PROYECTO:

"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"





contr

DESARROLLO CON RESPONSABILIDAD

MUNICIPIO DE CHARTA
DEPARTAMENTO DE SANTANDER

DR. ALVARO ROJAS TOLOZA
Alcalde Municipal 2020 – 2023

ARQ. JUAN CARLOS GOMEZ CASTRO
Secretario de Planeación

INFORME DE TOPOGRAFÍA

2023

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"

INFORME DE TOPOGRAFÍA

ELABORADO POR:

MAIRA A. TRIANA C.

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNÓLOGO EN TOPOGRAFÍA
T.P.N. 01 – 14018

PRESENTADO POR:

ALCALDÍA DEL MUNICIPIO DE CHARTA

CHARTA – SANTANDER

MARZO 2023

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRI[illegible]A CARDENAS
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

CONTENIDO

1	OBJETIVOS
1.1	OBJETIVO GENERAL
1.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS
2	GENERALIDADES
2.1	ALCANCE DEL ESTUDIO
2.2	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO
2.2.1	Localización Regional
3	MARCO TEORICO
3.1	INFORME DE PROCEDIMIENTO
3.2	RECURSOS
3.2.1	Logística
3.2.2	Recurso Humano
4	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE DETALLES CON RTK S800 STONEX
4.1	CARTERAS DE CAMPO
5	EVIDENCIA DE AMARRE COORDENADAS MAGNA SIRGAS IGAC
6	DIBUJO DE PLANOS TOPOGRÁFICOS
6.1	DIBUJO DE PLANOS DEL PROYECTO
6.1.1	Archivos planos Topográficos
6.1.2	Características de los planos Topográficos
7	REGISTRO FOTOGRAFICO
	Boca de la Honda
8	CONCLUSIONES
	ANEXOS
	PDF PLANOS TOPOGRAFICOS
	FICHA TECNICA RTK STONEX S800
	VIGENCIA TARJETA PROFESIONAL

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGOENTOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Localización Regional
Figura 2 Área de Trabajo

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Cartera de campo

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183680999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGOENTOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

INTRODUCCIÓN

La topografía es una disciplina cuya aplicación está presente en la mayoría de las actividades de desarrollo urbano o proyectos de construcción para el beneficio del uso humano, que requieren tener conocimiento de la superficie del terreno o el dimensionamiento de un espacio, para la realización de obras civiles, obras de urbanismo, catastro, y demás campos, en donde la topografía constituye un elemento indispensable.

Actualmente los levantamientos En tiempo real, la técnica RTK (Real Time Kicenamtic) posee grandes ventajas, pues posee una gran precisión y es de gran productividad, principalmente cuando es comparada con las técnicas convencionales de topografía.

Hoy en día existen receptores que vienen con hasta 600 canales L1/L2/L2C/L5, esto significa que están preparados para recibir señales GPS, GLONASS, GALILEO y COMPASS.

Una de las grandes mejoras en estos últimos años fue la capacidad de almacenamiento, el que en la mayoría de los equipamientos ahora ya no es un problema, la tecnología Bluetooth que minimiza los cabos (algo que en el pasado siempre fue un dolor de cabeza), resistentes a prueba de polvo, agua (IP67) y caer desde determinada altura. En las baterías se produjo una mejora significativa, continúan siendo sus limitaciones.

El presente informe contiene los datos tomados en campo del levantamiento topográfico, referencias y amarre de coordenadas. Este trabajo se realizó el mes de Abril 2021 y su posterior procesamiento para dibujar y representar gráficamente los detalles del terreno considerados.

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183860999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el levantamiento topográfico que comprende la planimetría y altimetría de las áreas requeridas para el desarrollo del proyecto: **"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER".**

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Detallar topográficamente cada uno de los accidentes topográficos más representativos y de afectación directa predial tales como, linderos, cercas, árboles, drenajes, muros de contención, gaviones, vías, tapas de alcantarillas, postes luminarias de baja y alta tensión, cuerpos de aguas, viviendas y/o construcciones existentes, etc.
- Construir un modelo digital a partir del dibujo de los detalles topográficos tomados en campo con el fin de poder tener un medio físico de fácil manejo y de reconocimiento más detallado de la zona en estudio.

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3156136754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

2. GENERALIDADES

2.1. ALCANCE DEL ESTUDIO

El presente informe se refiere al proceso de levantamiento topográfico, realizado con el fin de recopilar la información necesaria para el desarrollo del proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER".

Este informe contiene la información técnica necesaria para el desarrollo de las actividades que conciernen a este tipo de levantamientos topográficos, plasmando todo lo relacionado con el trabajo de campo y procesamiento de la información en oficina, equipos y software utilizados, y demás procedimientos necesarios para tal fin, describiendo a detalle la metodología empleada.

2.2. LOCALIZACION DEL PROYECTO

2.2.1. Localización Regional

Charta es un municipio colombiano del departamento de Santander ubicado en la provincia de Soto Norte. Es conocido como el «Rincón Florido de Santander».

Municipio santanderano ubicado en la provincia de Soto Norte a 38 kilómetros de la ciudad de Bucaramanga; se encuentra a 2185 metros sobre el nivel del mar, su actividad principal es la producción de lácteos y el cultivo de la mora. Es denominado «Rincón Florido de Santander» por poseer un clima que permite el florecimiento continuo de las plantas. Charta es una importante fuente hídrica para la capital santandereana, limita por el Norte: con Suratá y Matanza, Sur: con Toná , Oriente: con el municipio de California y Vetas, Occidente: con Matanza y Bucaramanga.

Don José Cotte y don Antonio Beney fueron los más ricos e importantes terratenientes de Charta. Beney era hijo de un inglés que llegó durante el proceso de separación de la Nueva Granada con España y trabajó en las minas de La Baja. De su matrimonio con doña Gregoria Ortega nació doña Martina Beney, esposa de don Miguel Camargo Ortega. Doña Martina no tuvo un matrimonio feliz; su esposo no fue un ejemplo de virtudes y autoridad, y su único hijo, don Juan Francisco, murió en la flor de la edad

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

Figura 1. Localización regional



Figura 2. Áreas de trabajo a intervenir



Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

3. MARCO TEÓRICO

3.1. INFORME DE PROCEDIMIENTO

- Se realizó el levantamiento planimétrico y altimétrico de la zona donde se llevará a cabo el proyecto. Este levantamiento topográfico se referenció a las coordenadas y elevaciones del municipio.

- El replanteo se llevó a cabo con una comisión de topografía compuesta por un topógrafo y dos cadeneros.

3.2. RECURSOS

3.2.1. Logística

La logística de campo estuvo a cargo de MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS

3.2.2. Recurso Humano

El proyecto fue dirigido y conducido en campo por Maira Alejandra Triana Cárdenas, Topógrafo profesional, tarjeta profesional No. 01-01418, con el apoyo en la captura de los detalles del predio por dos auxiliares de topografía.

La información fue procesada al PC al finalizar el trabajo de campo.

La información fue digitalizada en oficina y procesada por Diego Fernando Jaimes Niño.

3.2.3. Recurso Técnico

Para lograr una mayor cobertura y obtener información única, de manera rápida se utilizaron herramientas de tecnología de punta, como RTK STONEX S800.

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGOENTOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

3.2.4. Equipo de campo

Trípode.
RTK S800 STONEX.
Radios de comunicación
Computador portátil.
Herramienta menor.

3.2.5. Equipo de Oficina

En oficina estuvimos apoyados por técnico digitador encargado de transferir los datos registrados con el RTK STONEX S800 a un PC, para posteriormente digitalizar la información.

Programas como AUTOCAD 2018, CIVIL 3D
TOPCO LINK para descarga de datos

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

4. DESCRIPCION DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE DETALLES CON RTK S800 STONEX

La medición en un receptor GPS es representada mediante Vectores tridimensionales que contienen distancia, dirección y un diferencial de altura entre los puntos de la medición.

No necesita línea directa de vista entre los puntos de estudio, pero si necesita tener una línea directa de vista a un número suficiente de satélites para que el software pueda generar el vector como la diferencia entre las coordenadas X, Y, Z de un sistema dado.

El receptor hace sus mediciones desde el centro de su antena y nosotros usamos la altura de la antena para corregir la medida al punto que está debajo del instrumento. Esto quiere decir que la altura de la antena es una parte muy importante de nuestras mediciones. En la topografía convencional (mediante estación total), a menudo se separan las partes de las dimensiones tanto horizontal (ángulo y distancia) y vertical (la elevación). Sin embargo, una medida proporcionada por GPS, es totalmente tridimensional, y no podemos manejar los componentes horizontal y vertical por separado. El componente horizontal afecta al vertical y viceversa, por ello es necesario contar con una base fija para realizar el levantamiento topográfico en RTK.

Un ejemplo de equipo completo estaría compuesto por:

Antena base y antena móvil GPS con radios internos.
Antena de triple banda conectada a bateria
Controladora inalámbrica para GPS.
Tripié con plato nivelante y plomada óptica
Bastón telescópico

Como primer paso se debe saber en qué sistema de coordenadas vamos a trabajar (Cartesianas, Geodésicas, Locales). En base a esto, se seleccionan los vértices que nos van a servir de control y se diseña la red básica de trabajo para realizar las observaciones con GPS.

Ya en campo, la obtención del levantamiento de detalle, la metodología de observación con GPS en tiempo real, es un método rápido, cómodo y capaz de dar la precisión requerida para el trabajo. El método de trabajo con GPS en tiempo real se compone de un GPS fijo de referencia y un GPS en movimiento. El receptor fijo lo situamos sobre un punto de la red básica, de coordenadas conocidas en el sistema de referencia de coordenadas elegido, el cual servirá como vértice de control. A esta estación se le llama Estación Base.

La topografía con GPS es radial, es decir, estamos haciendo radiaciones relativas a nuestra estación base. Tras poner en funcionamiento este receptor, se ha de esperar a que resuelva su posición antes de proceder a la obtención de datos de los puntos del levantamiento. Si el número de satélites sobre el horizonte es el adecuado (entre mayor sea el número de Satélites observado, mayor será la precisión y menor el tiempo), el receptor de referencia fijará sus coordenadas en pocos minutos. Una vez realizada esta operación el cálculo de coordenadas de los demás puntos será casi instantáneo.

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGOENTOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

La comunicación entre el receptor de referencia y los receptores móviles, es posible gracias al sistema de telecomunicaciones utilizado para la transmisión, con un alcance de 2 Km aproximadamente entre ambos receptores, es por esto que no es necesario que los puntos sean visibles entre sí. Para evitar problemas de comunicación entre receptores, la estación base debe ser colocada en un punto lo más alto posible, y el estadal donde estará situada la antena móvil, de igual manera se debe poder elevar de acuerdo a las necesidades de los puntos que se deseen tomar.

Las coordenadas del levantamiento se obtienen con una precisión de 20 mm +- 1ppm es importante hacer notar que este error se mantiene constante en todo el levantamiento, o sea que no es acumulable al alejarse del banco de nivel, y como los errores no son acumulables y no se tienen restricciones visuales o meteorológicas, se trabaja por lo menos al doble de velocidad y exactitud de los topógrafos tradicionales.

Las coordenadas de los puntos, se obtienen en el sistema de referencia WGS84. La metodología RTK permite asociar una proyección y un sistema de referencia distinto, podemos obtener las coordenadas de los puntos directamente en la proyección UTM. También podrían obtenerse en cualquier otro sistema de referencia local con respecto al cual se haya realizado la georreferenciación.

Las precisiones obtenidas en las coordenadas del levantamiento dependerán de varios factores, tales como condiciones climáticas (nublado o despejado influye en la visibilidad de los satélites), precisión de los equipos utilizados, numero de satélites disponibles al momento de realizar el levantamiento, errores accidentales cometidos, etc. De esta forma, la precisión de los puntos del levantamiento puede llegar a ser del orden de los 2 cm de manera no acumulativa.

El levantamiento se lleva a cabo por dos operarios y dos receptores, uno de referencia (estación base) y otro móvil. Uno de los operadores se encarga de la toma de puntos con el receptor móvil, así como anotando el número de punto y su correspondiente descripción, quedando así definido cualquier tipo de elemento a representar mientras que el otro operario está a cargo de la vigilancia del receptor fijo.

Dependiendo de lo que nos interese verificar en el levantamiento, se toman las lecturas de los elementos necesarios, tales como registros de luz, aceras, carreteras, árboles, y los accidentes del terreno como por ejemplo los taludes, Por ejemplo, el levantamiento de una carretera se efectuaría mediante secciones transversales, a una equidistancia promedio de 10 m y en puntos obligados donde se hagan cambios de pendiente, además de ir tomando en cada una de las estaciones los diferentes elementos que la componen.

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

Al final de cada día los puntos observados en campo se importan a la computadora, observando que los puntos levantados hayan cubierto toda la zona de interés y evitando
que queden zonas sin el número de puntos adecuado, para tener una buena configuración de terreno.

Esquema de un Levantamiento Topográfico usando RTK

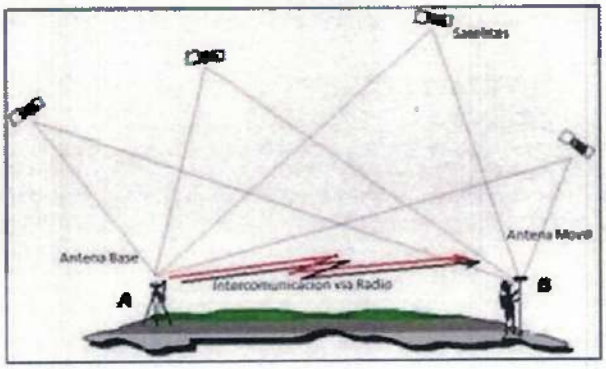
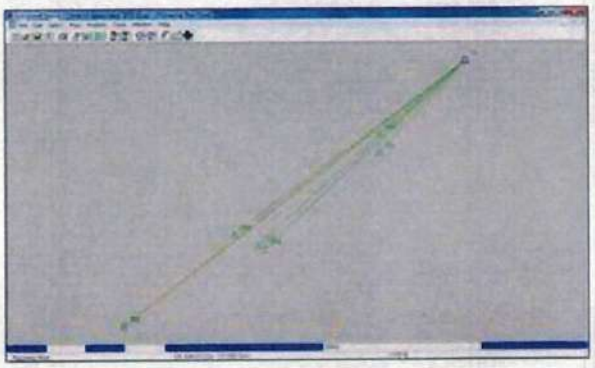


Imagen del procesamiento de datos



Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGOEN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

4.1. CARTERAS DE CAMPO

CUADRO DE COORDENADAS				
PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION	DESCRIPCION
1	1296621.315	1122976.302	2054.601	via
2	1296618.143	1122977.643	2054.147	via
3	1296623.659	1122981.887	2053.292	via
4	1296621.708	1122983.311	2053.172	via
5	1296622.462	1122986.48	2052.905	via
6	1296624.694	1122985.987	2052.681	via
7	1296625.995	1122990.984	2051.903	via
8	1296623.117	1122992.113	2052.004	via
9	1296628.226	1122990.859	2052.092	tn
10	1296629.384	1122989.302	2052.121	tn
11	1296627.534	1122984.159	2053.211	tn
12	1296631.642	1122990.91	2052.05	punte madera
13	1296632.446	1122990.404	2052.013	punte madera
14	1296635.979	1122998.122	2052.275	punte madera
15	1296635.369	1122998.509	2052.104	punte madera
16	1296619.701	1123020.975	2055.628	via
17	1296618.032	1123018.801	2055.469	via
18	1296614.625	1123021.047	2055.087	via
19	1296615.811	1123023.969	2054.977	via
20	1296614.934	1123025.006	2054.777	lm
21	1296613.328	1123024.729	2054.66	quebrada
22	1296612.557	1123025.039	2054.796	quebrada
23	1296614.296	1123024.523	2054.729	quebrada
24	1296614.374	1123027.169	2054.75	quebrada
25	1296615.028	1123027.195	2054.694	quebrada
26	1296615.887	1123026.67	2054.792	quebrada
27	1296611.133	1123022.379	2054.705	quebrada
28	1296611.572	1123022.156	2054.508	quebrada
29	1296612.293	1123021.852	2054.622	quebrada
30	1296612.548	1123021.323	2054.115	quebrada
31	1296611.816	1123021.506	2054.024	quebrada
32	1296611.108	1123021.215	2053.893	quebrada
33	1296611.074	1123021.401	2053.934	quebrada
34	1296610.45	1123018.639	2053.764	quebrada

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGOEN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

35	1296609.279	1123018.739	2053.654	quebrada
36	1296608.383	1123018.582	2053.837	quebrada
37	1296607.94	1123016.367	2053.663	quebrada
38	1296607.125	1123016.628	2053.846	quebrada
39	1296607.937	1123014.727	2053.15	quebrada
40	1296607.397	1123014.821	2053.126	quebrada
41	1296608.712	1123014.715	2053.447	quebrada
42	1296609.783	1123009.545	2051.978	quebrada
43	1296610.317	1123010.061	2052.026	quebrada
44	1296609.098	1123009.358	2052.179	quebrada
45	1296613.491	1123007.487	2051.807	quebrada
46	1296615.05	1123006.633	2052.228	quebrada
47	1296614.667	1123006.101	2052.041	quebrada
48	1296614.131	1123005.689	2052.177	quebrada
49	1296618.546	1123002.376	2052.303	quebrada
50	1296617.421	1123001.047	2051.989	quebrada
51	1296617.304	1122999.43	2052.194	quebrada
52	1296622.409	1122999.819	2052.22	quebrada
53	1296623.917	1122999.512	2051.885	quebrada
54	1296622.564	1122996.786	2051.871	quebrada
55	1296622.069	1122995.465	2051.916	quebrada
56	1296623.231	1122994.265	2051.926	quebrada
57	1296625.276	1122993.608	2051.879	quebrada
58	1296626.827	1122993.83	2051.914	quebrada
59	1296627.133	1122996.011	2051.876	quebrada
60	1296628.201	1122997.926	2051.625	quebrada
61	1296628.999	1122998.534	2051.845	quebrada
62	1296629.582	1122999.693	2051.839	quebrada
63	1296627.856	1123001.622	2051.873	quebrada
64	1296626.726	1123001.928	2051.88	quebrada
65	1296630.792	1122996.465	2050.67	quebrada
66	1296630.27	1122995.692	2050.33	quebrada
67	1296630.138	1122994.844	2050.495	quebrada
68	1296633.529	1122995.392	2050.441	quebrada
69	1296633.049	1122994.755	2050.272	quebrada
70	1296632.56	1122993.933	2050.497	quebrada
71	1296636.244	1122993.397	2050.105	quebrada
72	1296635.811	1122992.91	2049.902	quebrada
73	1296635.784	1122991.996	2050.043	quebrada
74	1296637.51	1122990.392	2049.712	quebrada
75	1296638.001	1122990.892	2049.374	quebrada
76	1296638.27	1122991.548	2049.81	quebrada

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

77	1296638.367	1122988.67	2050.564	PN
78	1296637.391	1122989.777	2050.672	PN
79	1296634.233	1122991.544	2050.864	PN
80	1296633.452	1122988.907	2051.017	PN
81	1296632.373	1122986.705	2050.853	PN
82	1296634.827	1122978.731	2049.923	PN
83	1296638.349	1122980.46	2049.662	PN
84	1296640.884	1122981.196	2049.842	PN
85	1296640.966	1122981.283	2049.85	PN
86	1296641.957	1122978.944	2049.513	PN
87	1296637.111	1122976.29	2049.566	PN
88	1296637.264	1122975.829	2050.001	PN
89	1296638.452	1122972.277	2049.498	columna
90	1296644.019	1122972.464	2048.881	columna
91	1296639.51	1122966.382	2048.599	PN
92	1296645.121	1122967.678	2048.885	PN
93	1296620.932	1122997.634	2052.007	columna
94	1296643.898	1122979.672	2049.751	desli
95	1296643.216	1122982.529	2050.197	desli
96	1296643.209	1122985.611	2050.38	desli
97	1296645.025	1122985.341	2049.727	desli
98	1296646.045	1122983.474	2049.192	desli
99	1296645.247	1122981.052	2048.855	desli
100	1296646.731	1122980.698	2048.496	desli
101	1296647.043	1122981.678	2048.577	desli
102	1296647.09	1122981.715	2048.587	desli
103	1296648	1122983.03	2049.034	desli
104	1296648.498	1122984.114	2049.047	desli
105	1296646.075	1122986.906	2049.422	desli
106	1296643.11	1122988.277	2049.409	desli
107	1296642.054	1122986.118	2049.835	desli
108	1296641.267	1122985.729	2049.446	quebrada
109	1296641.115	1122985.083	2049.314	quebrada
110	1296641.887	1122984.854	2049.246	quebrada
111	1296643.006	1122979.809	2048.771	quebrada
112	1296642.799	1122979.428	2048.575	quebrada
113	1296642.953	1122977.856	2048.552	quebrada
114	1296646.345	1122974.95	2048.242	quebrada
115	1296647.44	1122974.882	2048.352	quebrada
116	1296645.433	1122974.6	2048.356	quebrada
117	1296646.591	1122970.947	2047.753	quebrada
118	1296647.467	1122970.32	2047.703	quebrada

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135764-3183680999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

119	1296645.497	1122970.321	2047.902	quebrada
120	1296646.599	1122966.747	2047.759	quebrada
121	1296647.195	1122966.908	2047.613	quebrada
122	1296647.983	1122966.923	2047.769	quebrada
123	1296647.324	1122964.964	2047.286	quebrada
124	1296647.973	1122965.051	2046.894	quebrada
125	1296649.048	1122965.528	2047.288	quebrada
126	1296650.146	1122965.69	2047.249	quebrada
127	1296650.892	1122963.075	2046.965	quebrada
128	1296649.956	1122962.047	2047.035	quebrada
129	1296649.68	1122960.654	2047.051	quebrada
130	1296650.837	1122961.05	2046.842	quebrada
131	1296651.567	1122962.066	2047.159	quebrada
132	1296653.179	1122957.983	2046.872	quebrada
133	1296653.11	1122957.056	2046.592	quebrada
134	1296652.246	1122956.657	2046.713	quebrada
135	1296657.387	1122953.852	2046.134	quebrada
136	1296657.92	1122954.119	2045.594	quebrada
137	1296658.396	1122954.962	2045.723	quebrada
138	1296662.366	1122955.863	2044.958	quebrada
139	1296662.678	1122955.084	2044.855	quebrada
140	1296663.217	1122953.316	2044.714	quebrada
141	1296663.535	1122956.582	2045.567	pn
142	1296659.558	1122955.718	2046.077	pn
143	1296655.47	1122957.421	2046.715	pn
144	1296654.347	1122959.266	2047.165	pn
145	1296655.941	1122959.286	2046.784	pn
146	1296657.961	1122952.85	2046.333	pn
147	1296655.087	1122952.416	2047.208	pn
148	1296645.478	1122951.018	2050.14	Via
149	1296647.158	1122949.794	2050.046	Via
150	1296647.583	1122955.391	2049.376	puente
151	1296648.321	1122956.014	2049.368	puente
152	1296649.701	1122954.554	2049.371	puente
153	1296652.185	1122958.067	2049.45	puente
154	1296650.791	1122959.516	2049.42	puente
155	1296652.736	1122963.047	2049.398	puente
156	1296654.554	1122961.71	2049.355	puente
157	1296659.21	1122963.914	2049.46	Via
158	1296656.8	1122964.915	2049.416	Via
159	1296654.366	1122967.327	2049.624	Via
160	1296658.048	1122969.357	2049.406	Via

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

161	1296664.363	1122966.054	2048.741	Via
162	1296663.826	1122963.41	2048.818	Via
163	1296671.966	1122962.921	2048.335	Via
164	1296672.259	1122959.603	2048.507	Via
165	1296681.241	1122955.457	2048.212	Via
166	1296682.725	1122958.572	2048.004	Via
167	1296653.953	1122970.294	2049.821	pozo
168	1296653.417	1122970.484	2049.841	Via
169	1296656.317	1122972.99	2049.676	Via
170	1296654.495	1122980.882	2050.071	Via
171	1296651.449	1122981.876	2050.297	Via
172	1296647.903	1122988.649	2050.797	Via
173	1296650.408	1122991.413	2050.852	Via
174	1296644.265	1122997.933	2051.575	Via
175	1296640.494	1122996.148	2051.908	Via
176	1296637.951	1122998.135	2052.251	Via
177	1296639.716	1123001.309	2052.313	Via
178	1296632.164	1123006.649	2053.364	Via
179	1296630.248	1123005.404	2053.49	Via
180	1296623.762	1123012.388	2054.654	Via
181	1296626.158	1123014.116	2054.49	Via
182	1296622.169	1123002.64	2052.915	PN
183	1296620.516	1123008.5	2054.063	PN
184	1296626.008	1123001.584	2051.979	Via
185	1296628.557	1123002.437	2052.273	Via
186	1296630.528	1123003.213	2052.79	Via
187	1296632.433	1122999.692	2052.452	Via
188	1296630.125	1122999.553	2052.105	Via
189	1296636.208	1122997.029	2052.201	muro
190	1296635.837	1122996.879	2052.243	muro
191	1296636.602	1122995.54	2052.015	muro
192	1296637.511	1122996.041	2052.276	muro
193	1296638.967	1122994.142	2052.03	muro
194	1296639.341	1122994.734	2052.307	muro
195	1296640.586	1122992.878	2051.822	muro
196	1296642.005	1122992.724	2051.853	muro
197	1296642.633	1122991.756	2051.45	muro
198	1296642.786	1122992.571	2051.679	muro
199	1296635.519	1122998.871	2052.312	puente
200	1296635.885	1122998.296	2052.337	puente
201	1296634.219	1122994.855	2052.168	puente
202	1296633.74	1122995.185	2052.024	puente

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

62

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGOENTOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

203	1296632.103	1122992.444	2051.983	puente
204	1296632.578	1122991.833	2052.109	puente
205	1296631.701	1122991.155	2052.012	puente
206	1296631.994	1122990.896	2052.068	puente
207	1296627.133	1122994.211	2052.087	Via
208	1296623.354	1122992.223	2052.138	Via
209	1296625.453	1122986.051	2052.915	Via

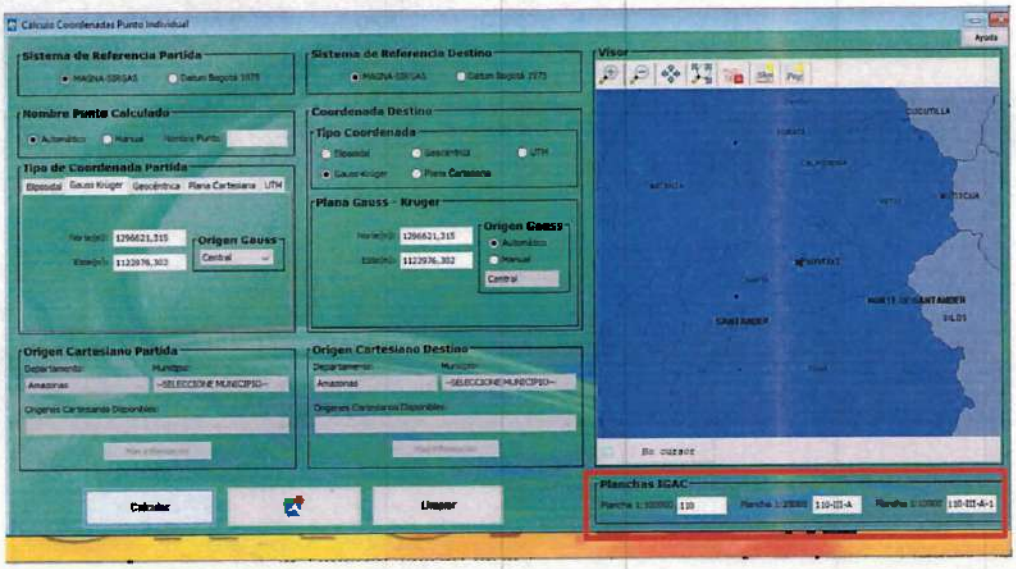
Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGOENTOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

5. EVIDENCIA DE AMARRE COORDENADAS MAGNA SIRGAS IGAC

El objetivo es mediante el programa MAGNA SIRGAS 3.0, transformar las coordenadas planas que arroja el equipo, con las planchas del IGAC en coordenadas elipsoidales, para corroborar de esta manera su amarre adecuado. A continuación de marca de color azul las coordenadas a utilizar en programa mencionado.

QUEBRADA CHARTA				
PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION	DESCRIPCION
1	1296621.315	1122976.302	2054.601	via



Se evidencia que el punto de referencia tomado de la cartera de campo coincide con las planchas del IGAC (Cuadrado rojo).

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

6. DIBUJO DE PLANOS TOPOGRÁFICOS

6.1. DIBUJO DE PLANOS DEL PROYECTO

6.1.1. Archivos planos Topográficos

Los planos fueron georreferenciados y guardados en el programa AUTOCAD CIVIL 3D de Autodesk obteniendo el archivo en formato digital con extensión *.dwg de AutoCAD versión 2018.

6.1.2.Características de los planos Topográficos

Los planos topográficos del proyecto se encuentran separados por capas de dibujo (Layers) lo cual permite separar los diferentes objetos de dibujo (Detalles levantados), lo cual permite obtener de manera fácil información detallada, cuantificar los objetos encontrados entre otras, además puede separarse por tipo de servicios y realizar los diferentes estudios de acuerdo a la especialización

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

7. REGISTRO FOTOGRAFICO

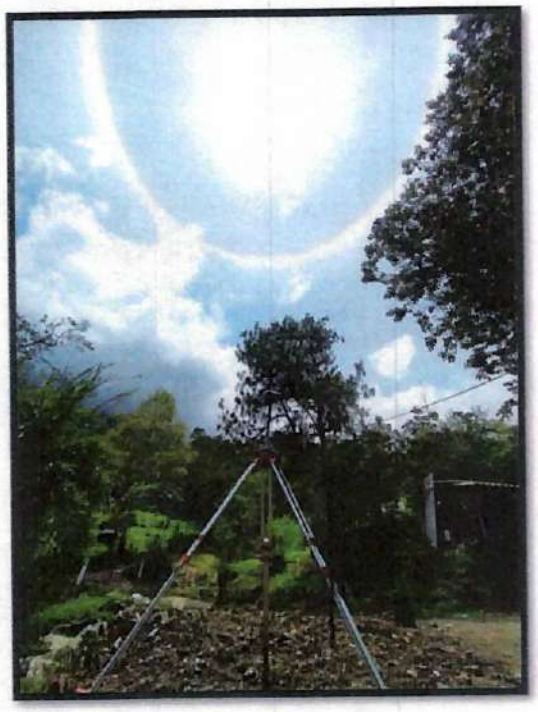
7.1. MURO DE CONTENCION



Fotografía en campo posicionamiento del Equipo
Fuente: Consultor

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018



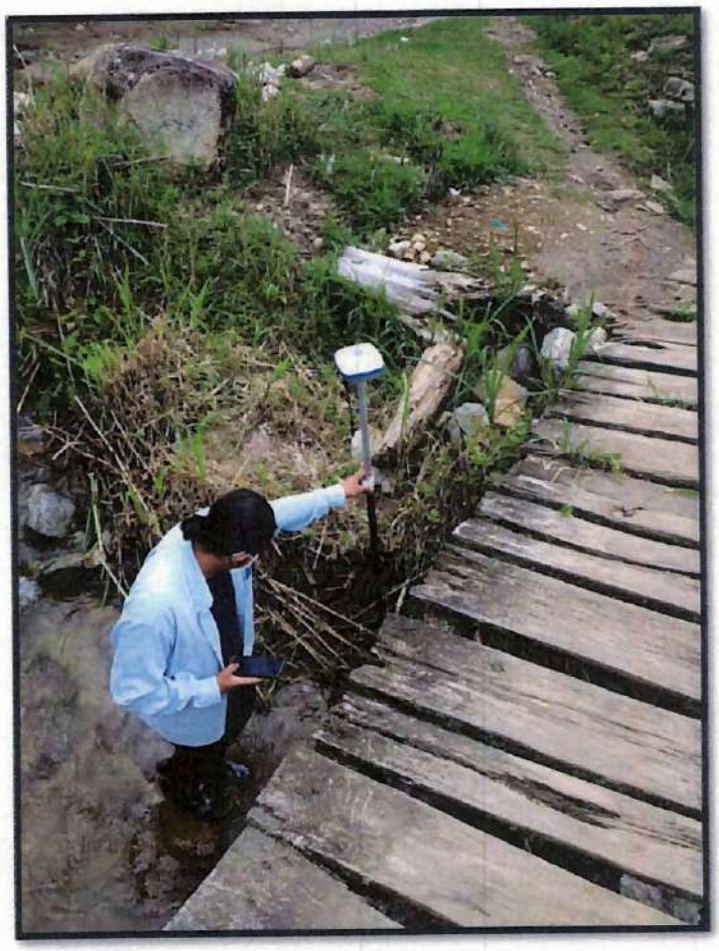
Fotografía en campo estado actual
Fuente: Consultor



Fotografía en campo estado actual
Fuente: Consultor

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183860999
topografiamyd@hotmail.com

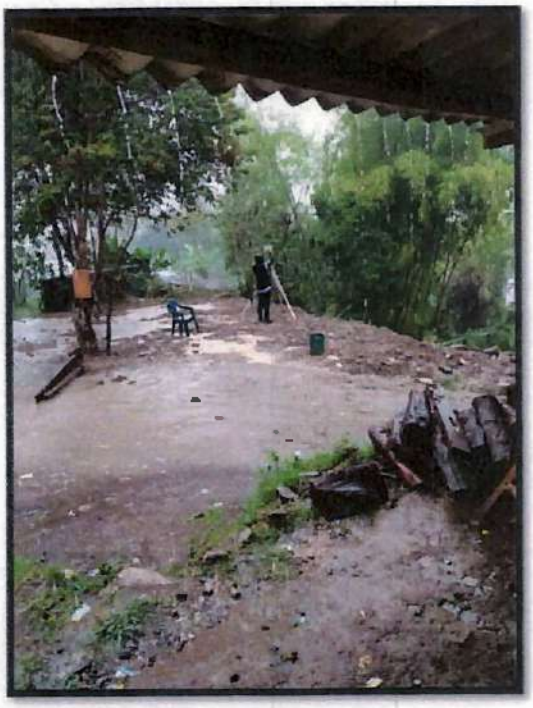
MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018



Fotografía en campo estado actual
Fuente: Consultor

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGOENTOPOGRAFIA
TP.N.01-14018



Fotografía en campo estado actual
Fuente: Consultor



Fotografía en campo estado actual
Fuente: Consultor

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018



Fotografía en campo estado actual
Fuente: Consultor



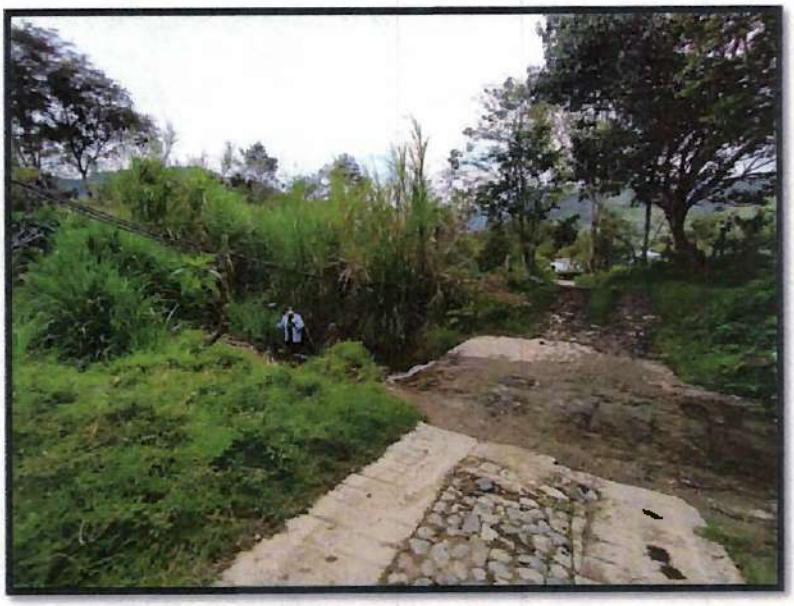
Fotografía en campo estado actual
Fuente: Consultor

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018



Fotografía en campo estado actual
Fuente: Consultor



Fotografía en campo estado actual
Fuente: Consultor

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183860999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

OBSERVACIONES

- Se evidencia que la vía actualmente se inunda por esto es necesario realizar un muro de contención.
- Se observa que hay un deslizamiento de la banca, en el plano se puede observar el lugar.
- Existe un muro de contención que no ha funcionado, pues debido a los deslizamientos de tierra se encuentra tapado.
- El levantamiento final y real de lo existente en el lugar a intervenir forma parte de una solución propuesta dada, en donde finalmente se verán reflejados los requerimientos del usuario como funcionalidad, la seguridad, la comodidad, la integración con el medio ambiente y la economía.
- En este informe se resumen los diferentes trabajos de campo y de oficina, así como los resultados obtenidos en el estudio Topográfico.

MAIRA A. TRIANA C.
TOP. MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
M.P. 01-14018 C.N.P.T

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3156135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

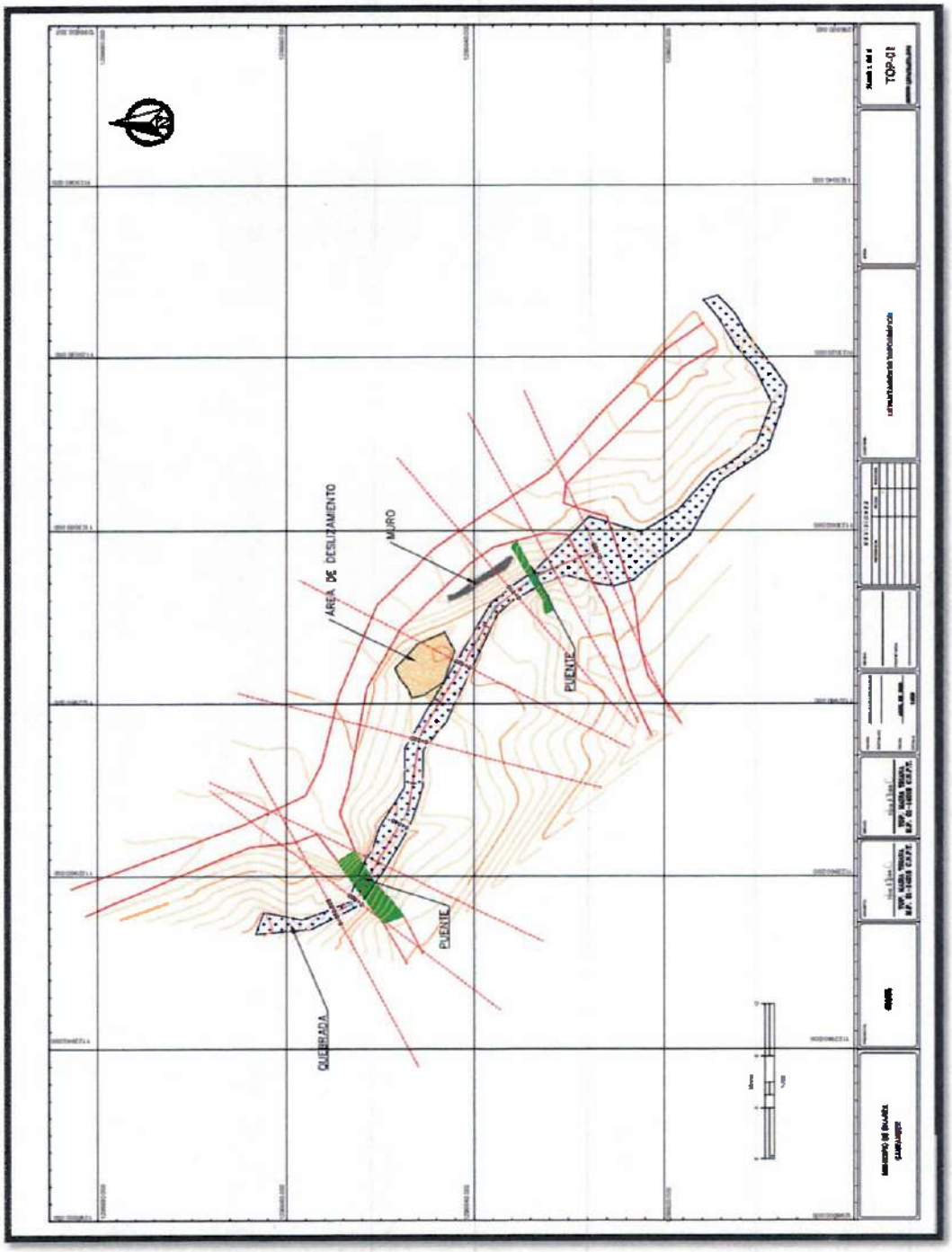
MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGOENTOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

ANEXOS

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

MURO DE CONTENCION CHARTA



Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

República de Colombia

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFIA

Nombre MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS

Cedula 1.098.643.461

Licencia Profesional No. **01-14018**

Resolución: 02-4019 - 06/12/2012

TECNOLOGO EN TOPOGRAFÍA

UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER



Presidente

Esta tarjeta forma parte integral de la Licencia Profesional Junto con la Resolución aprobatoria.

Esta tarjeta es documento público y junto con el Certificado de Vigencia acredita al titular para ejercer la profesión de TOPOGRAFO en la República de Colombia de acuerdo con la Ley 70 de 1979 y el

Decreto Reglamentario 690 de 1981

Si esta tarjeta es encontrada, por favor, enviarla a la dirección de la oficina del Consejo Profesional Nacional de Topografía

Calle 33 No. 7-27 Ofc.:502 Tel.: 2881490

http://cpnt.org Bogotá - Colombia

Para cualquier información comunicarse con el Consejo Profesional Nacional de Topografía Email:info@cpnt.org

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

República de Colombia

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFÍA

Ley 70 / 79

CERTIFICADO DE VIGENCIA No: 369388/2023

EL DIRECTOR EJECUTIVO DEL CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFÍA

HACE CONSTAR

Que el(la) Señor(a) **MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS** , identificado(a) con cédula de ciudadanía **No. 1098643461** , se encuentra inscrito(a) en el Registro Único de Topógrafos RUTOPO del CPNT como **TECNÓLOGO EN TOPOGRAFÍA** de la Institución de Educación Superior **UNIDADES TECNOLOGICAS DE SANTANDER**, bajo la Licencia Profesional **No. 01-14018** con fecha de expedición del **8 de Diciembre de 2012.**

Que el(la) Señor(a) **MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS**, tiene vigente su Licencia Profesional No. **01-14018** y a la fecha **NO REGISTRA ANTECEDENTES DISCIPLINARIOS** , que lo (la) inhabiliten en el ejercicio de su profesión.

Dada en Bogotá, D.C. a los **24 días del mes de Febrero de 2023.**

LUIS ALEJANDRO ZAFRA JARAMILLO
Director Ejecutivo

MAIRA A TRIANA C.

***Firma del profesional**

*La firma del profesional es requerida para comprobar la anuencia de su participación en procesos contractuales. La falta de la firma del profesional NO invalida el certificado.

Notas 1- El anterior certificado no suple la Licencia Profesional para ejercer un cargo.
2- La validez del documento se puede verificar en la página web www.cpnt.gov.co a través del número de certificado de Vigencia.
3- Este certificado digital tiene plena validez de conformidad con lo establecido en el Art. 2 de la Ley 527 de 1999, decreto 1747 de 2000 y Art. 6 Parágrafo 3 de la Ley 962 de 2005.

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

SPECIFICACIONES TECNICAS RECEPTOR GNSS STONEX S800-S800A

MULTISTASACION

Stonex S800 con sus 555 canales, ofrece una excelente solución de navegación en tiempo real a bordo con alta precisión. Todas las señales GNSS (GPS, GLONASS, BEIDOU y GALILEO) están incluidas, sin costo adicional.

Control de interfaz de usuario web

Para inicializar, administrar, monitorear la configuración del receptor y descargar datos usando una computadora portátil o PC, teléfono inteligente o tableta con capacidad de WI-FI.

CAPACIDAD DE BATERIA 6800mAh

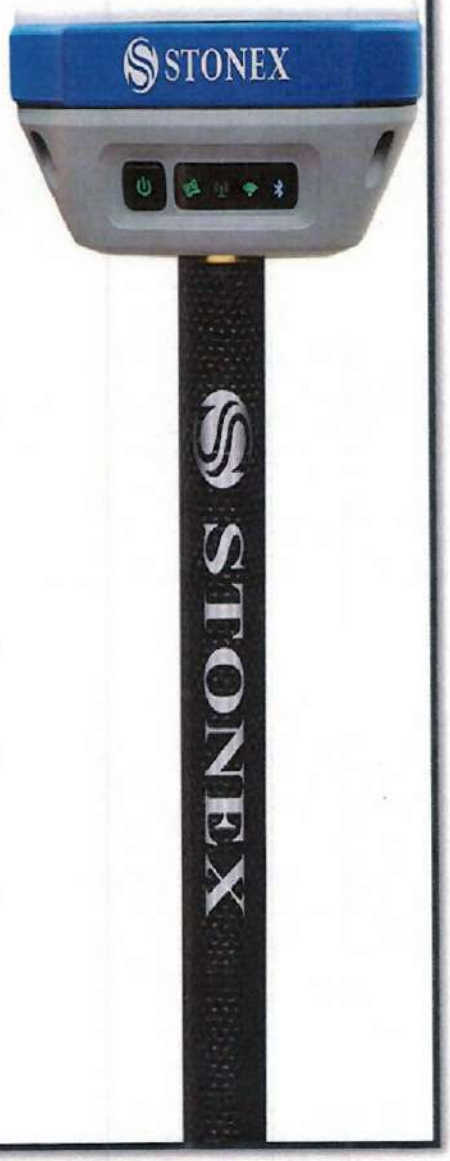
Stonex S800 se entrega con una batería de litio de gran capacidad de 6800 mAh que le brinda hasta 10 horas de trabajo.

MÓDEM INTERNO DE RADIO UHF

Todos los modelos de la serie S800 tienen radio módem UHF integrada. Es posible solicitar el S800 con la radio habilitada o pedir el receptor sin la radio activa, y activarlo más tarde.

RUGGED RTK

Con la certificación IP67, Stonex S800 garantizará las operaciones en varios tipos de entornos extremadamente difíciles.



Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
TECNOLOGO EN TOPOGRAFIA
TP.N.01-14018

STONEX

RECEIVER

Satellite Tracked	GPS: L1 C/A, L1C, L2C, L2P, L5
	GLONASS: L1 C/A, L2C, L2P, L3, L5
	BEIDOU: B1, B2, B3
	GALILEO: E1, E5 AltBOC, E5a, E5b, E6
	QZSS: L1 C/A, L1C, L2C, L5, L6
	SBAS: L1, L5
	IRNSS: L5
Channels	555
Position Rate	5 Hz, optional up to 20 Hz
Signal Reacquisition	< 1 sec
RTK Signal Initialization	Typically < 10 sec
Hot Start	Typically < 15 sec
Initialization Reliability	> 99.9 %
Internal Memory	8 GB

POSITIONING[1]

HIGH PRECISION STATIC SURVEYING	
Horizontal	2.5 mm + 1 ppm RMS
Vertical	5.0 mm + 1 ppm RMS
CODE DIFFERENTIAL POSITIONING	
Horizontal	<0.5 m RMS
Vertical	<1.0 m RMS
SBAS POSITIONING	
Horizontal	<0.6 m RMS[2]
Vertical	<1.2 m RMS[2]
REAL TIME KINEMATIC (< 30 Km) - NETWORK SURVEYING[3]	
Fixed RTK Horizontal	8 mm + 1 ppm RMS
Fixed RTK Vertical	15 mm + 1 ppm RMS

INTEGRATED GNSS ANTENNA

High accuracy four constellation micro-strip antenna, zero phase center, with internal multipath suppressive board

INTERNAL RADIO

Type	Tx - Rx
Frequency Range	410 - 470 MHz
Channel Spacing	12.5 KHz / 25 KHz
Maximum Range	3-4 Km in urban environment Up to 10 Km with optimal conditions[4]

COMMUNICATION

I/O Connectors	7-pins Lemo and 5-pins Lemo interfaces. Multifunction cable with USB interface for PC connection
Bluetooth	V2.0 Class2/V4.1LE
Wi-Fi	802.11 b/g
Web UI	To upgrade the software, manage the status and settings, data download, etc. via smart phone, tablet or other internet enabled electronic device
Reference outputs	RTCM 2.1, 2.3, 3.0, 3.1, 3.2 CMR, CMR+, RTCA
Navigation outputs	GGA, ZDA, GSA, GSV, GST, VTG, RMC, GLL

POWER SUPPLY

Battery	Rechargeable 7.2 V - 6800 mAh Rechargeable 7.2 V - 5200 mAh[5]
Voltage	9 to 18 V DC external power input with over-voltage protection (5 pins Lemo)
Working Time	Up to 10 hours Up to 8 hours[5]
Charge Time	Typically 4 hours

PHYSICAL SPECIFICATION

Dimensions	146 mm x 146 mm x 76 mm
Weight	1.2 Kg
Operating Temperature	-30°C to 65°C (-22°F to 149°F) -40°C to 65°C (-40°F to 149°F)[5]
Storage Temperature	-40°C to 80°C (-40°F to 176°F)
Waterproof/Dustproof	IP67
Shock Resistance	Designed to endure to a 2 m pole drop on concrete floor with no damage
Vibration	Vibration resistant

MAIRA A. TRIANA C.
TOP. MAIRA ALEJANDRA TRIANA CARDENAS
M.P. 01-14018 C.N.P.T.

