Diesel).	CO2, CH4 y NO2	Excavadora
				Retro Excavadora
				Tractor
				Compactador
				Camiones
				Motoniveladora
				Grúa
				Generadores Eléctricos

Alcance	Tipo	Actividad	GEI Asociados	Fuente
Alcance 1		Extintores (En caso de ser requerido su uso).	CO2, HFC y PFC	Extintores (En caso de ser requerido su uso).
	Fuentes fugitivas	Uso de aire acondicionado fijos en la zona de campamento.	HFC	Aires acondicionados

Fuente: Equipo Consultor, 2024

En relación a las fuentes de alcance 2 para la etapa constructiva inicialmente no se consideran, ya que el suministro de energía eléctrica durante la etapa de construcción, se hará de manera provisional a través de plantas generadoras para utilizar en los diferentes frentes de trabajo y área de campamento. Previo a la etapa de ocupación se realizarán los trámites correspondientes con la empresa responsable de la comercialización de la energía eléctrica para este sector del país.

9.8.2 Plan de mitigación al cambio climático (incluyendo aquellas medidas que se implementarán para reducir las emisiones de GEI).

- *Para la remoción de vegetación y de suelos es recomendable que el promotor incluya la medida que garantice la afectación únicamente de la vegetación y la superficie de suelos estrictamente necesaria requerida para el proyecto.*
- *Para una mejor comprensión, se recomienda aclarar todas las siglas y abreviaturas utilizadas en “Tabla N.º 73. Monitoreo Medidas de Mitigación al Cambio Climático” ya que esto permitirá entender completamente el contenido y el tiempo específico en que se implementarán las medidas propuestas.*

Respuesta

Con base a las recomendaciones realizadas se presenta a continuación medidas de mitigación al Cambio Climático para el Proyecto Colinas del Norte

Tabla 16 Medidas de Mitigación al cambio climático Proyecto Colinas del Norte

Categoría	Fuente de emisión	Actividad	Medida de Mitigación
Alcance 1	Fuentes Móviles	Consumo de Combustibles Líquidos para Transporte (gasolina y diesel)	<ul style="list-style-type: none"> - Ejecutar programas de inspección y mantenimiento preventivo de los motores de vehículos y equipos pesados. - Seleccionar las mejores rutas de entrada y salida del proyecto para la optimización de cantidad de frecuencias necesarias. - Establecer límites de velocidad para los vehículos. - Tener las maquinarias encendida, sólo el tiempo imprescindible en funcionamiento. - Contar con un programa de verificación de estado de extintores.
		Extintores (En caso de ser requerido su uso)	
	Fuentes fijas	Consumo de Combustibles Líquidos (Uso de generadores)	<ul style="list-style-type: none"> - Apagar los equipos y luces que no se utilicen. - Llevar registros del consumo de energía por cada etapa del proceso constructivo, así como el consumo de los diferentes combustibles. - Implementar un programa de inspección del sistema eléctrico provisional. - Aprovechar la luz natural durante toda la jornada laboral y evitar la iluminación artificial innecesaria. - Contar con un programa de verificación de estado de extintores.
		Extintores (En caso de ser requerido su uso)	
	Fuentes fugitivas	Uso de aire acondicionado fijos	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer un horario de uso de aire acondicionado.

Categoría	Fuente de emisión	Actividad	Medida de Mitigación
Vegetación Eliminada		en la zona de campamento	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar equipos de aires acondicionados que cuenten con un sistema de ahorro de energía. - Realizar inspección anual de todos los componentes y la inspección de los componentes con alto nivel potencial de fuga en campo.
		Tala y desarraigue para remoción de vegetación	<ul style="list-style-type: none"> - Se elaborará y ejecutará un plan de revegetación y arborización para potenciar el aumento de sumideros de gases de efecto invernadero en la zona del proyecto. - Evitar control químico de la vegetación. - Limitar la afectación únicamente a la vegetación estrictamente necesarios para el proyecto, asegurando la conservación del ecosistema circundante. - Proporcionar formación al personal encargado de la remoción para que sigan las mejores prácticas en el manejo y la preservación de la vegetación.

Categoría	Fuente de emisión	Actividad	Medida de Mitigación
	Remoción de Suelos	Movimientos de tierra de terracerías, perfilado de calles, la construcción de amenidades, PTAR y soterramiento de acueducto, pluvial, sanitario y electricidad.	<ul style="list-style-type: none"> - Evitar la construcción de zanjas y/o excavaciones hasta antes de estar preparado para inicio de construcción. - Se debe restablecer lo más rápido posible la vegetación del suelo, a medida que se van terminando trabajos constructivos. Cada vez que se tenga la oportunidad se realizará siembras para el control de erosión. - Colocación de barreras de retención de sedimentos. - Limitar la afectación a suelos estrictamente necesarios para el proyecto, asegurando la conservación del ecosistema circundante. - Delimitación del área de trabajo con cintas para garantizar que la afectación de suelo se limite a la superficie necesaria.

Fuente: Equipo Consultor, 2024

De acuerdo a la adición de medidas al cuadro anterior, se adicionan estas misma a la tabla de monitoreo de las medidas de mitigación, donde se especifica su etapa de ejecución y el indicador que tendrá el cumplimiento.