Transversal 11ª # 12-65 Nueva Candelaria
Piedecuesta Departamento de Santander
Teléfonos: 3158135754-3183880999
topografiamyd@hotmail.com

"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"

INFORME ESTUDIO DE SUELOS Y GEOTÉCNIA

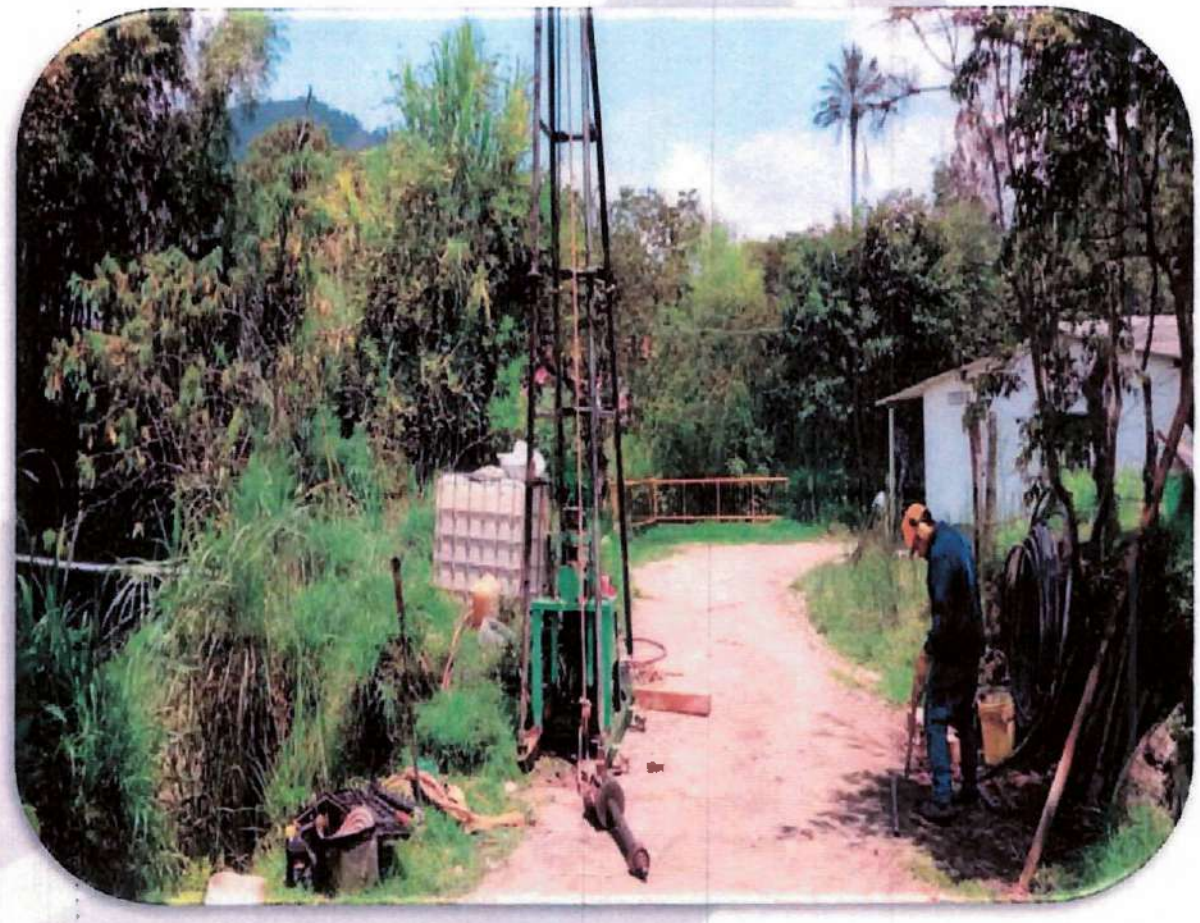
ELABORADO POR:
CONSULTORES SOLANO NAVAS LTDA
UT MURO CHARTA

PRESENTADO A:

ALCALDÍA MUNICIPAL DE CHARTA

SANTANDER
MARZO 2023

"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"



SANTANDER
MARZO 2023

[(57) 6 90 95 71] [(57) 316 830 29 50] [gerencia@csn.com.co] [www.csn.com.co]
[Autopista Piedecuesta Km. 11 Lote 7 La comuna de Mensulí] [Piedecuesta, Santander]

CUADRO DE CONTROL DE CAMBIOS

APROBACIÓN	NÚMERO DE REVISIÓN		0	1	2
	Elaboró	Nombre	Ing. Jeyson Andrés Vera		
		Firma			
		Fecha	MARZO 2023		

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION 8
2. ALCANCE 9
3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO 10
4. METODOLOGÍA 11
5. INFORMACIÓN DEL PROYECTO 12
   5.1. NOMBRE DEL PROYECTO 12
   5.2. LOCALIZACIÓN 12
      5.2.1. Localización a nivel regional 12
      5.2.2. Localización local del sitio de estudio 14
   5.3 PLANO DE LOCALIZACIÓN DEL MURO 15
6. MODELO GEOLÓGICO 16
   6.1 GEOLOGÍA REGIONAL 17
   6.2 ESTRATIGRAFÍA Y TECTÓNICA 21
   6.3 GEOLOGÍA LOCAL 23
      6.3.1 Estratigrafía 23
   6.4 GEOMORFOLOGIA LOCAL 27
7. CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS 32
8. CAMPAÑA DE EXPLORACIÓN DE CAMPO 33
   8.1. METODOLOGÍA DE EXPLORACIÓN 33
   8.2. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO MEDIANTE SONDEOS GEOMECÁNICOS 34
9. ENSAYOS DE LABORATORIO 35
   9.1. Humedad Natural 36
   9.2. Granulometría 36
   9.3. Límite líquido 36
   9.4. Límite plástico 37
   9.5. Índice de plasticidad 37
   9.6. Clasificación de los suelos 37
10. EXPLORACION DEL PERFIL DEL SUELO 39
   10.1. EXPANSIVIDAD 40

10.2. CLASIFICACION DEL SUELO EN EL SITIO DE ESTUDIO 40
11. EFECTOS LOCALES 41
11.1. PERFIL DEL SUELO 41
11.2 VALORES DE FA Y FV 43
11.3. ESPECTRO DE DISEÑO 44
12. CÁLCULOS GEOTÉCNICOS 46
12.1 PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN 46
12.2 CALCULOS DE PARAMETROS POR CORRELACIONES 47
12.3. VELOCIDAD DE ONDA VS 48
12.4 DISEÑO GEOTÉCNICO DE LA CIMENTACIÓN DEL MURO 49
EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD EXTERNA 51
Evaluación de la estabilidad al deslizamiento y volcamiento 51
12.5 EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y LA EXCENTRICIDAD DEL MURO. 53
Factores de resistencia para cimientos superficiales 53
Análisis de capacidad de soporte para el estado límite de resistencia 54
Análisis de capacidad de soporte para el estado límite de servicio 56
12.6 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD GLOBAL 58
Análisis de estabilidad de las excavaciones para construir el muro 58
Análisis de estabilidad del muro 62
13.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 63
13.1 RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MURO DE CONTENCIÓN 63
Tipo de cimentación 63
Capacidad de soporte 63
Parámetros de diseño 63
13.2 MANEJO DE EXCAVACIONES 64
Coeficiente de presión de tierras 64
Dimensionamiento del muro sección critica h3m 65
Dimensionamiento del muro sección critica h2m 66
13.3 RECOMENDACIONES GENERALES 67
14 LIMITACIONES 68
15. BIBLIOGRAFÍA 69
16. ANEXOS 70

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de pendientes según su inclinación 27
Tabla 2. Ensayos de laboratorio y de campo realizados 35
Tabla 3. Resumen de ensayos de laboratorio 38
Tabla 4. Ubicación de sondeos 39
Tabla 5. Clasificación de los perfiles de suelo, Tabla A.2.4-1 de la NSR-10. 41
Tabla 6. Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro 43
Tabla 7. Valores del coeficiente Fv, para la zona de periodos intermedios del espectro 44
Tabla 8. Resultados de Campo Ensayo SPT mediante rotopercusión – Sondeo No. 1 46
Tabla 9. Combinaciones y factores de carga. 49
Tabla 10. Factores de carga permanentes. 50
Tabla 11. Factores de resistencia para muros de contención permanentes. 50
Tabla 12. Alturas equivalentes para sobre carga por carga viva. 51
Tabla 13. Factores de resistencia para la resistencia geotécnica de cimentaciones superficiales en el estado límite de resistencia. 54
Tabla 14. Capacidad de soporte estado límite de resistencia para una profundidad de cimentación de 1.0 m, Factor de resistencia de 0.45 y relación de B/L igual a 1. 55
Tabla 15. Asentamientos 57

LISTA DE FIGURAS

Figura1. Localización regional 13
Figura 2. Localización del área de estudio 14
Figura 3. Plano de localización 15
Figura 4. Mapa de localización para Charta – Santander 16
Figura 5. Esquema tectónico del Departamento de Santander. 19
Figura 6. Esquema estructural del Departamento de Santander 20
Figura 7. Mapa de localización para Charta – Santander 23
Figura 8. Mapa de pendientes para Charta – Santander 28
Figura 9. Mapa geomorfológico para Charta – Santander 30
Figura 10. Mapa Modelo Digital de elevaciones (DEM) e hidrografía para Charta – Santander 31
Figura 11. Ubicación sondeo 39
Figura 12. Coeficiente de ampificación fa 42
Figura 13. Coeficiente de amplificación Fv 42
Figura 14. ZONAS DE AMENAZA SÍSMICA APLICABLE A EDIFICACIONES PARA LA NSR-10 EN FUNCIÓN DE Aa Y Av 42
Figura 15. MAPA DE VALORES DE AV (COEFICIENTE DE VELOCIDAD HORIZONTAL PICO EFECTIVA) 43
Figura 16. MAPA DE VALORES DE AA (COEFICIENTE DE ACELERACIÓN PICO EFECTIVA EN ROCA) 43
Figura 17. ESPECTRO ELÁSTICO DE ACELERACIONES DE DISEÑO COMO FRACCIÓN DE G 45
Figura 18. Estado límite de Resistencia I, para un muro. 52
Figura 19. Estado límite de Evento Extremo I, para un muro. 52
Figura 20. Valores de α para relación (L/B) 56
Figura 21. Modelo de análisis 3d de muro H 3M 59
Figura 22. Análisis de estabilidad estático estatico. 60
Figura 23. Análisis de estabilidad dinámico talud dinamico 61

1. INTRODUCCION

Durante la planeación de cualquier proyecto o tipo de infraestructura civil, es necesario conocer las propiedades del suelo sobre la cual esta se cimentará, para ello, se requiere realizar estudios de suelos y geotécnicos que determinen las características del subsuelo, estabilidad y capacidad de soporte de éste.

El presente estudio de suelos se realizó con el fin de conocer la capacidad admisible de la zona del proyecto en mención describiendo el comportamiento geomecánico junto con las recomendaciones necesarias para el buen desarrollo del proyecto en mención.

La caracterización geomecánica de los estratos de suelo encontrados que se detalla, se realizó a través de la ejecución de una (01) perforación mediante rotopercusión SPT a seis (6.00) metros en el sitio de estudio.

2. ALCANCE

Para la realización del estudio geotécnico del sector en el municipio de Charta, se ejecutó un sondeo a rotopercusión, se analizó la geología regional y local y se consultaron los estudios de otros sitios cercanos al área; sin embargo, al construir el proyecto pueden encontrarse condiciones diferentes, las cuales no fueron detectadas en el momento de la realización del estudio.

Por la razón anterior, es importante que un Ingeniero Geotecnista revise si las hipótesis del estudio corresponden a las encontradas en el campo. Igualmente, el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 exige la supervisión técnica de un Ingeniero Geotecnista durante las etapas de construcción de las excavaciones, cimentaciones y estructuras de contención.

3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

De acuerdo a la Norma Sismo Resistente (NSR-10), el estudio geotécnico incluye el conjunto de actividades que comprenden el reconocimiento de campo, la investigación del subsuelo, los análisis y recomendaciones de ingeniería necesarios para el diseño y construcción de las obras en contacto con el suelo, de tal forma que se garantice un comportamiento adecuado en las estructuras proyectadas, protegiendo ante todo la integridad de las personas frente a cualquier fenómeno externo, además de proteger vías, instalaciones de servicios públicos, predios y construcciones vecinas.

Los objetivos del estudio son los siguientes:

- Determinar mediante sondeos y ensayos de laboratorio el perfil de suelo para el diseño de cimentaciones.
- Recomendar la profundidad y el sistema de cimentación más apropiado de acuerdo con las características de la estructura, de la geología y de los suelos del sitio.
- Calcular la capacidad de soporte del terreno de cimentación.
- Recomendar las obras geotécnicas que se requieren para mitigar los efectos de los problemas geotécnicos identificados.
- Presentar recomendaciones geotécnicas para la construcción del proyecto.

4. METODOLOGÍA

El desarrollo del trabajo geotécnico se realizó siguiendo la siguiente metodología:

- **Recolección de información secundaria.** Consulta y análisis de información topográfica, geológica, geomorfológica, climática, etc., de la zona del proyecto, tanto local como regional.

- **Trabajo de campo.** Levantamiento de información "in situ" y evaluación del terreno, mediante la observación de las características geológicas y geomorfológicas de los sitios proyectados para las obras. Incluye además la toma de muestras para los análisis geotécnicos pertinentes, la determinación de los perfiles estratigráficos de los depósitos y la identificación del nivel freático.

- **Trabajo de laboratorio.** Las muestras de suelo obtenidas en campo son sometidas a ensayos de laboratorio para determinar las propiedades índices que definan el modelo y los parámetros resistentes para el análisis geotécnico.

- **Trabajo de oficina.** La información secundaria y primaria recolectada, lo mismo que los resultados de las pruebas de laboratorio, es analizada para construir un modelo geotécnico orientado a la construcción de las estructuras del proyecto que sean eficientes, seguras y viables desde todos los puntos de vista. Con los análisis interpretativos se establecen las recomendaciones particulares de cimentación y las propuestas de obras a implementarse.

- **Elaboración y edición de informe final.** Se elabora un informe que contiene los resultados de los estudios con las recomendaciones para los diseños, teniendo presente las condiciones de sismicidad del área del proyecto y la definición de las aceleraciones máximas para el sismo de diseño, según la norma NSR-10.

5. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

A continuación, se describen los aspectos generales del proyecto a construir, dándonos una clara idea de la afectación que éste puede ocasionar al interactuar con el subsuelo y así poder determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo de fundación que lo soportará, basados en la exploración geotécnica y análisis de laboratorio incluidos en el presente estudio.

5.1. NOMBRE DEL PROYECTO

"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER".

5.2. LOCALIZACIÓN

5.2.1. Localización a nivel regional

El estudio se encuentra localizado en la vía que conduce al municipio de Charta situado en el departamento de Santander, con elevación media de 2000 m.s.n.m. El territorio del municipio de Charta cuenta con aproximadamente una superficie de 15.200 hectáreas con una temperatura promedio de 23°c.

Sus límites son:

- Por el norte limita con los municipios de Suratá y Lebrija.
- Por el sur limita con el municipio de Tona.
- Por el oeste limita con los municipios de Matanza y Bucaramanga.
- Por el este limita con los municipios de California y Vetas.

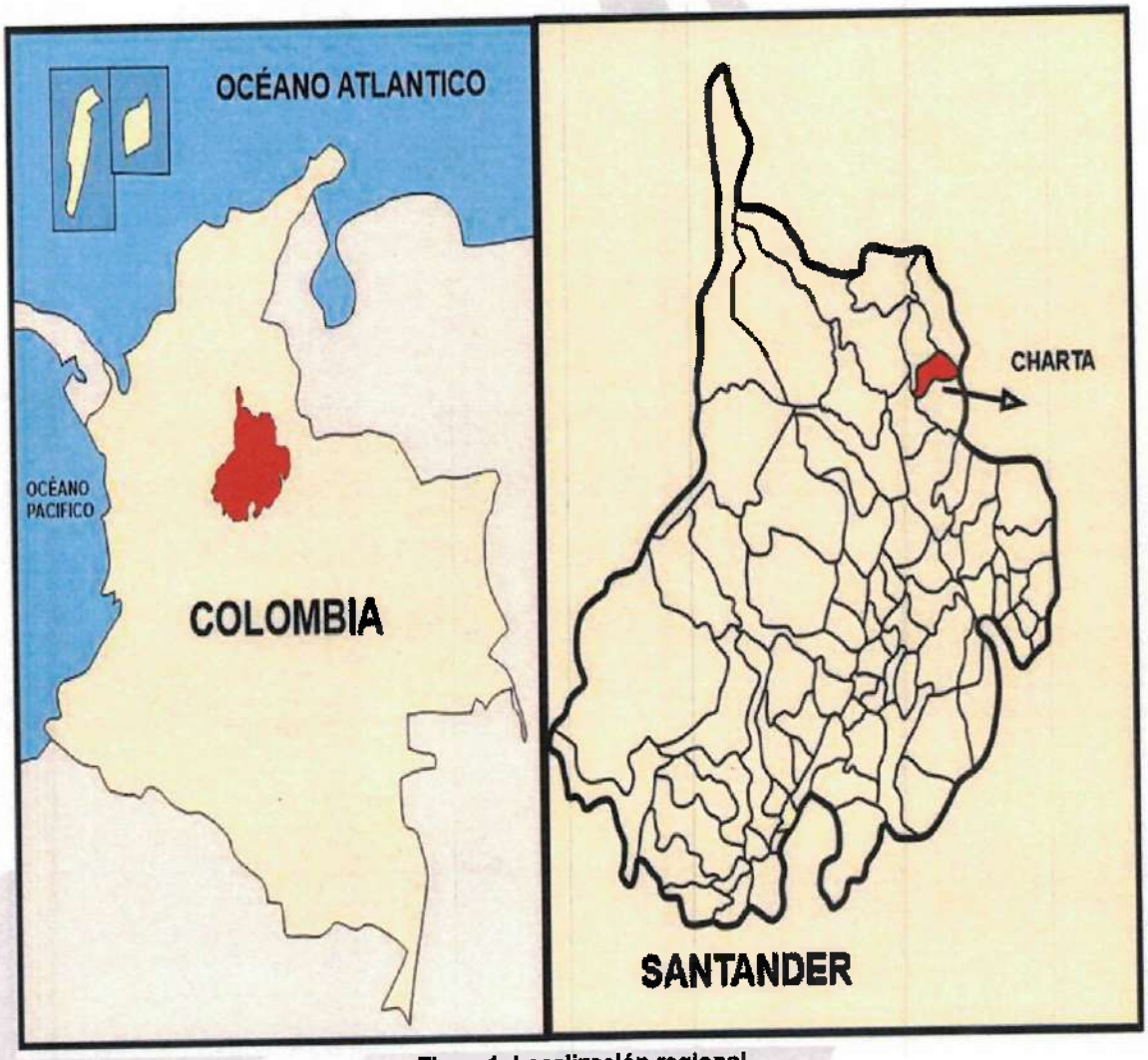


Figura1. Localización regional

Fuente: Propia

5.2.2. Localización local del sitio de estudio

El sitio donde se proyecta la construcción de un muro se localiza en el municipio de Charta, en el departamento de Santander.



Figura 2. Localización del área de estudio
Fuente: El autor

5.3 PLANO DE LOCALIZACIÓN DEL MURO

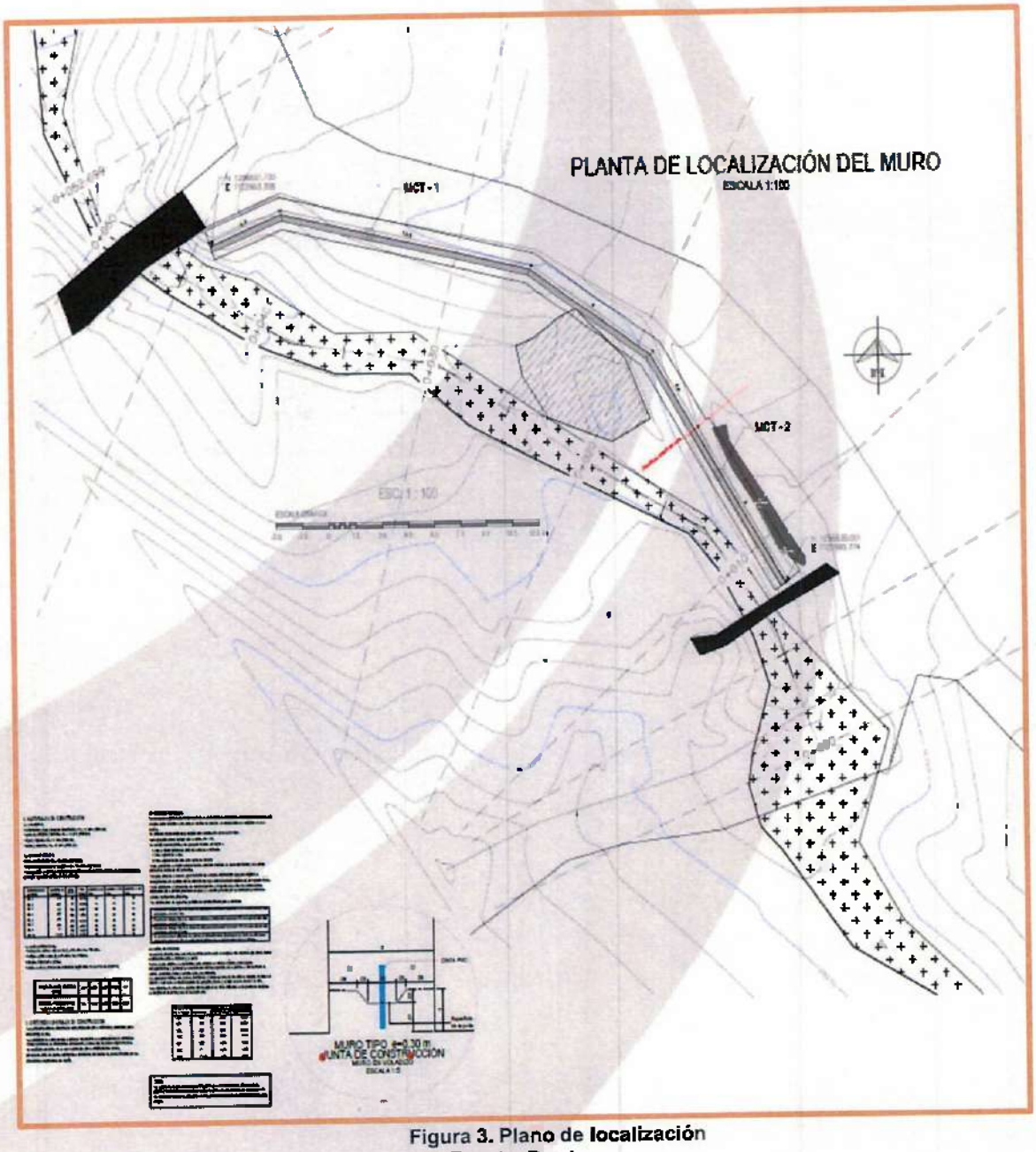


Figura 3. Plano de localización
Fuente: Propia

6. MODELO GEOLÓGICO

La zona de estudio se localiza en el municipio Charta, Charta es un municipio colombiano del departamento de Santander ubicado en la provincia de Soto Norte. Es conocido como el «Rincón Florido de Santander. Según el sistema de coordenadas planas Magna Sirgas con proyección en Bogotá-Colombia se encuentra entre el cuadrángulo dado por: X entre las coordenadas (1122500 y 1127500); Y entre las coordenadas (1293000 y 1296000)

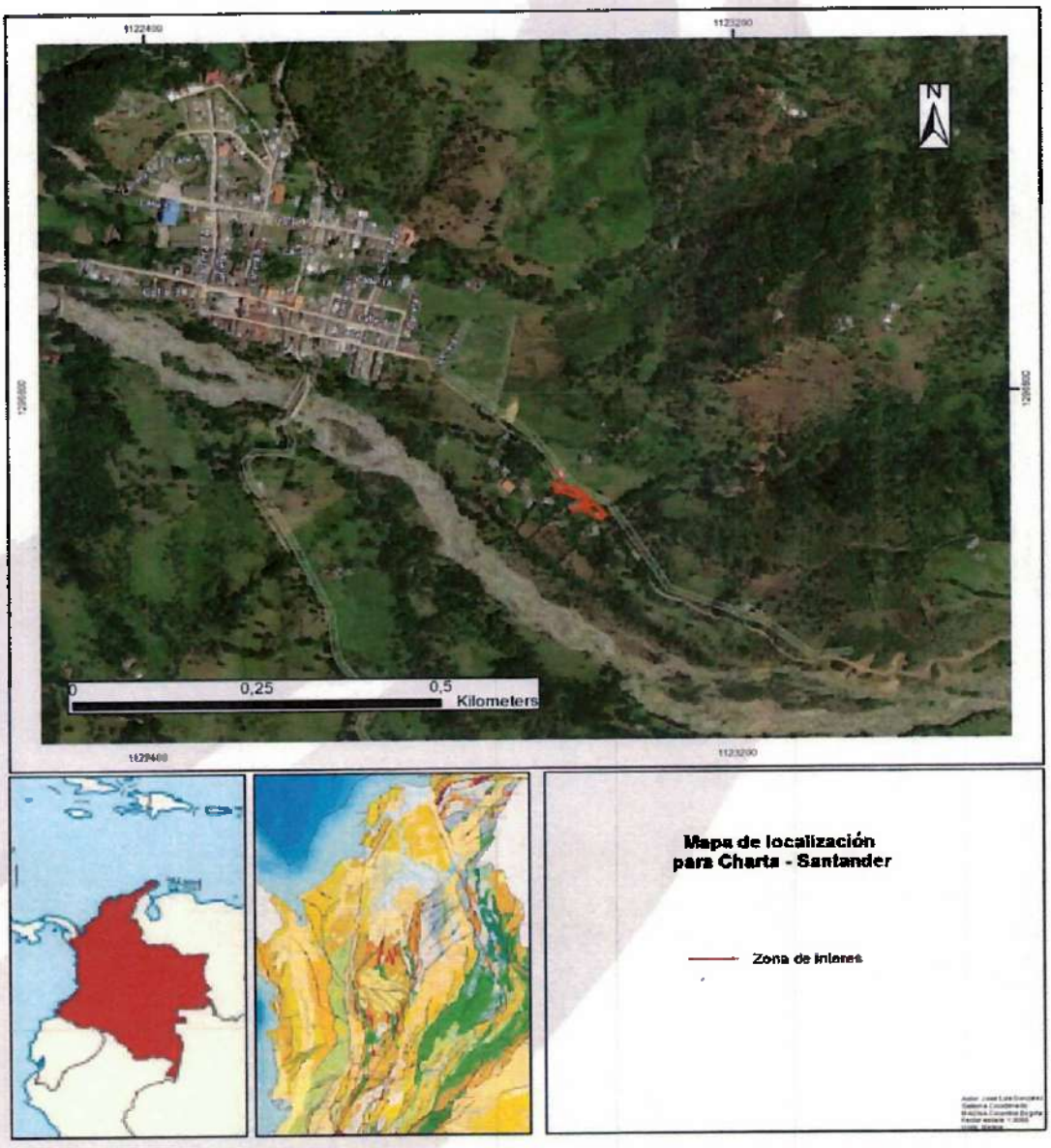


Figura 4. Mapa de localización para Charta – Santander
Fuente: Propia

6.1 GEOLOGÍA REGIONAL

El nororiente colombiano de Los Andes es un territorio geológicamente complejo y tectónicamente dinámico; su conformación está relacionada con la interacción de las placas tectónicas Nazca, Caribe y Suramérica. El Departamento de Santander se encuentra localizado en una región tectónica compleja y dinámica, que representa a una zona de influencia entre los límites de las placas tectónicas del Caribe y la Suramericana, conocida como bloque Andes del Norte o bloque Norandino en los trabajos de Kellogg (1984); Case, et al. (1984); Kellogg, et al. (1985); James (1985) y Boinet (1985), entre otros.

Para la caracterización tectónica del territorio de Santander se ha subdividido en tres provincias tectónicas como son la del Macizo de Santander, que está conformada por los bloques de Floresta, Cucutilla, Pamplona y de Ocaña; la del Valle Medio del Magdalena, y la de la Cordillera Oriental, de conformidad con el esquema tectónico, presentado por Clavijo, et al. (1993). Ver **Figura 6.**

En la región de Santander se presentan:

Provincia Cordillera Oriental: Esta provincia se caracteriza por pliegues anticlinales y sinclinales amplios, limitados por fallas inversas y de cabalgamiento, de direcciones NE y NW, con inclinación predominante hacia el oriente. Constituye una cobertera sedimentaria con cubrimiento de una gran extensión de la Cordillera Oriental. En el Departamento de Santander, está restringida a dos bloques, el principal localizado en la región central estructural y el menor ubicado en la región oriental. Esta provincia está conformada por rocas sedimentarias generalmente plegadas, de edades jurásicas y cretácitas; el bloque principal o central está limitado al oriente por las fallas Riachuelo y Bucaramanga-Santa Marta, y al occidente por la Falla La Salina, mientras el bloque oriental está limitado al oriente por la Falla de Servitá y al occidente por las fallas Bucaramanga-Santa Marta y de Baraya

Provincia Macizo de Santander: Esta provincia corresponde en buena parte a los macizos de Santander y de Floresta, y ocupan la región oriental estructural del territorio santandereano. La provincia del Macizo de Santander está subdividida en los bloques de Floresta, Cucutilla, Pamplona y Ocaña.

Bloque de Floresta: Está caracterizado tectónicamente por fallas inversas y de cabalgamiento e incluye pequeños pliegues de dirección predominante hacia el SWNE. Este bloque se encuentra localizado en el extremo nororiental del departamento; está constituido principalmente por rocas metamórficas precámbricas y paleozoicas, y rocas ígneas paleozoicas y mesozoicas. El bloque está limitado al oriente por las fallas de Soápaga y Bucaramanga-Santa Marta y al occidente por la Falla de Riachuelo.

Bloque de Cucutilla: Este bloque se caracteriza por un sistema de fallamiento en bloques pequeños, separados por fallas inversas con inclinación principalmente hacia el occidente y por anticlinales y sinclinales estrechos truncados por el fallamiento de dirección SE-NW. Se trata de un bloque hundido, ubicado en la región más oriental de Santander; se encuentra conformado por rocas sedimentarias paleozoicas, jurásicas, cretácicas y terciarias. El bloque se presenta limitado al oriente por el sistema de fallas de Chitagá, en territorio de Norte de Santander y al occidente por las fallas de Baraya y Servitá.

Bloque de Ocaña: Se caracteriza tectónicamente por presentar un estilo estructural de fallamiento en bloques menores, separados por fallas inversas de dirección predominantemente SW-NE. Se presenta como un bloque levantado, que ocupa el sector nororiental del departamento; está constituido esencialmente por rocas ígneas triásicojurásicas y metamórficas precámbricas y paleozoicas. Este bloque está limitado al occidente por la Falla Bucaramanga-Santa Marta y al suroriente por la Falla de Baraya. Siendo este bloque en el cual se ubica la zona de estudio.

Bloque de Pamplona: Bloque pequeño levantado, caracterizado por rocas metamórficas precámbricas y sedimentarias paleozoicas. Este bloque se encuentra localizado en el sector oriental del departamento.

Provincia Valle Medio del Magdalena: Es una provincia caracterizada tectónicamente por un estilo estructural de plegamiento donde las estructuras anticlinales y sinclinales son amplias y suaves, limitadas por fallas inversas escalonadas, con inclinación preferencial hacia el oriente.

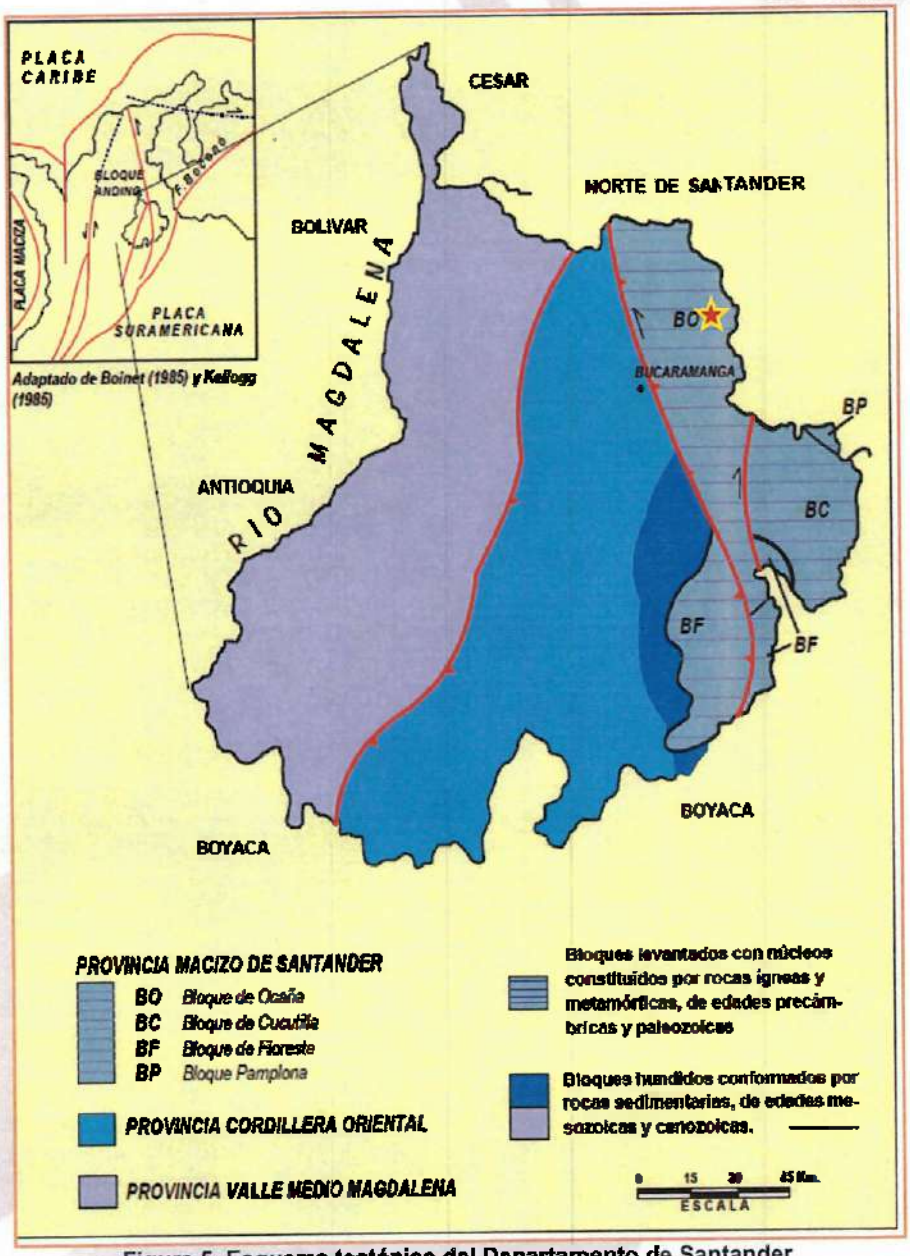


Figura 5. Esquema tectónico del Departamento de Santander.
Fuente: Adaptado de Clavijo, et al. (1993).

De la anterior imagen se resalta la zona de estudio, la cual descansa sobre El bloque de Floresta.

El territorio santandereano se caracteriza por presentar tres estilos estructurales diferenciables, los cuales identifican tres regiones estructuralmente bien definidas del departamento (**Figura 7**): uno de fallamiento en bloques en la región oriental; otro de plegamientos en la región central, y el graben del Magdalena, en la región occidental. En la **Figura 7**, se muestra el esquema estructural que se ha considerado apropiado para el Departamento de Santander.

Región oriental (Zona de estudio): Esta región comprende el Macizo de Santander, en donde predomina un sistema de fallamiento en bloques, de rumbo Norte-Sur a Noreste y un sector de pliegues anticlinales y sinclinales estrechos, ubicados en el extremo más oriental del departamento (Figura 3). En esta región se destacan principalmente de noroccidente a suroriente las siguientes fallas geológicas.

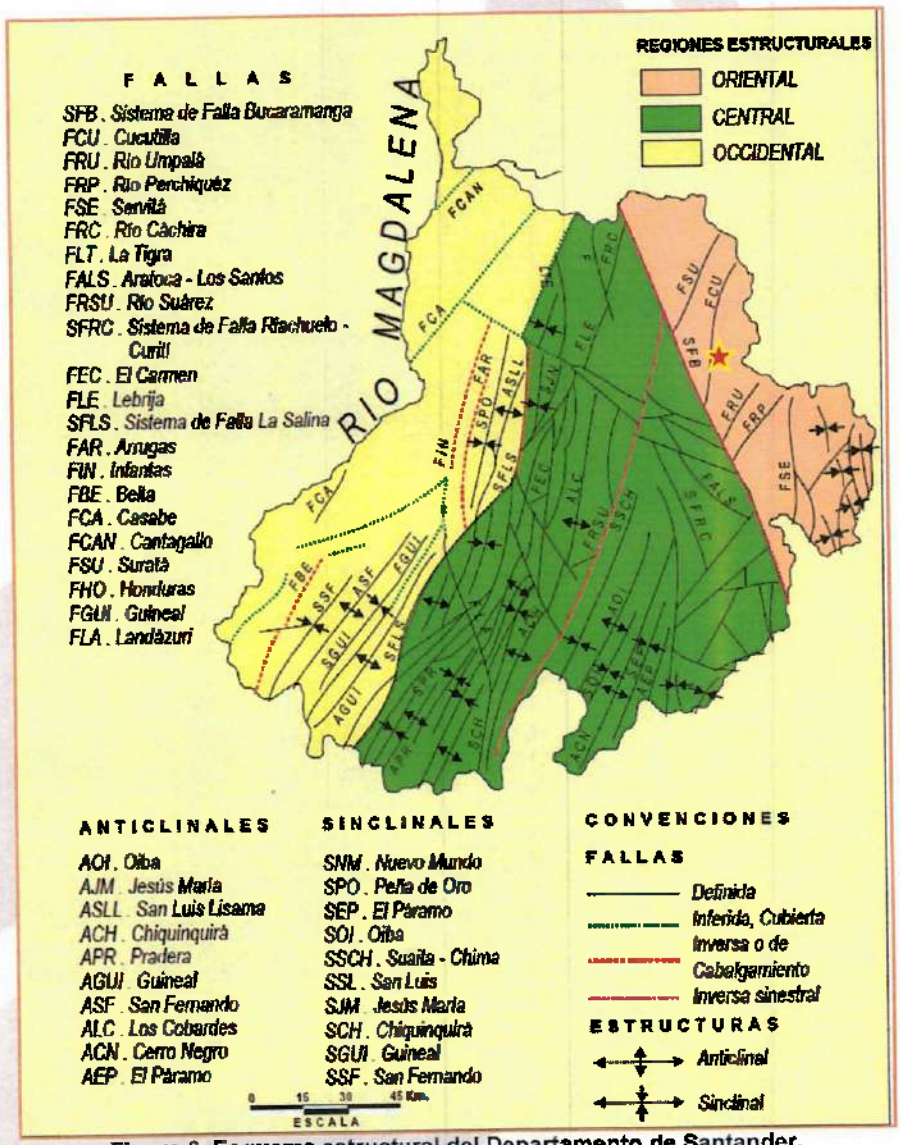


Figura 6. Esquema estructural del Departamento de Santander.
Fuente: Vargas (1979); León (1986, 1991); Clavijo, et; al. (1993)

Región central: Está localizada entre la Falla de Bucaramanga-Santa Marta al oriente y la Falla La Salina al occidente. (Ver **figura 7**) Geográficamente conforma la cadena montañosa de las estribaciones occidentales de la Cordillera Oriental, en donde se destacan estructuras anticlinales y sinclinales amplias, limitadas por fallas

inversas y de cabalgamiento con inclinación hacia el oriente. En esta región se describen de oriente a occidente, los principales anticlinales, sinclinales y fallas geológicas.

Región occidental (zona de estudio): Representa una región hundida, que corresponde a buena parte del Valle Medio del Río Magdalena. Esta región está limitada al oriente por el sistema de Falla La Salina y al occidente por la Falla Mulatos-Morales que pasa por fuera del área del departamento. Presenta estructuras anticlinales y sinclinales amplias, conformadas por rocas del Terciario y fallas inversas con inclinación al oriente, entre las cuales se describen las principales estructuras de pliegues y fallas geológicas.

6.2 ESTRATIGRAFÍA Y TECTÓNICA

A mediados del Proterozoico, el territorio de Santander formaba parte de un "megaterreno" cuyo basamento se encontraba conectado probablemente al Escudo de Guayana (IRVING,1971; TSCHANZ, et al., 1974; KROONENBERG, 1982) durante diversas orogenias o bien existía como "terreno alóctono" con respecto a dicho escudo (ETAYO, et al., 1983; GONZÁLEZ, et al., 1988; TOUSSAINT y RESTREPO, 1989).

En este tiempo se desarrolla una cuenca marina en la que se depositan sedimentos clásticos con importantes aportes ígneos alcalinos. A finales del Proterozoico (945-680 m.a.) esta secuencia es deformada, intruida por cuerpos de composición granodioríticacuarzomonzonítica y es sometida a metamorfismo de alto grado como es el caso del Neis de Bucaramanga y el Ortoneis de Berlín que constituyen el basamento continental. El basamento del precámbrico en el Macizo de Santander representa el zócalo más antiguo de todo el oriente colombiano, lo que explica las características andinas o intracontinentales de las orogenias que afectaron esta región. Durante el Paleozoico temprano se depositó, sobre paleorrelieves erosionados del Proterozoico, una megasecuencia grano -decreciente cíclica de ambientes de talud submarino (ETAYO, et al., 1983). La Orogenia Caledoniana afectó los depósitos cambro-ordovícicos, produciendo fuertes plegamientos y un metamorfismo de muy bajo a localmente bajo grado hasta la facies esquisto verde, conformándose la Formación Silgará y la unidad de la secuencia metasedimentaria en el Macizo de Santander. Intrusiones sin o postectónicas datadas entre 417 y 371 m.a., según Cordani (en ETAYO, et al., 1983) en monzonitas del Batolito de Onzaga, correspondientes al Macizo de Santander, acompañaron la Orogenia Caledoniana.

A mediados del Devónico se reanuda la sedimentación pericontinental sobre la margen oriental del Océano Proto-Atlántico (Iapetus); según Etayo, et al. (1989), ocurre la depositación de abanicos-deltas (Formación El Tibet) y sedimentación marina epicontinental (Formación Floresta). Después del hiato estratigráfico en el intervalo Devónico superior-Carbonífero inferior, se sucede el avance de un mar transgresivo (Pensilvaniano-Pérmico). Se inicia una tectónica de fallamiento en respuesta a movimientos epirogénicos que forman relieves de mesas y valles; los avances y retrocesos del mar se suceden en un paisaje árido como lo evidencia la

alternancia de sedimentitas rojas y calizasbiogénicas (Formación Diamante, Unidad Paleozoico del Río Nevado). A comienzos del Triásico se inicia la apertura del Paleocaribe por formación de fosa tectónica de hundimiento (graben), con actividad volcánica más o menos intensa que separa a Norte y Suramérica. El "megaterreno ancestral" comienza a fraccionarse, algunas áreas empiezan a hundirse y en las cuales sólo se depositaron algunos abanicos aluviales (Formación Tiburón), pero por este tiempo el "megaterreno ancestral" se solda al "megaterreno autóctono" (TOUSSAINT y RESTREPO, 1989). En las fases finales del Triásico y comienzos del Jurásico, se inicia la ruptura de La Pangea mediante un proceso de formación de cuenca intercontinental, cuyas ramificaciones afectan gran parte del Cratón Suramericano (se forman aulacógenos, cuencas de tracción), según Maze (1984). A principios del Jurásico se inicia un proceso de formación de cuencas en lo que hoy son los valles Medio del Magdalena y el del Cesar (ESTRADA, 1972; MACÍA, et al., 1985; MOJICA y HERRERA, 1986; MOJICA y FRANCO, 1990). Este proceso se inicia en una franja estrecha dando origen a sedimentitas jurásicas, que por esfuerzos distensivos empieza a hundirse en bloques escalonados, provocado por un fallamiento normal, formándose de esta manerael graben primario.

En lo referente al actual nororiente colombiano, se forman algunas cuencas (Valle Medio del Magdalena, Cesar, Perijá, Mérida, Maracaibo), que fraccionan el "megaterreno ancestral" por hundimiento en bloques escalonados siguiendoun patrón en zig-zag, limitado por dos sistemasde falla, uno N-NE y otro NW-SE que lo desplaza, cuyo elemento principal es la Falla deBucaramanga-Santa Marta. Se suceden breves incursiones marinas (Formación Bocas), seguidasde una sedimentación fluviolacustre, acompañada de un incipiente vulcanismo explosivo (Formación Jordán) que aporta en parte materialde relleno de estas cuencas; simultáneamente ocurre la intrusión de cuerpos granodioríticos en el Macizo de Santander (190-160 m.a). A finales del Jurásico y comienzos del Cretácico se deposita la potente secuencia fluvial del Grupo Girón.

En el Cretácico temprano la sedimentación continental da paso de manera gradual a la ingresión marina, que inicialmente inunda las entradas de las ramificaciones del Paleorift del Magdalena y luego invade áreas mayores (ETAYO, et al.,1989), depositándose una espesa secuencia de areniscas, lutitas y calizas de las formaciones cretácicas en las provincias del Valle Medio del Magdalena, Maracaibo y áreas menores en las provincias de Santander y Mérida. En el Cretácico tardío y comienzos del Terciario, se produce el retiro del mar, acompañado de un levantamiento diferencial. En este tiempo termina la larga etapa distensiva y se produce una inversión de esfuerzos, que desde el Paleoceno da inicio a la etapa compresiva. En el Paleoceno medio ocurre el levantamiento de la provincia del Macizo de Santander. Durante este lapso la erosión remueve gran parte de la megasecuencia cretácica, y aporta el material que forma las diversas y potentes unidades terciarias. Durante el Mioceno medio se inicia el levantamiento generalizado de la Cordillera Oriental colombiana. En el Mioceno medio-tardío se produce una fase de compresión más intensa, y se forma en la parte occidental del "supraterreno de la Cordillera Oriental", una cadena plegada cabalgante con

vergencia al occidente (FABRE, 1983) y un sistema de cabalgamiento con vergencia hacia el oriente en la región oriental (Bloque de Pamplona). Esto hace que el "terreno Santander" se comporte como un horst cuyosflancos oriental y occidental cabalgan

sobre el "terreno Valle Medio del Magdalena" al occidentey "terrenos Maracaibo y Llanos" al oriente (FABRE,1983; TOUSSAINT y RESTREPO, 1989; TOUSSAINT, et al., 1992).

6.3 GEOLOGÍA LOCAL

6.3.1 Estratigrafía

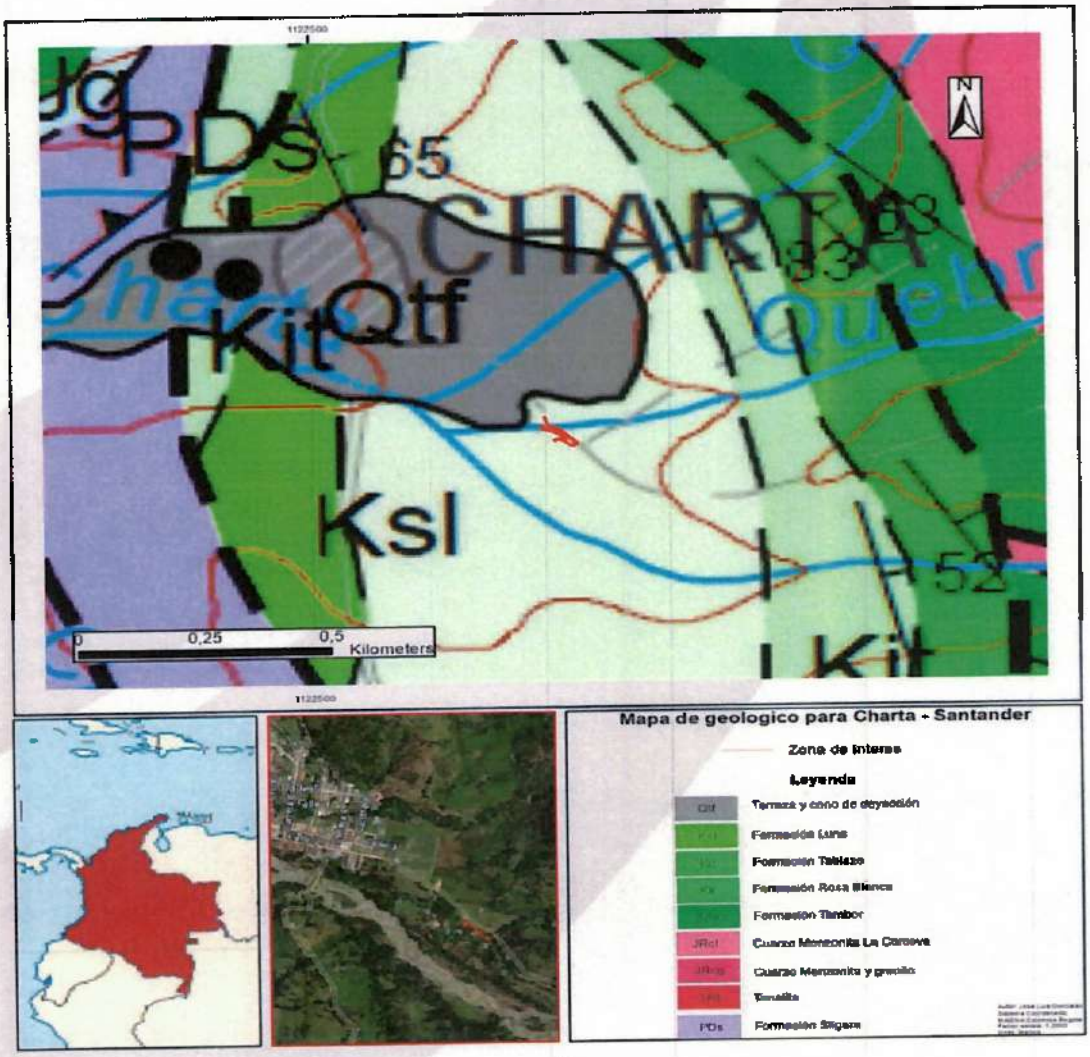


Figura 7. Mapa de localización para Charta – Santander
Fuente: Propia

Formación Silgará. Nombre propuesto por Ward, et al. (1973) para referirse a una secuencia de rocas clásticas metamorfizadas de estratificación delgada, compuestas por filitas, cuarcitas, esquistos, metareniscas y menores cantidades de pizarra y filita calcárea, cuya sección tipo se localiza en la Quebrada Silgará, afluente del Río Salamanca, al occidente de Cáchira. Las relaciones estratigráficas, las diferencias composicionales y algunos datos estructurales, por lo menos sugieren que la Formación Silgará suprayace al Complejo Bucaramanga e infrayace discordantemente a las formaciones El Tibet y Floresta del Devónico. A la Formación Silgará le han asignado tentativamente una edad del Cámbrico al Ordovícico (WARD, et al. 1973), equivalente en parte al Grupo Quetame (CAMPBELL, 1965), al Grupo Güejar (TRUMPY, 1943) y posiblemente es comparable con la Serie de Perijá (RADDELLI, 1962; FORERO,1969, 1970; TSCHANZ, et al., 1969).

Formación Bocas o Tonalita: Se compone en general por limolita oscura, gris verdosa a marrón rojiza, ligeramente calcárea, shale gris oscuro y gris, calcáreo a no calcáreo y arcillolita gris oscura, calcárea, ligeramente micácea. La unidad TRb está compuesta de calizas y areniscas de color gris a gris parduzco hacia su base, además de limolita oscura, el shale y la arcillolitas son pocos resistentes a la meteorización. El (TRt) por Tonalita y, la unidad TRtgd está compuesta por Tonalita y Granodiorita. (Ward et al., 1973).
Se considera que esta formación está constituida principalmente por Lodolitas en la región de estudio, caracterizadas por una textura clástica consolidada y en términos de resistencia se incluye dentro de la categoría moderada.
Esta unidad se encuentra ubicada al occidente a nororiente de la plancha, caracterizada por representar el 4,91% de las unidades presentes. Con suelos residuales, producto de la degradación y meteorización de la litología, con profundidades entre >25 a 150 cm, asociados a climas templados a muy fríos, secos y húmedos. La densidad de fracturamiento que predomina se encuentra entre nula a baja, aunque hacia nororiente es muy alta, mucha de estos rasgos son producto de la actividad de fallas locales.

Granito de Pescadero: Es un granito leucocrático rosado naranja, de grano fino a muy fino, equigranular a ligeramente porfirítico con fenocristales de feldespato potásico. Presenta minerales de albita, ortoclasa, micropertita y cuarzo, y accesorios como óxidos de hierro, moscovita, biotita, zircón y apatito. Presenta cierta variación (Ward et al., 1973):
JRgp: Granito rosado y alaskita de grano fino a medio.
JRcs: Cuarzo Monzonita Santa Bárbara; biotítica, rosada, de grano grueso.
JRcl: Cuarzo Monzonita La Corcova; biotítica, gris de grano fino.
JRcg: Cuarzo monzonita y granito, biotítica y moscovítico, gris claro a rosado pálido, de grano medio.
JRcgp: Cuarzo Monzonita, aplita y pórfido.
Se ha asignado una edad de 193 ± 6 M.a. para esta roca de acuerdo a estudios radiométricos de K/Ar en biotita.

En el área de estudio esta formación constituye granitos y cuarzomonzonitas. Presenta una textura cristalina masiva y en términos de resistencia se incluye dentro de la categoría extremadamente dura.
Esta unidad se encuentra ubicada al occidente de la plancha, caracterizada por representar el 7,23% de las unidades presentes, con suelos residuales, producto de la degradación y meteorización de la roca, con profundidades entre >25 a 150 cm, asociados a climas templados a extremadamente fríos, secos y húmedos. La densidad de fracturamiento que se encuentra entre nula a intermedia, muchos de estos rasgos son producto de la actividad de fallas locales.

Formación Tambor: Comprende areniscas conglomeráticas cerca de la base, guijos de limolita y cuarzo. Su parte inferior se caracteriza por presentar limolita y arenisca parda roja; hacia la parte superior areniscas cuarzosa, clara, con capas conglomeráticas. (Ward et al., 1973).
En el área de estudio esta formación está constituida por arenisca y en términos de resistencia se incluye dentro de la categoría muy dura.
Esta unidad se encuentra ubicada al occidente de la plancha, caracterizada por representar el 3,48% de las unidades presentes, con suelos residuales, producto de la degradación y meteorización de la roca, con profundidades entre >25 a >150 cm, asociados a climas templados a fríos, secos y húmedos. La densidad de fracturamiento se encuentra entre intermedia a muy alta, producto del fallamiento local.

Formación Rosa Blanca. Descrita originalmente por Wheeler (1929) y estudiada en detalle por Cardozo y Ramírez (1985) en la región de Villa de Leiva (Boyacá) y Gámbita (Santander).
Se encuentra ampliamente distribuida en el Departamento de Santander. Está compuesta en su parte inferior por capas de caliza y yeso, con oolitos, ostrácodos y dolomías; hacia la parte superior consta de areniscas y lodolitas calcáreas. En la parte inferior presenta depósitos evaporíticos como yeso y polihalita que indican una hipersalinidad y tranquilidad en las condiciones de depositación; el resto de la secuencia se depositó en un medio marino somero en condiciones neríticas. El espesor varía de 150 a 425 m. Las relaciones estratigráficas de esta unidad con la infrayacente Formación Cumbre y la suprayacente Formación Paja son concordantes. La edad comprende el intervalo Valanginiano - Hauteriviano inferior (ETAYO, 1968; ETAYO y RODRÍGUEZ, 1985). Litológicamente es comparable con la Formación Tibú-Mercedes del Catatumbo-Maracaibo.
Barremiano-Albiano inferior (Kbal). Esta unidad está conformada por lutitas, calizas, areniscas y lodolitas, datadas del Barremiano al Albiano inferior, las cuales se encuentran bien expuestas en el cauce de los ríos Lebrija, Sogamoso, Suárez y Fonce, en el extremo sur del departamento, donde están ampliamente distribuidas; ocupan las áreas de Confines, Oiba, Suaita, La Paz, Chipatá, Vélez, Jesús María y Albania. Estas sedimentitas están representadas por las formaciones Paja y Tablazo.

Formación Tablazo: Descrita por Wheeler (en MORALES, et al., 1958); la localidad tipo está en el sitio Tablazo, en el puente del cruce del Río Sogamoso de la vía Bucaramanga-San Vicente. La secuencia de esta unidad consiste en calizas gris a negras, fosilíferas, localmente glauconíticas y arcillosas de color negro, con niveles intercalados de arcillolitas grises a gris azulado, calcáreas, fosilíferas, en capas medianas a gruesas, con intercalaciones de areniscas grises, grano fino a medio, arcillosas, levemente calcáreas, en capas delgadas. El ambiente de depósito parece corresponder a condiciones neríticas, poco profundas. El espesor varía entre 150 y 325 m. La Formación Tablazo se encuentra en contactos concordantes con la infrayacente Formación Paja y la suprayacente Formación Simití. Su edad es considerada del Aptiano superior-Albiano inferior. Esta unidad en parte es cronoestratigráficamente correlacionable con las formaciones Tibú-Mercedes y Aguardiante.

Albiano superior-Cenomaniano(Kalc): Constituida principalmente por lutitas y areniscas con intercalaciones de areniscas calcáreas y calizas, cuyas edades van del Albiano superior al Cenomaniano. En la región centro-occidental de Santander la unidad está expuesta principalmente en las áreas de Barichara, Socorro, Palmas del Socorro, Suaita y Puente Nacional. Estas sedimentitas han sido agrupadas en la Formación Simití.

Formación La Luna: Fue descrita por Garner (en JULIVERT, et al., 1968) y el nombre procede de la Quebrada La Luna al NW de Perijá, Zulia (Venezuela). En Colombia fue introducido el término por geólogos de la Caribbean Petroleum Company. La unidad está constituida por calizas gris oscuras, arcillosas, lutitas grises a negras, calcáreas, en capas delgadas, lutitas gris oscuras con delgadas intercalaciones de calizas arcillosas, concreciones de calizas con fósiles, que alcanzan más de dos metros de diámetro y capas delgadas de chert negro y también capas fosfáticas hacia la parte superior. En el Valle Medio del Magdalena la Formación La Luna se subdivide en tres miembros: el inferior Salada, el intermedio Pujamana y el superior Galembo. El ambiente de depositación es marino de aguas relativamente poco profundas, con poca ventilación en el fondo. El espesor varía entre 275 y 575 m. El contacto de la Formación La Luna con la infrayacente Formación Simití es concordante. Entre las formaciones La Luna y Umir existe una ligera discontinuidad estratigráfica. Morales, et al. (1958) en el Valle Medio del Magdalena le asignan una edad del Turoniano al Santoniano. Se correlaciona con la Formación La Luna de la Cuenca Catatumbo-Maracaibo en las partes colombiana y venezolana.

Terraza y Cono de Deyección: Los depósitos de terraza están disectados y completamente fragmentarios, parece ser remanentes depósitos aluviales más extensos. Los depósitos fluviales inferiores parecen derivarse principalmente de areniscas Jurásicas y Cretáceas. Los materiales que constituyen los depósitos coluviales deriva de roca parental muy meteorizada desde cuarcita dura, arenisca arcósica friable y neis feldespático muy blanco, casi saprolítico. (Ward et al., 1973).

La área de mayor presencia de estos depósitos de este tipo, están asociadas a los cauces de los ríos Chitagá, Cucutilla, Suratá, Toná y en menor medida quebradas como Pescadero y la Honda.
En términos de calificación de susceptibilidad de los depósitos de terraza y conos deyección, se consideran aquellas zonas con depósitos aledaños a los cauces de ríos y aquellos productos de avenidas torrenciales, con la más alta categoría que corresponde a una calificación de 5.

6.4 GEOMORFOLOGIA LOCAL

La geomorfología puede dividirse en tres áreas principales que son la morfogénesis, la morfometría y la morfodinámica. A continuación, se van a detallar la morfogénesis y morfometría de la zona de estudio.

Morfometría: Es el conjunto de técnicas, procedimientos y métodos, utilizados para determinar atributos configuracionales del relieve y en base a ellos, conocer el sistema de relaciones espaciales que caracterizan a las formas del terreno. La unidad de referencia del análisis morfométrico es la pendiente del terreno, también se tiene en cuenta la longitud y la forma de esta.

El relieve predominante en el municipio es principalmente de terrenos suaves a moderadamente inclinados son áreas planas a onduladas.

Tabla 1. Clasificación de pendientes según su inclinación

PARÁMETRO	UNIDAD CARTOGRÁFICA DE PARÁMETRO	INCLINACIÓN (GRADOS)
Inclinación de las laderas	Plana	Menor de 1
	Suave	1 – 5
	Moderada	5 – 10
	Inclinada	10 – 15
	Abrupta	15 – 30
	Escarpada	30 – 45
	Muy escarpada	> 45

Fuente: Adaptada de Vargas G., 1999; Carvajal., 2005, 2012.

El área de interés se encuentra dentro de la urbanización del municipio, con pendientes características de 5 a 10%, describiéndose como un terreno moderado. (Figura 9).

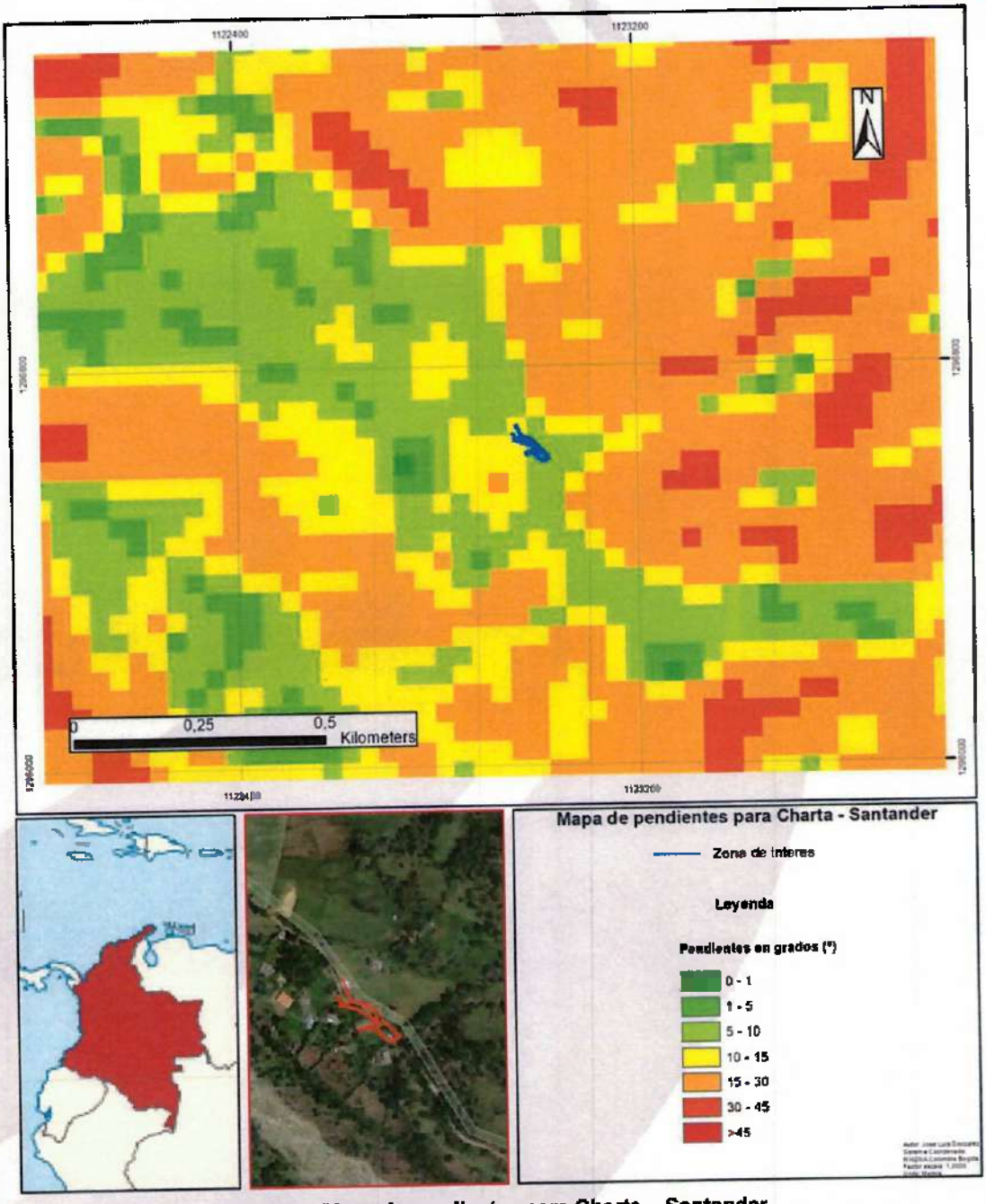


Figura 8. Mapa de pendientes para Charta – Santander
Fuente: Propia

Morfogénesis: La morfogénesis describe el origen de las formas del terreno. Es decir, las causas y procesos que iniciaron las geoformas o paisajes. En ese sentido el origen de un paisaje depende de los procesos y agentes que actúan sobre la superficie terrestre en diferentes proporciones e intensidades, y durante intervalos de tiempo geológico.

Un paisaje se produce según los materiales, la magnitud de los agentes naturales (agua, viento, hielo), eventualmente la presencia de fenómenos de remoción en masa, y de la orientación y frecuencia de las discontinuidades estructurales.

Morfodinámica: Comprende fenómenos actuales relacionados con fenómenos de degradación del suelo. Los procesos erosivos son localizados y no tan amplios en extensión, favorecidos por la presencia de cobertura vegetal en la mayor parte del territorio. La erosión hídrica es la causa de estos fenómenos, los cuales están relacionados directamente con el uso inadecuado del suelo como es la práctica de cultivos transitorios como maíz, yuca entre otros o el sobrepastoreo en laderas muy inclinadas no aptas para estas actividades. Los tipos de erosión más frecuentes son: erosión laminar, surcos y cárcavas; Es más frecuente observar procesos erosivos en las veredas Alto Suárez, Mararay, El Plateado, El Tirano, San Ramón, Sabaneta.

Un fenómeno de degradación del suelo que es muy significativo en el municipio, es la presencia frecuente de terracetas o "patas de vaca", debido a la práctica de ganadería extensiva en zonas de laderas inclinadas y muy inclinadas, con suelos de textura arcilloso y poco espesor; generándose el escurrimiento del suelo; esta actividad debe replantearse en el municipio debido a la intensidad y magnitud de estos fenómenos.

Ladera estructural de sierra homoclinal: Geoforma asociada a una estructural homoclinal, caracterizada porque sus estratos se disponen a favor de la pendiente topográfica. Se encuentran asociados movimientos en masa del tipo deslizamientos traslacionales y rotacionales, sobre suelo residual, de dimensiones mayores a 50 m de ancho por 50 m de longitud total.

Terrazas sobreelevadas "colgadas": Definidas como planos y superficies generalmente denudadas, caracterizadas por presentar morfologías alomadas y colinadas, con pendientes muy suaves. Corresponden a zonas afectadas por tectonismo o áreas donde los procesos de erosión son más influyentes que los de depositación.

Sierra Denudada: Unidades con morfología montañosa y laderas largas a extremadamente largas, cóncavas a convexas, con pendientes muy inclinadas a abruptas, donde prevalecen procesos de erosión o de movimientos en masa acentuados. Su origen se relaciona a procesos de erosión acentuada en rocas ígneas intrusivas del Monzogranito Mocoa y depósitos de lavas y piroclastos. Presenta dimensiones kilométricas (apreciables en el centro de la plancha) que buscan describir aquellas formas del paisaje que están caracterizadas por su morfología montañosa, y poseen un patrón de drenaje sub-dendrítico hacia las laderas, donde son frecuentes los movimientos en masa tipo deslizamientos traslacionales, pero principalmente flujo de detritos y de lodo, con una densidad media de ocurrencia.

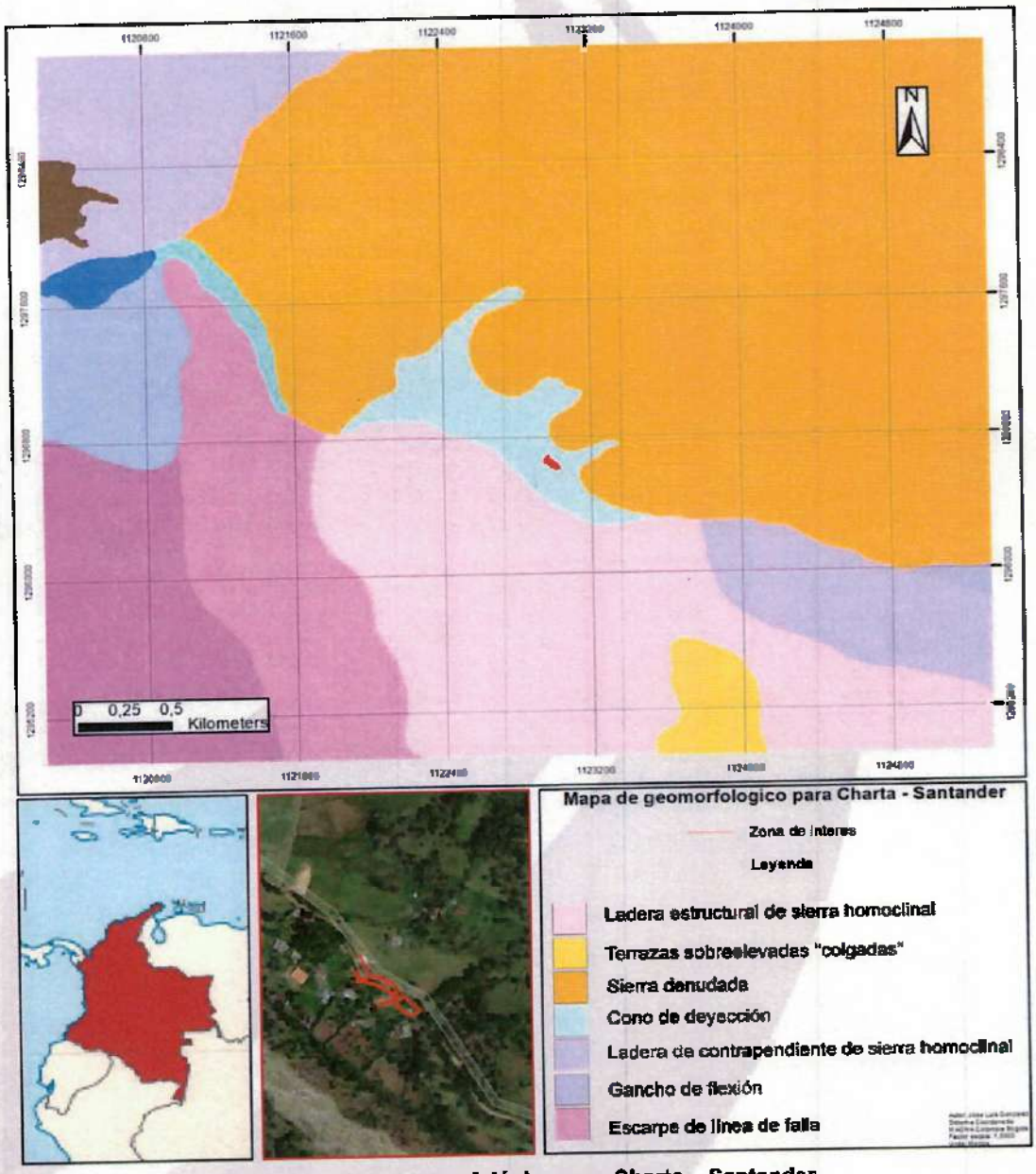


Figura 9. Mapa geomorfológico para Charta – Santander
Fuente: Propia

De la anterior imagen se puede apreciar que la zona de estudio descansa sobre unidades de tipo fluvial, correspondiente a conos de deyección, siendo este sector Un cono de deyección, también llamado cono o abanico aluvial, es una forma de modelado fluvial que en planta se caracteriza por tener una silueta cónica o en abanico y una suave pendiente (entre 1 y 10 grados, dependiendo de la pendiente por la que se desliza). Este depósito de aluviones se genera al final de los valles torrenciales, en las zonas de pie de monte, donde la pendiente de las laderas enlaza con una zona llana.

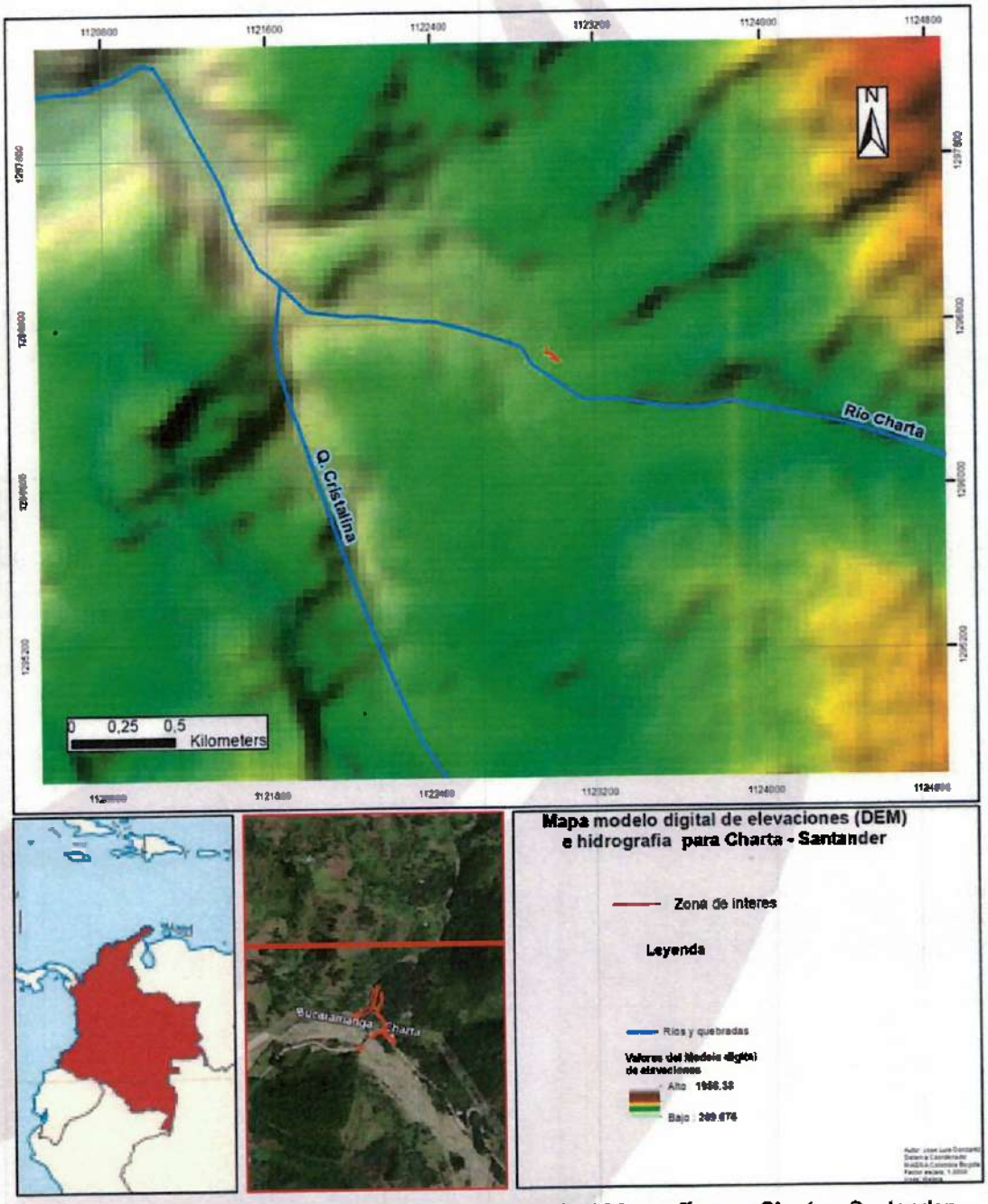


Figura 10. Mapa Modelo Digital de elevaciones (DEM) e hidrografía para Charta – Santander
Fuente: Propia

De la zona de estudio se pueden apreciar **Drenaje Paralelo:** Se define como canales paralelos, ya que tiene una dirección definida debido a las pendientes regionales del terreno, estas pendientes uniformes se encuentran en llanuras, piedemontes, mesetas o altiplanos y en regiones donde sucedieron glaciaciones continentales, a mayor pendiente en una dirección determinada.

7. CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS

De acuerdo con el Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR-10, los parámetros sísmicos de diseño para el municipio de Charta son los siguientes:

MUNICIPIO	CÓDIGO	Aa	Av	AMENAZA SÍSMICA	Ae	Ad
Charta	68169	0.25	0.25	Alta	0.09	0.06

Donde:

Aa: coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva para diseño.
Av: coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva para diseño.
Ae: coeficiente que representa la aceleración pico efectiva reducida para diseño con seguridad limitada.
Ad: coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para el umbral de daño.

El municipio de Charta cuenta con una amenaza sísmica **ALTA** con coeficientes de aceleración y velocidad horizontal de **Aa: 0.25** y **Av: 0.25.**

8. CAMPAÑA DE EXPLORACIÓN DE CAMPO

La exploración geotécnica consiste en la ejecución de diferentes procedimientos para determinar las propiedades mecánicas de los suelos a intervenir, por lo que se realizó localización, caracterización de ensayos de penetración estándar SPT, estratigrafía del terreno y se ejecutaron pruebas directas sobre los materiales encontrados para un posterior análisis de laboratorio.

Teniendo en cuenta las características del proyecto a desarrollar en el área de estudio y con el fin de determinar la estratigrafía del terreno, se llevó a cabo una campaña de exploración del subsuelo, la cual consistió en la ejecución de perforaciones (Ensayos de penetración estándar SPT) y ensayos de laboratorio.

8.1. METODOLOGÍA DE EXPLORACIÓN

La siguiente es la forma como se ejecutaron las perforaciones (SPT) que en este documento se muestran, por consiguiente, dichos pasos fueron:

- CSN Selección del punto de perforación de acuerdo con las características del área.
- CSN Adecuación del área a trabajar para ser instalado el equipo de penetración estándar SPT.
- CSN Montaje del equipo de perforación en el sitio establecido.
- CSN Se penetra y se extraen muestras del subsuelo para realizar la descripción de estas, registrando el número de golpes necesarios para penetrar el suelo.
- CSN Se realiza el archivo fotográfico con convenciones, para así, especificar claramente las abreviaciones que allí se presentan.
- CSN Conservación de las muestras en papel aluminio y vinipel, etiquetándolas.
- CSN Se guardan las muestras en las cajas de transporte.
- CSN Se recoge el equipo de perforación y se limpia el sector dejándolo en el estado que se encontraba.
- CSN Se llevan las muestras al laboratorio.
- CSN Luego se procede a realizar los distintos ensayos de laboratorio para obtener las características de los suelos y sus propiedades.

8.2. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO MEDIANTE SONDEOS GEOMECÁNICOS

La exploración del subsuelo se lleva a cabo mediante la ejecución de perforaciones, por medio de ensayos corridos de penetración con equipo de perforación a rotopercusión donde se sacaron muestras semi-alteradas para los respectivos ensayos de laboratorio.

9. ENSAYOS DE LABORATORIO

Se deben llevar a cabo ensayos de laboratorio con el fin de proporcionar los datos básicos requeridos para clasificar y medir las propiedades ingenieriles de los suelos, para esto se proyectan realizar ensayos de laboratorio que permitan conocer la clasificación del suelo, humedad, peso unitario y límites de Attenberg. A las muestras obtenidas en la exploración de campo se les llevo a cabo los siguientes ensayos de laboratorio:

- Clasificación de suelos
- Humedad natural
- Análisis granulométrico
- Límites de Attenberg

En la siguiente tabla se muestran los ensayos realizados a las muestras obtenidas en campo.

Tabla 2. Ensayos de laboratorio y de campo realizados

ENSAYO	NORMA
GRANULOMETRÍA	ASTM D 421-58-D 422-63
LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD	INV E – 126
LÍMITE LÍQUIDO	INV E – 125
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	NTC 1504
HUMEDAD NATURAL	INV E – 122
PENETRACIÓN ESTÁNDAR	INV E - 111

Fuente: Consultores Solano Navas (CSN)

Las muestras que ingresan al laboratorio son debidamente conservadas, empacadas y transportadas desde el sitio de trabajo hasta el laboratorio para garantizar datos reales de las propiedades del suelo presente en el sector en estudio.

A continuación, se describen los procedimientos que se realizaron en la ejecución de los laboratorios para obtener dichas propiedades:

9.1. Humedad Natural

La humedad natural es un valor en porcentaje del contenido de agua que tiene el suelo contra su peso seco, para obtener esta propiedad se toma una muestra de suelo húmedo se toma su peso y se procede a secar dicha muestra en un horno a temperatura constante de 120°C + /- 5°C entre 3 y 8 horas dependiendo del tipo de suelo, luego de secada la muestra, se deja enfriar y se pesa de nuevo para obtener su peso seco y realizar los cálculos correspondientes para hallar el valor de la humedad natural.

9.2. Granulometría

La granulometría es un proceso mediante el cual el suelo es separado por tamaños de grano, los datos de la granulometría son utilizados junto con los datos obtenidos en el ensayo de límite líquido y límite plástico para determinar si se tiene un suelo gravoso, arenoso, limoso, arcilloso o una combinación entre estos. Para la realización de la granulometría se toma una muestra suficiente del suelo a estudiar y se registra su peso posteriormente se procede a realizar un lavado sobre el tamiz No. 200 el cual separa los suelos gruesos de los suelos finos, después del lavado se seca el material retenido sobre este tamiz para que una vez seca la muestra esta sea sometida al proceso de tamizado que consiste en pasar el suelo por una serie de mallas las cuales tienen diferentes tamaños (1", 3/4", ½", 3/8", 4, 10, 20, 40, 60, 100, 200) cada porción de suelo retenida en cada una de esta malla se pesa y registra para los cálculos posteriores.

9.3. Límite líquido

Esta propiedad se mide en laboratorio mediante un procedimiento normalizado en que una mezcla de suelo y agua, que se pueda moldear, se deposita en la Cazuela de Casagrande, se realiza una ranura que divida la muestra del suelo simétricamente y se golpea consecutivamente contra la base de la máquina, haciendo girar una manivela, hasta que la ranura se cierra en una longitud de 12 mm (1/2"). Si el número de golpes para que se cierre la zanja es 25. La humedad del suelo (razón peso de agua contenida en el suelo/peso de suelo seco) corresponde al límite líquido. Dado que no siempre es posible que la zanja se cierre en la longitud de 12 mm exactamente con 25 golpes, el cálculo se realiza trazando una gráfica en tres puntos como mínimo con el número de golpes en coordenadas logarítmicas, contra el contenido de humedad correspondiente, en coordenadas normales, e interpolando para la humedad correspondiente a 25 golpes, la humedad obtenida es el Límite Líquido.

9.4. Límite plástico

Esta propiedad se mide en laboratorio mediante un procedimiento normalizado pero sencillo consistente en medir el contenido de humedad para el cual no es posible moldear un cilindro de suelo, con un diámetro de 3 mm. Para esto, se realiza una mezcla de agua y suelo, la cual se amasa entre los dedos o entre el dedo índice y una superficie inerte (vidrio), hasta conseguir un cilindro de 3 mm de diámetro. Al llegar a este diámetro, se desarma el cilindro, y vuelve a amasarse hasta lograr nuevamente un cilindro de 3 mm. Esto se realiza consecutivamente hasta que no es posible obtener el cilindro de la dimensión deseada. Con ese contenido de humedad, el suelo se vuelve quebradizo (por pérdida de humedad) o se vuelve pulverulento. Se mide el contenido de humedad, el cual corresponde al Límite Plástico. Se recomienda realizar este procedimiento al menos 3 veces para disminuir los errores de interpretación o medición.

9.5. Índice de plasticidad

El índice de plasticidad de un suelo es el tamaño del intervalo de contenido de agua, expresado como un porcentaje de la masa seca de suelo, dentro del cual el material está en un estado plástico. Este índice corresponde a la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico del suelo.

9.6. Clasificación de los suelos

Se consideran como suelos no cohesivos o granulares los que cumplen las siguientes condiciones, de acuerdo con el Sistema de Clasificación Unificada de Suelos (SCUS), con algunas modificaciones:

a. Todos los materiales clasificados como GW, GP, GW-GM, GP-GM, GW-GC, GP-GC, SW, SP, SW-SM, SP-SM, SW-SC, SP-SC.

b. Todos los materiales clasificados como GM, GC, GM-GC, SM, SC, SM-SC, en los cuales 30% o menos del peso pase por tamiz No 200 y que tengan límite líquido wL ≤ 30% e índice plástico IP ≤ 10%.

- **Suelos no granulares**

A continuación, se presenta una tabla resumen con los resultados de los ensayos de laboratorio realizados a las muestras obtenidas de la exploración geotécnica:

Tabla 3. Resumen de ensayos de laboratorio

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)		LL (%)	LP (%)	IP (%)	A.A.S.H.T.O	GRANULOMETRÍA		
		DESDE	HASTA					% GRAVAS	% ARENAS	% FINOS
1	1	0,00	1,50	31,5	20,7	10,8	A-6	9,00	45,60	45,40
	2	1,50	3,00	45,4	39,2	6,2	A-2-5	3,90	78,30	17,90
	3	3,00	4,50	47,7	39,4	8,3	A-2-5	4,10	61,20	34,70
	4	4,50	6,00	49,5	36,5	12,9	A-7-5	21,40	34,60	44,10

Fuente: Propia

10. EXPLORACION DEL PERFIL DEL SUELO

La profundidad máxima de exploración fue de 6.00 metros aproximadamente. Esta exploración parcial se llevó a cabo mediante el equipo de penetración a rotopercusión y tiene como finalidad realizar una caracterización física de los suelos encontrados y establecer la capacidad portante de los mismos. Lo anterior con el fin de recomendar preliminarmente parámetros para el diseño sísmico, para el diseño de la cimentación y la profundidad de apoyo probable de la misma.

Tabla 4. Ubicación de sondeos

No. Sondeo	LATITUD	LONGITUD
SONDEO 1	7°16'37.73"N	72°57'49.52"O

Fuente: Propia

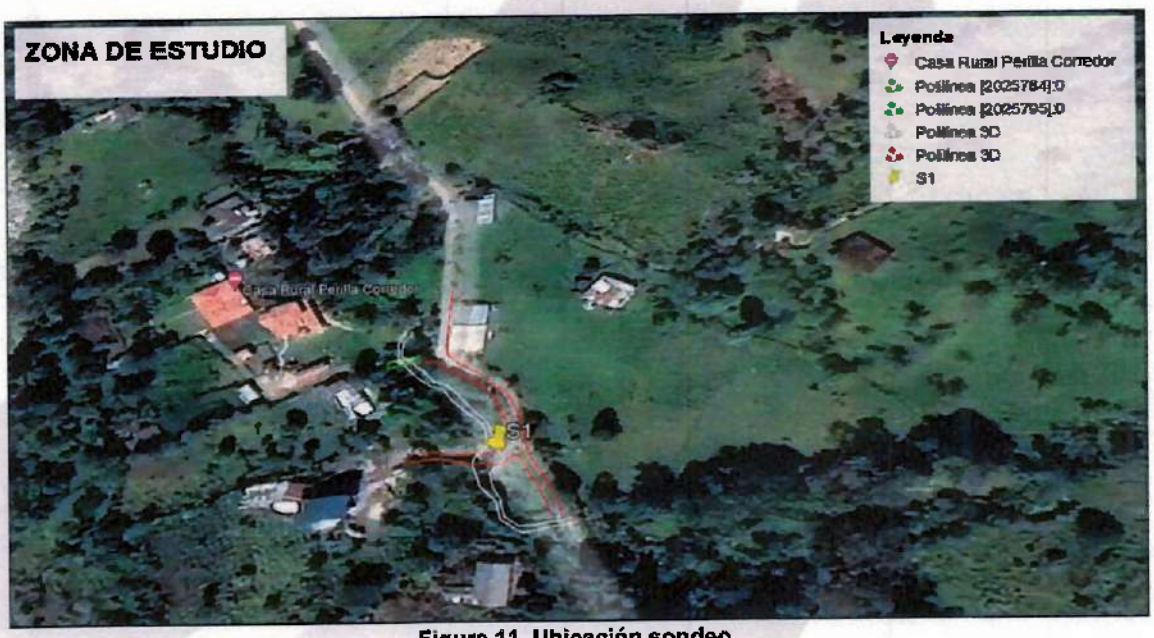


Figura 11. Ubicación sondeo
Fuente: Propia

10.1. EXPANSIVIDAD

Como los suelos encontrados son areno limosos mal gradados carentes de plasticidad no habrá problemas de expansión en presencia de agua, pues dicho fenómeno solamente se presenta en arcillas altamente plásticas, y este suelo es clasificado como bajo ya que su índice de plasticidad es inferior del 20% y su clasificación arrojan suelos SP el cual se encuentra clasificado como suelo no cohesivo o granular, por ende, el potencial de expansión es media a baja.

Tabla H.9.1-1
Clasificación de suelos expansivos

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm^2	Límite líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 –20	39 – 50	8 – 18	12 –34	12 – 27	50 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

10.2. CLASIFICACION DEL SUELO EN EL SITIO DE ESTUDIO

El potencial de que el suelo sea expansivo es mínimo ya que todas las clasificaciones están en SM a su vez el límite líquido es inferior al 39% incluido el índice de plasticidad que es inferior al 20% indicando que es un suelo poco cohesivo o granular.

H.2.5 — SUELOS NO COHESIVOS O GRANULARES Y SUELOS COHESIVOS

Para efectos de la clasificación de suelos del Artículo A.2.4.3 y de este Título H:

H.2.5.1 — SUELOS NO COHESIVOS O GRANULARES — Se consideran como suelos no cohesivos o granulares los que cumplen las siguientes condiciones, de acuerdo al Sistema de Clasificación Unificada de Suelos (SCUS), con algunas modificaciones:

(a) Todos los materiales clasificados como GW, GP, GW-GM, GP-GM, GW-GC, GP-GC, SW, SP, SW-SM, SP-SM, SW-SC, SP-SC
(b) Todos los materiales clasificados como GM, GC, GM-GC, SM, SC, SM-SC, en los cuales 30% o menos del peso pase por tamiz No 200 y que tengan límite líquido wL ≤ 30% e índice plástico IP ≤ 10%.

H.2.5.2 — SUELOS COHESIVOS — Se consideran como suelos cohesivos todos aquellos que no cumplan con las condiciones de suelos no cohesivos o granulares.

11. EFECTOS LOCALES

En esta sección se dan los tipos de perfil de suelo y los valores de los coeficientes de sitio. El perfil de suelo debe ser determinado por el ingeniero Geotecnista a partir de unos datos geotécnicos debidamente sustentados.

11.1. PERFIL DEL SUELO.

Clasificación de perfil de suelo
De acuerdo al NSR-10 (Tabla A.2.4-1) el tipo y perfil de suelo es: **D**
Perfil de suelo MEDIO que cumple con las condiciones:
✓ 180 m/s < Vs < 360 m/s

Donde = número medio de golpes del ensayo de penetración estándar realizado de acuerdo a la norma ASTM D1586 haciendo corrección por energía N60.
Donde Vs es el valor de la velocidad de onda cortante.

Tabla 5. Clasificación de los perfiles de suelo, Tabla A.2.4-1 de la NSR-10.

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\overline{V}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\overline{V}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s > $\overline{V}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\overline{N} \geq 50$, o $\overline{S}_u \geq 100$ kPa (~1 kg/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\overline{V}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\overline{N} \geq 15$, o 100 kPa (~1 kg/cm²) > $\overline{S}_u \geq 50$ kPa (~0.5 kg/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\overline{V}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	IP > 20 w ≥ 40% 50 kPa (~0.50 kg/cm²) > $\overline{S}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

PERFIL DEL SUELO = D

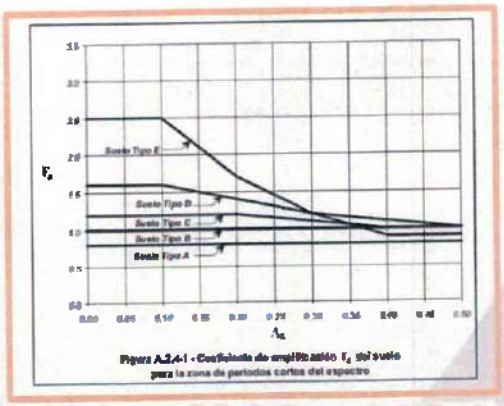


Figura 12. Coeficiente de ampificación fa

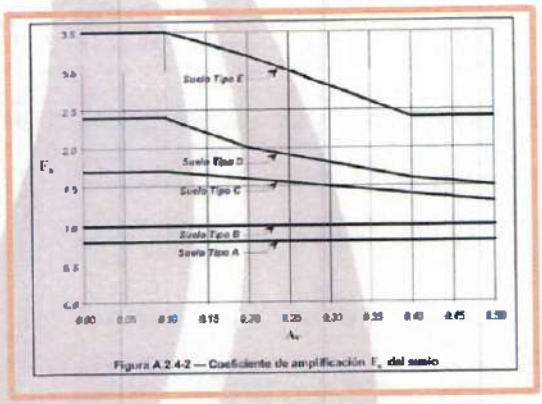


Figura 13. Coeficiente de amplificación Fv

FA= 1.30

Fv = 1.90



Figura 14. ZONAS DE AMENAZA SÍSMICA APLICABLE A EDIFICACIONES PARA LA NSR-10 EN FUNCIÓN DE Aa Y Av

Valores de Aa y Av

De acuerdo con el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR 10, los movimientos sísmicos de diseño son los siguientes:

Aa (aceleración horizontal pico efectivo en roca): **0.25**
Av (velocidad horizontal pico efectivo): **0.25**



Figura 16. MAPA DE VALORES DE AA (COEFICIENTE DE ACELERACIÓN PICO EFECTIVA EN ROCA)

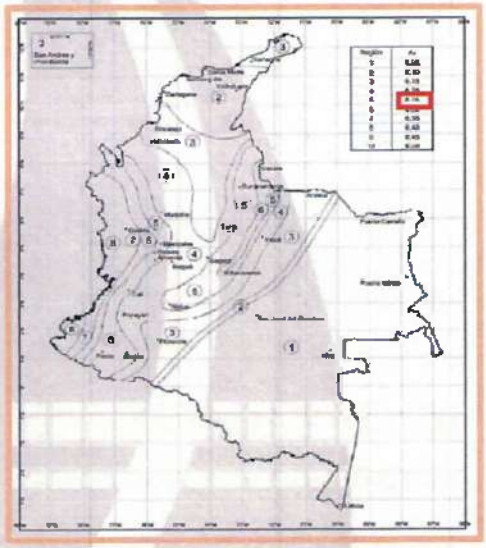


Figura 15. MAPA DE VALORES DE AV (COEFICIENTE DE VELOCIDAD HORIZONTAL PICO EFECTIVA)

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente NSR-10

11.2 VALORES DE FA Y FV

En la siguiente tabla se dan los valores del coeficiente Fa que amplifica las ordenadas del espectro en roca para tener en cuenta los efectos de sitio en el rango de períodos cortos del orden de To. Para valores intermedios de Aa se permite interpolar linealmente entre valores del mismo tipo de perfil.

Tabla 6. Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	Aa < 0.1	Aa = 0.2	Aa = 0.3	Aa = 0.4	Aa > 0.5
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	Véase nota	Véase nota	Véase nota	Véase nota	Véase nota

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismoresistente NSR-10

Nota: Para el perfil tipo **D** debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda. En la tabla siguiente se dan los valores del coeficiente Fv que amplifica las ordenadas del espectro en roca para tener en cuenta los efectos de sitio en el rango de períodos intermedios del orden de 1 s. Para valores intermedios de Av se permite interpolar linealmente entre valores del mismo tipo de perfil.

Tabla 7. Valores del coeficiente Fv, para la zona de periodos intermedios del espectro

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	Aa < 0.1	Aa = 0.2	Aa = 0.3	Aa = 0.4	Aa > 0.5
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	Véase nota	Véase nota	Véase nota	Véase nota	Véase nota

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismoresistente NSR-10

Nota: Para el perfil tipo **D** debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda. De acuerdo a las caracteristicas de nuestro sitio de estudio obtenemos el valor de los coeficientes Fa y Fv:

Perfil de Suelo: **D**

- ✓ **Aa: 0.25**
- ✓ **Av: 0.25**

Entonces:

- ✓ **Fa: 1.30**
- ✓ **Fv: 1.90**

11.3. ESPECTRO DE DISEÑO

Para el análisis de la acción sísmica se recomienda utilizar el espectro elástico de diseño de la Norma NSR-10, definido mediante los siguientes parámetros el cual está definido para un coeficiente de amortiguamiento del 5% del crítico.

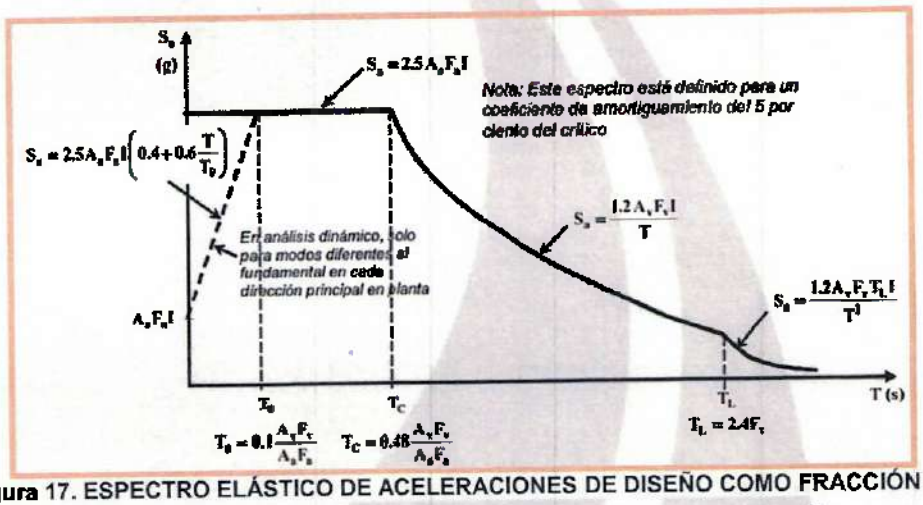


Figura 17. ESPECTRO ELÁSTICO DE ACELERACIONES DE DISEÑO COMO FRACCIÓN DE G

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismoresistente NSR-10.