Tabla 17 Monitoreo de Medidas de mitigación al Cambio Climático Proyecto Colinas del Norte

Fuentes móviles															
Acciones por Ejecutar	Etapa	Frecuencias de Ejecución						Indicador de Cumplimiento							
		D	S	Q	M	Tm	Sm								
Ejecutar programas de inspección y mantenimiento preventivo de los motores de vehículos y equipos pesados.	P y C						X	Informe de inspección de mantenimiento							
Seleccionar las mejores rutas de entrada y salida del proyecto para la optimización de cantidad de frecuencias necesarias.	P		X					Plano de ruta de tránsito							
Establecer límites de velocidad para los vehículos	P	X						Registro fotográfico							
Tener las maquinarias encendida, solo el tiempo impredecible en funcionamiento			X					Registro de consumo de combustible usado							
Contar con un programa de verificación de estado de extintores	P y C						X	Reporte de inspección							
Equipo responsable:	Promotor del proyecto Contratista de Construcción														
Fuentes fijas															
Consumo de Combustibles Líquidos (Uso de generadores)															
Acciones por Ejecutar	Etapa	Frecuencias de Ejecución						Indicador de Cumplimiento							
		D	S	Q	M	Tm	Sm								
Apagar los equipos y luces que no se utilicen.	C y O	X						Registro que consumo energético							
Llevar registros del consumo de energía por cada etapa del proceso constructivo, así como el consumo de los diferentes combustibles	C		X					Registro que consumo energético							

Implementar un programa de inspección del sistema eléctrico provisional	C y O				X		Registro de inspección						
Aprovechar la luz natural durante toda la jornada laboral y evitar la iluminación artificial innecesaria		X					Registro de consumo energético						
Contar con un programa de verificación de estado de extintores	C					X	Reporte de inspección de verificación						
Equipo responsable:		Promotor del proyecto Contratista de Construcción											
Fuentes fugitivas													
Actividad: Uso de aire acondicionado fijos en la zona de campamento													
Acciones por Ejecutar	Etapa	Frecuencias de Ejecución					Indicador de Cumplimiento						
		D	S	Q	M	Tm	Sm						
Establecer un horario de uso de aire acondicionado.		X						Registro de consumo energético					
Utilizar equipos de aires acondicionados que cuenten con un sistema de ahorro de energía.							X	Documentación técnica					
Realizar inspección anual de todos los componentes y la inspección de los componentes con alto nivel potencial de fuga en campo.					X			Reporte de inspección					
Equipo responsable:		Promotor del Proyecto Contratista de Construcción											
Vegetación Eliminada													
Actividad: Tala y desarraigue para remoción de vegetación													
Acciones or Ejecutar	Etapa	Frecuencias de Ejecución					Indicador de Cumplimiento						
		S	Q	M	Tm	Sm	A						
Se elaborará y ejecutará un plan de revegetación y arborización para potenciar el aumento de sumideros de gases de efecto invernadero en la zona del proyecto.	P y C				X			Registro de informe de mantenimiento					
Evitar control químico de la vegetación.	O	X						Bitácora de mantenimiento					

Limitar la afectación únicamente a la vegetación estrictamente necesaria para el proyecto, asegurando la conservación del ecosistema circundante.	C	X						Registro fotográfico							
Proporcionar formación al personal encargado de la remoción para que sigan las mejores prácticas en el manejo y la preservación de la vegetación.	P y C			X				Registro de capacitación							
Equipo responsable:	Promotor del proyecto Contratista de Construcción														
Remoción de suelos															
Movimientos de tierra de terracerías, perfilado de calles, la construcción de amenidades, PTAR y soterramiento de acueducto, pluvial, sanitario y electricidad.															
Acciones por Ejecutar	Etapa	Frecuencias de Ejecución						Indicador de Cumplimiento							
		D	S	Q	M	Tm	Sm								
Evitar la construcción de zanjas y/o excavaciones hasta antes de estar preparado para inicio de construcción.	C		X					Reportes de inspección							
Se debe restablecer lo más rápido posible la vegetación del suelo, a medida que se van terminando trabajos constructivos. Cada vez que se tenga la oportunidad se realizará siembras para el control de erosión.	C				X			Reportes de inspección							
Colocación de barreras de retención de sedimentos.	C		X					Inspección de instalación							
Limitar la afectación a suelos estrictamente necesarios para el proyecto, asegurando la conservación del ecosistema circundante.	C	X						Registro fotográfico							
Delimitación del área de trabajo con cintas para garantizar que la afectación de suelo se limite a la superficie necesaria.	C	X						Registro fotográfico							
Equipo responsable:	Promotor del proyecto Contratista de Construcción														

Durante la etapa de planificación y construcción, el responsable de ejecución de las medidas de adaptación será el Promotor del Proyecto y el contratista al que se le sea adjudicada la etapa de construcción. En la etapa de operación los residentes y juntas directivas serán los responsables del seguimiento de estas medidas.

El Plan de Mitigación al Cambio Climático será sometido a una revisión y evaluación de manera anual, a fin de responder a posibles cambios y fortalecer la ejecución de estas medidas a través de la experiencia adquirida en su implementación.

Abreviaciones utilizadas para comprensión de la tabla anterior.

Abreviatura	Significado
P	Planificación
C	Construcción
O	Operación
Q	Quincenal
M	Mensual
Tm	Trimestral
Sm	Semestral
A	Anual
P	Planificación
D	Diaria

Fuente: Equipo Consultor, 2024

Listado de Anexos

1. Monitoreo de Aguas Superficial Quebrada Bachiller, 2024
2. Archivo Digital con Coordenadas en formato Excel
3. Archivo Digital Valoración Económica en formato Excel
4. Nota de Certificación de Abastecimiento - IDAAN
5. Análisis Hidrológico – Quebrada Bachiller
6. Monitoreo de Aguas Superficial Quebrada Bachiller, 2021