Criterios del espectro de diseño (NSR-10)

Sa: Valor del espectro de aceleraciones de diseño para un periodo de vibración dado.
Aa: Aceleración horizontal pico efectivo en roca **Aa = 0.25**
Av: Velocidad horizontal pico efectivo **Av = 0.25**
Fa: Coeficiente de amplificación Fa de períodos cortos del espectro **Fa = 1.30**
Fv: Coeficiente de amplificación Fv de períodos intermedios del espectro **Fv= 1.90**
To: Periodo de vibración al cual inicia la zona de aceleraciones constantes del espectro de aceleraciones. **To= 0.146**
Tc: Periodo de vibración correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante del espectro de diseño para periodos cortos y la parte descendente del mismo. **Tc= 0.701**
TL: Periodo de vibración correspondiente al inicio de la zona de desplazamiento aproximadamente constante del espectro de diseño para periodos largos.**TL= 4.56**

12. CÁLCULOS GEOTÉCNICOS

12.1 PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

Por medio de las tablas de los n (número de golpes registrados en campo) se deduce que el suelo adquiere una mejoría a una profundidad de 1.50 m

Para el cálculo de la capacidad portante se eligen los N de campo los cuales corresponden a la profundidad de 2 metros debido a que éste será el estrado de soporte de las cargas estructurales además de ser el nivel óptimo para la construcción del muro

Tabla 8. Resultados de Campo Ensayo SPT mediante rotopercusión – Sondeo No. 1

CONSULTORES SOLANO NAVAS LDTA.	CODIGO: FO-048
ENSAYO DE PENETRACION NORMAL Y MUESTREO CON TUBO COMPARTIDO DE LOS SUELOS I.N.V.E - 111 - 13	VERSION: 3
	FECHA:21/02/2017

FECHA	DICIEMBRE DE 2021
ORDEN DE SERVICIO No.	1
EMPRESA SOLICITANTE	ALCALDÍA MUNICIPAL DE CHARTA
PROYECTO	ELABORACIÓN DE ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MURO DE CONTENCIÓN EN CONCRETO REFORZADO EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO DE LA VEREDA EL CENTRO DEL MUNICIPIO DE CHARTA, SANTANDER
UBICACIÓN	MUNICIPIO CHARTA - SANTANDER
CONTRATISTA	CONSULTORES SOLANO NAVAS LTDA
FECHA DE LOS ENSAYOS	DICIEMBRE DE 2021

SONDEO 1

Profundidad m	No de golpes 6"	12"	18"	N G/P	Observaciones	Estatigrafia
0,00-0,45	2	4	7	11	ARENAS ARCILLOSAS	
0,45-0,90	6	5	10	15		
0,90-1,35	6	8	10	18		
1,35-1,80	19	13	14	23		
1,80-2,25	11	12	16	28	ARENAS LIMOSAS	
2,25-2,70	ROTACIÓN	ROTACIÓN	ROTACIÓN	ROTACIÓN		
2,70-3,15	ROTACIÓN	ROTACIÓN	ROTACIÓN	ROTACIÓN		
3,15-3,60	ROTACIÓN	ROTACIÓN	ROTACIÓN	ROTACIÓN		
3,60-4,05	ROTACIÓN	ROTACIÓN	ROTACIÓN	ROTACIÓN		
4,05-4,50	ROTACIÓN	ROTACIÓN	ROTACIÓN	ROTACIÓN		
4,50-4,95	ROTACIÓN	ROTACIÓN	ROTACIÓN	ROTACIÓN		
4,95-5,40	ROTACIÓN	ROTACIÓN	ROTACIÓN	ROTACIÓN		
5,40-5,85	ROTACIÓN	ROTACIÓN	ROTACIÓN	ROTACIÓN		
5,83-6,30	ROTACIÓN	ROTACIÓN	ROTACIÓN	ROTACIÓN		

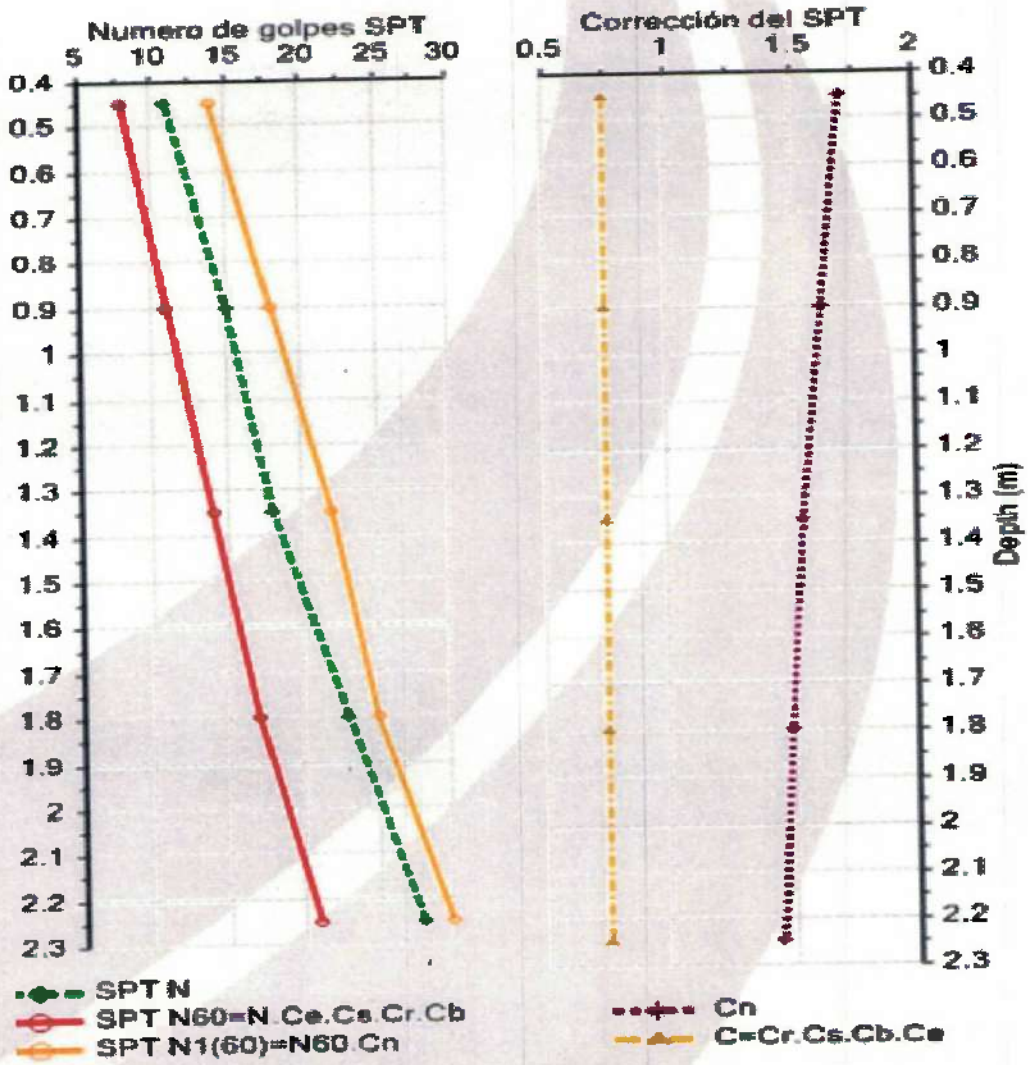
Metodo de perforacion: Percusion — Pesa: 140 Libras
Toma Muestras: 18" — Caida Libre 30"
Diametro: 1,33" — Tuberia: AW

OBSERVACIONES:	ELABORADO POR: ING. GABRIELA RIVERA
	REVISADO POR: ING. GERMAN PEREZ
	APROBADO POR: ING. MARCO A. SOLANO
	FECHA DE ENTREGA: DICIEMBRE DE 2021

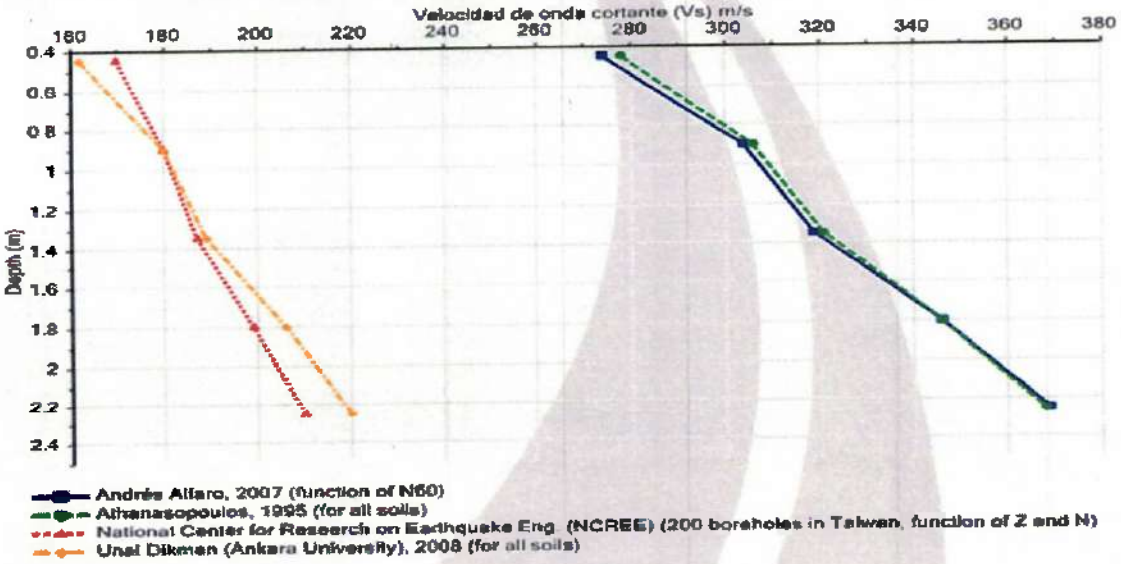
Fuente: Consultores Solano Navas (CSN)

12.2 CALCULOS DE PARAMETROS POR CORRELACIONES

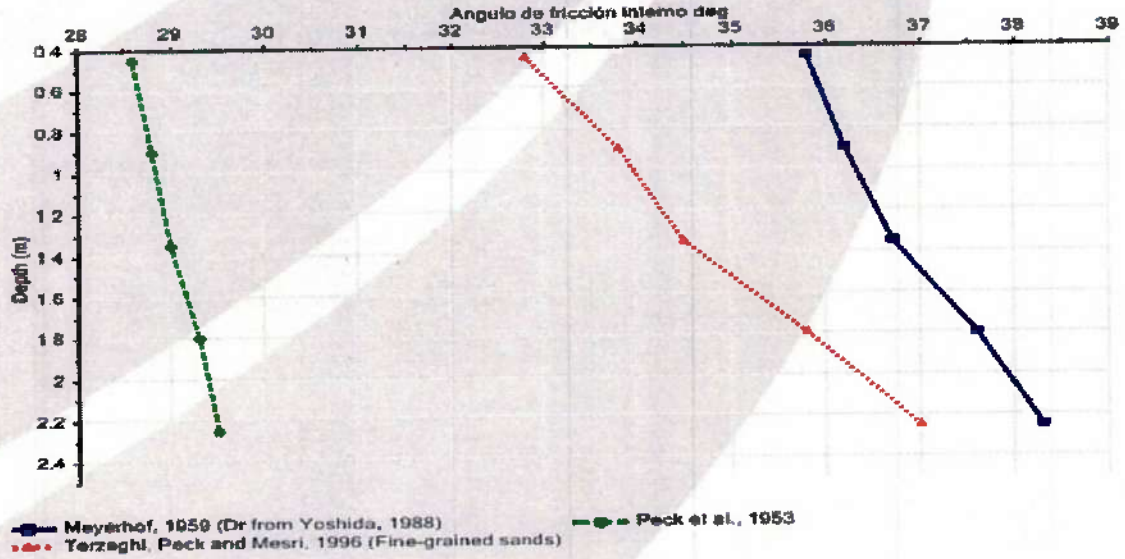
Los valores obtenidos de N se deben corregir multiplicándolos por un factor de 0.60, el cual se determina y se representa en la siguiente tabla:



12.3. VELOCIDAD DE ONDA VS.



Correlacionando los valores de N del ensayo de SPT, se obtienen valores de algunas correlaciones hasta los 2.25 metros de profundidad.



12.4 DISEÑO GEOTÉCNICO DE LA CIMENTACIÓN DEL MURO

Con el fin de garantizar un diseño con seguridad capaz de soportar las cargas de diseño se proyecta el diseño del muro con base en la metodología del Método de Diseño con Factores de Carga y Resistencia (LRFD).

Teniendo en cuenta lo anterior se presenta a continuación las combinaciones, los factores de carga y de resistencia para el diseño proyectado.

Tabla 9. Combinaciones y factores de carga.

Estado Límite de la Combinación de carga	DC DD DW EH EV ES EL PS CR SH	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	Use uno de estos a la vez: EQ	BL	IC	CT	CV
Resistencia I (a menos que se indique)	γ_p	1.75	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia II	γ_p	1.35	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia III	γ_p	-	1.00	1.400	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia IV	γ_p	-	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	-	-	-	-	-	-	-
Resistencia V	γ_p	1.35	1.00	0.400	1.0	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Evento Extremo I	γ_p	γ_{EQ}	1.00	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-
Evento Extremo II	γ_p	0.50	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00
Servicio I	1.00	1.00	1.00	0.300	1.0	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Servicio II	1.00	1.30	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	-	-	-	-	-	-	-
Servicio III	1.00	0.80	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Servicio IV	1.00	-	1.00	0.700	-	1.00	1.00/1.20	-	1.0	-	-	-	-	-
Fatiga I- Sólo LL, IM & CE	-	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fatiga I II- Sólo LL, IM & CE	-	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 10. Factores de carga permanentes.

Tipo de Carga, tipo de Cimentación, y Método para Calcular la fricción negativa		Factor de Carga Máximo	Factor de Carga Mínimo
DC : Componentes y Accesorios		1.25	0.90
DC : Sólo Resistencia IV		1.50	0.90
DD : Fricción negativa	Pilas, Método α Tomlinson	1.4	0.25
	Pilas, Método λ	1.05	0.30
	Pozos perforados, Método O'Neill and Reese (1999)	1.25	0.35
DW : Superficie de rodadura e instalaciones		1.50	0.65
EH : Presión horizontal de suelo			
• Activa		1.50	0.90
• En reposo		1.35	0.90
• *AEP* para muros anclados		1.35	N/A
EL : Tensiones residuales de Construcción		1.00	1.00
EV : Presión vertical de suelo			
• Estabilidad general		1.00	N/A
• Muros de Contención y Estribos		1.35	1.00
• Estructuras Rígidas Enterradas		1.30	0.90
• Marcos Rígidos		1.35	0.90
• Estructuras Flexibles Enterradas			
○ Alcantarillas Metálicas y Alcantarillas Armadas Estructurales Corrugas Profundas		1.5	0.9
○ Alcantarillas Termoplásticas		1.3	0.9
○ Todas las demás		1.95	0.9
ES : Sobrecarga de suelo		1.50	0.75

Tabla 11. Factores de resistencia para muros de contención permanentes.

TIPO DE MURO Y CONDICIÓN		FACTOR DE RESISTENCIA
Muros en voladizo y muros anclados		
Resistencia axial a compresión de los elementos verticales		Aplica el Artículo 10.5
Resistencia de los elementos verticales a la compresión axial		0.75
Resistencia al arrancamiento de los anclajes (1)	• Suelos no cohesivos (granulares)	0.65 [1]
	• Suelos cohesivos	0.70 [1]
	• Roca	0.50 [1]
Resistencia al arrancamiento de los anclajes (2)	• Cuando se realizan pruebas de verificación	1.0 [2]
Resistencia a la tensión de los tendones de anclaje	• Acero dulce (por ejemplo barras ASTM A615)	0.90 [3]
	• Acero de alta resistencia (por ejemplo barras ASTM A722)	0.80 [3]
Capacidad a flexión de los elementos verticales		0.90
Muros de suelo estabilizado mecánicamente, Muros de gravedad, y Muros de Semigravedad		
Capacidad de carga	• Muros de gravedad y semigravedad	0.55
	• Muros de suelo estabilizado mecánicamente	0.65
Deslizamiento		1.0
Resistencia a la tensión de los refuerzos metálicos y sus conectores	Refuerzos en franja [4] • Fuerza estática	0.75
	Refuerzos en malla [4] [5] • Fuerza estática	0.65
Resistencia a la tensión de los refuerzos geosintéticos y sus conectores	• Carga estática	0.90
Resistencia al arrancamiento de los refuerzos a tensión.	• Carga estática	0.90
Muros prefabricados		
Capacidad		Se aplica el artículo 10.5
Deslizamiento		Se aplica el artículo 10.5
Resistencia pasiva		Se aplica el artículo 10.5

La sobre carga por carga viva debe aplicarse mediante la altura equivalente de suelo para cargas de muros de contención de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 12. Alturas equivalentes para sobre carga por carga viva.

Altura del Muro de Contención (mm)	h_{eq} (m) Distancia desde el respaldo del muro al borde del tráfico	
	0.0 mm	300 mm o más
1500	1500	600
3000	1000	600
≥ 6000	600	600

EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD EXTERNA

Para la evaluación de la estabilidad externa se consideran cuatro posibles mecanismos de falla:
Deslizamiento en la base del muro
Volcamiento

Evaluación de la estabilidad al deslizamiento y volcamiento

Para la evaluación de la estabilidad al deslizamiento y volcamiento se evaluarán las fuerzas horizontales afectadas por los factores de carga y el peso del relleno retenido por el coeficiente de reducción.

Análisis al Deslizamiento:

$$\frac{\left[(N\tan\varphi_d + c_d(d-2e)/\mu) + F_{res}\right]}{\gamma_s} > H$$

Donde:
N - fuerza normal que actúa en el fondo de la zapata
φd - ángulo de diseño de la estructura de fricción-suelo
cd - cohesión estructura-suelo
d - ancho del muro
e - excentricidad
γs - coeficiente de reducción de la resistencia al deslizamiento
H - fuerza de corte que actúa en el fondo del muro
Fres Fuerza resistente a la abrasión
μ - coeficiente de reducción de la base de contacto – suelo

Análisis al Volcamiento:

$$\frac{M_{res}}{\gamma_o} > M_{ovr}$$

Donde:
Movr - Momento de vuelco
γo - Coeficiente de reducción de vuelco
Mres - Momento de resistencia

Figura 18. Estado límite de Resistencia I, para un muro.

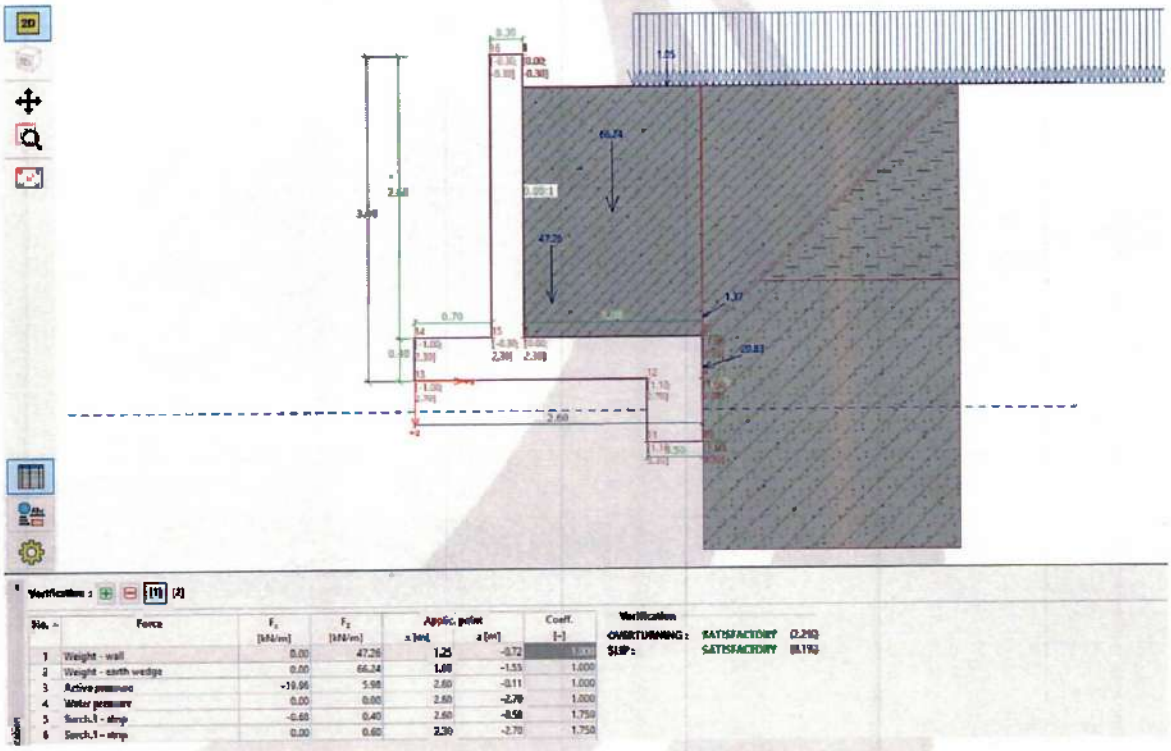
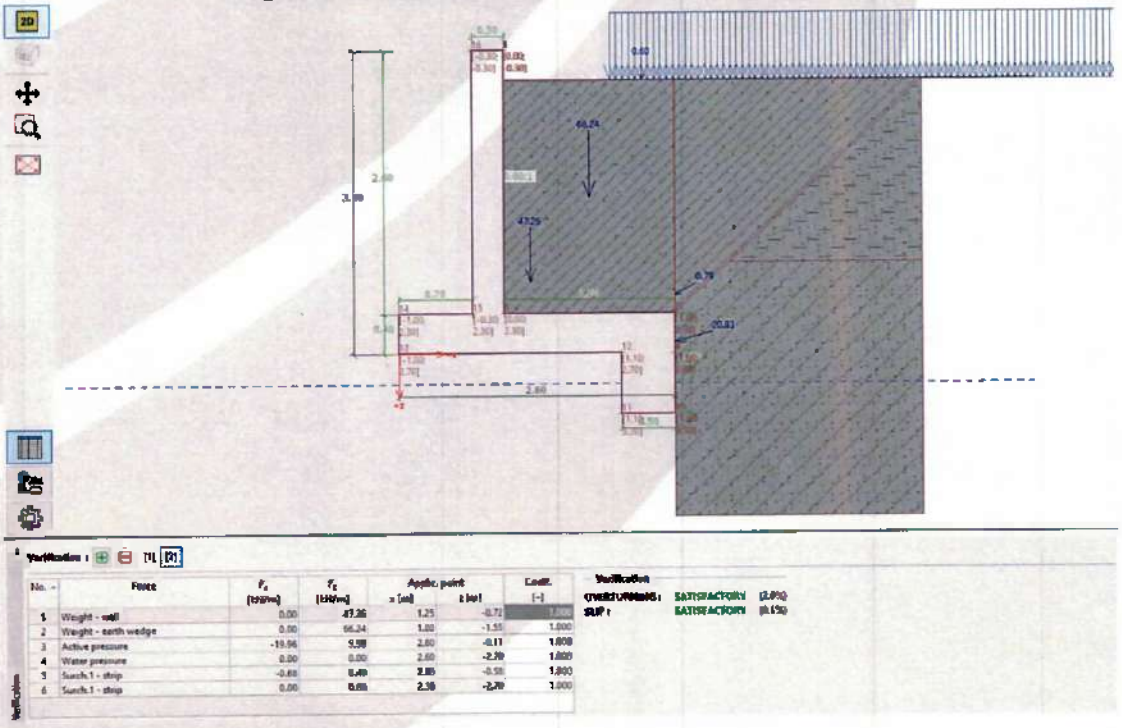


Figura 19. Estado límite de Evento Extremo I, para un muro.



12.5 EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y LA EXCENTRICIDAD DEL MURO.

Para la evaluación de la capacidad de soporte del suelo se analizarán los dos escenarios considerando los factores de carga máximos para fuerzas verticales.

$$\sigma = \frac{N}{d - 2e} < R_d$$

$$e < \frac{1}{3}d = e_{alw} \qquad e = \frac{M_{ovr} - M_{res} + \frac{Nd}{2}}{N}$$

Donde:
N - fuerza normal que actúa en el fondo del muro
d - ancho del muro
Rd - capacidad de carga del suelo
e - excentricidad
ealw - excentricidad permitida
Movr - momento de vuelco
Mres - momento de resistencia

Para determinar la capacidad de carga del suelo de fundación se utilizó las ecuaciones utilizadas que corresponden al principio general de la capacidad de carga expuesta por Meyerhof. El análisis se realizó a una profundidad de empotramiento de 2.0 metros y con un ancho igual a 3.0 metros.
De acuerdo al numeral 10.6.1.1(CCP-14) las zapatas deben ser dimensionadas y diseñadas de tal manera que el suelo o roca de soporte proporcione una resistencia nominal adecuada, teniendo en cuenta el potencial de capacidad de carga adecuada y el potencial de asentamiento, bajo los estados limite aplicables.

Factores de resistencia para cimientos superficiales
Los factores de resistencia para los estados límite de servicio deben tomarse como 1.0 a excepción de lo dispuesto en el artículo 11.6.2.3 (CCP-14) para la estabilidad global.
Los factores de resistencia proporcionados en la tabla 10.5.5.2.2-1 (CCP-14) deben utilizarse para el diseño de zapatas por estado límite de resistencia.

Tabla 13. Factores de resistencia para la resistencia geotécnica de cimentaciones superficiales en el estado límite de resistencia.

Método/Suelo/Condición			Factor de resistencia
Capacidad de carga	φ_b	Método teórico (Munfakh et al., 2001), en arcilla	0.50
		Método teórico (Munfakh et al., 2001), en arena, usando CPT	0.50
		Método teórico (Munfakh et al., 2001), en arena, usando SPT	0.45
		Métodos Semi-empíricos (Meyerhof, 1957), todos los suelos	0.45
		Zapatas sobre roca	0.45
		Pruebas de carga con placa	0.55
Deslizamiento	φ_t	Concreto prefabricado colocado sobre arena	0.90
		Concreto fundido in situ sobre arena	0.80
		Concreto fundido in situ o prefabricado sobre arcilla	0.85
		Suelo sobre suelo	0.90
	φ_{ep}	Presión pasiva del suelo, componente de la resistencia al deslizamiento	0.50

Análisis de capacidad de soporte para el estado límite de resistencia

La capacidad de carga mayorada qr en el estado límite de resistencia debe tomarse como:

$$q_R = \varphi_b q_n$$

donde:

φ_b = factor de resistencia especificado en el articulo 10.5.5.2.2

q_n = capacidad de carga nominal (MPa)

Las ecuaciones utilizadas corresponden al principio general de la capacidad de carga expuesta por Meyerhof.

A continuación, se presentan la ecuación que se tuvo en cuenta en el cálculo de la capacidad de soporte:

Método de Meyerhof (1963)

Meyerhof utiliza la siguiente ecuación para el cálculo de la capacidad de soporte.

$$q_u = cN_c f_c d_c i_c + qN_q f_q d_q i_q + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma f_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Factor de carga:

$$N_c = (N_q - 1)\cot\phi$$

$$N_q = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)e^{\pi\tan\phi}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1)\tan\phi$$

Factor de forma:

$$f_c = 1 + \frac{B}{L}\frac{N_q}{N_c}$$

$$f_q = 1 + \frac{B}{L}\tan\phi$$

$$f_\gamma = 1 - 0.4\frac{B}{L}$$

Factor de profundidad:

$si\ \frac{Df}{B} \le 1$	$si\ \frac{Df}{B} > 1$
$d_c = 1 + 0.4\frac{D_f}{B}$	$d_c = 1 + 0.4\tan^{-1}\left(\frac{D_f}{B}\right)$
$d_q = 1 + 2\tan\phi(1-sen\phi)^2\frac{D_f}{B}$	$d_q = 1 + 2\tan\phi(1-sen\phi)^2\tan^{-1}\left(\frac{D_f}{B}\right)$
$d_\gamma = 1$	$d_\gamma = 1$

Capacidad de soporte sobre el suelo existentes con un ancho mínimo de cimiento, B, de 2,0 m y una profundidad de 1.0 metro.

Tabla 14. Capacidad de soporte estado límite de resistencia para una profundidad de cimentación de 1.0 m, Factor de resistencia de 0.45 y relación de B/L igual a 1.

RELACION B/L	1						
Tipo de Suelo	AREANA		μ	0.35			
Υ1	17	KN/m3	Nivel Freatico			Υ	17
ϕ	29	°	DF	2		q	17
C	0	KN/m2	FS	0.45		B/L	1
N60	27		L/B	1		E(s)	18900

$$q_u = cN_c f_c d_c i_c + qN_c f_q d_q i_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma f_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

$N_c = (N_q - 1)\cot\phi$ $\quad f_c = 1 + \frac{B}{L}\frac{N_q}{N_c}$ $\quad si\ \frac{Df}{B} \le 1$ $\quad si\ \frac{Df}{B} > 1$

$N_q = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)e^{\pi\tan\phi}$ $\quad f_q = 1 + \frac{B}{L}\tan\phi$ $\quad d_c = 1 + 0.4\frac{D_f}{B}$ $\quad d_c = 1 + 0.4\tan^{-1}\left(\frac{D_f}{B}\right)$

$N_\gamma = 2(N_q + 1)\tan\phi$ $\quad f_\gamma = 1 - 0.4\frac{B}{L}$ $\quad d_q = 1 + 2\tan\phi(1-sen\phi)^2\frac{D_f}{B}$ $\quad d_q = 1 + 2\tan\phi(1-sen\phi)^2\tan^{-1}\left(\frac{D_f}{B}\right)$

$d_\gamma = 1$ $\quad d_\gamma = 1$

Ancho B(m)	factores de carga		factores de Forma		factores de profundidad		qult(KN/m2)	QELR qadm(KN/m2)	QELR qadm(ton/m2)
1.5	Nc	27.86	fcs	1.590	fcd	1.53	706.11	317.75	31.78
	Nq	16.44	fqs	1.554	fqd	1.39			
	NY	13.24	fYs	0.600	fYd	1.00			
2	Nc	27.86	fcs	1.590	fcd	1.40	697.27	313.77	31.38
	Nq	16.44	fqs	1.554	fqd	1.29			
	NY	13.24	fYs	0.600	fYd	1.00			
2.5	Nc	27.86	fcs	1.590	fcd	1.32	705.47	317.46	31.75
	Nq	16.44	fqs	1.554	fqd	1.24			
	NY	13.24	fYs	0.600	fYd	1.00			
3	Nc	27.86	fcs	1.590	fcd	1.27	722.18	324.98	32.50
	Nq	16.44	fqs	1.554	fqd	1.20			
	NY	13.24	fYs	0.600	fYd	1.00			

Análisis de capacidad de soporte para el estado límite de servicio

Los asentamientos de las zapatas deben estimarse utilizando métodos computacionales basados en los resultados de pruebas de laboratorio o ensayos in situ, o ambos. Los parámetros del suelo utilizados en los cálculos deben escogerse de modo que reflejen la historia de carga del terreno, la secuencia de construcción y los efectos del suelo.

Para una cimentación superficial sometida a una fuerza neta por área unitaria igual qo, los asentamientos inmediatos se determinan por la relación de poisson y el módulo de elasticidad del suelo portante, μs y Es, respectivamente.

De acuerdo a Harr (1966) el asentamiento se expresa como:

$$Se = \frac{Bq_o}{E_s}(1-\mu^2)\alpha_r$$

Dónde:

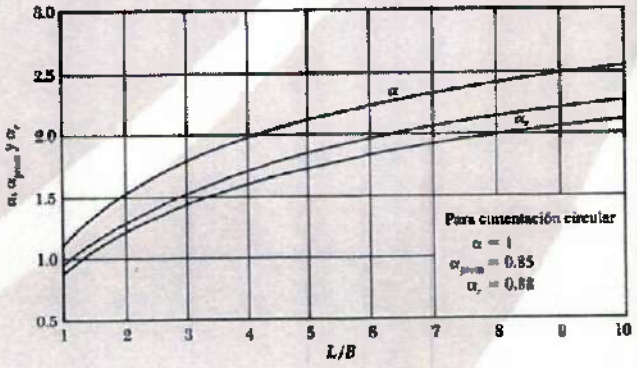
q0 = Intensidad de la presión de contacto

B= Mínima dimensión del área reactiva,

E e □□ = Parámetros elásticos del terreno.

Los valores de α para varias relaciones de longitud y ancho de cimentación (L/B), se muestra a continuación:

Figura 20. Valores de α para relación (L/B).

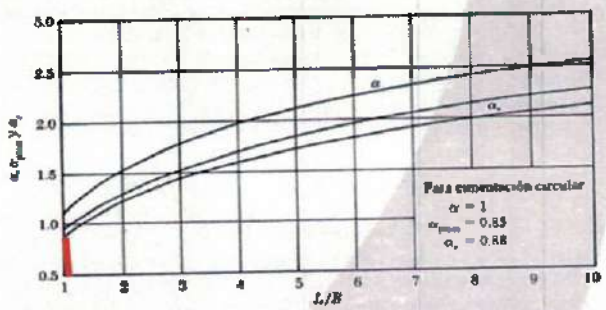


A continuación, se presenta el cálculo de asentamientos inmediatos para los valores de capacidad de carga obtenido en los estados límites de resistencia.

Tabla 15. Asentamientos.

Tipo de Suelo	ARENA		μ	0.35			
Υ1	17	KN/m3	Nivel Freatico	0		Υ	17
ϕ	29	°	DF	2		q	17
C	0	KN/m2	FS	0.45		B/L	1
N60	27		L/B	1		E(s)	18900

$$Se = \frac{Bq_o}{E_s}(1-\mu^2)\alpha_r$$



asentamiento permitido maximo 2.5

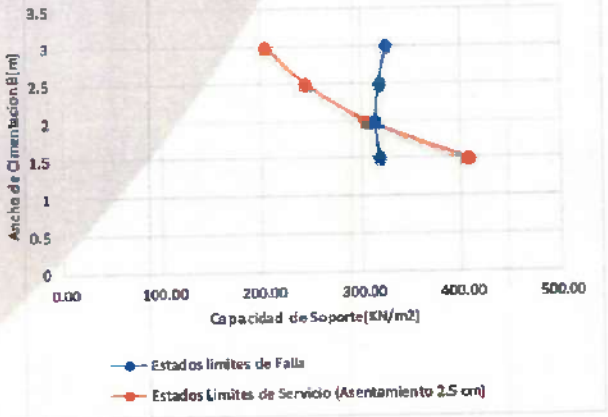
QELS

Ancho B(m)	L/B	αr	1-μ^2	q(KN/m2)	Se(m)	Se(cm)	carga Max (KN)
1.5	1	0.88	0.88	317.75	0.020	1.95	317.75112
2				313.77	0.026	2.57	313.77073
2.5				317.46	0.033	3.25	317.45965
3				324.98	0.040	3.99	324.98323

QELS

Ancho B(m)	L/B	αr	1-μ^2	q(KN/m2)	Se(m)	Se(cm)	carga Max (KN)
1.5	1	0.88	0.88	406.77	0.025	2.5	406.76653
2				305.07	0.025	2.5	305.0749
2.5				244.06	0.025	2.5	244.05992
3				203.38	0.025	2.5	203.38326

Ancho B(m)	Estados limites de Falla	Estados Limites de Servicio (Asentamiento 2.5 cm)
1.5	317.75	406.77
2	313.77	305.07
2.5	317.46	244.06
3	324.98	203.38



12.6 EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD GLOBAL

Para el análisis del modelo geotécnico se utilizó el software para computador GEO 5 – 2020 el cual utiliza la teoría de equilibrio límite para obtener los factores de seguridad al deslizamiento de los taludes.

Análisis de estabilidad de las excavaciones para construir el muro

Con el fin de evaluar la estabilidad de los taludes de excavación se presenta a continuación el análisis teniendo en cuenta los factores de seguridad mínimos de la NSR-10.

Tabla H.6.9-1
Factores de seguridad indirectos mínimos

Condición	Construcción	Estático	Sismo	Seudo estático
Deslizamiento	1.60	1.60	Diseño	1.05
Volcamiento: el que resulte más crítico de Momento Resistente/ Momento Actuante Excentricidad en el sentido del momento (e/B)	≥ 3.00 ≤ 1/6	≥ 3.00 ≤ 1/6	Diseño Diseño	≥ 2.00 ≤ 1/4
Capacidad portante	Iguales a los de la Tabla H.4.1			
Estabilidad Intrínseca materiales térreos (reforzados o no)	Iguales a los de la Tabla H.2.1			
Estabilidad Intrínseca materiales manufacturados	Según material (Concreto-Título C; Madera-Título G; etc.)			
Estabilidad general del sistema:				
Permanente o de Larga duración (> 6 meses)	1.20	1.50	Diseño	1.05
Temporal o de Corta duración (< 6 meses)	1.20	1.30	50% de Diseño	1.00
Laderas adyacentes (Zona de influencia > 2.5H)	1.20	1.50	Diseño	1.05

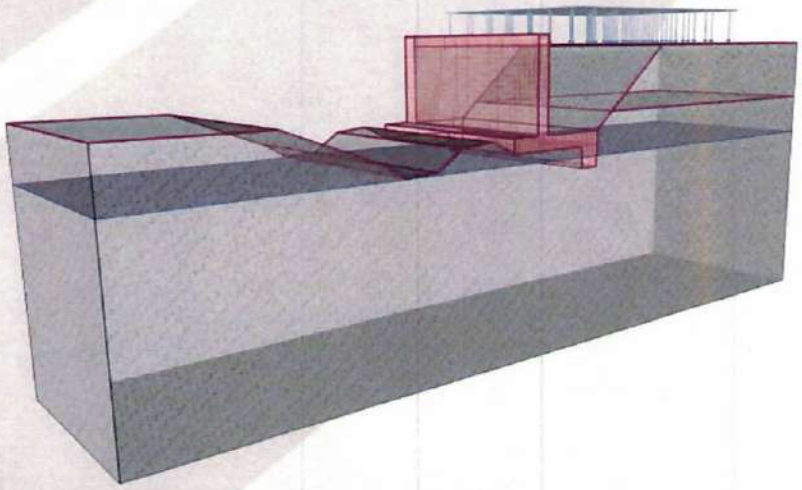


Figura 21. Modelo de análisis 3d de muro H 3M

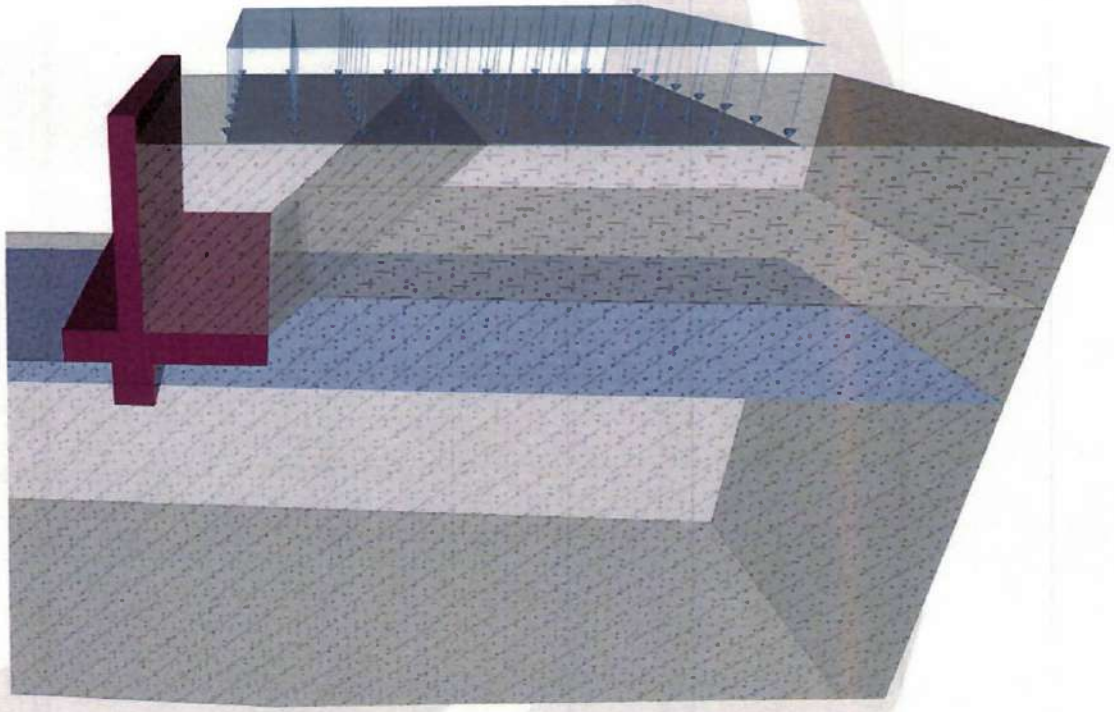


Figura 22. Análisis de estabilidad estático estatico.

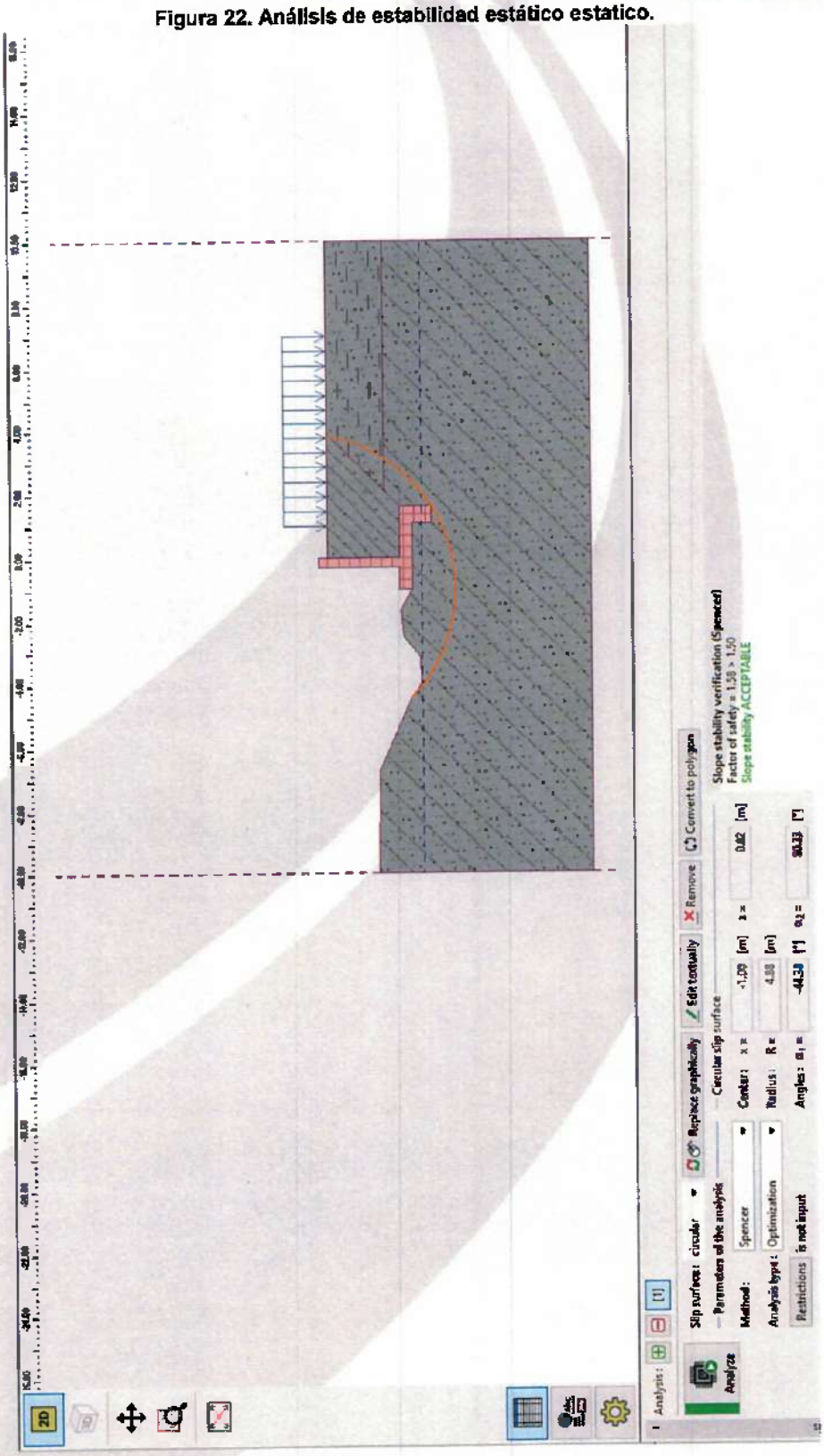
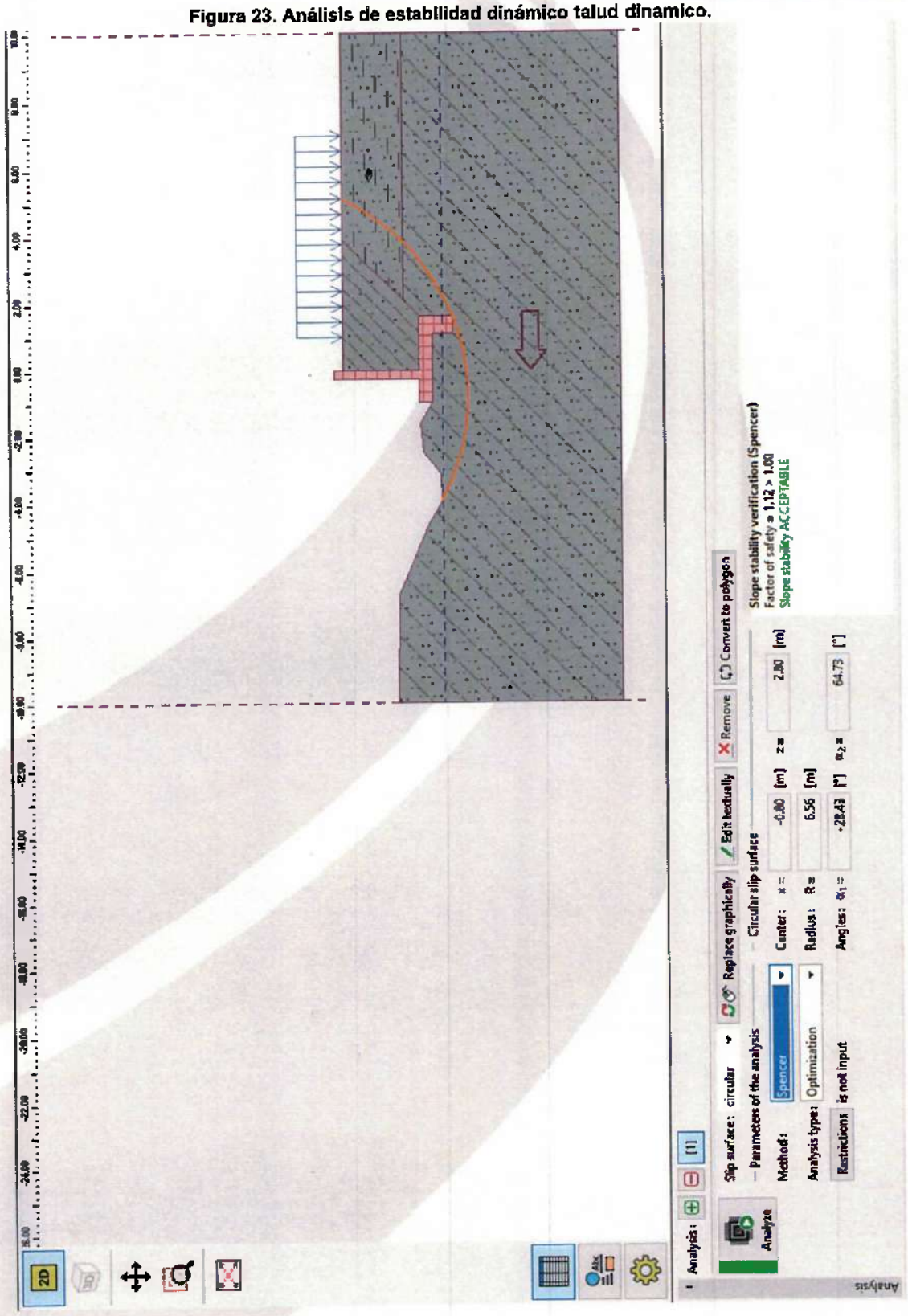


Figura 23. Análisis de estabilidad dinámico talud dinamico.



Las excavaciones proyectadas para la construcción de los muros de contención, con talud 0.5H:1.0V cumplen con los factores mínimos establecidos en la NSR – 10, para taludes temporales o de corta duración (<6meses), en condición estática y dinámica.

Análisis de estabilidad del muro

Para evaluar las condiciones de estabilidad del muro se tuvo en cuenta el siguiente escenario:
El estado límite de servicio I.
De acuerdo al CCP-14, para la evaluación de la estabilidad global de los taludes de suelo, se deben disminuir los parámetros de resistencia utilizando los siguientes factores:

Si los parámetros geotécnicos están bien definidos y el talud no soporta ni contiene un elemento estructural, Φ es igual a 0.75; FS: 1.33

Si los parámetros geotécnicos se basan en información limitada o si el talud contiene o soporta un elemento estructural Φ es igual a 0.65; FS: 1.53.

Lo anterior corresponde a un análisis de estabilidad estático, para el análisis de estabilidad dinámico se tiene en cuenta lo mencionado en el Capítulo 11.5.8 (CCP-14) donde se menciona que para estabilidad global donde se incluya la fuerza sísmica debe usarse un factor de resistencia de 0.9 (Estado límite de Evento Extremo) dando como resultado un valor de F.S. de 1.11. véase anexos

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El análisis de las características geológicas y geotécnicas del área en estudio permitió determinar que no existen limitaciones importantes que pueden afectar la estabilidad de la estructura proyectada.

13.1 RECOMENDACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MURO DE CONTENCIÓN

Tipo de cimentación

De acuerdo a las características de los suelos encontrados, las cargas proyectadas y los asentamientos teóricos esperados, se recomienda cimentar el muro sobre una zapata corridas apoyadas directamente sobre el suelo competente de anchos variables de entre 2.0 y 3.0 metros.

En todos los casos la cimentación debe ser totalmente rígida para minimizar la ocurrencia de asentamientos diferenciales.

Capacidad de soporte

Para el diseño se recomienda cimentar el muro a una profundidad mínima de 1.0 metro desde el nivel más bajo del talud y utilizar una presión admisible indicada a continuación:

ANCHO B m	QELR Ton/m2	QELS Ton/m2	Se m	Modulo Balasto
1.5	31.78	40.68	0.025	1271
2	31.38	30.51	0.025	1220
2.5	31.75	24.41	0.025	976
3	32.50	20.34	0.025	814

Parámetros de diseño

Nivel freático: No registro.

Peso volumétrico: 1.80 Ton/m3

Angulo de fricción: 33°. relleno

Profundidad de cimentación: 1.0 metro desde el nivel más bajo del talud.

Ancho de cimentación: Variable entre 2.0 y 3.0 metros.

Perfil de suelo: el perfil recomendado para diseño sísmico es D

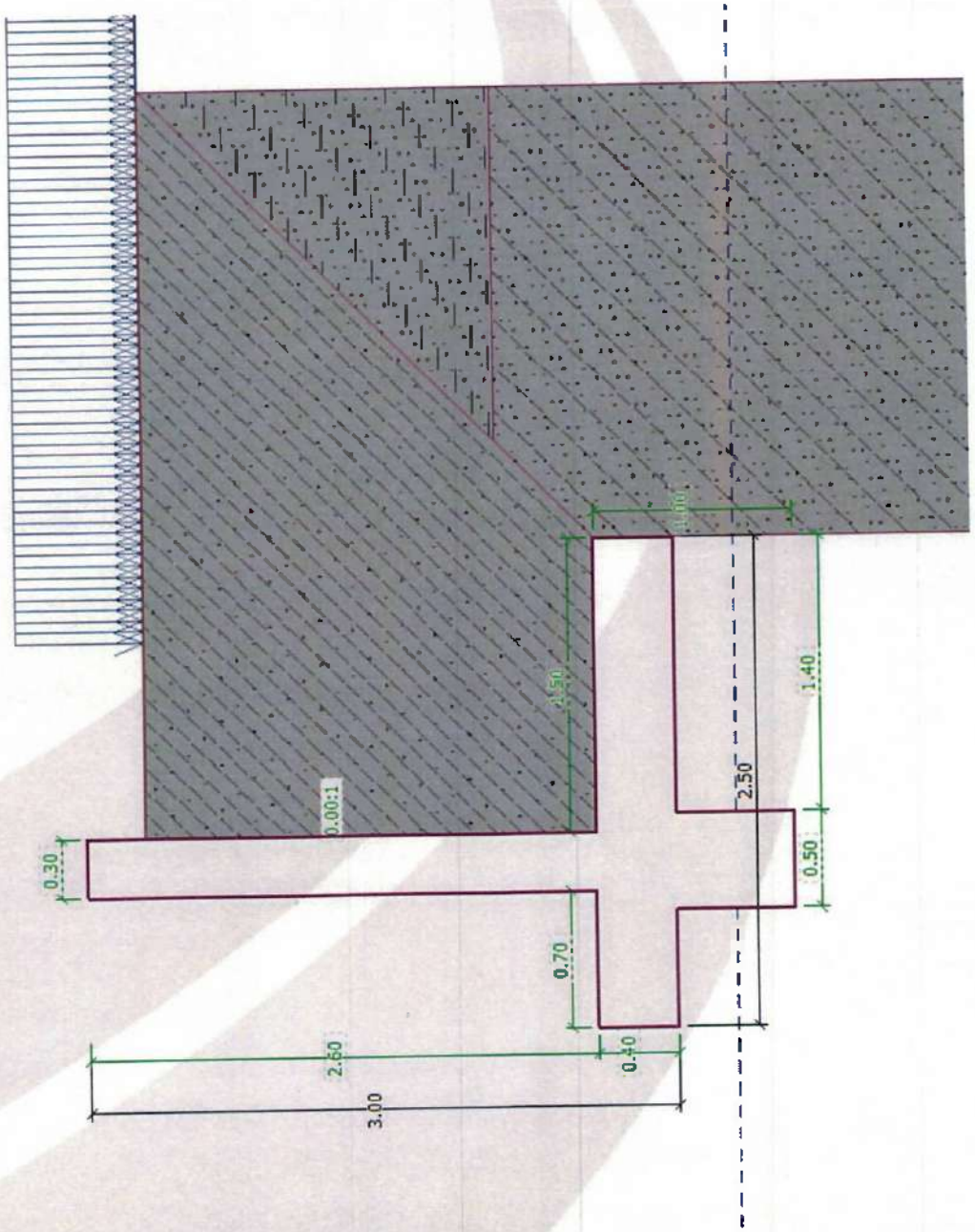
13.2 MANEJO DE EXCAVACIONES

Se recomienda realizar las excavaciones para la construcción del muro proyectado mediante talud 0.50H:1.0V en todo el perímetro de la excavación siguiendo las siguientes recomendaciones:
Realizar inicialmente la excavación por medio de taludes para garantizar la estabilidad de la excavación durante el proceso constructivo.
Durante el proceso de excavación, se debe monitorear mediante control, topográfico, las coronas de los taludes de las excavaciones para detectar potenciales zonas susceptibles a derrumbes y tomar las medidas de protección necesarias.
Se recomienda que, durante el proceso de construcción, se debe hacer un seguimiento por parte de una persona idónea, para verificar la presencia o continuidad de los rellenos y aprobar los horizontes adecuados de cimentación.

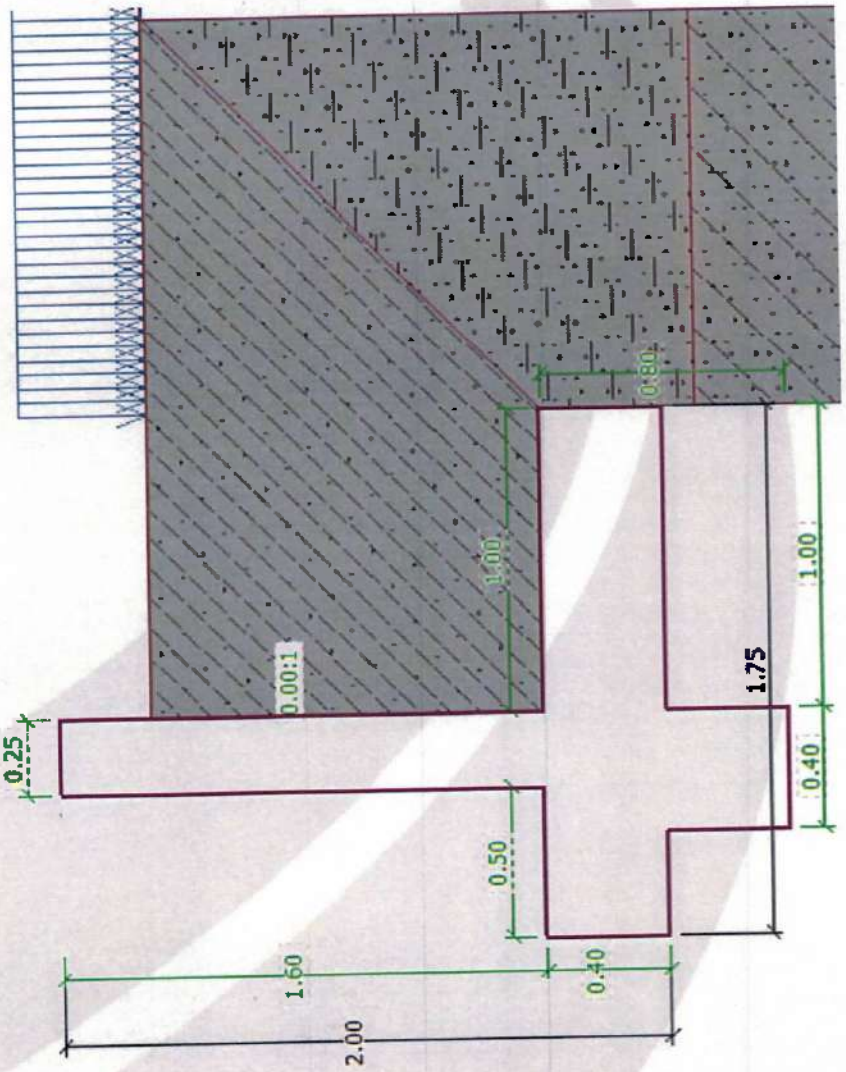
Coeficiente de presión de tierras
Los coeficientes de presión de tierras recomendados son los siguientes:
Ka = (tan (45 - Ø/2))^2 Kp = (tan (45+ Ø/2))^2 K0 = 1 – sen Ø
Angulo de fricción: 33°

- Ka = 0.295
- Kp = 3.392
- K_0 = 0.455

Dimensionamiento del muro sección critica h3m



Dimensionamiento del muro sección critica h2m



13.3 RECOMENDACIONES GENERALES

Teniendo en cuenta las características de los suelos presentes en el área de estudio, se recomienda implementar las siguientes medidas de manejo para garantizar un mejor comportamiento de la cimentación a futuro.

Como recomendación general y para evitar inconvenientes en la construcción de la cimentación de la estructura, se recomienda primero la adecuación del Terreno para controlar el flujo de aguas que se acumulan producto de las lluvias.

Drenaje de las aguas de escorrentía — Debe proveerse un adecuado drenaje alrededor de las estructuras por medio de pendientados perimetrales (2-10%), cunetas revestidas, áreas pavimentadas y canalizaciones de las aguas lluvias.

No dejar las excavaciones expuestas a las infiltraciones de agua.

De igual forma se evitará la exposición prolongada de las excavaciones, a intemperismos, para lo cual se recomienda programar las excavaciones de tal forma que transcurra el menor tiempo posible entre su terminación y las operaciones de mejoramiento proyectadas y/o vaciados de los cimientos.

Se recomienda que los rellenos proyectados, se realicen con material de relleno para estructuras, de acuerdo a especificación del INVIAS 220-13, compactado al 95% del proctor modificado.

En caso de identificar relleno de mala calidad (con escombros y/o sueltos) que estén por fuera del corte recomendado (0.5H:1.0V) para construir el muro, se deberá retirar y reemplazar por material de relleno para estructuras, de acuerdo a especificación del INVIAS 220-13, compactado al 95% del proctor modificado.

En los muros y estructuras que queden en contacto con el terreno se recomienda instalar entre el concreto y el suelo o geondren planar o filtro que permita captar las posibles infiltraciones de agua que se puedan presentar. Este filtro se debe conectar al sistema evacuación de aguas lluvias del proyecto.

Durante la construcción de los cimientos se debe contar con la supervisión de un ingeniero geotecnista, de tal manera que verifique si los materiales de cimentación en cada sector corresponden a los encontrados en el estudio geotécnico.

Se deberá consultar con el Ingeniero Geotecnista, cualquier cambio que se realice al proyecto en cuanto a su nivel de cimentación, excavaciones planteadas y números de pisos propuestos.

Es muy importante la supervisión técnica de la obra durante la construcción.

14 LIMITACIONES

Las recomendaciones dadas en este informe corresponden al resultado de la evaluación de las muestras y condiciones del subsuelo obtenidas de acuerdo con la Ingeniería de suelos. Pueden existir condiciones del subsuelo no encontradas en las perforaciones realizadas, sin embargo, se considera que el alcance de los trabajos de campo es adecuado para definir los parámetros y características de los suelos en el área de proyecto. Si durante las etapas de diseño y construcción se encuentran condiciones del subsuelo diferentes a las descritas como típicas en este informe se dará aviso oportuno para complementar la información: conclusiones y recomendaciones.

15. BIBLIOGRAFÍA

Norma Colombiana de Diseño de Puentes LRFD - CCP 14.
American Society for Testing and Materials. ASTM.
Normas del American Institute of Steel Construction, AISC-ASD.
Instituto Nacional de Vías INVIAS. Especificaciones generales de construcción de carreteras y normas de ensayo para materiales de carreteras 2007.
NTC, Normas Técnicas Colombianas promulgadas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC

Aprobado por: Ing. Jeyson Andrés Vera
M.P 68202-286970 STD

16. ANEXOS

ANEXO N°1

REGISTRO FOTOGRÁFICO

REGISTRO FOTOGRÁFICO













REGISTRO FOTOGRÁFICO













ANEXO N°2

ENSAYOS DE LABORATORIO

CSN Consultores Solano Navas / SGS	ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 -13 - E - 123 -13 - E - 125 -13 - E - 126-13	CÓDIGO: FO-063 VERSIÓN: 3 FECHA: MARZO 2023

FECHA	MARZO 2023
ORDEN DE SERVICIO No.	1
CLIENTE	ALCALDÍA MUNICIPAL DE CHARTA
PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.
UBICACIÓN	MUNICIPIO DE CHARTA
CONTRATISTA	CONSULTORES SOLANO NAVAS LTDA Y UT MURO CHARTA
FECHA DE LOS ENSAYOS	MARZO 2023
TIPO DE MATERIAL	ARENAS ARCILLOSAS

% DE HUMEDAD

PROFUNDIDAD	
PESO DE RECIP. + S.H.	
PESO DE RECIP. + S.S.	
PESO RECIPIENTE	
PESO AGUA	
PESO SUELO SECO	
% HUMEDAD	

DATOS SONDEO

SONDEO	1
MUESTRA	1
PROFUNDIDAD (m)	0,00 - 1,50

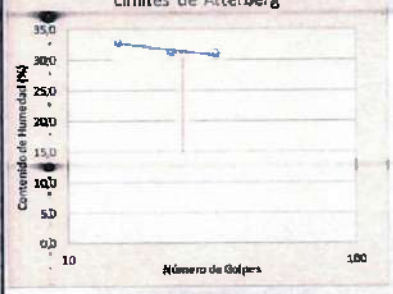
LÍMITES DE CONSISTENCIA

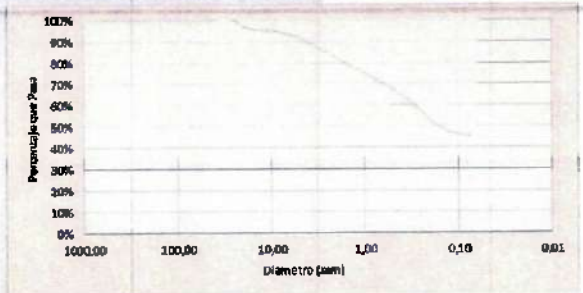
LÍMITE LÍQUIDO NL			
Determinación No	1	2	3
No GOLPES	15	23	33
RECIP. No.	18	32	38
PESO DE RECIP. + S.H.	40,84	33,62	79,15
PESO DE RECIP. + S.S.	37,61	30,46	75,86
PESO RECIPIENTE	27,81	20,34	65,24
PESO AGUA	3,23	3,16	3,29
PESO SUELO SECO	9,80	10,12	10,62
% HUMEDAD	32,96	31,23	30,98

LÍMITE PLÁSTICO NP		
RECIP. No.	11	2
PESO DE RECIP. + S.H.	35,36	33,38
PESO DE RECIP. + S.S.	34,29	32,54
PESO RECIPIENTE	29,19	28,42
PESO AGUA	1,07	0,84
PESO SUELO SECO	5,10	4,12
% HUMEDAD	20,98	20,39

GRADACIÓN

Peso inicial:	576	gr	Peso final:	314,40	gr
Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10	0,0			
2 ½"	64,00	0,0			100,0%
2"	50,80	0,0			100,0%
1 ½"	38,10	0,0			100,0%
1"	25,40	0,0			100,0%
3/4"	19,00	19,6	3,4%	3,4%	96,6%
1/2"	12,70	8,6	1,5%	4,9%	95,1%
3/8"	9,51	0,0		4,9%	95,1%
4	4,76	23,5	4,1%	9,0%	91,0%
8	2,38	0,0		9,0%	91,0%
10	2,00	50,1	8,7%	17,7%	82,3%
12	1,68	0,0		17,7%	82,3%
20	1,19	32,4	5,6%	23,3%	76,7%
30	0,59	0,0		23,3%	76,7%
40	0,42	63,5	11,0%	34,3%	65,7%
60	0,30	42,3	7,3%	41,7%	58,3%
80	0,18	36,1	6,3%	47,9%	52,1%
100	0,15	15,2	2,6%	50,6%	49,4%
200	0,07	23,1	4,0%	54,6%	45,4%
Pasa 200		261,6	45,4%	100,0%	0,0%
Total		576,0			





RESULTADOS

Límite Líquido	31,5	%
Límite Plástico	20,7	%
Índice Plastico	10,8	%
Gravas	9,0%	
Arenas	45,6%	
Finos	45,4%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	2
A.A.S.H.T.O.	A - 6
U.S.C	SC

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR: ÁNGEL FLORES

REVISADO POR: ING. GABRIELA RIVERA

APROBADO POR: ING. JEYSON ANDRES VERA

FECHA DE ENTREGA: DICIEMBRE 2023

	ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V E - 122 -13 - E - 123 -13 - E - 125 -13 - E - 126-13	CÓDIGO: FO-053 VERSIÓN: 3 FECHA: MARZO 2023

FECHA	MARZO 2023
ORDEN DE SERVICIO No.	1
CLIENTE	ALCALDÍA MUNICIPAL DE CHARTA
PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER
UBICACIÓN	MUNICIPIO DE CHARTA
CONTRATISTA	CONSULTORES SOLANO NAVAS LTDA Y UT MURO CHARTA
FECHA DE LOS ENSAYOS	MARZO 2023
TIPO DE MATERIAL	ARENAS LIMOSAS

% DE HUMEDAD

PROFUNDIDAD	
PESO DE RECIP. + S.H.	
PESO DE RECIP. + S.S.	
PESO RECIPIENTE	
PESO AGUA	
PESO SUELO SECO	
% HUMEDAD	

DATOS SONDEO

SONDEO	1
MUESTRA	2
PROFUNDIDAD (m)	1,50 - 3,00

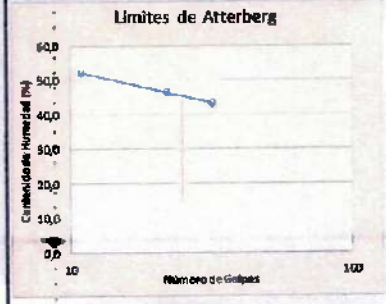
LÍMITES DE CONSISTENCIA

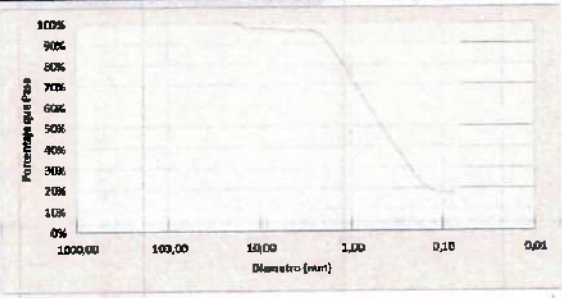
LÍMITE LÍQUIDO NL			
Determinación No	1	2	3
No GOLPES	11	22	32
RECIP. No.	13	10	10
PESO DE RECIP. + S.H.	38,48	37,74	38,67
PESO DE RECIP. + S.S.	34,75	34,59	35,36
PESO RECIPIENTE	27,61	27,84	27,71
PESO AGUA	3,73	3,15	3,31
PESO SUELO SECO	7,14	6,75	7,65
% HUMEDAD	52,24	46,67	43,27

LÍMITE PLÁSTICO NP		
RECIP. No.	23	14
PESO DE RECIP. + S.H.	32,39	32,13
PESO DE RECIP. + S.S.	31,51	31,16
PESO RECIPIENTE	29,25	28,7
PESO AGUA	0,88	0,97
PESO SUELO SECO	2,26	2,46
% HUMEDAD	38,94	39,43

GRADACIÓN

Peso inicial:	487	gr	Peso final:	400,00	gr
Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10	0,0			
2 ½"	64,00	0,0			100,0%
2"	50,80	0,0			100,0%
1 ½"	38,10	0,0			100,0%
1"	25,40	0,0			100,0%
3/4"	19,00	0,0			100,0%
1/2"	12,70	12,9	2,6%	2,6%	97,4%
3/8"	9,51	0,0		2,6%	97,4%
4	4,76	5,9	1,2%	3,9%	96,1%
8	2,38	0,0		3,9%	96,1%
10	2,00	16,5	3,4%	7,2%	92,8%
12	1,68	0,0		7,2%	92,8%
20	1,19	47,3	9,7%	17,0%	83,0%
30	0,59	0,0		17,0%	83,0%
40	0,42	174,1	35,7%	52,7%	47,3%
60	0,30	78,5	16,1%	68,8%	31,2%
80	0,18	35,6	7,3%	76,1%	23,9%
100	0,15	13,4	2,8%	78,9%	21,1%
200	0,07	15,8	3,2%	82,1%	17,9%
Pasa 200		87,0	17,9%	100,0%	0,0%
Total		487,0			





RESULTADOS

Límite Líquido	45,4	%
Límite Plástico	39,2	%
Índice Plastico	6,2	%
Grava	3,9%	
Arena	78,3%	
Finos	17,9%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A - 2 - 5
U.S.C	SM

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR: ÁNGEL FLORES

REVISADO POR: ING. GABRIELA RIVERA

APROBADO POR: ING. JEYSON ANDRES VERA

FECHA DE ENTREGA: DICIEMBRE 2023

CSN Consultores Solano Navas

	ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRANULOMETRÍA I.N.V E - 122 -13 - E - 123 -13 - E - 125 -13 - E - 126-13	CÓDIGO: FO-053 VERSIÓN: 3 FECHA: MARZO 2023

FECHA	MARZO 2023
ORDEN DE SERVICIO No.	1
CLIENTE	ALCALDÍA MUNICIPAL DE CHARTA
PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER
UBICACIÓN	MUNICIPIO DE CHARTA
CONTRATISTA	CONSULTORES SOLANO NAVAS LTDA Y UT MURO CHARTA
FECHA DE LOS ENSAYOS	MARZO 2023
TIPO DE MATERIAL	ARENAS LIMOSAS

% DE HUMEDAD

PROFUNDIDAD	
PESO DE RECIP. + S.H.	
PESO DE RECIP. + S.S.	
PESO RECIPIENTE	
PESO AGUA	
PESO SUELO SECO	
% HUMEDAD	

DATOS SONDEO

SONDEO	1
MUESTRA	3
PROFUNDIDAD (m)	3,00 - 4,50

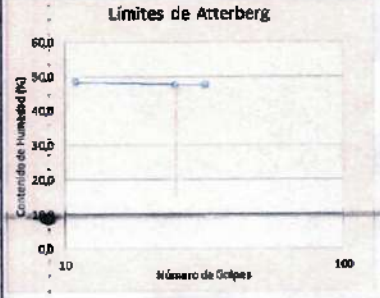
LÍMITES DE CONSISTENCIA

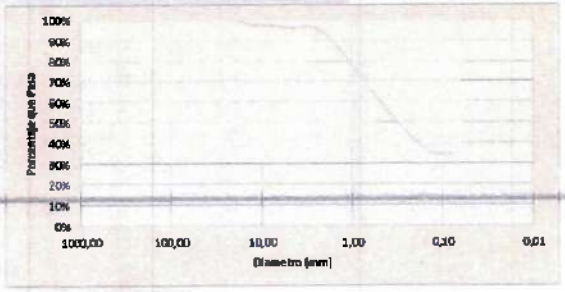
LÍMITE LÍQUIDO NL			
Determinación No	1	2	3
No GOLPES	11	25	32
RECIP. No.	25	12	2
PESO DE RECIP. + S.H.	40,24	38,91	37,1
PESO DE RECIP. + S.S.	36,26	36,16	34,14
PESO RECIPIENTE	28,04	30,36	27,92
PESO AGUA	3,98	2,75	2,96
PESO SUELO SECO	8,22	5,80	6,22
% HUMEDAD	48,42	47,41	47,59

LÍMITE PLÁSTICO NP		
RECIP. No.	10	6
PESO DE RECIP. + S.H.	31,76	31,46
PESO DE RECIP. + S.S.	30,57	30,61
PESO RECIPIENTE	27,56	28,44
PESO AGUA	1,19	0,85
PESO SUELO SECO	3,01	2,17
% HUMEDAD	39,53	39,17

GRADACIÓN

Peso inicial:	567	gr	Peso final:	370,04	gr
Tamiz (plg)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10	0,0			
2 ½"	64,00	0,0			100,0%
2"	50,80	0,0			100,0%
1 ½"	38,10	0,0			100,0%
1"	25,40	0,0			100,0%
3/4"	19,00	0,0			100,0%
1/2"	12,70	15,6	2,8%	2,8%	97,2%
3/8"	9,51	0,0		2,8%	97,2%
4	4,76	7,4	1,3%	4,1%	95,9%
8	2,38	0,0		4,1%	95,9%
10	2,00	14,2	2,5%	6,6%	93,4%
12	1,68	0,0		6,6%	93,4%
20	1,19	42,3	7,5%	14,0%	86,0%
30	0,59	0,0		14,0%	86,0%
40	0,42	165,8	29,2%	43,3%	56,7%
60	0,30	69,4	12,2%	55,5%	44,5%
80	0,18	30,3	5,4%	60,9%	39,1%
100	0,15	11,4	2,0%	62,9%	37,1%
200	0,07	13,6	2,4%	65,3%	34,7%
Pasa 200		197,0	34,7%	100,0%	100,0%
Total		567,0			





RESULTADOS

Límite Líquido	47,7	%
Límite Plástico	39,4	%
Índice Plastico	8,3	%
Gravas	4,1%	
Arenas	61,2%	
Finos	34,7%	

CLASIFICACIÓN

Indice de Grupo	0
A.A.S.H.T.O.	A-2-5
U.S.C	SM

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR: ÁNGEL FLORES

REVISADO POR: ING. GABRIELA RIVERA

APROBADO POR: ING. JEYSON RAMIREZ VERA

FECHA DE ENTREGA: DICIEMBRE 2023

CSN Consultores Solano Navas	ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN I.N.V. E - 122 -13 - E - 123 -13 - E - 125 -13 - E - 126-13	CÓDIGO: FO-GEO VERSIÓN: 3 FECHA: MARZO 2023

FECHA	MARZO 2023
ORDEN DE SERVICIO No.	1
CLIENTE	ALCALDÍA MUNICIPAL DE CHARTA
PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER
UBICACIÓN	MUNICIPIO DE CHARTA
CONTRATISTA	CONSULTORES SOLANO NAVAS LTDA Y UT MURO CHARTA
FECHA DE LOS ENSAYOS	MARZO 2023
TIPO DE MATERIAL	ARENAS LIMOSAS

% DE HUMEDAD

PROFUNDIDAD	
PESO DE RECIP. + S.H.	
PESO DE RECIP. + S.S.	
PESO RECIPIENTE	
PESO AGUA	
PESO SUELO SECO	
% HUMEDAD	

DATOS SONDEO

SONDEO	1
MUESTRA	4
PROFUNDIDAD (m)	4.50 - 6.00

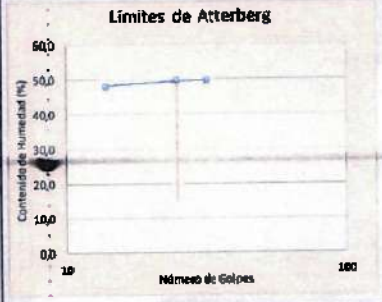
LÍMITES DE CONSISTENCIA

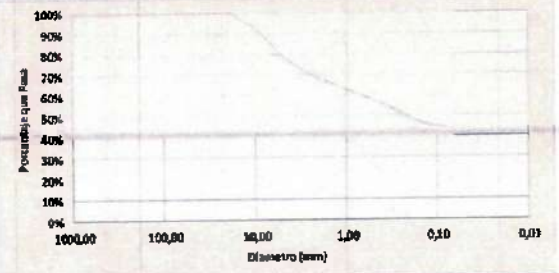
LÍMITE LÍQUIDO NL			
Determinación No	1	2	3
No GOLPES	14	25	32
RECIP. No.	22	13	1
PESO DE RECIP. + S.H.	40,29	37,87	37,56
PESO DE RECIP. + S.S.	36,55	34,64	34,42
PESO RECIPIENTE	28,81	28,16	28,11
PESO AGUA	3,74	3,23	3,14
PESO SUELO SECO	7,74	6,48	6,31
% HUMEDAD	48,32	49,85	49,76

LÍMITE PLÁSTICO NP		
RECIP. No.	17	26
PESO DE RECIP. + S.H.	31,53	18,28
PESO DE RECIP. + S.S.	30,56	16,91
PESO RECIPIENTE	27,89	13,18
PESO AGUA	0,97	1,37
PESO SUELO SECO	2,67	3,73
% HUMEDAD	36,33	36,73

GRADACIÓN

Peso inicial:	445	gr	Peso final:	248,90	gr
Tamiz (pig)	Tamiz (mm)	Peso (gr)	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,10	0,0			
2 ½"	64,00	0,0			100,0%
2"	50,80	0,0			100,0%
1 ½"	38,10	0,0			100,0%
1"	25,40	0,0			100,0%
3/4"	19,00	0,0			100,0%
1/2"	12,70	20,2	4,5%	4,5%	95,5%
3/8"	9,51	13,5	3,0%	7,6%	92,4%
4	4,76	61,4	13,8%	21,4%	78,6%
8	2,38	0,0		21,4%	78,6%
10	2,00	45,6	10,2%	31,6%	68,4%
12	1,68	0,0		31,6%	68,4%
20	1,19	19,2	4,3%	35,9%	64,1%
30	0,59	0,0		35,9%	64,1%
40	0,42	34,6	7,8%	43,7%	56,3%
60	0,30	20,1	4,5%	48,2%	51,8%
80	0,18	15,3	3,4%	51,7%	48,3%
100	0,15	7,1	1,6%	53,3%	46,7%
200	0,07	11,9	2,7%	55,9%	44,1%
Pasa 200		196,1	44,1%	100,0%	0,0%
Total		445,0			





RESULTADOS

Límite Líquido	49,5	%
Límite Plástico	36,5	%
Índice Plástico	12,9	%
Gravas	21,4%	
Arenas	34,5%	
Finos	44,1%	

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	3
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 5
U.S.C	SM

OBSERVACIONES:

ELABORADO POR: ÁNGEL FLORES

REVISADO POR: ING. GABRIELA RIVERA

APROBADO POR: ING. JEYSON ANDRES VERA

FECHA DE ENTREGA: DICIEMBRE 2021

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, Ingeniero Civil JEYSON ANDRES VERA VIANA identificado con la cédula de ciudadanía No. 1.098.700.183 de Bucaramanga, con matrícula profesional 68202-286970 STD del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería (COPNIA).

CERTIFICO

Que realicé los trabajos correspondientes a la formulación del Estudio de Suelos y Geotecnia del proyecto que tiene por objeto "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER".

La presente se expide en la ciudad de Bucaramanga en el mes de marzo del año 2023. Para fines pertinentes, anexo copia de mi matrícula profesional y copia de la cédula de ciudadanía.

Atentamente,

JEYSON ANDRES VERA VIANA
Ingeniero Civil
MP 68202-286970 STD


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 1.098.700.183

VERA VIANA

APELLIDOS

JEYSON ANDRES

NOMBRES

FIRMA


FECHA DE NACIMIENTO 11-FEB-1991

BARRANCABERMEJA
(SANTANDER)

LUGAR DE NACIMIENTO

1.70 ESTATURA

O+ G.S. RH

M SEXO

16-FEB-2009 BUCARAMANGA

FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

REGISTRADOR NACIONAL

INDICE DERECHO

A-2700100-00493774-M-1098700183-20131011 0035436033A 1 7172578941


REPÚBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA
MATRÍCULA PROFESIONAL No.
88202-286970 STD
INGENIERO CIVIL
DE FECHA 01/10/2014
JEYSON ANDRES
VERA VIANA
C.C. 1098700183
UNIVERSIDAD DE SANTANDER -
UDES
PRESIDENTE DEL CONSEJO

PROYECTO:

"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"





MUNICIPIO DE CHARTA

DEPARTAMENTO DE SANTANDER

DR. ALVARO ROJAS TOLOZA

Alcalde Municipal 2020 – 2023

ARQ. JUAN CARLOS GOMEZ CASTRO

Secretario de Planeación

ESTUDIO DE SOCAVACIÓN

2023

"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"

ESTUDIO DE SOCAVACIÓN

ELABORADO POR:

OSCAR MAURICIO ROJAS CAMARGO
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA AMBIENTAL
T.P.N° 68202 – 089972 STD

PRESENTADO A:

ALCALDÍA DEL MUNICIPIO DE CHARTA

CHARTA – SANTANDER

MARZO 2023

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 8
2. OBJETIVO GENERAL 8
   2.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS 8
3. MARCO LEGAL 8
4. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 9
5. ESTUDIO HIDROLÓGICO 10
   5.1. METODOLOGÍA PARA ESTUDIOS HIDROLOGÍCOS 10
   5.2. RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE 10
   5.3. ESPACIALIZACIÓN DE ESTACIONES CLIMATOLOGICAS 11
   5.4. ANÁLISIS DE PRECIPITACIONES 13
      5.4.1. Análisis de consistencia de datos de precipitación 14
      5.4.2. Precipitación total anual acumulada 15
      5.4.3. Precipitación total mensual promedio 16
      5.4.4. Precipitación máxima en 24 horas a nivel multianual 17
   5.5. DISEÑO DE CURVAS IDF 23
   5.6. HIETOGRAMA DE DISEÑO 25
   5.7. DELIMITACIÓN DE LA CUENCA O UNIDAD HIDROGRÁFICA 34
      5.7.1. Metodología para la delimitación de cuencas o unidades hidrográficas 34
      5.7.1. Tipo de cuencas o unidades hidrográficas según la salida de sus drenajes 34
      5.7.2. Tipos de drenajes 35
      5.7.3. Cuenca hidrográfica 36
      5.7.4. Cuencas o unidades hidrográficas inmersas en el área de estudio 36
      5.7.5. Parámetros Geométricos 42
      5.7.6. Parámetros del Relieve 42
      5.7.7. Parámetros Morfométricos 50
      5.7.8. Parámetros asociados al drenaje 55
      5.7.9. Tiempos de concentración 59
   5.8. ESTIMACIÓN DE CAUDALES LÍQUIDOS 63
      5.8.1. Marco legal para la estimación de caudales 63
      5.8.2. Método de cálculo de caudal máximo de diseño 64
      5.8.3. Método del hidrograma unitario 64
      5.8.4. Estimación de caudales en HEC-HMS 71

6. ESTUDIO HIDRÁULICO 81
6.1. METODOLOGÍA PARA ESTUDIO DE SOCAVACIÓN 81
6.2. SOCAVACIÓN 82
6.3. TIPOS DE SOCAVACIÓN 82
6.3.1. Socavación normal o general 82
6.3.2. Socavación en estrechamientos 82
6.3.3. Socavación en curvas 83
6.3.4. Socavación local en estribos 83
6.3.5. Socavación en pilas 83
6.4. MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN HEC-RAS 83
6.4.1. Generalidades del modelamiento hidráulico en HEC-RAS 83
6.5. MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN HEC-RAS ESCENARIO 1 Y ESCENARIO 2 89
6.5.1. Batimetría 89
6.5.2. Obras existentes y definición de límites del cauce en las secciones transversales .. 91
6.5.3. Obras propuestas y definición de límites del cauce en las secciones transversales. 96
6.5.4. Coeficiente de rugosidad de Manning 99
6.5.5. Caudales y condiciones de flujo 100
6.5.6. Resultados del modelamiento hidráulico ESCENARIO 1 Y ESCENARIO 2 101
6.5.7. Resultados del modelamiento hidráulico ESCENARIO 3 Y ESCENARIO 4 113
6.6. SOCAVACIÓN EN EL MURO DE CONTENCIÓN PROPUESTO 124
6.6.1. Socavación general por Método de Lischtvan-Levediev 124
7. CONCLUSIONES 126
8. BIBLIOGRAFIA 129
9. ANEXOS 130

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Estaciones analizadas del IDEAM 12
Tabla 2. Estaciones de la CDMB aferentes al área de estudio 13
Tabla 3. Valores de precipitación mensual 13
Tabla 4. Análisis de consistencia de datos de precipitación 15
Tabla 5. Valores de precipitación máxima en 24 horas 17
Tabla 6. Valores de precipitación máxima en 24 horas a nivel multianual 19
Tabla 7. Datos Estadísticos de la Precipitación 20
Tabla 8. Valores de Kn 21
Tabla 9. Resumen análisis de datos dudosos de precipitación 23
Tabla 10. Valores de los coeficientes a, b, c, d para el cálculo de curvas IDF en Colombia 24
Tabla 11. Valores de los coeficientes a, b, c, d para el cálculo de curvas IDF en Colombia 24
Tabla 12. Valores de hietograma para un tiempo de retorno de 2.33 años 28
Tabla 13. Valores de hietograma para un tiempo de retorno de 5 años 29
Tabla 14. Valores de hietograma para un tiempo de retorno de 10 años 30
Tabla 15. Valores de hietograma para un tiempo de retorno de 25 años 31
Tabla 16. Valores de hietograma para un tiempo de retorno de 50 años 32
Tabla 17. Valores de hietograma para un tiempo de retorno de 100 años 33
Tabla 18. Código de áreas hidrográficas 37
Tabla 19. Código de zonas hidrográficas 37
Tabla 20. Unidades hidrográficas en la zona de estudio 38
Tabla 21. Parámetros geométricos o físicos de la unidad hidrográfica 42
Tabla 22. Parámetros del relieve de la unidad hidrográfica 42
Tabla 23. Pendientes de la unidad hidrográfica de la quebrada Monte Chiquito 43
Tabla 24. Cálculo de la pendiente media de la cuenca 44
Tabla 25. Áreas Parciales y Acumuladas para Elaboración de Curva Hipsométrica 46
Tabla 26. Datos para Chequeo de Rectángulo Equivalente 48
Tabla 27. Valores interpretativos del coeficiente de masividad 49
Tabla 28. Parámetros morfométricos de la unidad hidrográfica de estudio 51
Tabla 29. Valores interpretativos del índice de compacidad 51
Tabla 30. Valores interpretativos del factor de forma de Horton 52
Tabla 31. Valores interpretativos del índice de alargamiento 53
Tabla 32. Valores interpretativos del índice de circularidad 54
Tabla 33. Valores interpretativos de la relación de elongación 55
Tabla 34. Parámetros asociados a la red de drenaje de la unidad hidrográfica de estudio 55
Tabla 35. Valores interpretativos de la densidad de drenaje 59
Tabla 36. Valores del tiempo de concentración 60
Tabla 37. Precipitación Acumulada para 3 Niveles de Condición de Humedad Antecedente 68
Tabla 38. Precipitación Acumulada para 3 Niveles de Condición de Humedad Antecedente 68
Tabla 39. Número de Curva de Escorrentía para Tierras Agrícolas Cultivadas para una Condición de Humedad Antecedente Promedio AMCII e Ia=0.2S 69
Tabla 40. Número de Curva de Escorrentía de Otras Tierras Agrícolas para una Condición de Humedad Antecedente Promedio AMCII e Ia=0.2S 70

Tabla 41. Valores de hietograma para un tiempo de retorno de 50 años 72
Tabla 42. Valores de hietograma para un tiempo de retorno de 100 años 73
Tabla 43.Valor de curva numero 75
Tabla 44.Valores hidrogramas 80
Tabla 45.Valores máximos de caudal 80
Tabla 46.Tipo de régimen según el número de Froude 87
Tabla 47. Valor de coeficiente de rugosidad de Manning según la cobertura 99
Tabla 48. Valores de rugosidad de Manning asignados en la modelación hidráulica 100
Tabla 49.Valores máximos de caudal para el modelamiento hidráulico 100
Tabla 50.Resultados sección de salida (aguas abajo) 102
Tabla 51.Tabla resumen de Resultados sección de salida (aguas abajo) 103
Tabla 52.Resultados sección de salida (aguas abajo) 105
Tabla 53.Tabla resumen de Resultados sección de salida (aguas abajo) 106
Tabla 54.Resumen resultados sección Puente N°1 108
Tabla 55.Tabla resumen de Resultados puente N°1 109
Tabla 56.Resultados secciones Puente N°2 111
Tabla 57.Tabla resumen de Resultados puente N°2 111
Tabla 58.Visualización del flujo para TR=50 años 112
Tabla 59.Resultados sección de salida (aguas abajo) 114
Tabla 60.Tabla resumen de Resultados sección de salida (aguas abajo) 115
Tabla 61.Resultados sección de salida (aguas abajo) 117
Tabla 62.Tabla resumen de Resultados sección de salida (aguas abajo) 118
Tabla 63.Resultados sección 1 del muro 119
Tabla 64.Resultados sección 2 del muro 121
Tabla 65.Resultados sección 3 del muro 122
Tabla 66.Valores para la obtención de la profundidad de socavación 126

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio 9
Figura 2. Metodología estudio hidrológico 10
Figura 3. Espacialización de estaciones del IDEAM 12
Figura 4. Interpretación de cajas de bigotes o box plot 15
Figura 5. Histograma de precipitación total anual acumulada 16
Figura 6. Histograma de precipitación promedio mensual 16
Figura 7. Número de días de precipitación al mes 17
Figura 8. Curvas IDF 24
Figura 9. Hietograma para un tiempo de retorno de 2.33 años 25
Figura 10. Hietograma para un tiempo de retorno de 5 años 25
Figura 11. Hietograma para un tiempo de retorno de 10 años 26
Figura 12. Hietograma para un tiempo de retorno de 25 años 26
Figura 13. Hietograma para un tiempo de retorno de 50 años 27
Figura 14. Hietograma para un tiempo de retorno de 100 años 27
Figura 15. Metodología para establecer el área de drenaje 34
Figura 16. Tipo de Cuenca Hidrográfica 35

Figura 17. Componentes de una cuenca hidrográfica 35
Figura 18. Tipo de corrientes en una cuenca 36
Figura 19. Codificación de unidades hidrográficas 36
Figura 20. Localización de la unidad hidrográfica de la Quebrada Monte Chiquito 39
Figura 21. Drenajes principales en el municipio de Charta y ubicación de la Quebrada Monte Chiquito 40
Figura 22. Localización de la unidad hidrográfica de la Quebrada Monte Chiquito 41
Figura 23. Mapa de pendiente en grados 43
Figura 24. Áreas parciales y acumuladas para elaboración de la Curva Hipsométrica 45
Figura 25. Curva hipsométrica del área de drenaje 47
Figura 26. Detalle Rectángulo Equivalente de la unidad hidrográfica 49
Figura 27. Comportamiento del caudal según la forma de la cuenca 50
Figura 28. Clasificación de los patrones de drenaje 56
Figura 29. Tipos de jerarquización de drenajes 57
Figura 30. Orden de los drenajes por Strahler de la unidad hidrográfica de estudio 58
Figura 31. Normativas para la estimación de caudales de agua lluvia 63
Figura 32. Normativas para la estimación de caudales de agua lluvia 65
Figura 33. Hietograma para un tiempo de retorno de 50 años 71
Figura 34. Hietograma para un tiempo de retorno de 100 años 72
Figura 35. Cobertura – Corine Land Cover (Nivel 3) 74
Figura 36.Interfaz HEC-HMS 77
Figura 37. Representación de la unida hidrográfica de la Quebrada Monte Chiquito para un Tr = 50 años interfaz HEC-HMS 78
Figura 38. Resultados de Caudales para un Periodo de Retorno de 50 años 78
Figura 39. Representación de la unida hidrográfica de la Quebrada Monte Chiquito para un Tr = 100 años interfaz HEC-HMS 79
Figura 40. Resultados de Caudales para un Periodo de Retorno de 100 años 79
Figura 41. Hidrogramas para periodos de retorno de 50 y 100 años 81
Figura 42. Metodología estudio de socavación 81
Figura 43. Curvas de nivel y superficie obtenida 84
Figura 44.Curva de energía especifica en un fluido y régimen por gravedad 88
Figura 45. Curvas de nivel y superficie obtenida 89
Figura 46. Secciones Transversales 90
Figura 47. Identificación de obras existentes de acuerdo a la batimetría y reconocimiento en campo 91
Figura 48. Puente N°1 – Puente en madera (aguas abajo) 92
Figura 49. Puente N°2 – Losa en concreto reforzado y muro de contención (aguas arriba) 92
Figura 50. Batea 93
Figura 51. Coberturas 93
Figura 52. Esquematización de análisis 95
Figura 53. Definición de la geometría del puente N°1 95
Figura 54. Definición de la geometría del puente N°2 96
Figura 55. Definición de la geometría del puente N°1 96
Figura 56. Definición de la geometría del puente N°1 97

Figura 57. Definición de la geometría del puente N°2 98
Figura 58. Esquematización de secciones de análisis 99
Figura 59. Caudales asignados 101
Figura 60. Perfil longitudinal en 3D 101
Figura 61. Sección de salida del flujo 102
Figura 62. Sección de entrada del flujo 104
Figura 63. Sección Puente N°1 (Aguas abajo) 107
Figura 64. Sección Puente N°1 (Aguas arriba) 107
Figura 65. Sección Puente N°2 (Aguas abajo) 110
Figura 66. Sección Puente N°2 (Aguas arriba) 110
Figura 67. Perfil longitudinal en 3D 113
Figura 68. Sección de salida del flujo 114
Figura 69. Sección de entrada del flujo 116
Figura 70. Sección 1 del Muro propuesto 119
Figura 71. Sección 2 del Muro propuesto 120
Figura 72. Sección 3 del Muro propuesto 122
Figura 73. Zona de posible socavación 124

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al estudio de socavación de las obras propuestas para la estabilización de las zonas aferentes al drenaje identificado como la Quebrada Montechiquito. Cabe mencionar que este estudio se compone de un análisis hidrológico para la caracterización climatológica de la zona de estudio, que tiene como finalidad identificar el comportamiento de las precipitaciones representativas del área de interés y delimitar el área de drenaje que influye en la dinámica de las aguas sobre la zona donde se plantean las obras, correspondientes a un muro de contención en concreto reforzado.

Por otra parte, en este documento también se presenta el análisis hidráulico que tiene por objeto establecer la socavación máxima sobre el área de estudio, permitiendo reconocer el comportamiento tanto aguas arriba como aguas abajo y su afectación a la estructura de estabilización propuesta.

2. OBJETIVO GENERAL

Establecer los caudales asociados a eventos de precipitaciones en diferentes periodos de retorno, con la finalidad de modelar dos escenarios hidráulicos para determinar la socavación máxima generada en el área donde se proyectan las obras.

2.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Obtener una tormenta representativa de la zona de estudio mediante el procesamiento estadístico de los datos de precipitación de las estaciones climatológicas más cercanas. Incluye caracterización histórica de datos de precipitación, estimación de curvas de intensidad, duración y frecuencia, hietograma de la tormenta representativa.
- Caracterización y delimitación de la cuenca o unidad hidrográfica inmersa en el área de estudio, incluye los parámetros geométricos, morfométricos, de relieve, asociados al drenaje y tiempos de concentración de la cuenca o área de drenaje.
- Estimación del caudal liquido (sin sedimentos) y solido (con sedimentos) del área de estudio para diferentes periodos de retorno.
- Modelamiento hidráulico para dos escenarios: *(i) condiciones sin obras y (ii) condiciones con obras.*
- Estimar la socavación máxima según los resultados de cada modelamiento hidráulico.

3. MARCO LEGAL

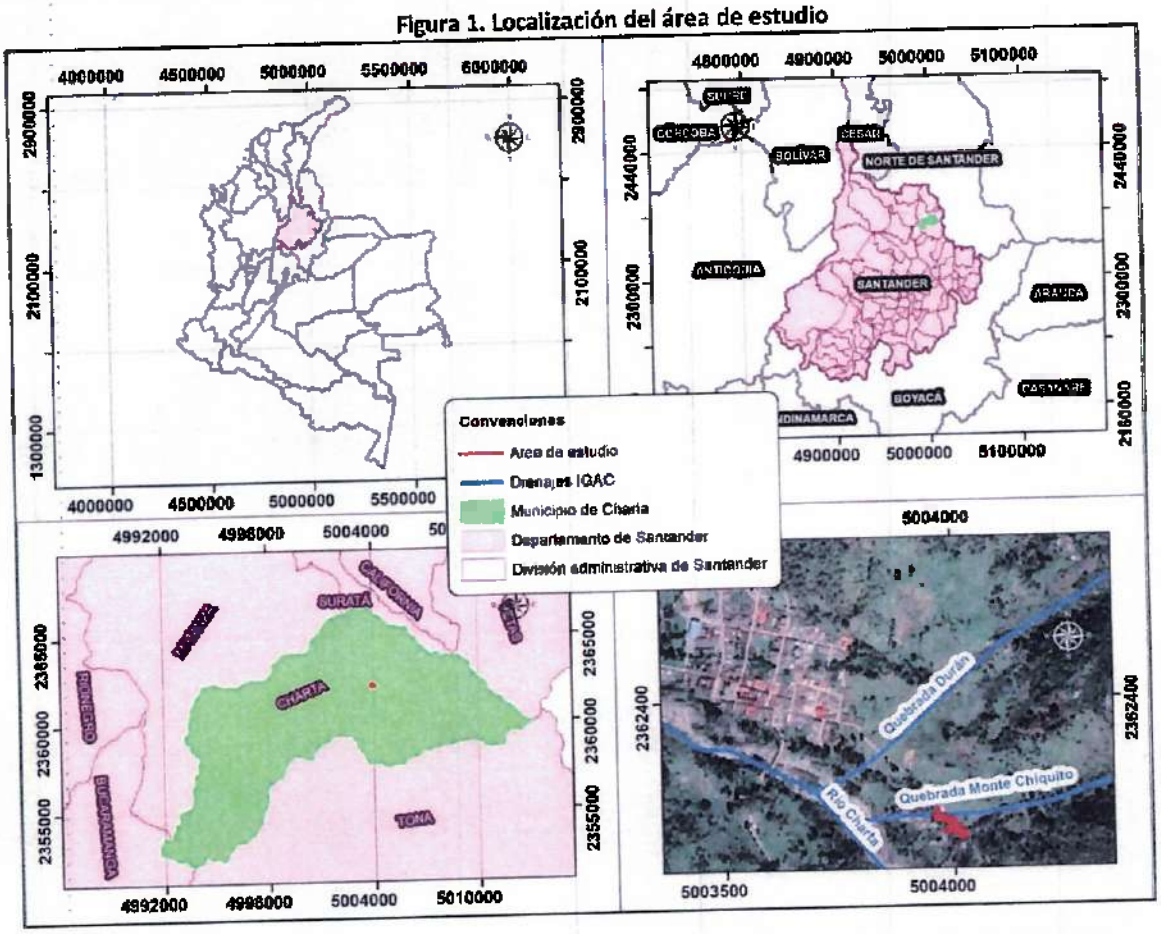
Con respecto al tratamiento de los datos hidrológicos requeridos en la caracterización de los aspectos climatológicos del área de estudio; se consideraron las especificaciones de la guía de prácticas climatológicas de la organización meteorológica mundial (OMM), al igual que las directrices establecidas para el tratamiento de datos de precipitación y estimación de caudales consignadas en el manual de drenajes para carreteras del INVIAS; como en la resolución 0330 de 2017 adoptada por la RAS y su actualización mediante el ministerio de vivienda con la resolución 799 del 2021.

Para la delimitación de cuencas hidrográficas inmersas en el área de estudio se considera el decreto 1640 de 2012, mediante el cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos en Colombia.

4. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El objeto de estudio de este documento se centra el trayecto del drenaje denominado por el IGAC como Quebrada Montechiquito, que atraviesa el suelo urbano del municipio de Charta-Santander, donde se proyecta la estabilización de los márgenes aledaños al drenaje mediante un muro de contención en concreto reforzado. El área de estudio se encuentra al sur oeste del casco urbano de Charta, sobre la longitud 7°16'38.45"N y latitud 72°57'49.49"O que en coordenadas CTM-12 corresponden aproximadamente a X= 5004028.01356 m y Y= 2362150.23666 m. La siguiente figura permite establecer la ubicación del área de interés.

Figura 1. Localización del área de estudio

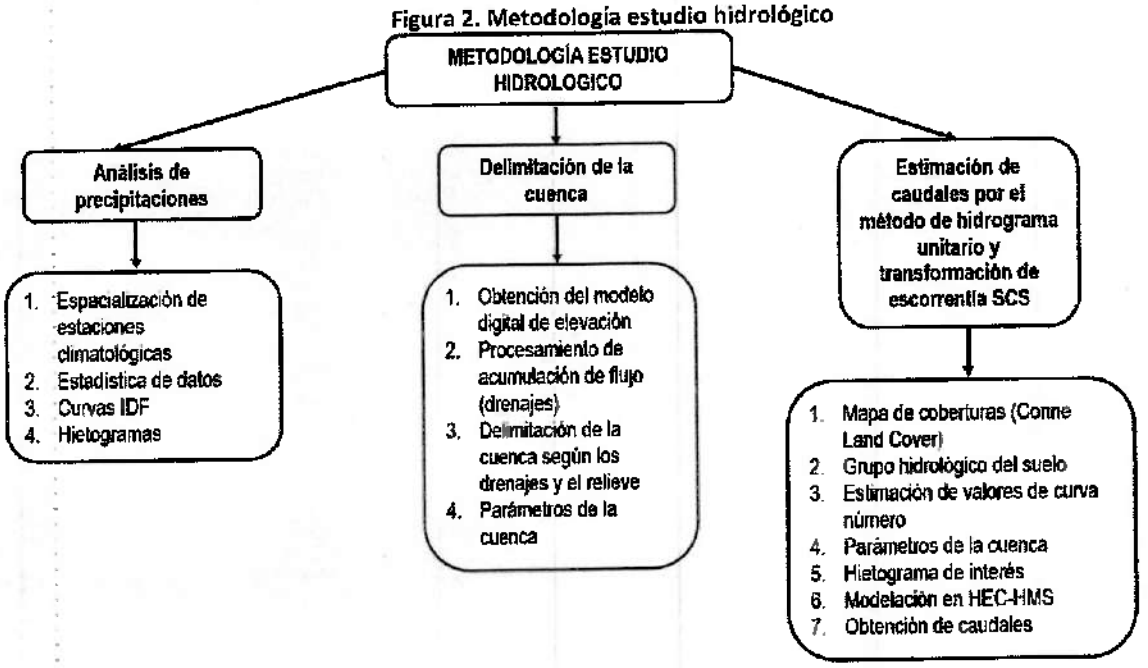


Fuente: Autor en base al IGAC - Base de datos vectorial básica. ESC 1:100.000 (01/04/2022) en coordenadas CTM-12

5. ESTUDIO HIDROLÓGICO

5.1. METODOLOGÍA PARA ESTUDIOS HIDROLOGÍCOS

Figura 2. Metodología estudio hidrológico



Fuente: Autor

5.2. RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE

Para el análisis climatológico se tuvo en cuenta la recopilación de información primaria correspondiente a datos de precipitación (valores de precipitación mensual total y máxima en 24 horas), registradas por parte de las estaciones climatológicas del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB). Adicionalmente se consideró para temas cartográficos la información predial y división político administrativa del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Cabe aclarar que para el análisis de las variables climatológicas se consideraron los siguientes criterios sobre el registro histórico para garantizar una mayor confiabilidad del tratamiento de los datos.

- ✓ La estación meteorológica que se tome para la caracterización de la precipitación, temperatura, humedad relativa y brillo solar deberá estar contenida dentro del área de interés. En caso de que no exista, se tomara la estación más cercana en un radio de 50 km de acuerdo a las recomendaciones de la resolución 1294 de la CDMB y se deberá justificar su empleo.
- ✓ Para que la estación meteorológica sea considerada en el análisis de la estadística de tormentas, debe reportar un registro continuo de precipitación durante un rango no menor

a 30 años (IDEAM,2005), esto con la finalidad de garantizar un rango de años suficiente para reportar posibles anomalías. En el caso de que ninguna estación cercana cuente con el rango de años previamente mencionado, se podrá emplear aquellas que contengan un registro continuo de datos.

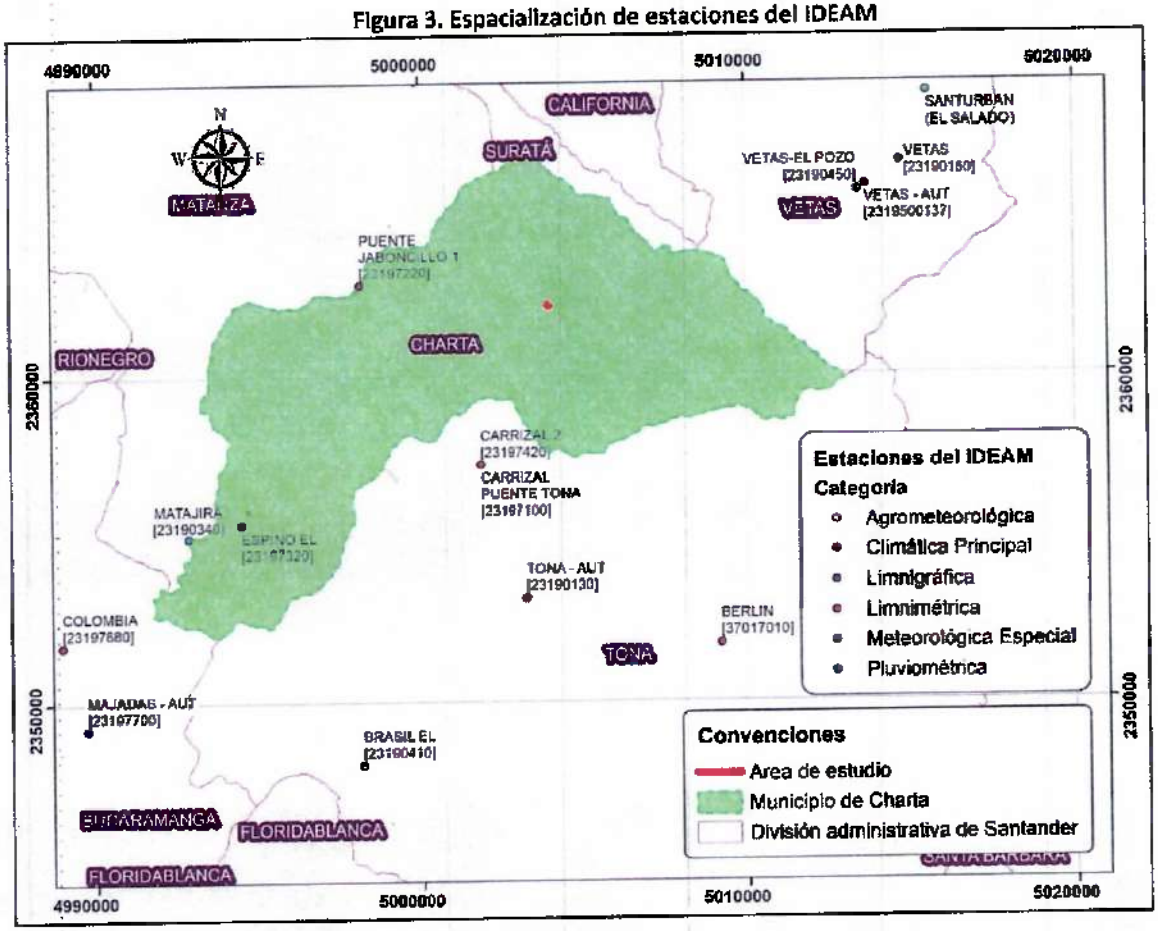
- ✓ Para el caso de las variables climatológicas diferentes a la precipitación se priorizará aquellas estaciones que se encuentren más cerca al área de interés y que cuenten con un registro continuo de datos de no menor a 5 años, esto considerando la menor cantidad de estaciones que reporten datos climatológicos diferentes al de la precipitación en el área de interés.
- ✓ La estación que se emplee para el análisis de precipitaciones y demás variables climatológicas podrá ser considerada si los datos faltantes no superan un 30% del total de datos registrados por año.

5.3. ESPACIALIZACIÓN DE ESTACIONES CLIMATOLOGICAS

Para el análisis de las variables climatológicas correspondientes a la precipitación se analizó la distribución espacial de las estaciones meteorológicas del IDEAM con registros de datos históricos, esto con la finalidad de identificar las estaciones más cercanas, priorizando las que se encuentran activas de tal forma que permitan estimar la tormenta y caracterización climática representativa de la zona de interés.

No obstante, y considerando la respuesta del IDEAM al radicado 20229050152502, realizado el 26 de agosto del 2022 (solicitud de datos de precipitación en el municipio de Charta), en la que se expresa; que el municipio actualmente no cuenta con estaciones climatológicas propias en la red del IDEAM que recopilen datos de precipitación. Se preside analizar las estaciones de los municipios aledaños que cumplan con los criterios estipulados anteriormente en este documento para el análisis de precipitación. Cabe mencionar que se omitieron las estaciones de la CDMB presentes en el municipio de Charta debido a que corresponden a estaciones relativamente nuevas que no cuentan con un amplio registro de precipitaciones que garanticen la confiabilidad de sus datos y la estadística de los mismos. La siguiente figura presenta las estaciones del IDEAM aferentes al área de estudio.

Figura 3. Espacialización de estaciones del IDEAM



Fuente: Autor en base a datos del IDEAM

Las siguientes tablas presentan las estaciones consideradas para el análisis de precipitaciones. Sin embargo, se aclara que la estación elegida para el diseño de la tormenta representativa de la zona de estudio; corresponde a la estación pluviométrica del IDEAM codificada como **23190340** de nombre **MATAJIRA,** en municipio de Matanza. Su empleo se justifica dada su cercanía tanto al área de estudio como al municipio de Charta, así como por la similitud de elevaciones con respecto al área de estudio.

Tabla 1. Estaciones analizadas del IDEAM

Código	Nombre	Categoría	Municipio	Elevación (msnm	Coord_X (m)	Coord_Y (m)
23190340	MATAJIRA	Pluviométrica	Matanza	996	4992857.52	2355063.211
23190130	TONA-AUT	Climática Principal	Tona	1910	5003249.49	2353159.697
23190450	VETAS - EL POZO	Pluviométrica	Vetas	3220	5013423.81	2365623.745

Fuente: Autor en base a datos del IDEAM en coordenadas CTM-12

Tabla 2. Estaciones de la CDMB aferentes al área de estudio

Código	Nombre	Categoría	Municipio	Elevación (msnm)
23190760	EL PAUJIL	Pluviométrica	Rionegro	1600
23190770	EL ROBLE	Pluviométrica	Charta	2200
2319500196	EL ROBLE	Climática Principal	Charta	2270

Fuente: Autor en base a datos del IDEAM

5.4. ANÁLISIS DE PRECIPITACIONES

El análisis de precipitaciones tiene como finalidad determinar y caracterizar la tormenta representativa de la zona, debido a que es un insumo fundamental para establecer los caudales de aguas lluvias. La siguiente tabla presenta los datos de precipitación mensual de la estación MATAJIR, en el Anexo 2. Análisis de variables climatológicas se presenta un mayor detalle de su obtención.

Tabla 3. Valores de precipitación mensual

VALORES DE PRECIPITACIÓN MENSUAL MULTIANUAL															
AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Resultados		
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	Total anual	Promedio anual	Datos faltantes (%)
1980	70.0	78.0	22.0	104.0	100.0	63.0	37.0	74.0	82.0	92.3	115.0	100.0	937.3	78.11	0.00%
1981	23.3	74.6	38.0	280.7	185.4	65.7	35.5	84.4	87.3	136.0	43.9	23.9	1078.7	89.89	0.00%
1982	25.1	129.9	69.1	254.0	101.6	49.0	24.0	9.5	61.8	90.8	35.9	23.4	874.1	72.84	0.00%
1983	8.0	8.4	22.4	129.2	52.6	51.4	57.3	58.1	22.3	156.0	92.4	48.0	706.1	58.84	0.00%
1984	44.3	17.6	26.2	115.2	154.7	46.2	48.8	83.8	155.0	203.8	157.3	9.5	1062.4	88.53	0.00%
1985	93.9	22.3	174.4	68.6	112.3	49.6	71.3	64.4	79.1	173.6	46.2	53.7	1009.4	84.12	0.00%
1986	18.1	85.2	86.0	155.5	185.7	46.3	25.0	7.5	86.7	161.9	61.5	19.9	939.3	78.28	0.00%
1987	37.1	6.7	57.6	68.6	109.6	33.5	20.8	63.0	136.4	198.5	104.0	71.6	907.4	75.62	0.00%
1988	30.7	284.3	44.0	82.7	155.9	175.6	22.4	157.0	163.5	170.6	135.4	69.5	1491.6	124.30	0.00%
1989	7.9	11.8	215.7	31.7	106.5	23.1	21.7	43.5	113.8	88.7	72.0	115.7	852.1	71.01	0.00%
1990	23.9	64.6	121.4	119.2	24.1	49.7	34.2	60.0	26.7	118.9	92.1	75.7	810.5	67.54	0.00%
1991	13.0	1.7	138.0	63.4	151.1	43.9	25.0	28.7	78.5	165.7	162.5	18.4	889.9	74.16	0.00%
1992	38.8	60.4	8.6	35.1	167.5	41.8	21.9	41.1	43.6	41.9	108.2	29.6	639.5	53.29	0.00%
1993	65.6	34.8	105.9	101.7	85.8	18.3	14.6	13.2	109.3	86.3	143.0	60.1	838.6	69.88	0.00%
1994	101.2	102.1	47.7	129.2	135.4	11.1	10.7	20.0	209.2	102.9	175.4	39.3	1084.2	90.35	0.00%
1995	46.0	42.1	149.9	113.8	70.6	99.9	33.1	91.3	86.7	209.7	28.0	42.3	1013.4	84.45	0.00%
1996	48.7	26.1	182.5	55.0	83.9	96.3	56.2	69.1	79.5	108.8	83.0	47.7	936.8	78.07	0.00%
1997	65.4	5.4	64.0	146.2	67.5	27.5	13.4	137.0	87.5	93.3	81.4	23.4	812.0	67.67	0.00%
1998	15.5	83.2	28.7	67.7	122.9	67.6	32.9	47.8	103.2	112.3	35.1	68.8	785.7	65.48	0.00%
1999	37.4	81.5	83.4	102.6	150.9	38.8	37.4	64.1	157.9	88.1	138.8	63.4	1044.3	87.03	0.00%

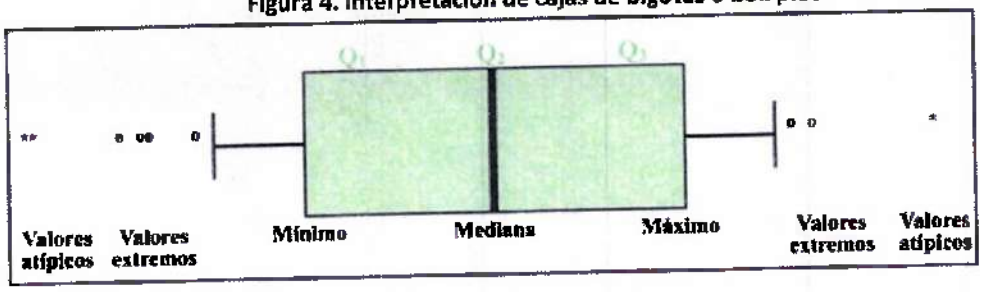
2000	70.4	56.4	125.4	41.1	31.4	52.9	31.0	10.8	113.0	96.7	120.7	26.3	776.1	64.68	0.00%
2001	23.0	125.1	45.0	24.9	163.7	18.2	50.4	9.7	107.7	96.1	52.8	16.1	732.7	61.06	0.00%
2002	8.8	14.5	70.3	188.8	76.6	57.1	17.3	23.0	82.8	110.2	44.9	12.9	707.2	58.93	0.00%
2003	7.4	103.5	86.7	79.8	57.3	536.0	233.0	75.0	184.7	230.5	92.9	53.7	1740.5	145.04	0.00%
2004	74.2	62.1	14.5	59.9	86.0	26.6	13.6	41.5	96.3	124.8	172.3	20.5	802.3	66.86	0.00%
2005	73.3	91.8	5.6	86.1	105.3	65.0	28.9	76.3	67.7	122.9	137.8	25.0	885.7	73.81	0.00%
2006	46.7	20.2	105.6	181.6	138.9	39.5	12.8	72.1	47.4	178.4	143.1	21.2	1007.5	83.96	0.00%
2007	37.8		100.7	158.1	94.6	17.3	59.7	76.6	47.8	243.0	25.0	10.9	871.5	79.23	8.33%
2008	24.0	77.9	113.4	54.7	209.7	33.7	28.0	74.6	91.8	121.2	174.0	10.1	1013.1	84.43	0.00%
2009	67.7	16.3	136.2	59.5	82.3	67.5	15.2	49.0	24.9	105.3	117.8	13.9	755.6	62.97	0.00%
2010		4.3	29.2	94.5	107.2	25.3	94.2	128.0	129.0	55.2	133.9	46.3	847.1	77.01	8.33%
2011	17.4	48.9	106.6	165.7	128.7	76.1	20.7	75.6	69.9	144.7	121.2	64.7	1040.2	86.68	0.00%
2012	48.6	3.1	107.2	198.9	81.1	23.5	56.5	68.9	52.6	126.9	43.9	53.1	864.3	72.03	0.00%
2013	74.8	139.7	31.0	61.0	129.8	44.9	23.1	110.8	62.8	146.1	83.3	26.8	934.1	77.84	0.00%
2014	41.6	93.4	25.1	79.0	92.1	14.9	25.7	35.2	40.8	167.8	63.9	41.7	721.2	60.10	0.00%
2015	3.0	69.0	187.2	43.9	85.6	17.4	26.9	32.0	60.1	57.7	50.9	17.0	630.7	52.56	0.00%
2016	10.3	85.1	14.3	131.7	101.2	28.6	34.4	72.4	61.0	230.4	146.5	36.5	952.4	79.37	0.00%
2017	7.5	13.0	140.9	74.3	82.6	94.0	49.8	63.1	79.0	106.3	123.4	31.7	865.6	72.13	0.00%
2018	26.8	46.3	110.7	172.6	184.0	35.2	13.0	67.2	79.9	160.6	49.7	7.1	953.1	79.43	0.00%
2019	91.9	11.3	126.7	167.2	170.1	18.3	27.4	93.9	51.9	60.5	89.3	42.6	951.1	79.26	0.00%
2020	97.5	26.7	82.8	64.3	74.5	65.9	77.5	52.3	105.3	143.1	184.7	41.0	1015.6	84.63	0.00%
2021	18.8	87.9	136.1	114.3	119.9	106.2	26.6	122.5	78.6	91.1	115.5	30.5	1048.0	87.33	0.00%

Fuente: Autor en base a datos del IDEAM

5.4.1. Análisis de consistencia de datos de precipitación

Este análisis tiene como finalidad discretizar la confiabilidad de los datos de las estaciones consideradas para el diseño de la tormenta representativa del área de estudio. Para ello se empleó el diagrama de caja de bigotes o box plot, el cual es una forma de representar gráficamente una serie de datos sustentada de manera estadística mediante cuartiles, permitiendo observar los valores atípicos de los datos analizados. El detalle de su estimación se presenta en el Anexo 2. Análisis de variables climatológicas. Para la interpretación del esquema de la caja de bigotes de cada una de las estaciones analizadas se presenta la siguiente figura:

Figura 4. Interpretación de cajas de bigotes o box plot



Fuente: Rivas & Díaz

Consistencia de datos de precipitación:

La siguiente tabla presenta el análisis de consistencia a manera de ejemplo de la estación escogida para analizar la variable climatológica correspondiente a precipitación. En las cuales no se registra el reporte de datos anómalos y se establecen los valores atípicos.

Tabla 4. Análisis de consistencia de datos de precipitación

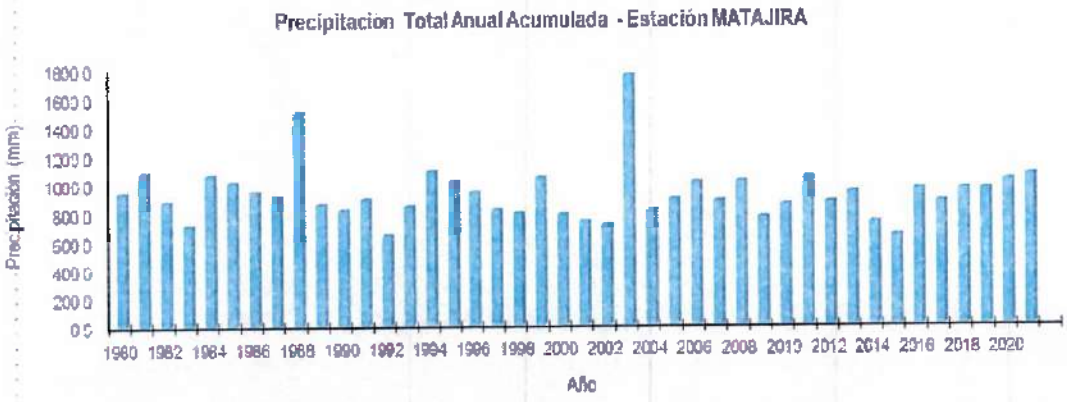
Estación	Mediana	Cuartil 1	Cuartil 3	Rango intercuartil	Valor atípico 1	Valor atípico 2	Datos anómalos
MATAJIRA	67.7	33.7	106.4	72.7	-75.4	215.4	0

Fuente: Autor

5.4.2. Precipitación total anual acumulada

El concepto de precipitación total anual acumulada hace referencia a la sumatoria de todos los eventos diarios de precipitación que presentan en un año, y tiene como finalidad identificar el comportamiento histórico de la precipitación en el área de interés. Para el caso de estudio, se empleó la estación analizada del IDEAM codificada con el número 23190340 – MATAJIRA, la cual registra la mayor precipitación total anual acumulada en el año de 2003 con un valor de 1740.0 mm; mientras que el menor valor de precipitación total anual acumulada se dio en 2015 con un valor de 630.7 mm. En promedio se estima que la precipitación total anual acumulada es de 924.5 mm. A continuación, la se presenta el histograma de la precipitación total anual acumulada de 42 años desde 1980 hasta el 2021.

Figura 5. Histograma de precipitación total anual acumulada

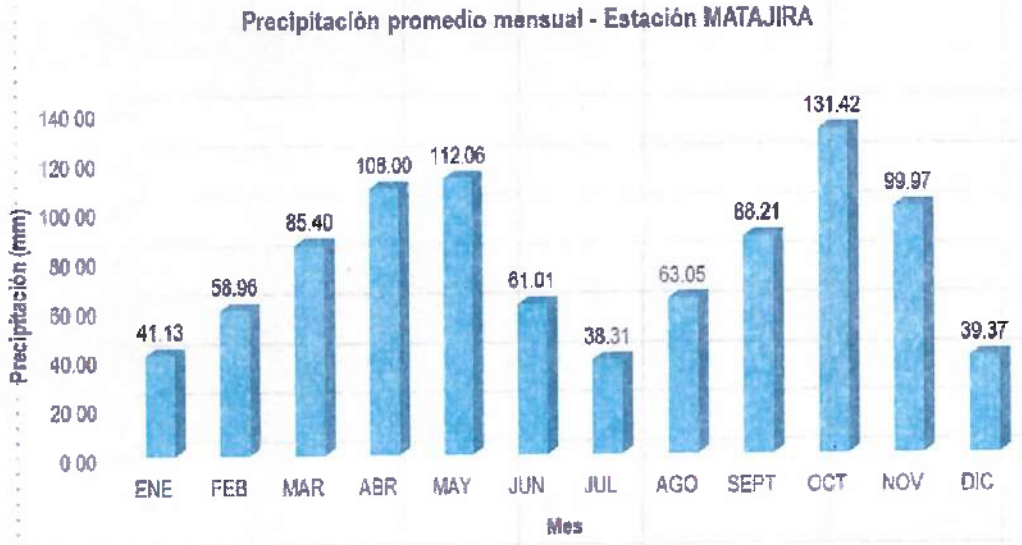


Fuente: Autor en base a datos del IDEAM

5.4.3. Precipitación total mensual promedio

El termino de precipitación total mensual promedio, permite identificar el régimen de precipitaciones que se presentan anualmente y se determina como el promedio de las precipitaciones diarias de cada mes del año. De acuerdo a la estación del IDEAM codificada con el número 23190340 – MATAJIRA, se presenta un comportamiento bimodal; es decir presenta dos picos o temporadas de inverno. La primera se da entre el mes de marzo hasta mayo presentando un máximo de precipitación promedio en el mes de mayo de 112.06 mm, la segunda temporada invernal se presenta entre los meses de septiembre a noviembre presentando un pico de precitación promedio en el mes de octubre de 131.42 mm. La siguiente ilustración presenta la dinámica temporal de la precipitación en un año promedio.

Figura 6. Histograma de precipitación promedio mensual



Fuente: Autor en base a datos del IDEAM

Por otro lado, la mayor cantidad de días de precipitación coinciden con las temporadas invernales presentando en promedio entre 20 días de precipitación y en temporadas secas entre 10 días de precipitación. E n promedio se estima que por año llueve 121 días lo que equivale aproximadamente al 33% del año.

Figura 7. Número de días de precipitación al mes



Fuente: Autor en base a datos del IDEAM

5.4.4. Precipitación máxima en 24 horas a nivel multianual

Se refiere al promedio del mayor valor de precipitación registrado en 24 horas analizado para un rango de años específico y es un dato imprescindible para establecer la intensidad de una tormenta; la cual se realiza mediante el ajuste de datos de precipitación a una distribución estadística, de tal manera que permita la elaboración de las curvas de intensidad, duración y frecuencia.

Tabla 5. Valores de precipitación máxima en 24 horas

VALORES MAXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN EN 24 HORAS															
AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Resultados		
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	Max.	Min	Prom
1980	47.0	32.0	7.0	31.0	23.0	15.0	10.0	19.0	16.0	31.8	53.5	31.7	53.5	7.0	26.4
1981	14.8	28.6	11.3	45.1	42.3	24.1	13.6	13.9	32.7	28.4	17.2	14.3	45.1	11.3	23.9
1982	19.2	44.7	25.0	40.2	15.9	18.5	12.2	2.7	11.5	22.3	18.5	15.2	44.7	2.7	20.5
1983	5.0	5.4	4.9	42.6	12.5	13.2	13.2	30.3	4.0	39.3	30.8	15.3	42.6	4.0	18.0
1984	11.4	3.8	15.3	37.3	42.5	9.5	14.0	19.0	26.4	47.3	54.5	3.5	54.5	3.5	23.7
1985	28.4	14.5	49.1	16.6	36.0	20.2	16.0	13.5	17.2	53.5	14.3	16.7	53.5	13.5	24.7
1986	5.1	21.7	24.0	38.8	51.6	20.5	13.2	2.1	17.5	19.7	12.2	10.3	51.6	2.1	19.7
1987	13.6	4.6	32.5	23.7	35.2	8.0	4.2	18.6	28.4	48.0	29.3	47.6	48.0	4.2	24.5
1988	29.2	85.4	27.8	19.8	36.7	38.3	7.4	53.7	68.0	28.2	20.5	47.4	85.4	7.4	38.5

1989	3.6	7.5	31.2	13.7	27.2	5.3	16.5	11.0	20.6	17.6	39.1	33.5	39.1	3.6	18.9
1990	12.0	30.0	28.0	24.0	5.5	10.5	11.6	19.0	8.0	36.6	28.1	21.5	36.6	5.5	19.6
1991	6.0	1.7	26.6	11.2	61.3	12.0	9.4	11.5	22.2	52.5	26.0	6.2	61.3	1.7	20.6
1992	21.8	31.3	8.0	7.6	34.3	12.1	6.8	11.0	32.6	10.0	28.0	21.8	34.3	6.8	18.8
1993	25.6	24.0	28.5	22.7	18.6	8.1	4.4	5.0	44.2	25.2	37.0	58.3	58.3	4.4	25.1
1994	44.6	36.7	21.4	39.0	26.0	6.3	4.0	9.4	52.3	17.0	56.0	22.6	56.0	4.0	27.9
1995	28.0	20.3	61.5	43.1	16.3	23.0	11.2	18.6	16.0	34.6	7.0	17.5	61.5	7.0	24.8
1996	28.6	7.0	30.1	14.3	18.0	25.0	14.5	21.5	21.6	21.0	25.3	24.2	30.1	7.0	20.9
1997	26.5	4.0	37.4	69.5	25.0	10.2	7.2	45.0	22.4	32.5	22.6	10.2	69.5	4.0	26.0
1998	5.3	44.0	8.4	15.0	49.2	17.3	11.0	19.3	21.6	21.2	12.7	37.5	49.2	5.3	21.9
1999	11.5	37.5	26.5	24.0	48.3	11.4	7.5	11.3	65.6	17.6	31.5	16.5	65.6	7.5	25.8
2000	21.5	25.4	78.5	12.0	14.0	27.0	9.3	5.2	39.5	34.5	49.0	13.5	78.5	5.2	27.5
2001	16.3	48.6	16.5	12.5	66.0	6.5	10.4	8.0	33.5	25.0	16.4	6.4	66.0	6.4	22.2
2002	3.5	11.5	17.0	33.0	18.0	15.0	9.3	7.5	44.5	16.4	12.3	4.3	44.5	3.5	16.0
2003	7.4	35.6	27.6	19.5	18.5	115.0	85.0	16.5	53.0	55.0	22.3	24.5	115.0	7.4	40.0
2004	35.4	25.6	8.0	16.0	21.0	17.6	5.6	21.0	16.5	35.0	36.0	18.5	36.0	5.6	21.4
2005	32.0	36.5	5.6	27.5	22.0	14.3	10.0	26.0	21.6	22.5	32.0	25.0	36.5	5.6	22.9
2006	23.5	6.5	29.3	53.0	54.5	11.4	6.0	13.5	25.0	34.5	54.0	14.3	54.5	6.0	27.1
2007	24.0		45.4	47.0	17.0	5.3	16.5	13.6	9.6	44.6	8.5	6.4	47.0	5.3	21.6
2008	14.0	28.5	21.3	20.3	62.3	11.9	8.7	13.2	23.3	40.8	29.6	2.9	62.3	2.9	23.1
2009	19.6	4.9	19.9	30.5	41.5	14.7	6.1	15.5	7.6	32.3	36.4	6.6	41.5	4.9	19.6
2010		2.6	15.5	28.5	25.8	4.8	26.5	26.6	24.2	14.0	25.4	23.5	28.5	2.6	19.8
2011	11.0	28.0	50.0	29.6	43.5	17.0	5.1	33.4	25.5	38.6	18.2	17.2	50.0	5.1	26.4
2012	32.8	3.1	26.0	24.5	52.5	6.3	22.0	12.6	10.5	45.5	17.0	31.3	52.5	3.1	23.7
2013	29.0	43.2	16.2	19.4	35.3	17.5	6.5	27.2	18.3	37.6	31.3	8.2	43.2	6.5	24.1
2014	17.2	27.3	11.3	17.1	16.1	11.7	19.4	12.8	11.3	40.0	17.8	13.2	40.0	11.3	17.9
2015	1.2	30.2	68.7	16.3	18.8	5.7	11.2	12.8	31.7	19.5	13.3	9.1	68.7	1.2	19.9
2016	4.0	29.2	6.4	46.3	19.1	9.2	21.4	21.7	31.4	45.2	47.2	14.2	47.2	4.0	24.6
2017	2.8	6.5	47.3	18.2	13.3	20.0	17.7	32.5	11.9	31.3	25.2	11.8	47.3	2.8	19.9
2018	8.2	24.2	28.3	37.3	74.3	12.8	7.4	35.0	17.7	34.2	26.9	4.2	74.3	4.2	25.9
2019	24.8	4.6	41.3	33.5	45.5	8.0	9.2	48.2	14.8	13.2	29.4	18.2	48.2	4.6	24.2
2020	61.6	12.5	34.7	21.8	18.4	29.8	14.7	14.5	23.1	33.0	41.0	25.8	61.6	12.5	27.6
2021	13.5	37.3	50.8	23.3	22.9	32.4	10.6	43.9	17.0	32.5	43.0	22.8	50.8	10.6	29.2
2022															
Promedio	19.28	23.33	27.86	27.77	32.04	17.20	13.01	19.44	25.25	31.65	28.48	18.90	53.20	5.57	23.68
Máxima	61.60	85.40	78.50	69.50	74.30	115.00	85.00	53.70	68.00	55.00	56.00	58.30	115.00	13.50	39.99

Mínimo	1.20	1.70	4.90	7.60	5.50	4.80	4.00	2.10	4.00	10.00	7.00	2.90	28.50	1.20	16.03

Fuente: Autor en base a datos del IDEAM

Del análisis climatológico de la estación MATAJIRA del IDEAM, se procede a realizar el análisis estadístico de la información suministrada con la precipitación máxima de 24 horas.

Tabla 6. Valores de precipitación máxima en 24 horas a nivel multianual

PP MÁX MENSUAL DE PRECIPITACIÓN EN 24 HORAS		
AÑO	MÁX.	LOG10
1980	53.50	1.73
1981	45.10	1.65
1982	44.70	1.65
1983	42.60	1.63
1984	54.50	1.74
1985	53.50	1.73
1986	51.60	1.71
1987	48.00	1.68
1988	85.40	1.93
1989	39.10	1.59
1990	36.60	1.56
1991	61.30	1.79
1992	34.30	1.54
1993	58.30	1.77
1994	56.00	1.75
1995	61.50	1.79
1996	30.10	1.48
1997	69.50	1.84
1998	49.20	1.69
1999	65.60	1.82
2000	78.50	1.89
2001	66.00	1.82
2002	44.50	1.65
2003	115.00	2.06
2004	36.00	1.56
2005	36.50	1.56
2006	54.50	1.74

2007	47.00	1.67
2008	62.30	1.79
2009	41.50	1.62
2010	28.50	1.45
2011	50.00	1.70
2012	52.50	1.72
2013	43.20	1.64
2014	40.00	1.60
2015	68.70	1.84
2016	47.20	1.67
2017	47.30	1.67
2018	74.30	1.87
2019	48.20	1.68
2020	61.60	1.79
2021	50.80	1.71

Fuente: Autor en base a datos del IDEAM

Tabla 7. Datos Estadísticos de la Precipitación

PARÁMETRO	MÁX.	LOG10
N° de datos	42	42
Sumatoria	2234.50	71.77
Valor Máx.	115.00	2.06
Valor Mín.	28.50	1.45
Media	53.20	1.71
Varianza	257.89	0.01
Desv. Estándar	16.06	0.12
Coeficiente de Variación	0.30	0.07
Coeficiente de Sesgo	1.54	0.38

Fuente: Autor en base a datos del IDEAM

Para un número de datos registrados en la estación de: 42 años

Valor de Kn (según tabla): 2.70

Tabla 8. Valores de Kn

Muestra N	Kn	Muestra N	Kn
10	2.04	32	2.59
11	2.09	33	2.60
12	2.13	34	2.62
13	2.18	35	2.63
14	2.21	36	2.64
15	2.25	37	2.65
16	2.28	38	2.66
17	2.31	39	2.67
18	2.34	40	2.68
19	2.36	41	2.69
20	2.39	42	2.70
21	2.41	43	2.73
22	2.43	44	2.73
23	2.45	45	2.74
24	2.47	46	2.74
25	2.49	47	2.75
26	2.50	48	2.75
27	2.52	57	2.85
28	2.53	58	2.85
29	2.55	59	2.85
30	2.56	60	2.86
31	2.58		

Fuente: Autor

Para calcular el umbral de datos dudosos altos, con los datos logaritmicos registrados de la estación se emplea la siguiente expresión:

$$X_H = \bar{x} + Kn * S$$

Donde:

X_H: unidad de datos dudosos altos

X: datos de media

Kn: valor de tabla

S: desviación estándar

$$X_H = 2.04$$

Calculando la precipitación máxima aceptada:

$$P_H = 10^{X_H}$$

$$P_H = 108.522\ (mm)$$

Para el análisis estadístico de aceptación de datos se tiene presente que si el valor cálculo de la máxima precipitación es mayor al valor máximo registrado de la estación no existen datos dudosos máximos altos.

$$P_H > Valor\ Máximo\ Registreado; No\ Existen\ Datos\ Dudosos\ Máximos\ de\ la\ Muestra$$

$$108{,}522\ (mm) < 115\ (mm)$$

Por tal razón: Existen datos Dudosos Máximos de la Muestra.

Lo mismo se realiza el procedimiento anterior para los datos mínimos

Para calcular el umbral de datos dudosos bajos, con los datos logarítmicos registrados de la estación se emplea la siguiente expresión:

$$X_L = \bar{x} - Kn * S$$

Donde:

X_L: unidad de datos dudosos bajos

X: datos de media

Kn: valor de tabla

S: desviación estándar

$$X_H = 1.38$$

Calculando la precipitación máxima aceptada:

$$P_H = 10^{X_H}$$

$$P_H = 24.112\ (mm)$$

Para el análisis estadístico de aceptación de datos se tiene presente que si el valor cálculo de la mínima precipitación es mayor al valor mínimo registrado de la estación no existen datos dudosos mínimos bajos.

$$P_H > Valor\ Mínimo\ Registreado;\ Existen\ Datos\ Dudosos\ Mínimos\ de\ la\ Muestra$$

$$24.112\ (mm) < 53.2(mm)$$

NOTA:

Dado el análisis estadístico de precipitaciones realizado previamente, se evidencia que en un día puede llover lo que llueve en un mes (115mm), por tal motivo se genera la dudabilidad de los datos de la muestra, puesto que este evento anómalo solo ha ocurrido una vez en 42 años.

Tabla 9. Resumen análisis de datos dudosos de precipitación

N° de datos	42.00
Valor de Kn	2.70
Umbral de datos dudosos altos	
xH: Unidad Logarítmica	
$X_H = \bar{x} + Kn * S$	
Valor de xH	2.04
Precipitación máxima aceptada	
$PH = 10^{xH}$	
Valor de PH (mm)	115
EXISTEN DATOS DUDOSOS MÁXIMOS DE LA MUESTRA	
Umbral de datos dudoso máximos de la muestra	
xL: Unidad Logarítmica	
$X_L = \bar{x} - Kn * S$	
Valor de xL	1.38
Valor de PH (mm)	24.112
EXISTEN DATOS DUDOSOS MÍNIMOS DE LA MUESTRA	

Fuente: Autor

5.5. DISEÑO DE CURVAS IDF

La generación de las de las curvas intensidad, duración y frecuencia tiene como finalidad estimar la intensidad de diseño de la lluvia para diferentes periodos de retorno, considerando como base los datos de precipitación de la estación analizada para el municipio de Aratoca. Para determinar la intensidad según distintos periodos de retorno se empleó el método simplificado de curvas IDF, desarrollado por Mario Diaz Granados y Rodrigo Vargas, cuya metodología se menciona en el manual de drenajes para carreteras del INVIAS, el cual parte de valores de precipitación promedio máxima en 24 horas y de valores de coeficientes regionalizados en cuatro regiones para Colombia. A continuación, se presenta la ecuación empleada para el cálculo de intensidad.

$$I = \frac{a * T^b * M^d}{(t/60)^c}$$

Donde:

I = Intensidad de precipitación, en milímetros por hora (mm/h).
T = Periodo de retorno, en años.
M = Precipitación máxima promedio anual en 24 horas a nivel multianual, (mm)
T = Duración de la lluvia en minutos (min)
a, b, c, d = Parámetros de ajuste de la regresión. Estos parámetros fueron regionalizados

Tabla 10. Valores de los coeficientes a, b, c, d para el cálculo de curvas IDF en Colombia

Región	a	b	c	d
Andina (R1)	0,94	0,18	0,66	0,83
Caribe (R2)	24,85	0,22	0,5	0,1
Pacifico (R3)	13,92	0,19	0,58	0,2
Orinoquia (R4)	5,53	0,17	0,63	0,42

Fuente: Manual de drenajes para carreteras – INVIAS

El área de estudio se encuentra localizada en la Región Andina, por tal motivo los valores de los coeficientes empleados para el cálculo de las curvas IDF son los siguientes:

Tabla 11. Valores de los coeficientes a, b, c, d para el cálculo de curvas IDF en Colombia

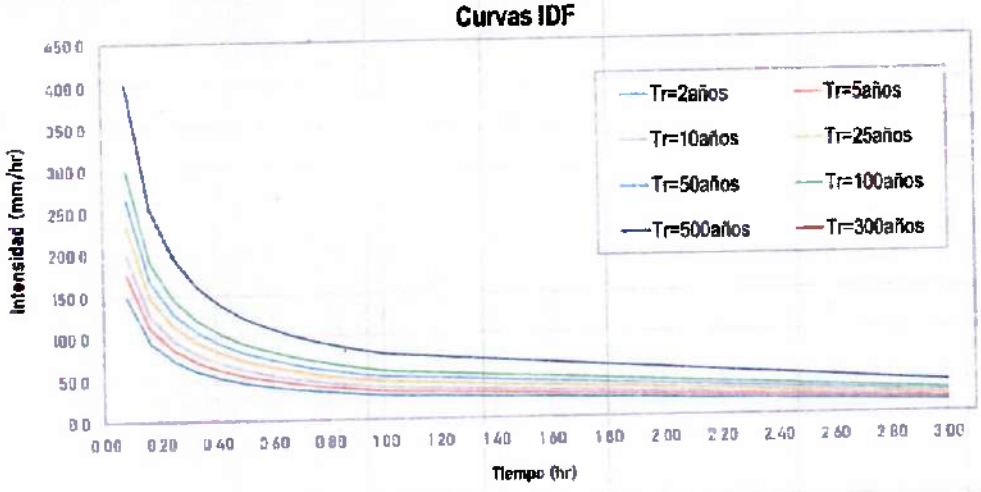
a	b	c	d
0,94	0,18	0,66	0,83

Fuente: Manual de drenajes para carreteras – INVIAS

Así mismo, los datos históricos de precipitación máxima promedio anual en 24 horas a nivel multianual de la estación pluviométrica MATAJIR, localizada en el municipio del Matanza en Santander, registra a través de un análisis de datos una precipitación máxima promedio anual en 24 horas a nivel multianual de 53.2 mm.

Las curvas IDF contemplan periodos de retorno de 2.33, 5, 10, 25, 50, 100, 300 y 500 años y un periodo lluvia de 6 horas (360min) analizada. La siguiente figura presenta las curvas IDF.

Figura 8. Curvas IDF



Fuente: Autor en base a datos del IDEAM

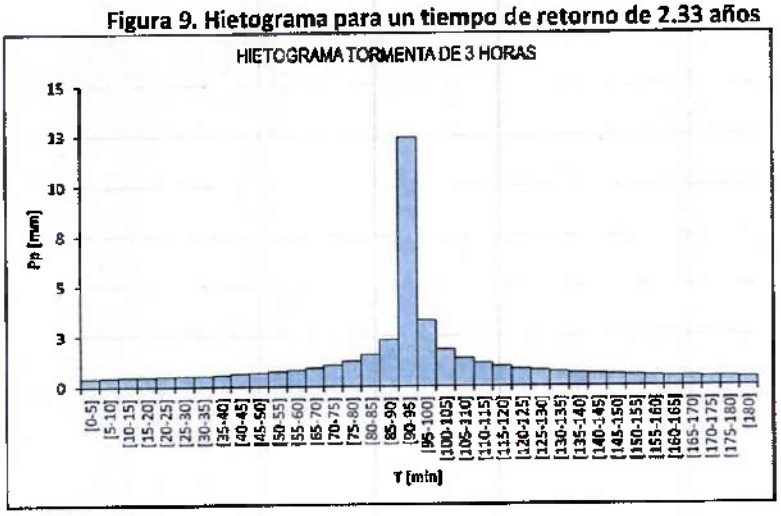
5.6. HIETOGRAMA DE DISEÑO

El hietograma de diseño es la representación gráfica de la precipitación no acumulada en el tiempo de duración de la tormenta, la cual se estimó para diferentes periodos de retorno considerando los requerimientos técnicos del proyecto, y los escenarios posteriores para la modelación hidráulica. En promedio la duración de las tormentas que se presentan en la zona tiene una duración igual o menor a tres horas, considerando lo anterior también se diseñaron los hietogramas para tormentas con una duración de tres horas.

Cabe aclarar que el hietograma se diseñó se realizó mediante el método de bloques alternos, el cual parte de las intensidades de las curvas IDF.

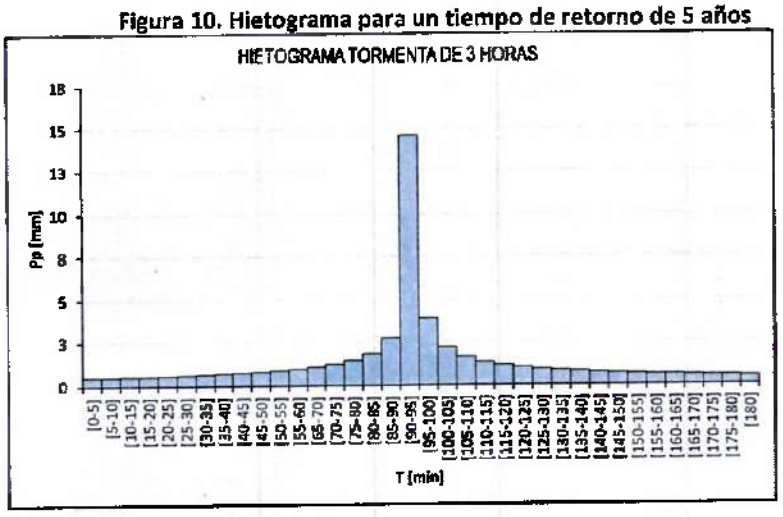
La siguientes figuras presentan los hietogramas para distintos periodos de retorno con una duraciones de tormenta de 3 horas (180 min). El detalle de su cálculo se presenta en el Anexo 6. Hietograma de diseño.

Figura 9. Hietograma para un tiempo de retorno de 2.33 años



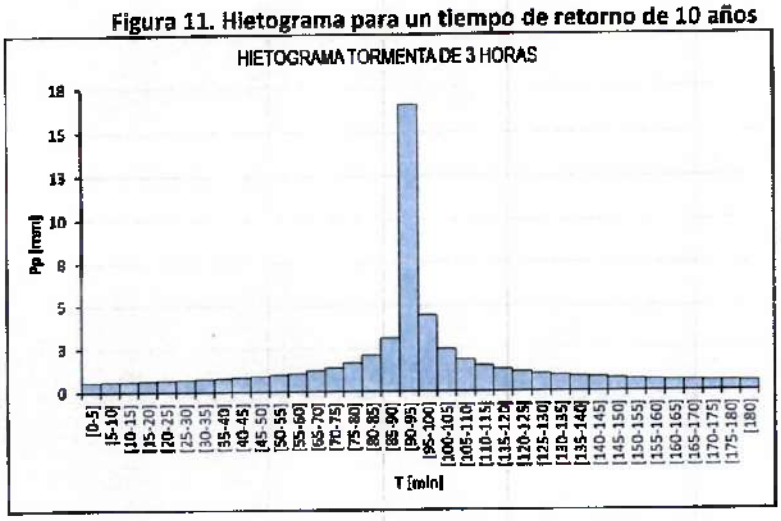
Fuente: Autor en base a datos del IDEAM

Figura 10. Hietograma para un tiempo de retorno de 5 años



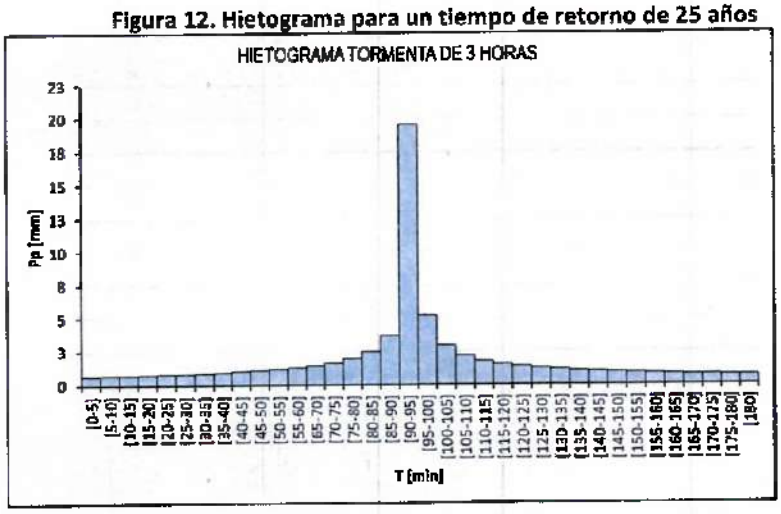
Fuente: Autor en base a datos del IDEAM

Figura 11. Hietograma para un tiempo de retorno de 10 años



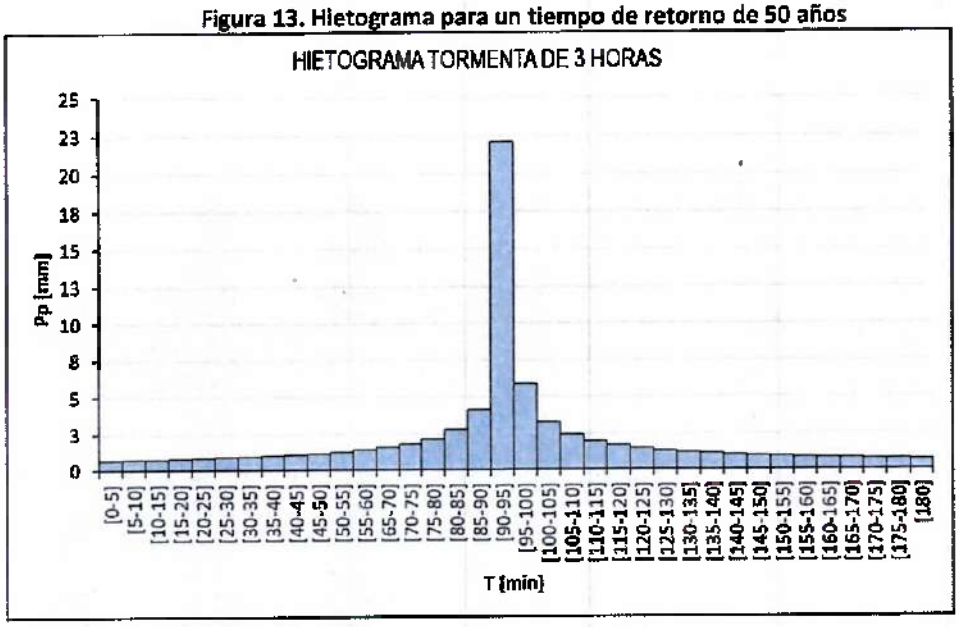
Fuente: Autor en base a datos del IDEAM

Figura 12. Hietograma para un tiempo de retorno de 25 años



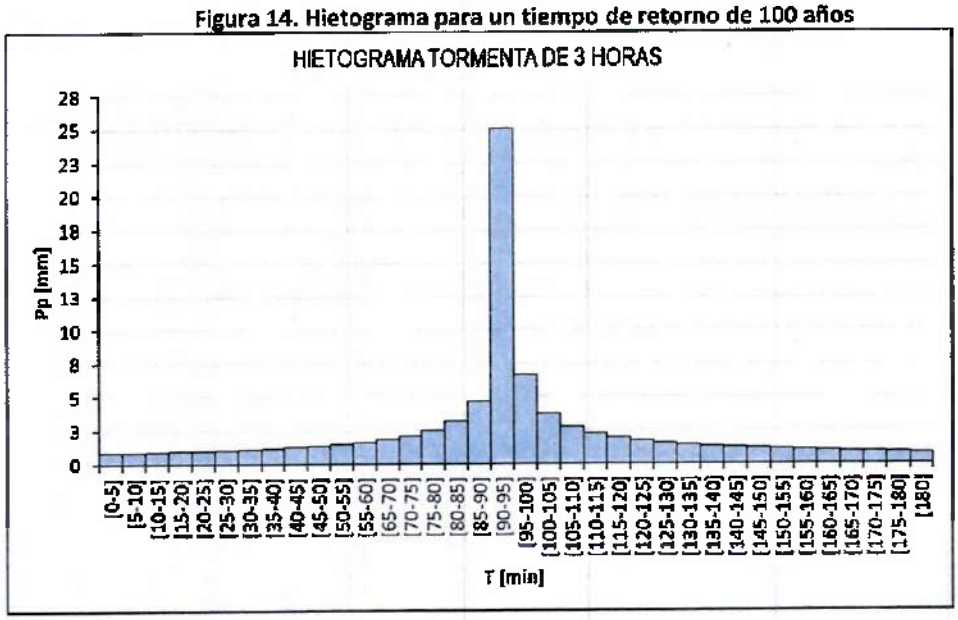
Fuente: Autor en base a datos del IDEAM

Figura 13. Hietograma para un tiempo de retorno de 50 años



Fuente: Autor en base a datos del IDEAM

Figura 14. Hietograma para un tiempo de retorno de 100 años



Fuente: Autor en base a datos del IDEAM

Tabla 12. Valores de hietograma para un tiempo de retorno de 2.33 años

Tr = 2.33 años			
Duración	Pp	Duración	Pp
min	(mm)	min	(mm)
5	0.41	95	3.29
10	0.42	100	1.85
15	0.44	105	1.37
20	0.46	110	1.11
25	0.48	115	0.95
30	0.51	120	0.84
35	0.54	125	0.76
40	0.57	130	0.69
45	0.61	135	0.64
50	0.66	140	0.59
55	0.72	145	0.56
60	0.80	150	0.52
65	0.89	155	0.50
70	1.03	160	0.47
75	1.23	165	0.45
80	1.56	170	0.43
85	2.32	175	0.41
90	12.39	180	0.40

Fuente: Autor

Tabla 13. Valores de hietograma para un tiempo de retorno de 5 años

Tr = 5 años			
Duración	Pp	Duración	Pp
min	(mm)	min	(mm)
5	0.48	95	3.88
10	0.50	100	2.18
15	0.52	105	1.61
20	0.54	110	1.31
25	0.57	115	1.12
30	0.60	120	0.99
35	0.64	125	0.89
40	0.68	130	0.81
45	0.72	135	0.75
50	0.78	140	0.70
55	0.85	145	0.66
60	0.94	150	0.62
65	1.05	155	0.59
70	1.21	160	0.56
75	1.45	165	0.53
80	1.84	170	0.51
85	2.73	175	0.49
90	14.61	180	0.47

Fuente: Autor

Tabla 14. Valores de hietograma para un tiempo de retorno de 10 años

Tr = 10 años			
Duración	Pp	Duración	Pp
min	(mm)	min	(mm)
5	0.54	95	4.40
10	0.57	100	2.47
15	0.59	105	1.83
20	0.62	110	1.49
25	0.65	115	1.27
30	0.68	120	1.12
35	0.72	125	1.01
40	0.77	130	0.92
45	0.82	135	0.85
50	0.88	140	0.79
55	0.96	145	0.74
60	1.06	150	0.70
65	1.19	155	0.66
70	1.37	160	0.63
75	1.64	165	0.60
80	2.09	170	0.58
85	3.10	175	0.55
90	16.55	180	0.53

Fuente: Autor

Tabla 15. Valores de hietograma para un tiempo de retorno de 25 años

Tr = 25 años			
Duración	Pp	Duración	Pp
min	(mm)	min	(mm)
5	0.64	95	5.19
10	0.67	100	2.91
15	0.70	105	2.16
20	0.73	110	1.76
25	0.76	115	1.50
30	0.80	120	1.32
35	0.85	125	1.19
40	0.90	130	1.09
45	0.97	135	1.00
50	1.04	140	0.93
55	1.14	145	0.88
60	1.25	150	0.83
65	1.41	155	0.78
70	1.62	160	0.74
75	1.93	165	0.71
80	2.46	170	0.68
85	3.65	175	0.65
90	19.51	180	0.63

Fuente: Autor

Tabla 16. Valores de hietograma para un tiempo de retorno de 50 años

Tr = 50 años			
Duración	Pp	Duración	Pp
min	(mm)	min	(mm)
5	0.73	95	5.88
10	0.76	100	3.30
15	0.79	105	2.44
20	0.82	110	1.99
25	0.86	115	1.70
30	0.91	120	1.50
35	0.96	125	1.35
40	1.02	130	1.23
45	1.10	135	1.14
50	1.18	140	1.06
55	1.29	145	0.99
60	1.42	150	0.94
65	1.59	155	0.89
70	1.83	160	0.84
75	2.19	165	0.81
80	2.79	170	0.77
85	4.14	175	0.74
90	22.11	180	0.71

Fuente: Autor

Tabla 17. Valores de hietograma para un tiempo de retorno de 100 años

Tr = 100 años			
Duración	Pp	Duración	Pp
min	(mm)	min	(mm)
5	0.82	95	6.66
10	0.86	100	3.74
15	0.89	105	2.77
20	0.93	110	2.25
25	0.98	115	1.93
30	1.03	120	1.70
35	1.09	125	1.53
40	1.16	130	1.40
45	1.24	135	1.29
50	1.34	140	1.20
55	1.46	145	1.12
60	1.61	150	1.06
65	1.80	155	1.00
70	2.08	160	0.96
75	2.48	165	0.91
80	3.16	170	0.87
85	4.69	175	0.84
90	25.05	180	0.81

Fuente: Autor

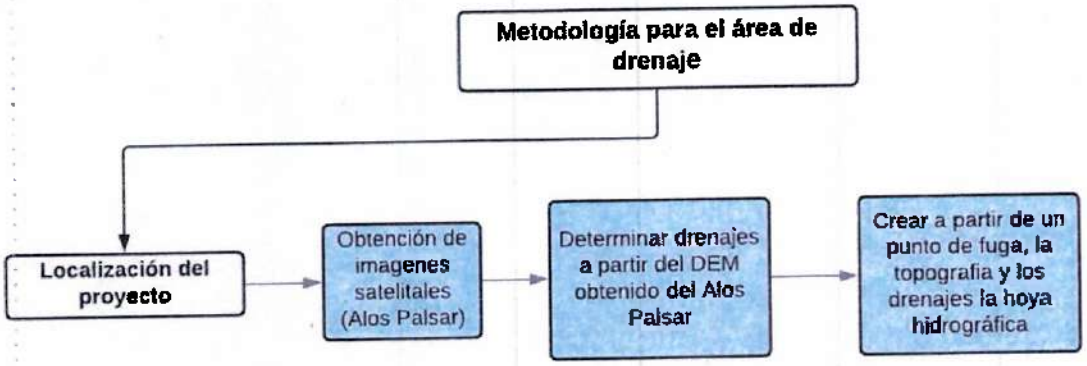
5.7. DELIMITACIÓN DE LA CUENCA O UNIDAD HIDROGRÁFICA

Este capítulo se centra en la caracterización de la cuenca o unidad hidrográfica inmersa en el área de estudio y tiene como finalidad determinar los parámetros geométricos, de relieve, drenaje, morfométricos y tiempos de concentración de la cuenca, los cuales son necesarios para la estimación de caudales.

5.7.1. Metodología para la delimitación de cuencas o unidades hidrográficas

Para establecer el área de drenaje de la cuenca inicialmente se procedió a localizar el proyecto, luego se buscó y descargó una imagen satelital de licencia libre tipo ALOS PALSAR, que se encuentra en formato ráster (imagen que almacena información mediante pixeles), esto con la finalidad de procesar el DEM (Modelo Digital de Elevación) y obtener los posibles drenajes que se puedan formar según el relieve de la zona. Una vez establecido el curso de los posibles drenajes intermitentes o continuos que se pueden generar (acumulación de flujo), se determina el área de drenaje a partir de un shapefile tipo punto (shapefile es un archivo vectorial que guarda la ubicación geoespacial), este archivo simula el punto de fuga o convergencia de todos los drenajes, y a partir de las divisorias o parte aguas del territorio se establece un área de drenaje.

Figura 15. Metodología para establecer el área de drenaje



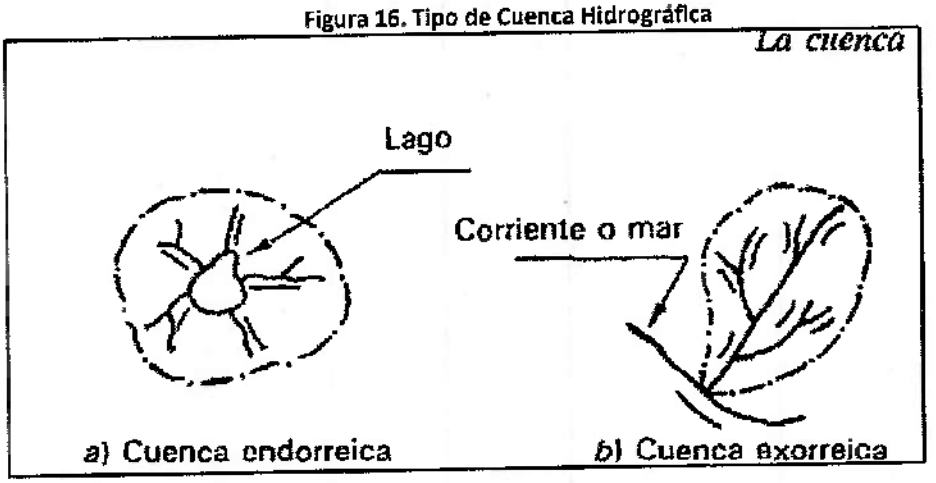
Fuente: Autor

5.7.1. Tipo de cuencas o unidades hidrográficas según la salida de sus drenajes

Las cuencas hidrográficas se pueden distinguir en tres tipos de acuerdo a la salida de sus cauces en endorreicas, exorreicas y arreicas. Para el caso de análisis corresponde a una cuenca de tipo exorreica, en los capítulos posteriores de este documento se detalla mejor la entrega de sus aguas.

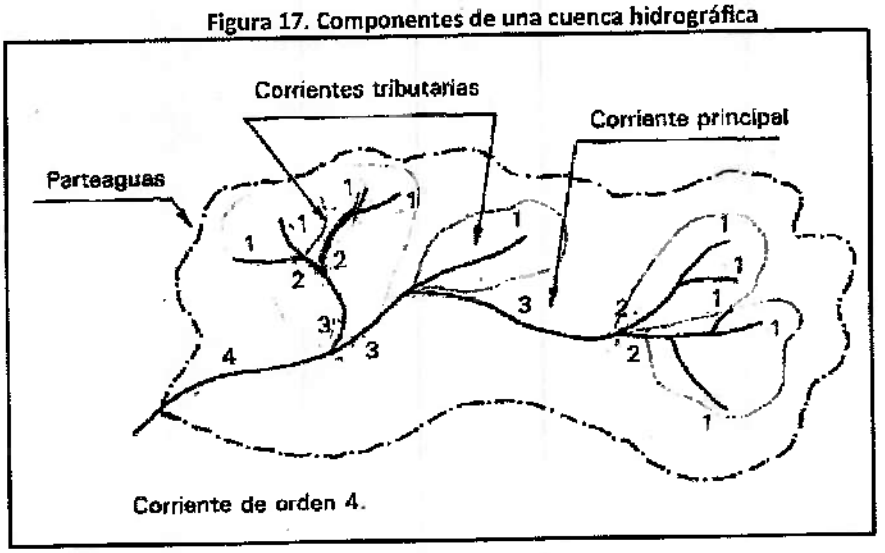
- Endorreicas: este término está asociado a aquellas cuencas en las que el punto de salida está dentro de los límites de la misma cuenca y generalmente es un lago
- Exorreicas: corresponde a aquellas cuencas en las que el punto de salida descarga en un drenaje principal o directamente al mar.
- Arreicas: son cuencas cuya agua se evapora o se infiltra en el terreno antes de encontrarse con un cuerpo de agua.

Figura 16. Tipo de Cuenca Hidrográfica



Fuente: Ven Te Chow

Figura 17. Componentes de una cuenca hidrográfica



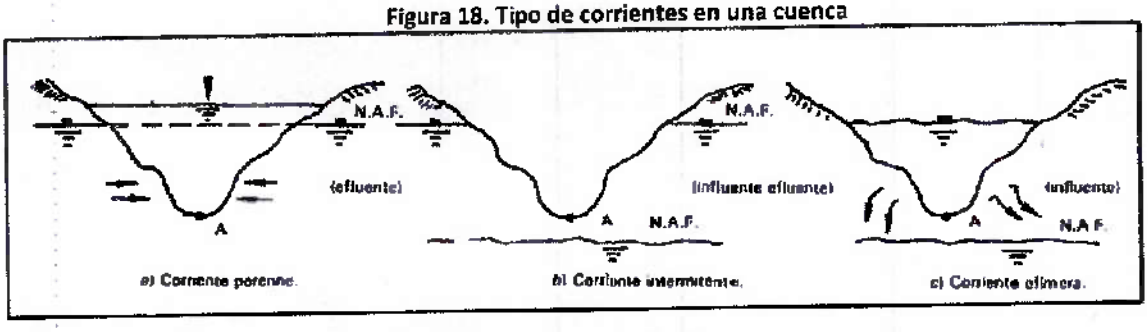
Fuente: Ven Te Chow

5.7.2. Tipos de drenajes

Dentro de las cuencas hidrográficas superficiales se pueden distinguir tres tipos de drenajes de acuerdo al tiempo de permanencia de su escorrentía. (Monsalve, 1999)

a) Corriente perenne: se refiere a aquellos drenajes que mantienen un caudal en cualquier época del año y su nivel subterráneo o freático se mantiene
b) Corriente intermitente: drenajes que presentan un caudal solo en épocas de lluvias
c) Corriente efímera: aquellos drenajes que surgen inmediatamente después de un evento de precipitación.

Figura 18. Tipo de corrientes en una cuenca



Fuente: Ven Te Chow

5.7.3. Cuenca hidrográfica

El Decreto 1640 de 2012 por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones en Colombia. Define en su artículo 3 como "cuenca hidrográfica al área de aguas superficiales o subterráneas que vierten sus aguas a una red de drenaje natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, pueda desembocar en un rio principal, depósito natural de aguas, pantano o directamente en el mar".

Por otra parte, el termino de cuenca hidrográfica superficial se puede definir como el espacio geográfico (si fuera impermeable) donde nacen los manantiales y drenajes tributarios, que descargan o vierten sus aguas bien sea a un cauce principal o un depósito natural del agua. Cuya dimensión y comportamiento de sus aguas incluyendo la escorrentía superficial originada por las precipitaciones, estarán delimitadas por los parte aguas o divisorias existentes, generadas principalmente por la morfometría o relieve del terreno analizado. En el caso de las cuencas hidrográficas subterráneas su forma en planta; es semejante a la superficial. De ahí la aclaración de que la definición es válida si la superficie fuera impermeable. (IDEAM, 2013)

5.7.4. Cuencas o unidades hidrográficas inmersas en el área de estudio

El termino de unidad hidrográfica se refiere al área o espacio definido topográficamente, mediante la cual es drenado un curso de agua o un sistema de drenajes, tal que todo el caudal efluente es descargado a través de una salida simple (IDEAM, 2017). En palabras más coloquiales, una unidad hidrográfica se puede describir como una cuenca menor y su terminología obedece a una jerarquía para discretizar las áreas de drenajes. Dicha jerarquía se puede establecer mediante la zonificación y codificación de cuencas hidrográficas del IDEAM discretizando áreas, zonas, subzonas, subcuencas, microcuencas y unidades hidrográficas contiguas.La codificación del IDEAM para cuencas hidrográficas se establece de acuerdo a un código que contiene 10 dígitos y que hacen referencia a la clasificación de las unidades hidrográficas.

Figura 19. Codificación de unidades hidrográficas

2	3	0 8	0 3	0 5	1 2
Area Hidrográfica	Zona Hidrográfica	Subzona Hidrografica	Nivel I Unidades Hidrográficas	Nivel II Unidades Hidrográficas	Nivel III Unidades Hidrográficas

Fuente: Zonificación y codificación de cuencas hidrográficas del IDEAM

Los cuatro primeros dígitos indican la zonificación hidrográfica nacional, el primer digito corresponde al área hidrográfica; la cual esta codificada según la tabla que se presenta a continuación, para el caso de estudio se encuentra en la región andina que acoge el área del rio Magdalena y Cauca.

Tabla 18. Código de áreas hidrográficas

ID	ÁREA HIDROGRÁFICA
1	Caribe
2	Magdalena-Cauca
3	Orinoco
4	Amazonas
5	Pacífico

Fuente: Zonificación y codificación de cuencas hidrográficas del IDEAM

El segundo dígito representa las zonas hidrográficas, las cuales a nivel nacional son 23; en el interior de cada zona hidrográfica se inicia la numeración desde 1 y dado que estas no se subdividen en más de 9 zonas, los valores asignados se encuentran entre 1 y 9. Para el caso de estudio se encuentra en la zona del (3) - Medio Magdalena.

Tabla 19. Código de zonas hidrográficas

ZH	CARIBE	MAGDALENA-CAUCA	ORINOCO	AMAZONAS	PACIFICIO
	1	2	3	4	5
1	Atrato-Darién	Alto Magdalena	Inírida	Guainía	Mira
2	Caribe-Litoral	Saldaña	Guaviare	Vaupés	Patía
3	Sinú	Medio Magdalena	Vichada	Apaporis	Tapaje Amarales-Dagua-Directas
4	Caribe-Urabá	Sogamoso	Tomo	Caquetá	
5	Caribe-La Guajira	Bajo Magdalena-Cauca-San Jorge	Meta	Yarí	San Juan
6	Catatumbo	Cauca	Casanare	Caguán	Baudó-directos Pacífico
7	Caribe islas (San Andrés, Providencia, Santa Catalina)	Nechí	Arauca	Putumayo	Pacífico-directos
8		Cesar	Orinoco-directo	Amazonas-directos	Pacífico-islas
9		Bajo Magdalena	Apure	Napo	

Fuente: Zonificación y codificación de cuencas hidrográficas del IDEAM

El tercer y cuarto digito corresponden a las subzonas hidrográficas, que en total son 311; estas se enumeran iniciando en 01 en cada zona hidrográfica; en el interior de cada zona se encuentran hasta 34 subzonas. Estos cuatro dígitos se pueden consultar en la página web del IDEAM.

No obstante, de acuerdo al POMCA del Río Alto Lebrija localizada en la jurisdicción de la CDMB, que acoge a los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Piedecuesta, Lebrija, Rionegro, Playón, Surata, Matanza, Charta, Tona, California y Vetas. La codificación de la subzona hidrográfica del área de estudio correspondería a 2319 "Rio Lebrija y otros drenajes directos al Magdalena" y su Nivel hidrográfico de orden 1 es 231902 Rio Alto Lebrija.

Por otro lado, el POMCA del Rio Alto Lebrija acoge la unidad hidrográfica de orden 2 correspondiente al Rio Suratá. Sin embargo, no es claro en su codificación ni en detallar las unidades hidrográficas menores, por tal motivo en este estudio se discretizan las unidades hidrográficas hasta un nivel 4, para los drenajes contenidos en el área de estudio. Cabe mencionar que en este documento no se establece dicha codificación puesto que esta debe ser unificada por entidades como POMCAS o Planes de Ordenamiento Territorial. Considerando lo anterior, se presenta la codificación de las unidades hidrográficas que inciden en el área de estudio.

Tabla 20. Unidades hidrográficas en la zona de estudio

AH	ZH	SZH	NH1	NH2	NH3	NH4
MAGDALENA-CAUCA (2)	MEDIO MAGDALENA (3)	LEBRIJA Y OTROS DIRECTOS AL MAGDALENA (2319)	RIO ALTO LEBRIJA (231902)	RIO SURATÁ	RIO CHARTA	QUEBRADA MONTECHIQUITO

AH: Área hidrográfica *ZH: Zona hidrográfica* *SZH: Subzona hidrográfica* *NH1: Nivel hidrográfica 1*

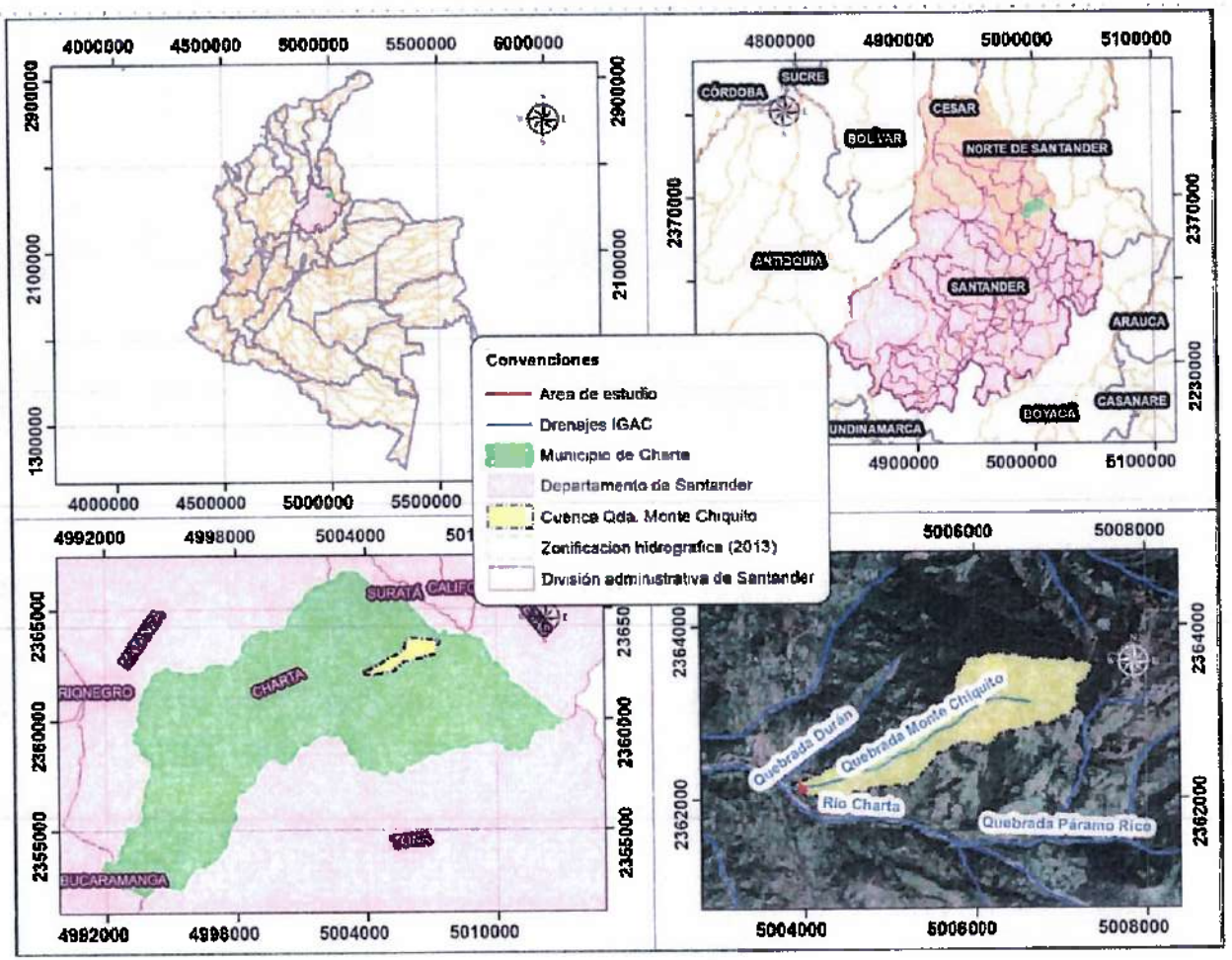
NH2: Nivel hidrográfica 2 *NH3: Nivel hidrográfica 3* *NH4: Nivel hidrográfica 4* *NH5: Nivel hidrográfica 5*

Fuente: Autor en base a la Zonificación y codificación de cuencas hidrográficas del IDEAM

La unidad hidrográfica de nivel 4 de la Quebrada Monte-Chiquito que atraviesa el área de estudio en el municipio de Charta entrega sus aguas la Río del mismo nombre del municipio Charta el cual posteriormente entrega sus aguas al Río Suratá.

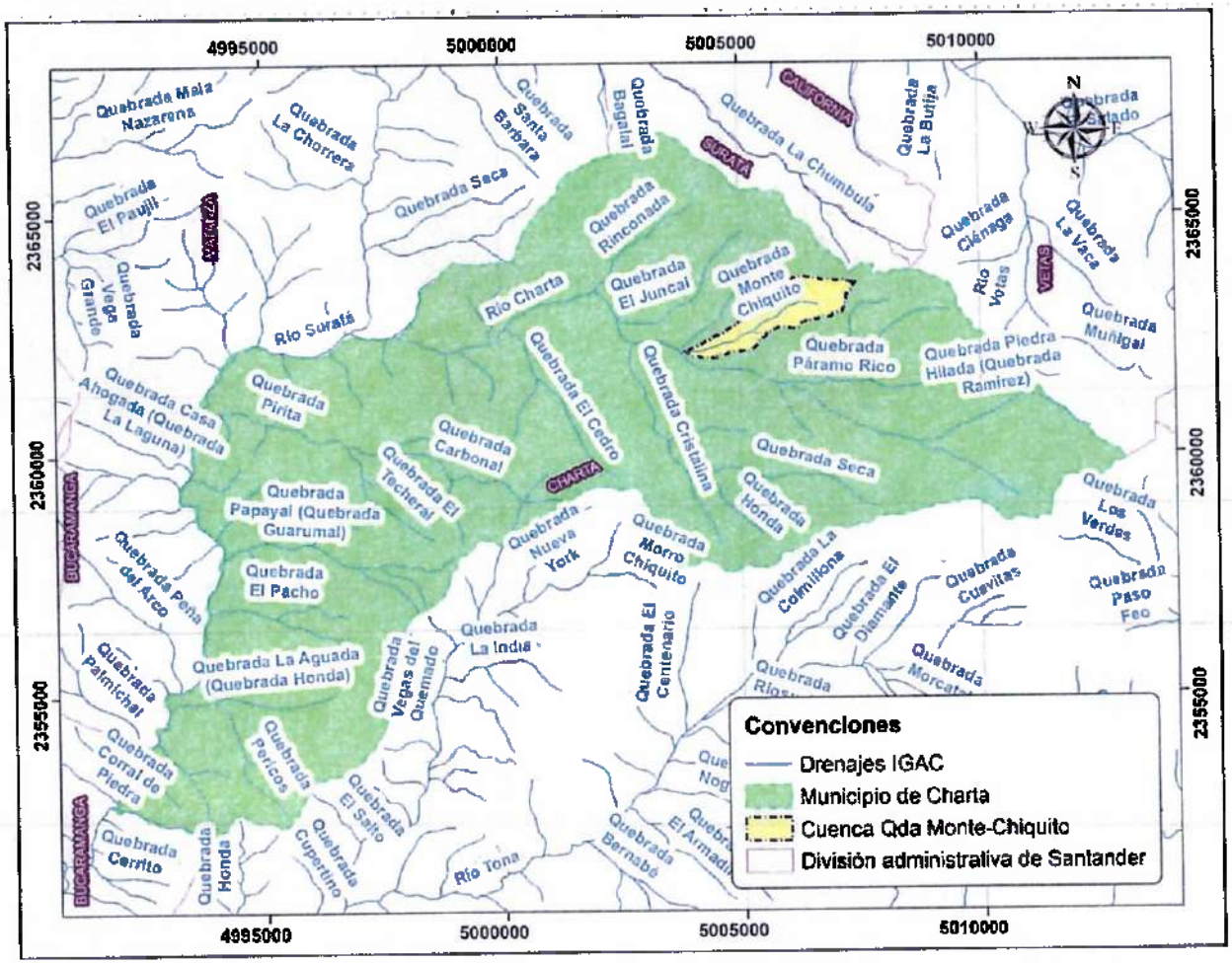
Siguiendo el trayecto del Rio de Suratá, se evidencia su unión aguas arribas con el Rio Negro y con el Rio de Oro para formar el Río Lebrija. La unión de estas tres microcuencas o unidades hidrográficas de orden II genera la subcuenca o unidad hidrográfica de orden I de Rio Alto Lebrija, la cual hace parte de la subzona hidrográfica del Río Lebrija y afluentes directos al Magdalena (2319) en la zona hidrográfica categorizada como Medio Magdalena (23), que hace parte del área hidrográfica al Río Magdalena-Cauca que finalmente entrega sus aguas al mar Caribe en el ciudad de Barranquilla en el departamento del Atlántico.

Figura 20. Localización de la unidad hidrográfica de la Quebrada Monte Chiquito



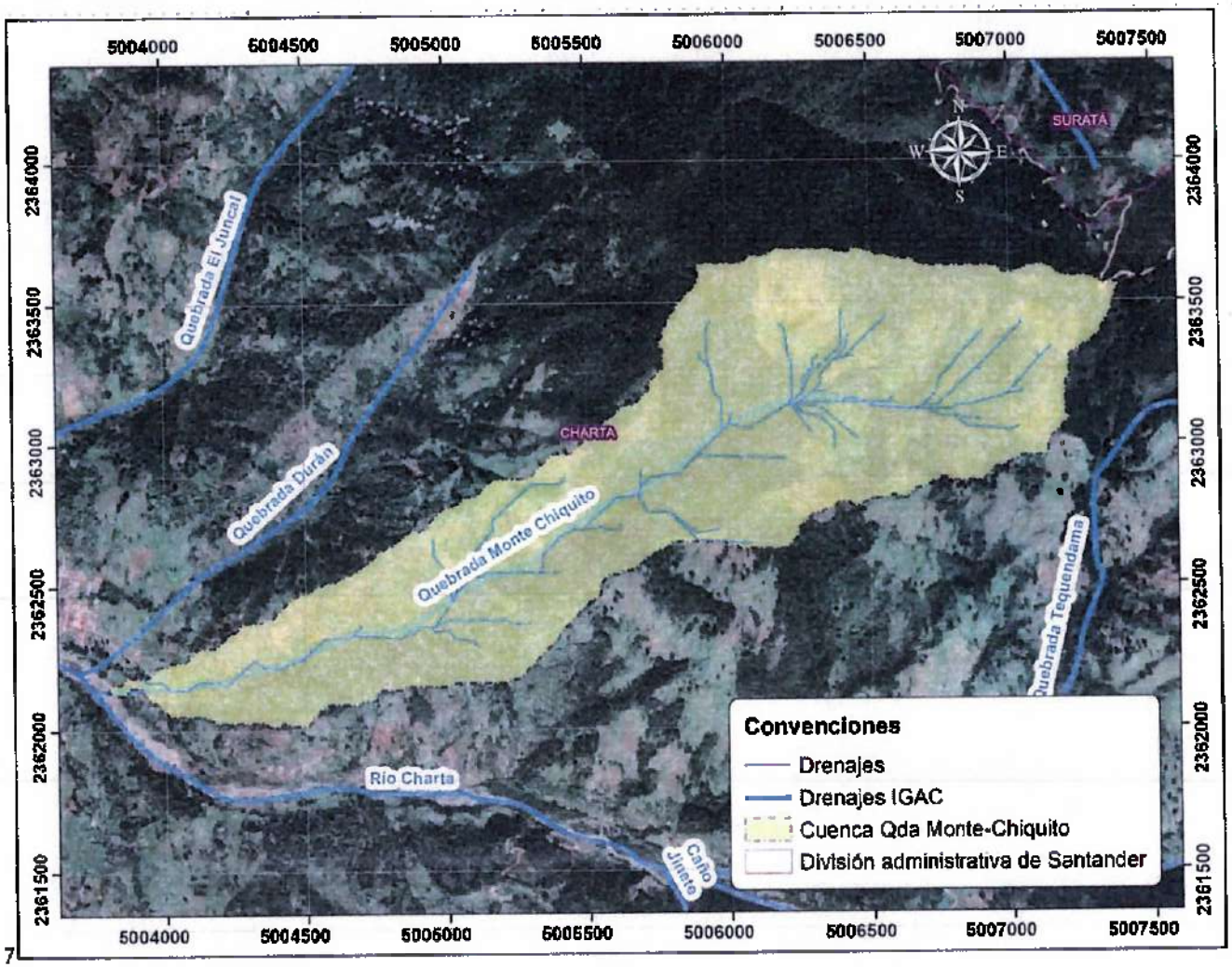
Fuente: Autor en base a la Zonificación y codificación de cuencas hidrográficas del IDEAM, en CTM-12

Figura 21. Drenajes principales en el municipio de Charta y ubicación de la Quebrada Monte Chiquito



Fuente: Autor en base a la Zonificación y codificación de cuencas hidrográficas del IDEAM, en CTM-12

Figura 22. Localización de la unidad hidrográfica de la Quebrada Monte Chiquito



Fuente: Autor en base a una imagen satelital de licencia libre de tipo ALOS PALSAR, en CTM-12

5.7.5. Parámetros Geométricos

La altura es uno de los parámetros físicos determinantes para establecer la dinámica de las aguas a lo largo de la cuenca o unidad hidrográfica, sin embargo, también depende de la cobertura vegetal, la biota, el clima, el tipo y uso del suelo y otras características fisiográficas del territorio. Por tal motivo es indispensable empezar caracterizando aspectos básicos de la geometría de la cuenca para delimitar y comprender su comportamiento. La siguiente tabla expresa los parámetros geométricos propios de la unidad hidrográfica.

Tabla 21. Parámetros geométricos o físicos de la unidad hidrográfica

Parámetros geométricos							
Descripción	Área	Perímetro	Long Axial	Coord X	Coord Y	Ancho medio	Ancho máx
	km2	km	km	m	m	km	km
Valor	2.16	9.08	3.88	5005846.89	2362905.09	0.56	0.98

Fuente: Autor

- **Área de drenaje (A):** Este término se acuña a la proyección horizontal de toda la superficie de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural. También se puede describir como la superficie delimitada por la divisoria de aguas de la zona de estudio; este parámetro se expresa normalmente en km2 (UNAL, 1997). Este valor es de gran importancia en el análisis hidrológico debido a que la estimación del caudal es directamente proporcional al valor del área de drenaje.
- **Perímetro (P):** Es la longitud sobre un plano horizontal, que recorre la divisoria de aguas. Este parámetro se mide en unidades de longitud y se expresa normalmente en metros o kilómetros.
- **Longitud axial (LA):** Es la distancia existente entre la desembocadura y el punto más lejano de la cuenca. Es el mismo eje de la cuenca (Henaos, 1988).
- **Ancho (W o B):** Se define como la relación entre el área y la longitud de la cuenca y permite estimar preliminarmente la forma alargada redondeada de la cuenca.

5.7.6. Parámetros del Relieve

La altura y elevación es uno de los parámetros determinantes de la oferta hídrica y del movimiento del agua a lo largo del área de drenaje. Para caracterizar los aspectos que involucran la elevación y pendiente de las unidades hidrográficas inmersas en el área de estudio se empleó como insumo base una imagen satelital de licencia libre de tipo ALOS PALSAR, la cual suministra información de la elevación del terreno mediante un modelo digital de elevación o por sus ciclas en inglés Digital Elevation Model (DEM), su empleo se justifica debido a la dimensión de la cuenca o unidad hidrográfica, que por su extensión dificultaría la toma de un modelo más preciso con drones. A manera de resumen se presentan los parámetros de relieve de la unidad hidrográfica de la Quebrada Montechiquito.

Tabla 22. Parámetros del relieve de la unidad hidrográfica

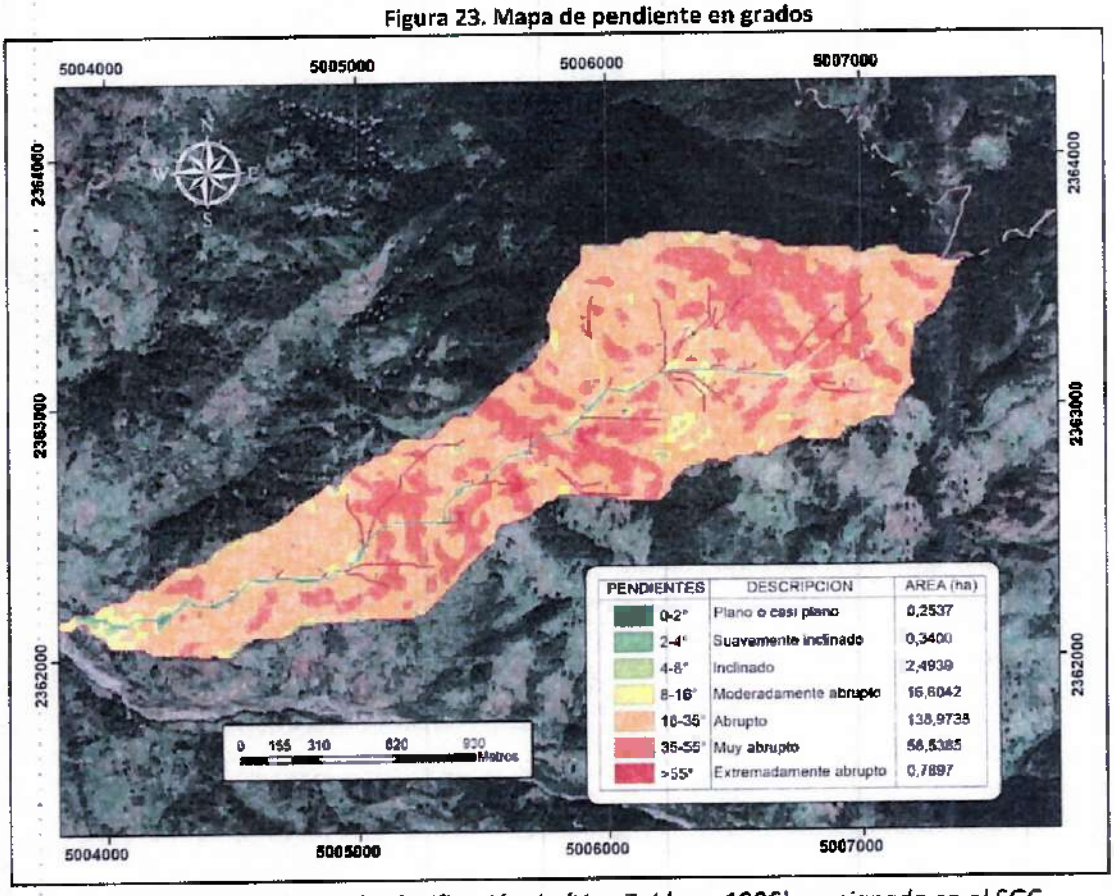
Parámetros del relieve					
Descripción	Hmax	Hmin	Hmax-Hmin	Hprom	Pendiente promedio
	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	m.s.n.m	%
Valor	3373.00	2027.00	1346.00	2700.00	0.54

Fuente: Autor

5.7.6.1. Mapa de pendientes

La metodología para establecer el mapa de pendientes de la cuenca o unidad hidrográfica de estudio se realizó con los parámetros establecidos por el servicio geológico colombiano (SGC) en la Guía Metodológica para la Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa - Escala 1:25.000. La siguiente figura presenta el mapa de pendientes de la cuenca de la quebrada Monte-Chiquito en grados, en la que se evidencia que la mayor parte de la cuenca (63.34%) presenta un terreno abrupto con inclinaciones entre los 16 a 35°.

Figura 23. Mapa de pendiente en grados



Fuente: Autor en base a la clasificación de (Van Zuidam, 1986) consignada en el SGC

Tabla 23. Pendientes de la unidad hidrográfica de la quebrada Monte Chiquito

Pendiente (°)	Descripción	Área (ha)	Porcentaje
0 a 2	Plano o casi plano	0.25	0.12%
2 a 4	Suavemente inclinado	0.34	0.16%
4 a 8	Inclinado	2.49	1.15%
8 a 16	Moderadamente abrupto	16.60	7.69%
16 a 35	Abrupto	138.97	64.34%
35 a55	Muy abrupto	56.54	26.18%
>55	Extremadamente abrupto	0.79	0.37%
Total		216.0	100.00%

Fuente: Autor

5.7.6.2. Pendiente media de la cuenca

La pendiente de una cuenca es una característica que permite establecer la velocidad de la escorrentía superficial y el tiempo que recorre la misma, el cálculo de la pendiente media de la hoya hidrográfica se puede establecer mediante la distribución porcentual de la pendientes siguiendo los pasos estipulados por Monsalve, 1990. El rango de pendientes se estableció en ArcGIS reclasificando en 10 partes iguales el modelo digital de la cuenca de análisis y su cálculo obedece a la siguiente expresión.

$$Pendiente\ media = \frac{\sum \#Ocurrencias * Pendiente}{\sum \#Ocurrencia}$$

Tabla 24. Cálculo de la pendiente media de la cuenca

Pendiente media de la cuenca o unidad hidrográfica				
No	**Rango de pendiente**	**No de ocurrencias**	**Promedio N. ocurrencias**	**% Pendientes**
1	10	919	9190	6.65
2	20	1966	39320	14.22
3	30	1120	33600	8.10
4	40	1054	42160	7.62
5	50	946	47300	6.84
6	60	2113	126780	15.29
7	70	2593	181510	18.76
8	80	1663	133040	12.03
9	90	982	88380	7.10
10	100	468	46800	3.39
	TOTAL	13824	748080	100.00
Pendiente media				54.11

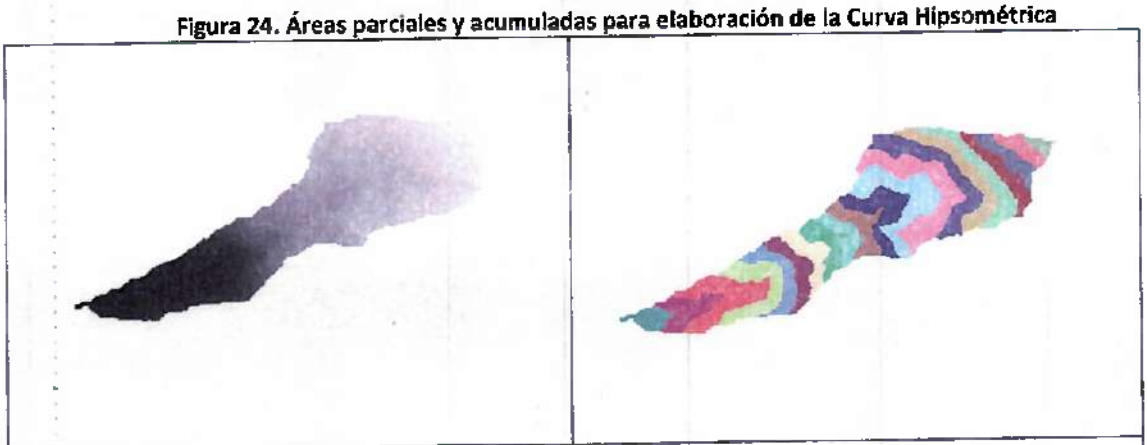
Fuente: Autor

5.7.6.3. Curva hipsométrica

La curva hipsométrica es la representación gráfica del relieve de una unidad hidrográfica. Representa el estudio de la variación de la elevación de los terrenos de la unidad hidrográfica con referencia al nivel medio del mar. Esta variación puede ser inclinada por medio de un gráfico que muestre el porcentaje de área de drenaje que existe por encima o por debajo de varias elevaciones. (Monsalve, 1999)

La curva hipsométrica permite caracterizar el relieve. Una pendiente fuerte en el origen hacia cotas inferiores indica llanuras o penillanuras; si la pendiente es muy fuerte hay peligro de inundación. Una pendiente muy débil en esa parte revela un valle encajonado. Una pendiente fuerte hacia la parte media indica una meseta.

Figura 24. Áreas parciales y acumuladas para elaboración de la Curva Hipsométrica



Alos Palsar - DEM - Recortado	Reclasificación del DEM en 20 partes



Fuente: Autor mediante el software ArcGIS

La curva hipsométrica relaciona el valor de la cota, en las ordenadas, con el porcentaje del área acumulada, en las abscisas. Para su construcción se grafican, con excepción de los valores máximos y mínimos de cota hallados, los valores menores de cota de cada intervalo de clase contra su correspondiente área acumulada. Al valor de la cota mínima en contrada corresponde el cero por ciento del porcentaje de área acumulada. La curva hipsométrica representa, entonces, el porcentaje de área acumulado igualado o excedido para una cota determinada. La moda de la curva hipsométrica es el valor más frecuente (mayor área) del intervalo de clase de cota que se encuentra en una cuenca hidrográfica.

Tabla 25. Áreas Parciales y Acumuladas para Elaboración de Curva Hipsométrica

Curva hipsométrica								
No	COTAS (msnm)			ÁREA (km2)				Producto columna
	1	2	3	4	5	6	7	
	Min	Max	Promedio	Área entre curvas	Área Acumulada	% Área acumulada	% Área	(3 x 6)
1	2027.00	2094.00	2060.50	0.05	2.16	100.00%	2.38%	2060.50
2	2095.00	2161.00	2128.00	0.09	2.11	97.62%	4.27%	2077.36
3	2162.00	2228.00	2195.00	0.17	2.02	93.35%	7.85%	2049.08
4	2229.00	2296.00	2262.50	0.14	1.85	85.50%	6.37%	1934.52
5	2297.00	2363.00	2330.00	0.09	1.71	79.13%	4.18%	1843.74
6	2364.00	2430.00	2397.00	0.08	1.62	74.95%	3.92%	1796.54
7	2431.00	2498.00	2464.50	0.08	1.53	71.03%	3.89%	1750.50
8	2499.00	2565.00	2532.00	0.08	1.45	67.14%	3.73%	1699.91
9	2566.00	2632.00	2599.00	0.06	1.37	63.40%	2.98%	1647.88
10	2633.00	2700.00	2666.50	0.09	1.31	60.42%	3.94%	1611.20
11	2701.00	2767.00	2734.00	0.13	1.22	56.49%	5.98%	1544.40
12	2768.00	2834.00	2801.00	0.20	1.09	50.51%	9.23%	1414.68
13	2835.00	2901.00	2868.00	0.23	0.89	41.28%	10.62%	1183.80
14	2902.00	2969.00	2935.50	0.18	0.66	30.66%	8.14%	899.93
15	2970.00	3036.00	3003.00	0.14	0.49	22.52%	6.34%	676.24
16	3037.00	3103.00	3070.00	0.12	0.35	16.17%	5.69%	496.57
17	3104.00	3171.00	3137.50	0.09	0.23	10.49%	3.99%	329.09
18	3172.00	3238.00	3205.00	0.07	0.14	6.50%	3.12%	208.43
19	3239.00	3305.00	3272.00	0.05	0.07	3.39%	2.34%	110.77
20	3306.00	3373.00	3339.50	0.02	0.02	1.04%	1.04%	34.79
total				2.16				25369.91

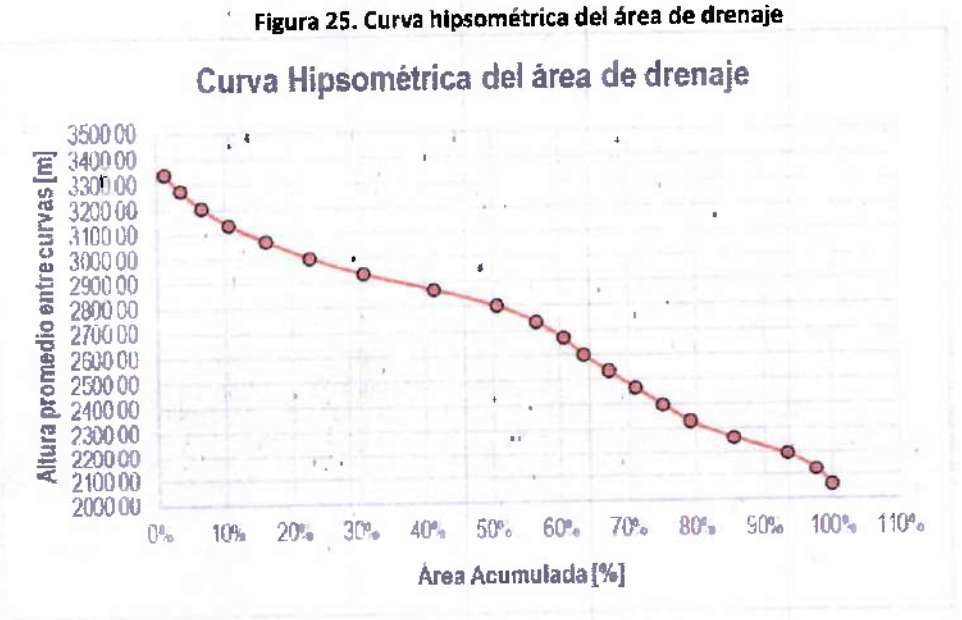
Fuente: Autor en base a la metodología de German Monsalve

Las curvas hipsométricas sirven, además para definir las características fisiográficas de las cuencas hidrográficas, como zonas planas o valles. La representación gráfica de estas se obtiene colocando en el eje "X" de la gráfica los valores acumulados del área y en el eje "Y" las diferentes alturas de la cuenca, normalmente su forma es sigmoidea, cóncava hacia arriba en la parte superior y convexa en la parte baja; el grado de sinuosidad es muy variable, lo mismo que la pendiente en el punto de inflexión. Cuando las curvas hipsométricas presentan variaciones, ya sea por apartarse de las teóricas o por presentar más de un punto de inflexión, se relaciona con controles tectónicos o litológicos.

El valor del área relativa que yace bajo la curva (integral hipsométrica) es indicativo del estado de desarrollo de la cuenca; valores superiores al 60 % indican desequilibrio manifiesto en el funcionamiento de la cuenca (juventud en el sentido davisiano), valores rondando el 47 % representan equilibrio (madurez), e inferiores a 30% implican fase de senectud.

Para el caso de estudio se puede observar que alrededor del 50% del área de drenaje se encuentra por encima de los 2800 msnm y la menor cota de la cuenca se encuentra a cerca a los 2000 msnm; lo cual indica un grado de juventud de la cuenca.

Figura 25. Curva hipsométrica del área de drenaje



Fuente: Autor

5.7.6.4. Cálculo del rectángulo equivalente

Este índice fue introducido por hidrólogos franceses como un intento de comparar la influencia de las características de la unidad hidrográfica sobre la escorrentía. La característica más importante del rectángulo equivalente es que tiene igual distribución de alturas que la curva hipsométrica original de la unidad hidrográfica.

Se construye un rectángulo equivalente de área igual a la de la unidad hidrográfica, tal que el lado menor sea "l" y el lado mayor "L". Se sitúan las curvas de nivel paralelas a "l", respetando la hipsometría natural de la unidad hidrográfica, Sea:

P: Perímetro de la unidad hidrográfica (km)
A: Área de la Unidad hidrográfica (km^2)
Kc: Coeficiente de Compacidad o Índice de Gravelius
L y l: Lados mayor y menor del rectángulo equivalente (km)

Lado menor:

$$l = \frac{Kc\sqrt{A}}{1.12} * \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{Kc}\right)^2}\right)$$

Lado mayor:

$$L = \frac{Kc\sqrt{A}}{1.12} * (1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{Kc}\right)^2})$$

Entonces:

$$l = \frac{1.73\sqrt{2.16}}{1.12} * \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{1.73}\right)^2}\right)$$

$$l = 0.54\ (km)$$

$$L = \frac{1.73\sqrt{2.16}}{1.12} * (1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{1.73}\right)^2})$$

$$L = 4.0\ (km)$$

Para determinar la distancia entre las curvas de nivel en el rectángulo equivalente se utilizan, los cálculos presentados a continuación, tomando como base los siguientes valores.

Tabla 26. Datos para Chequeo de Rectángulo Equivalente

Chequeo del cálculo de rectángulo equivalente							
	Min	Max	Promedio	Área entre curvas	Lado Mayor	Lado Menor	Ancho
No	(msnm)	(msnm)	(msnm)	(km2)	(km)	(km)	
1	2027.00	2094.00	2060.50	0.05			0.095
2	2095.00	2161.00	2128.00	0.09			0.171
3	2162.00	2228.00	2195.00	0.17			0.314
4	2229.00	2296.00	2262.50	0.14			0.255
5	2297.00	2363.00	2330.00	0.09			0.167
6	2364.00	2430.00	2397.00	0.08			0.157
7	2431.00	2498.00	2464.50	0.08			0.156
8	2499.00	2565.00	2532.00	0.08			0.149
9	2566.00	2632.00	2599.00	0.06			0.119
10	2633.00	2700.00	2666.50	0.09			0.157
11	2701.00	2767.00	2734.00	0.13	4.00	0.54	0.239
12	2768.00	2834.00	2801.00	0.20			0.369
13	2835.00	2901.00	2868.00	0.23			0.425
14	2902.00	2969.00	2935.50	0.18			0.326
15	2970.00	3036.00	3003.00	0.14			0.254
16	3037.00	3103.00	3070.00	0.12			0.228
17	3104.00	3171.00	3137.50	0.09			0.159
18	3172.00	3238.00	3205.00	0.07			0.125
19	3239.00	3305.00	3272.00	0.05			0.094
20	3306.00	3373.00	3339.50	0.02			0.042
total				2.16			4.000

Fuente: Autor

Figura 26. Detalle Rectángulo Equivalente de la unidad hidrográfica



Fuente: Autor

La suma del lado mayor es aproximada al valor calculado anterior mente.

5.7.6.5. Coeficiente de masividad (CM)

Este parámetro resulta de la relación entre la altitud media de la cuenca, que se calcula por medio de la curva hipsométrica, y el área de la misma (Martonne, 1940). Permite diferenciar las cuencas de altura media, pero de relieve distinto.

$$Cm = \frac{Hmed}{A}$$

Donde:

Cm: Coeficiente de Masividad
Hmed: altura media de la cuenca (m.s.n.m.)
A: área de la cuenca (km^2)

$$Cm = \frac{2700\ (m.s.n.m.)}{2.16\ (km^2)}$$

$$Cm = 1250.04\ (\frac{m}{km^2})$$

Para la cuenca o unidad hidrográfica se puede establecer como una zona muy montañosa según los valores interpretativos de la siguiente tabla.

Tabla 27. Valores interpretativos del coeficiente de masividad

Rango	Clase de masividad
0 a 35	Moderadamente montañoso

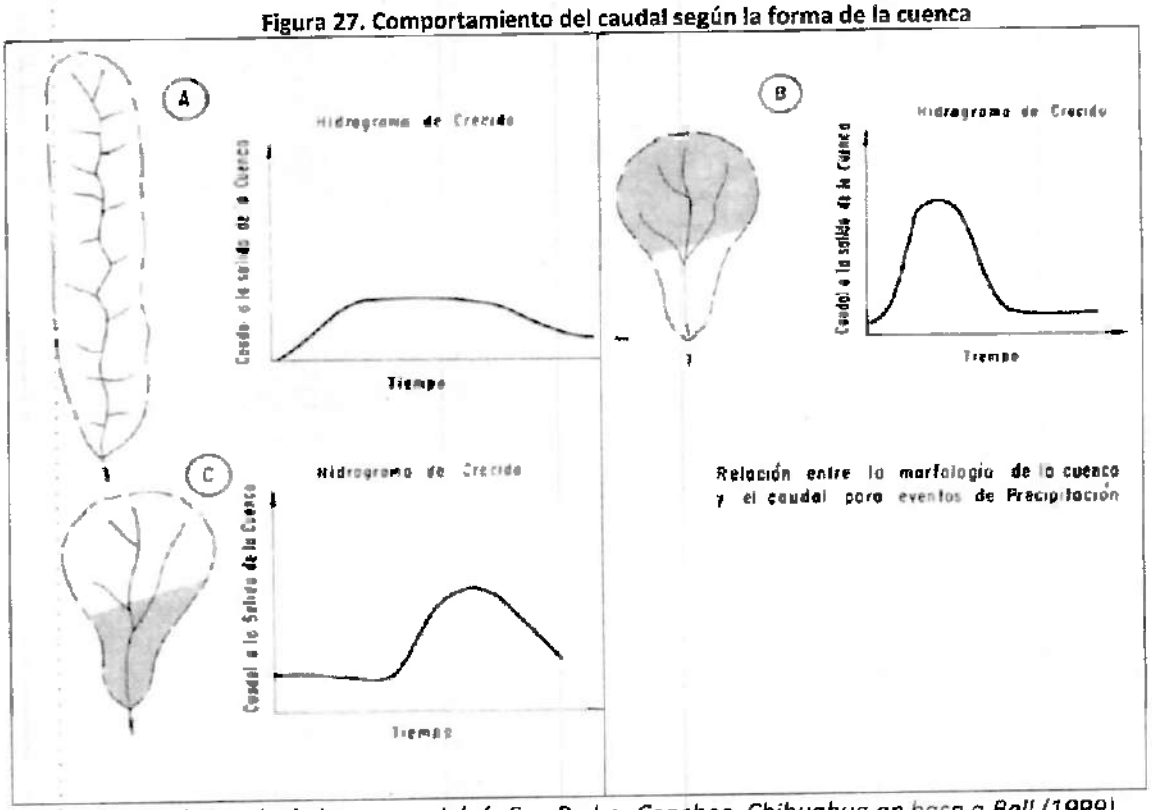
35 a 70	Montañoso
> 70	Muy Montañoso

Fuente: Adaptado del instituto nacional de ecología, 2004 – México

5.7.7. Parámetros Morfométricos

La forma de la cuenca o unidad hidrográfica permite comprender la hidrología de la misma y calcular los riesgos de inundación. Esto se debe a que, dada una determinada cantidad de lluvia, cuanto menos alargada sea la cuenca, mayor será la escorrentía máxima y antes alcanzarán las aguas la salida o desembocadura. Esta característica es importante pues se relaciona con el tiempo de concentración, el cual es el tiempo necesario, desde el inicio de la precipitación, para que toda la unidad hidrográfica contribuya a la sección de la corriente en estudio, o, en otras palabras, el tiempo que toma el agua desde los límites más extremos de la unidad hidrográfica hasta llegar a la salida de la misma (Bell, 1999). La figura que se presenta a continuación esquematiza el comportamiento de los caudales de acuerdo a la forma de la cuenca o unidad hidrográfica dado el caso.

Figura 27. Comportamiento del caudal según la forma de la cuenca



Fuente: Morfometría de la cuenca del río San Pedro, Conchos, Chihuahua en base a Bell (1999).

A manera de resumen se presentan los resultados de los parámetros morfométricos o de forma de la cuenca o unidad hidrográfica inmersa en el área de estudio.

Tabla 28. Parámetros morfométricos de la unidad hidrográfica de estudio

Parámetros Morfometricos					
Descripción	**Índice de compacidad**	**Índice de forma**	**Índice de circularidad**	**Relación de elongación**	**Índice de alargamiento**
Valor	1.73	0.13	0.33	0.43	4.07

Fuente: Autor

5.7.7.1. Índice de Gravelius o Coeficiente de Compacidad (Kc)

Es la relación entre el perímetro de la unidad hidrográfica y la longitud de la circunferencia de un círculo de área igual a la de la unidad hidrográfica. Es decir que tan parecida es la forma de la cuenca a un círculo y se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Kc = \frac{0{,}28P}{\sqrt{A}}$$

Donde

A = Área de la unidad hidrográfica o cuenca analizada (km^2)

P = Perímetro de la unidad hidrográfica o cuenca analizada (km)

Calculando el índice de compacidad para la unidad hidrográfica de estudio se obtiene el siguiente valor.

$$Kc = \frac{0.28 * 9.08}{\sqrt{2.16}}$$

$$Kc = 1.73$$

De acuerdo a la literatura se pueden establecer las siguientes formas según el índice de compacidad.

Tabla 29. Valores interpretativos del índice de compacidad

Clase de Forma	Índice de Compacidad	Forma de la cuenca
Clase I	1.0-1.25	Casi redonda a oval-redonda
Clase II	1.26-1.50	Oval-Redonda a oval oblonga
Clase III	1.51 o más de 2	Oval-oblonga a rectangular-oblonga

Fuente: Caracterización y clasificación de la red hidrográfica de la cuenca del río Bobo, departamento de Nariño, Colombia Campos (1992)

El índice de compacidad es adimensional e independiente del área estudiada, tiene por definición un valor de uno para cuencas imaginarias de forma exactamente circular. Nunca los valores del coeficiente de compacidad serán inferiores a uno. El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuanto más cercano a uno sea, es decir mayor concentración de agua o mayor ocurrencia a las crecientes (Campos, 1992).

Para el caso de la unidad hidrográfica de estudio el coeficiente de compacidad es de 1.73. Rango que se encuentra contenido en la clase III - Oval-oblonga a rectangular-oblonga. Teóricamente esto implica que la forma de la cuenca se torne alargada reduciendo la probabilidades de que una tormenta acapare toda el área de drenaje, lo que indica una tendencia a evacuar rápidamente las aguas (Villón M., 2002).

5.7.7.2. Factor de forma de Horton (Kf)

Es la relación entre el ancho medio de la microcuenca el cual se obtiene de dividir el área por la longitud, y la longitud axial. Este factor busca medir que tan alargada o cuadrada es la cuenca y se determina mediante la siguiente expresión:

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

A: Área de la unidad hidrográfica (km^2)
L: Lado mayor del rectángulo equivalente (km)

Calculando el factor de forma para la unidad hidrográfica de estudio se obtiene el siguiente valor.

$$K_f = \frac{2.16\ (km^2)}{(4\ km)^2}$$

$$K_f = 0.13$$

De acuerdo a la literatura se pueden establecer las siguientes formas según el factor de forma:

Tabla 30. Valores interpretativos del factor de forma de Horton

Valores Aproximados	Forma de la Cuenca
<0.22	Muy Alargada
0.22-0.30	Alargada
0.30-0.37	Ligeramente Alargada
0.37-0.45	Ni alargada ni ensanchada
0.45-0.60	Ligeramente Ensanchada
0.60-0.80	Ensanchada
0.80-1.20	Muy Ensanchada
>1.20	Rodeando el Desagüe

Fuente. Delgadillo y Moreno (2013)

Un valor del factor de forma superior a la unidad proporciona el grado de achatamiento de ella o de un rio principal corto y por consecuencia una tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente grandes crecidas. (Horton R. E., 1932)

Cuando el factor de forma es mayor que 1 la forma del área de drenaje tiende a ser alargada, mientras que cuando es menor que 1 el área de drenaje tiende a ser de forma achatada, siendo los valores cercanos a la unidad una microcuenca de forma cuadrada, para la unidad hidrográfica de estudio tiene una forma que tiende a ser muy alargada lo que indica que ante un evento de precipitaciones extraordinarias la unidad hidrográfica tiene buena capacidad para amortiguar fenómenos de grandes precipitaciones distribuyendo mejor las aguas en toda el área de drenaje.

5.7.7.3. Índice de alargamiento (Ia)

El índice de alargamiento es la relación entre la longitud máxima de la microcuenca, el ancho máximo de la unidad hidrográfica y se determina a partir de la siguiente expresión.

$$I_a = \frac{L}{B}$$

Donde:

L: Longitud mayor del rectángulo equivalente (km)
B: Ancho Máximo (km)

Calculando el índice de alargamiento para la unidad hidrográfica de estudio se obtiene el siguiente valor.

$$I_a = \frac{4}{0.98}$$

$$I_a = 4.07$$

De acuerdo a la literatura se pueden establecer las siguientes formas según el índice de alargamiento.

Tabla 31. Valores interpretativos del índice de alargamiento

Valores Aproximados	Forma de la Cuenca
Ia > 1	Alargada, cauce principal largo
Ia = < 1	Achatada, cauce principal corto

Fuente. Gavilan, G.

El índice de alargamiento es un indicador de la forma de la cuenca, pero a diferencia de los anteriores no muestra la tendencia de la cuenca ser redonda sino lo contrario, es decir la tendencia de la cuenca a ser alargada. Para el caso de la unidad hidrográfica de la quebrada de estudio se establece que tiende a ser alargada.

5.7.7.4. Índice de circularidad (Ic)

Es el cociente entre el área de la cuenca y la superficie de un círculo que posee igual perímetro que la unidad hidrográfica o cuenca de estudio.

$$Ic = \frac{4\pi A}{P^2}$$

Donde

A = Área de la unidad hidrográfica (km^2)
P = Perímetro de la cuenca (km)

Calculando el índice de circularidad para la unidad hidrográfica de estudio se obtiene el siguiente valor.

$$Ic = \frac{4\pi(2.16)}{9.08^2}$$

$$Ic = 0.33$$

De acuerdo a la literatura se pueden establecer las siguientes formas según el índice de circularidad.

Tabla 32. Valores interpretativos del índice de circularidad

Valores Aproximados	Forma de la Cuenca
Ic = 1	Redonda, cauce principal corto
Iac< 1	Alargada, cauce principal largo

Fuente. Miller

El índice de circularidad de Miller establece que entre más cercano sea el valor a uno más redonda es la cuenca lo que implicaría un acumulación de los volúmenes de escorrentía. Valores cercanos a cero implicaría una cuenca de forma alargada y por tanto una menor acumulación de los volúmenes de escorrentía. A partir del cálculo de índice de circularidad obtenido se logra establecer que la cuenca tiende a ser alargada con un valor de Ic=0.33, lo que implica una entrega rápida de las aguas hacia el punto efluente.

5.7.7.5. Relación de Elongación (Re)

Se establece como la relación entre el diámetro de un círculo con igual área que la de la cuenca y la longitud máxima de la misma. Y se expresa mediante la siguiente expresión:

$$Re = \frac{1.128\sqrt{A}}{L}$$

Donde:

A: Área de la unidad hidrográfica (km^2)
L: longitud axial (km)

Calculando la relación de elongación para la unidad hidrográfica de estudio se obtiene el siguiente valor.

$$Re = \frac{1.128\sqrt{2.16}}{3.88}$$

$$Re = 0.43$$

Tabla 33. Valores interpretativos de la relación de elongación

Valores Aproximados	Forma de la Cuenca
Re ≈ 1	Redonda
Re ≈ 0.5 a 0.8	Alargada

Fuente. Shumm (1956)

El valor de la relación de elongación se acerca a la unidad cuando la cuenca es muy plana y circular, cuando la cuenca es plana con porciones accidentales, la relación de elongación está entre 0.5 y 0.8.

Mediante la relación de elongación obtenida, se tiene para la unidad hidrográfica analizada tiende a ser plana con porciones accidentales tal como lo indica su morfometría, índice que se relaciona con las demás variables de forma las cuales indican que la cuenca tiene a ser alargada.

5.7.8. Parámetros asociados al drenaje

Los parámetros asociados a la red de drenaje permiten establecer la distribución espacial y posibles comportamientos del sistema de drenaje interno de la cuenca o área de drenaje. El sistema de drenaje de una cuenca está conformado por un curso de agua principal y sus tributarios, observándose por lo general; que cuanto más largo sea el curso de agua principal, más llena de bifurcaciones será la red de drenaje. Cabe aclarar que la línea de drenaje es aquella que indica el escurrimiento de aguas, sean estas esporádicas, estacionales o intermitentes coincidiendo con la línea de Talweg. Este último concepto de línea de Talweg también se conoce como Vaguada y se refiere a la línea que une los puntos de menor elevación de un valle con el cauce de una corriente. A manera de resumen de los parámetros asociados a la red de drenaje se presenta la siguiente tabla:

Tabla 34. Parámetros asociados a la red de drenaje de la unidad hidrográfica de estudio

Parámetros asociados al drenaje					
Descripción	Long del cauce principal	Orden	Long de drenajes	Densidad de drenaje	Pendiente media del drenaje Principal
	km	-	km	Km/km2	m/m
Valor	4.1551	3	10.93	5.06	0.32

Fuente: Autor

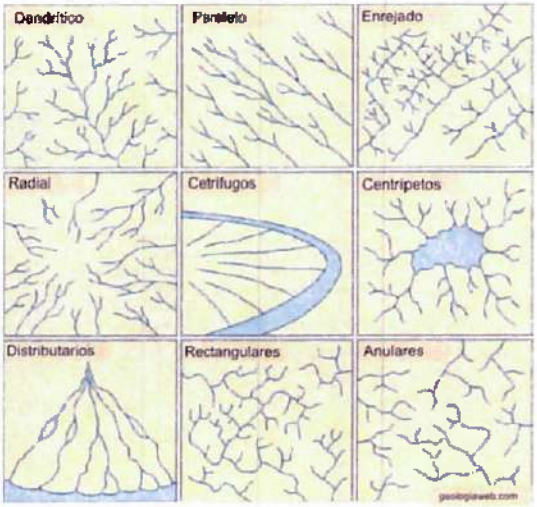
5.7.8.1. Patrón o Sistema de drenaje

El sistema de drenaje de una cuenca o unidad hidrográfica se forma cuando la escorrentía se concentra generando la erosión de la superficie, principalmente su dinámica o comportamiento

dependerá de del relieve, la geología y la cobertura. De acuerdo a al recorrido de los drenajes se puede establecer el patrón de drenaje y caracterizar los posibles comportamientos de la escorrentía.

Para el caso de la unidad hidrográfica de la Quebrada Montechiquito inmersa en el área de estudio se establece un patrón de drenaje de tipo dentífrico, que obedece a la morfometría del terreno. A continuación, se presenta la clasificación principal de los patrones de drenaje.

Figura 28. Clasificación de los patrones de drenaje



Fuente: Tomado de geologiaweb.com

- **Detrítico:** Está formado por una corriente principal con sus afluentes primarios y secundarios uniéndose libremente en todas direcciones.
- **Paralelo:** Son drenajes paralelos que tienen una dirección definida por la pendiente regional del terreno. Cuando mayor sea la pendiente en una dirección, mayor y más paralelos serán los drenajes.
- **Enrejado:** Es particular de rocas fuertemente plegadas o empinadas. Los drenajes que siguen las depresiones junto con los que corren a lo largo de las pendientes opuestas, se combinan para formar un sistema enrejado integrado con afluentes cortos
- **Radial:** Está compuesto por un grupo de drenajes que se originan en un punto central alto o termina en centro común bajo.
- **Centrifugo:** El drenaje centrífugo es similar al radial y ocurre donde, por ejemplo, se desarrollan canales en el interior de meandros.
- **Centrípetos:** El drenaje centrípeto tiene todas las corrientes que fluyen hacia el punto central más bajo en un piso de la cuenca sedimentaria. Ocurre en calderas, cráteres, dolinas y cuencas tectónicas. Una gran área de drenaje interno se encuentra en la meseta tibetana central.
- **Distribuidos:** El drenaje distribuido tipifica los ríos que desembocan en las estrechas gargantas de las montañas y corren sobre llanuras o valles, particularmente durante inundaciones ocasionales cuando sobrepasan sus orillas.

- **Rectangulares:** El drenaje rectangular muestra una red perpendicular de corrientes con afluentes y corrientes principales unidas en ángulo recto. Es menos regular que el drenaje del enrejado y está controlado por articulaciones y fallas geológicas.
- **Anulares:** Las formas anulares se desarrollan cuando el drenaje se acomoda alrededor de un domo de material resistente. Puede originarse en una modificación de una forma radial, si el domo ha plegado estratos alternados de diferente resistencia. Los tributarios seguirán los estratos débiles, confluyendo en ángulo recto con los cursos radiales. Resultan característicos donde hay cuerpos intrusivos que atraviesan rocas sedimentarias.

5.7.8.2. Longitud del cauce principal

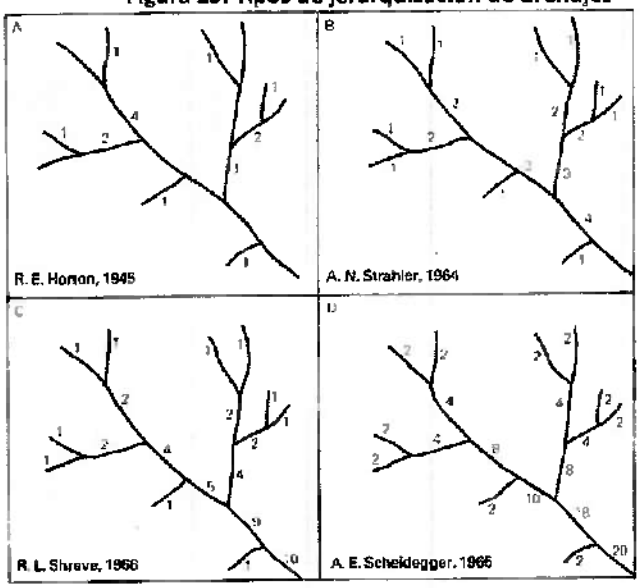
Es la medida de escurrimiento principal de la cuenca, medido desde la parte más alta hasta el punto de salida, generalmente es medido en unidades de (km). Este parámetro influye en el cálculo del tiempo de concentración y en la mayoría de los índices morfométricos. Y se obtiene a partir del mapa hidrológico o la red de drenaje.

5.7.8.3. Orden de la cuenca

La jerarquización o el orden de los drenajes de la cuenca o unidad hidrográfica permiten identificar la complejidad y desarrollo del sistema de drenaje que compone el área de estudio; cuyo concepto se relaciona con el caudal relativo de un segmento de la cuenca. A partir de la jerarquización de arroyos o cauces se puede establecer directamente ciertas características, como lo es el caso de los drenajes de primer orden que corresponde a flujos de agua que no acogen otros drenajes tributarios.

Existen varios métodos de jerarquización de los drenajes tales como el de Horton (1945), Strahler (1964), Shreve (1966) y Scheidegger (1965). La siguiente figura presenta una esquematización de las diferentes metodologías para la jerarquización de drenajes.

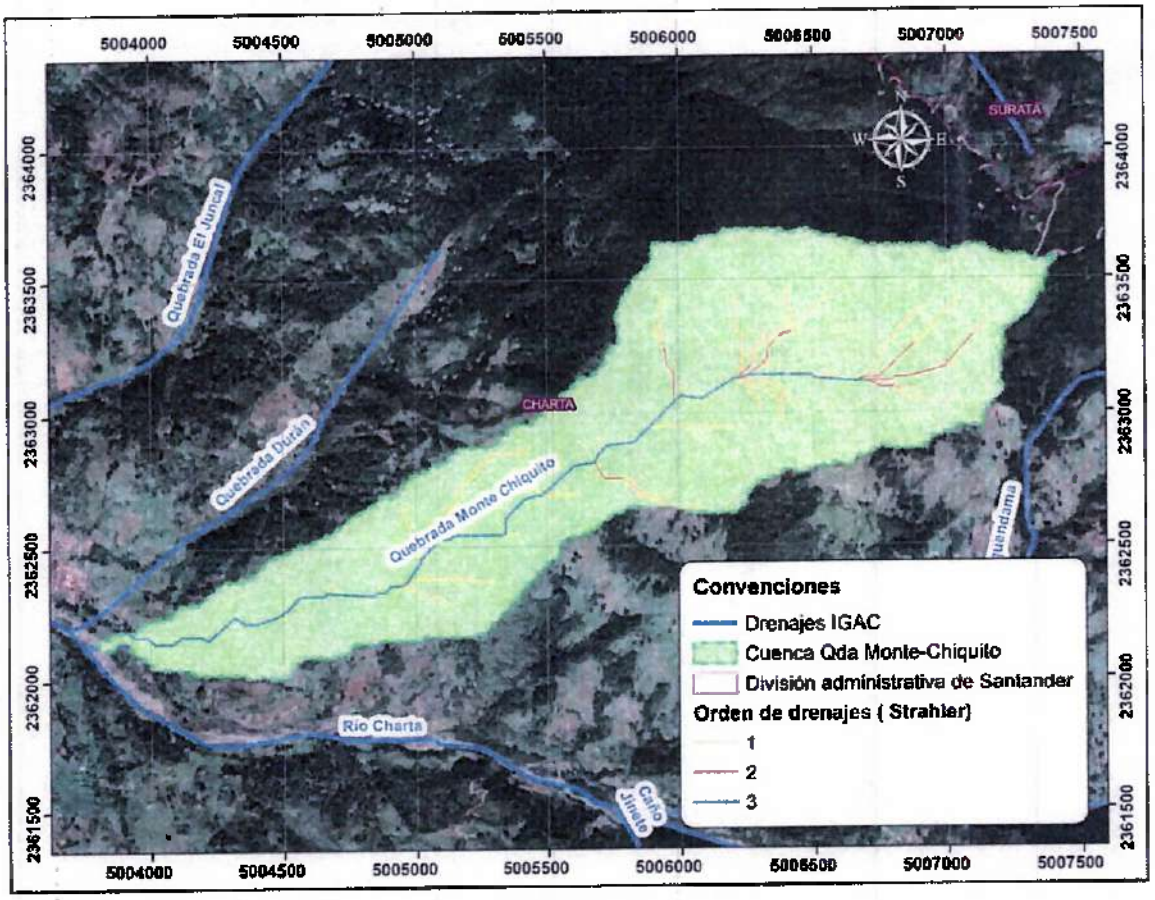
Figura 29. Tipos de jerarquización de drenajes



Fuente: Geomorfología – G. Elorza, 2008

La clasificación empleada para la jerarquización de los drenajes en este estudio se desarrolló mediante el método de Strahler. El cual asigna un valor de orden 1 a los drenajes que no poseen tributarios, la intersección de dos drenajes del mismo orden generará un drenaje de orden inmediatamente superior, si la intersección se genera entre dos drenajes de distinto orden el drenaje que surge seguirá el de mayor orden.

Figura 30. Orden de los drenajes por Strahler de la unidad hidrográfica de estudio



Fuente: Autor

5.7.8.4. Densidad de drenaje (Db)

Este índice relaciona la longitud de la red de drenaje y el área de la unidad hidrográfica o cuenca sobre la cual drenan las corrientes hídricas. Con el fin de catalogar un área de drenaje como bien o mal drenada, analizando su densidad de drenaje.

$$D_d = \frac{Li}{A}$$

Donde:

Li: Longitud del cauce principal (km)

A: Área de la unidad hidrográfica (km^2)

Calculando la densidad de drenaje para la unidad hidrográfica de estudio se obtiene el siguiente valor.

$$D_d = \frac{4.15}{2.16}$$

$$D_d = 5.06$$

De acuerdo a la literatura la densidad de drenaje se puede categorizar como bien drenaje o mal drenada a partir de los siguientes valores:

Tabla 35. Valores interpretativos de la densidad de drenaje

Valores Aproximados	Forma de la Cuenca
Db < 0.5	Mal drenada
0.5 > Db < 3.5	Mediamente drenada
Db > 3.5	Bien drenada

Fuente: Jiménez, 1992.

5.7.8.5. Pendiente promedio del cauce principal

Se establece como la relación entre la diferencia de cotas de nivel de la cuenca y la longitud del drenaje principal, para el caso de la Quebrada La Chiquita su estimación se presenta a continuación:

$$Pendiente\ promedio\ del\ cauce\ principal = \frac{Diferencia\ de\ cotas\ de\ nivel\ (msnm)}{Longitud\ del\ cauce\ principal\ (km)}$$

$$Pendiente\ promedio\ del\ cauce\ principal = \frac{1346.00\ (msnm)}{(4.15km * 1000)\ (m)} = 32\%$$

5.7.9. Tiempos de concentración

Es considerado como el tiempo de viaje de una gota de agua de lluvia que escurre superficialmente desde el lugar más lejano de la cuenca hasta el punto de salida. Para su cálculo se pueden emplear diferentes fórmulas que se relacionan con otros parámetros propios de la cuenca. Para la estimación del tiempo de concentración se recomienda emplear varias ecuaciones empíricas disponibles en la literatura científica, se considera apropiado incluir al menos cinco estimaciones diferentes, (Ven Te Chow, 1994). A manera de resumen se presentan los resultados para los diferentes cálculos del tiempo de concentración.

Tabla 36. Valores del tiempo de concentración

Tiempo de concentración							
Kirpich (1942) (hr)	V.T Chow (hr)	Giandotti (hr)	Témez (1978) (hr)	Clark (hr)	California (hr)	Ventura-Heras (hr)	Tc promedio (hr)
0.305	0.827	0.413	1.079	0.719	0.307	1.079	0.675
Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min	Min
18.301	49.607	24.757	64.714	43.138	18.401	64.714	40.519

Fuente: Autor

5.7.9.1. Cálculo del tiempo de concentración (Tc) según Kirpich:

Desarrollada a partir de información del SCS en siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3 a 10%).

Donde:

Tc = Tiempo de concentración (horas)
L = Longitud desde la estación de aforo hasta la divisoria siguiendo en cauce principal (km)
S = Diferencia de cotas entre los puntos extremos de la corriente en m/m.

Calculando para la cuenca de estudio:

$$Tc = 0.066\left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0.77}$$

$$Tc = 0.305\ hr \approx 18.3\ min$$

5.7.9.2. Cálculo del tiempo de concentración (Tc) según Témez:

El límite de aplicación de este método está impuesto por dos parámetros (el tiempo de concentración y la superficie de la cuenca de estudio).

$$0.25\ h < Tc < 24\ h$$

$$1\ km^2 < Tc < 3000\ km^2$$

Donde:

Tc = Tiempo de concentración (horas)
L = Longitud del cauce principal (km)
S = Pendiente de la cuenca en m/m, diferencia de cotas sobre la longitud del cauce principal

$$Tc = 0.30\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.76}$$

Calculando para la cuenca de estudio:

$$Tc = 1.079\ hr \approx 64.714\ min$$

5.7.9.3. Cálculo del tiempo de concentración (Tc) según Giandotti:

Se emplea siempre y cuando se cumpla la siguiente condición

$$\frac{L}{3600} \geq Tc \geq \frac{L}{3600 + 1.5}$$

Su cálculo se determina mediante la siguiente ecuación:

Donde:

Tc = Tiempo de concentración (horas)
Lc = Longitud del cauce principal (km)
So = Pendiente promedio del cauce principal (m/m)
A = Área de la cuenca (km^2)

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L_c}{25.3\sqrt{L_c S_o}}$$

Calculando para la cuenca de estudio:

$$T_c = 0.413\ hr \approx\ 24.757 min$$

5.7.9.4. Cálculo del tiempo de concentración (Tc) Método California:

Su cálculo se determina mediante la siguiente ecuación y se emplea para cuencas pequeñas y generalmente situada en zonas agrícolas y en el método racional.

Donde:

Tc = Tiempo de concentración (horas)
L = Longitud del cauce principal (km)
H = Desnivel máximo de la cuenca (msnm)

$$T_c = (\frac{0.871L^3}{H})^{0.385}$$

Calculando para la cuenca de estudio:

$$T_c = 0.307\ hr \approx\ 18.401\ min$$

5.7.9.5. Cálculo del tiempo de concentración (Tc) según V.T. Chow:

Se determina a partir de la siguiente expresión:

$$Tc = 0.273\left(\frac{L}{S^{0.5}}\right)^{0.64}$$

Donde:

Tc = Tiempo de concentración (horas)
S= Pendiente del cauce principal (%)
L = Longitud del cauce principal (km)

Calculando para la cuenca de estudio:

$$Tc = 0.827\ hr \approx 49.607\ min$$

5.7.9.6. Cálculo del Tiempo de Concentración (Tc) según Ventura - Heras:
Se determina a partir de la siguiente expresión:

$$Tc = 0.30\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.75}$$

Donde:

Tc = Tiempo de concentración (horas)
S= Pendiente del cauce principal (%)
L = Longitud del cauce principal (km)

Calculando para la cuenca de estudio:

$$Tc = 1.709\ hr \approx 64.71\ min$$

5.7.9.7. Cálculo del Tiempo de Concentración (Tc) según Clark:
Se determina a partir de la siguiente expresión:

$$Tc = 0.335\left(\frac{A}{S^{0.5}}\right)^{0.593}$$

Donde:

Tc = Tiempo de concentración (horas)
A= Área de la cuenca (km^2)
S = Pendiente promedio de la cuenca (%)

Calculando para la cuenca de estudio:

$$T_c = 0.719\ hr \approx 43.138\ min$$

5.8. ESTIMACIÓN DE CAUDALES LÍQUIDOS

Este capítulo se centra en la estimación de caudales líquidos (sin considerar los sedimentos) que se generan en la cuenca o unidad hidrográfica de la Quebrada Monte Chiquito que atraviesa el área de estudio, y es un insumo para el modelo hidráulico requerido para justificar la socavación y cota de inundación máxima. La estimación de caudales en este estudio se obtiene mediante los métodos más acordes al tamaño la unidad hidrográfica o justificados de acuerdo con los requerimientos técnicos del proyecto; y siguiendo lo dispuesto en las normativas vigentes colombianas para la estimación de caudales de aguas lluvias. El cálculo de caudales se determinó para dos (2) periodos de retorno correspondientes a 50 y 100 años.

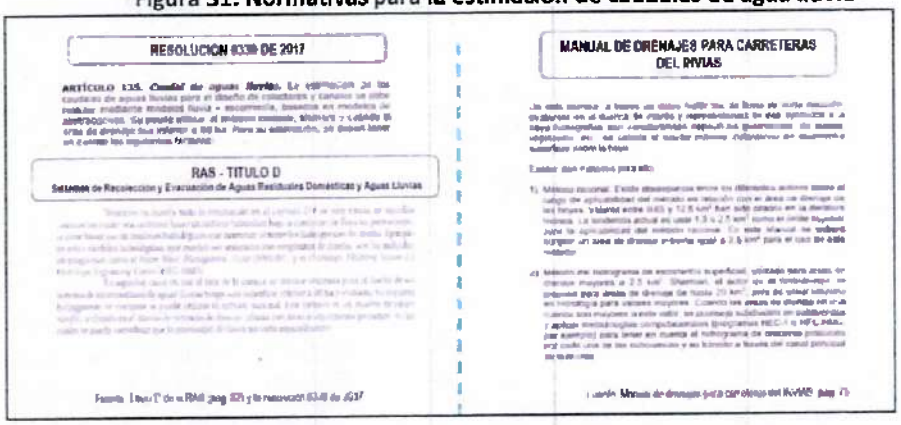
5.8.1. Marco legal para la estimación de caudales

Actualmente existen varios criterios en Colombia para establecer la metodología de obtención del caudal de aguas lluvias, por un lado, se encuentra el Título D – Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales del Reglamento Técnico para el Sector del Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), y la resolución 0330 de 2017 adoptada por la RAS y su actualización mediante el ministerio de vivienda con la resolución 799 del 2021, que establecen un rango máximo de 80 ha para poder emplear el método racional para el cálculo de caudales.

El otro criterio tomado en cuenta corresponde al Manual de Drenajes para Carreteras del INVIAS, que establece un rango máximo de 2.5km2 (250ha) para el empleo del método racional, para las áreas mayores a 2.5km2 y menores a 20km2 se emplea el método de hidrograma de escorrentía superficial.

Teniendo en cuenta que el área de la cuenca o unidad hidrográfica de estudio es de aproximadamente 2.16 km2, se podría emplear el método racional para el cálculo de los caudales máximos de cada periodo de retorno de análisis. No obstante, contemplando que dentro de los requerimientos técnicos del presente proyecto se exige la modelación hidrológica bajo escenarios de obras existentes y obras propuestas que puede repercutir en la cobertura futura, se considera la estimación de caudales mediante el método de hidrograma de escorrentía superficial, para el cual es necesario obtener los valores de número de curva cuyo concepto este arraigado a la capacidad de infiltración de los suelos y cobertura de los mismos. La obtención de caudal mediante esta metodología se realiza con el software computacional de licencia libre HEC-HMS.

Figura 31. Normativas para la estimación de caudales de agua lluvia



Fuente: Autor en base a las normativas vigentes colombianas

5.8.2. Método de cálculo de caudal máximo de diseño

Con la escorrentía potencial se puede establecer el caudal que produce el área de drenaje, existen varios métodos para estimar este caudal:

- **El método racional:** es posiblemente el método más antiguo de la relación lluvia escorrentía. Este modelo toma en cuenta, además del área de la cuenca, la altura o intensidad de precipitación y es hoy en día muy utilizado para drenajes urbanos, pero en nuestro caso no da un ajuste bueno debido a que no considera una serie de parámetros importantes. El método racional en palabras coloquiales parte de la suposición de que el área de drenaje es tan pequeña que la precipitación que cae sobre este se distribuye de forma homogénea.
- **Método del Hidrograma unitario:** Este es el método más adecuado ya que toma en cuenta ya que considera el área, cobertura y tipo de suelo (capacidad de infiltración de los mismos) que afectan la escorrentía superficial y por tanto el caudal máximo. Para esta metodología existen programas de licencia libre como HEC-HMS.

5.8.3. Método del hidrograma unitario

5.8.3.1. Precipitaciones efectivas

De acuerdo con el manual de drenajes para carreteras del INVIAS se acoge por criterios de simplicidad para el cálculo de precipitaciones efectivas de diseño (escorrentía superficial) en modelos de lluvia – escorrentía el método de las curvas CN (Curve Number) del soil conservation service, SCS del U.S. Departament of Agriculture.

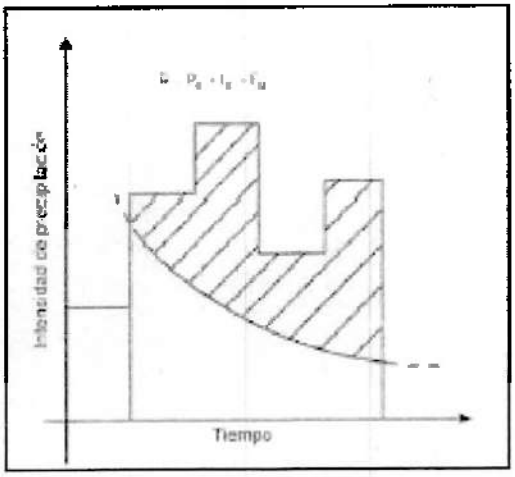
El Soil Conservation Service de los Estados Unidos de América, SCS, desarrolló un método denominado número de curva de escorrentía CN, para calcular las abstracciones de una tormenta, las cuales incluyen la intercepción, la detención superficial y la infiltración propiamente dicha.

En este método, la profundidad de escorrentía (es decir, la profundidad efectiva de precipitación) es una función de la profundidad total de precipitación y de un parámetro de abstracción referido al número de curva de escorrentía, denominado número de curva o CN. El número de curva varía en un rango de 1 a 100, existiendo una función de las siguientes propiedades productoras de escorrentía de la unidad hidrográfica: (1) tipo de suelo hidrológico, (2) utilización y tratamiento del suelo, (3) condiciones de la superficie del terreno, y (4) condición de humedad antecedente del suelo.

El método del número de curva de escorrentía fue desarrollado a partir de datos de precipitación y escorrentía de 24 horas y, como tal, debe ser usado hasta esta última duración. No toma explícitamente en consideración las variaciones temporales de intensidad de lluvia. La distribución temporal de precipitación puede ser introducida en una etapa posterior.

Para la tormenta como un todo, la profundidad de exceso de precipitación o escorrentía directa, Pe, es siempre menor o igual a la profundidad de precipitación P; de manera similar, después de que la escorrentía se inicia, la profundidad adicional del agua retenida en la cuenca Fa es menor o igual a la retención potencial máxima S.

Figura 32. Normativas para la estimación de caudales de agua lluvia



Fuente: Autor

Existe una gran cantidad de precipitación I_a (abstracción inicial antes del encharcamiento) para la cual ocurrirá escorrentía, luego la escorrentía potencial es $P\text{-}I_a$. La hipótesis del método del SCS consiste en que las relaciones de las dos cantidades reales y las dos cantidades potenciales son iguales, es decir:

$$\frac{Fa}{S} = \frac{Pe}{P - Ia}$$

Del principio de continuidad de la precipitación:

$$P = Pe + Ia + Fa$$

Combinando las ecuaciones anteriores y resolviendo para Pe se encuentra:

$$Pe = \frac{(P - Ia)^2}{P - Ia + S}$$

Esta es la ecuación básica para el cálculo de la profundidad de exceso de precipitación o escorrentía directa de una tormenta, utilizando el método de SCS.

5.8.3.2. Estimación del valor del número de curva de escorrentía CN

El valor de curva número permite caracterizar el potencial de escorrentía de una cuenca o unidad hidrográfica, este parámetro hidrológico se puede determinar mediante características físicas de la cuenca, tales como la cobertura y la capacidad de infiltración de los suelos asociada mediante la discretización del grupo hidrológico del suelo. Anteriormente en los años 50 el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos había desarrollo una primera expresión matemática para determinar la escorrentía (V. Mockus, 1964):

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

Donde:

S: Potencial máximo de retención (mm)
P: Lámina de lluvia (mm)
Q: Escorrentía (mm)

Sin embargo, el valor del potencial máximo de retención S puede tomar valores desde cero a infinito, por tal motivo el Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos opto por parámetros más convenientes para la estimación de la escorrentía directa generada por un evento de lluvia, el concepto de número de curva puede tomar valores entre 0 a 100 (V. Mockus, 1964), y se expresa mediante la siguiente expresión.

$$NC = \frac{25400}{S + 254}$$

5.8.3.3. Clasificación hidrológica de los suelos

El concepto de grupo hidrológicos de suelos corresponde al conjunto de suelos que presentan un comportamiento similar ante la generación de la escorrentía. Las propiedades de los suelos "desnudos", luego de un humedecimiento prolongado, que son consideradas para estimar la tasa mínima de infiltración, son: profundidad del nivel freático en época de invierno, infiltración y permeabilidad del suelo luego de un humedecimiento prolongado, y la profundidad hasta el estrato de permeabilidad muy baja. La influencia de la cobertura vegetal es tratada independientemente.

Los suelos han sido clasificados en cuatro grupos A, B, C, y D, de acuerdo con el potencial de escurrimiento.

A. **(Bajo potencial de escorrentía)**: Suelos que tienen alta tasa de infiltración incluso cuando estén muy húmedos. Consisten en arenas o gravas profundas, bien a excesivamente drenadas. Estos suelos tienen una alta tasa de transmisión de agua.
B. **(Moderadamente bajo potencial de escorrentía)**: Suelos con tasa de infiltración moderada cuando están muy húmedos. Suelos moderadamente profundos a profundos, moderadamente bien drenados a bien drenados, suelos con texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas, y permeabilidad moderadamente lenta a moderadamente rápida. Son suelos con tasas de transmisión de agua moderadas.
C. **(Moderadamente alto potencial de escorrentía)**: Suelos con infiltración lenta cuando están muy húmedos. Consisten en suelos con un estrato que impide el movimiento del agua hacia abajo; suelos de texturas moderadamente finas a finas; suelos con infiltración lenta debido a sales o álcalis o suelos con niveles freáticos moderados. Esos suelos pueden ser pobremente drenados o bien a moderadamente bien drenados, con estratos de permeabilidad lenta a muy lenta a poca profundidad (50-100 cm).
D. **(Alto potencial de escorrentía)**: Suelos con infiltración muy lenta cuando están muy húmedos. Consisten en suelos arcillosos con alto potencial de expansión; suelos con nivel freático alto permanente; suelos con estrato arcilloso superficial; suelos con infiltración muy lenta debido a sales o álcalis y suelos poco profundos sobre material casi impermeable. Estos suelos tienen una tasa de transmisión de agua muy lenta.

5.8.3.4. Uso y tratamiento del suelo

El efecto de la condición superficial sobre la unidad hidrográfica se evalúa por medio de las clases de tratamiento y uso del suelo. El uso del suelo pertenece a la cobertura de la unidad hidrográfica, incluyendo todo tipo de vegetación, humus vegetal, tierras en descanso (suelo limpio), así como usos no agrícolas, como superficies de agua (lagos, ciénagas u otras), superficies impermeables (caminos, techos, etc.) y áreas urbanas. El tratamiento del suelo se aplica principalmente a los usos agrícolas del suelo, y éste incluye prácticas mecánicas, como el perfilado de curvas de nivel o terraceo, y prácticas de manejo, como el control de pastoreo y la rotación de cultivos. Una clase de tratamiento/uso es la combinación frecuentemente encontrada en una unidad hidrográfica. (INVIAS, 2009)

El método del número de curva de escorrentía distingue entre suelos cultivados, prado y bosques. Para suelos cultivados, identifica los siguientes usos y tratamientos del suelo: tierras en descanso, prados, cultivos de hilera, cultivos de granos, vegetales sembrados cercanamente, rotaciones (de pobre a buena), cultivos en hileras rectas, campos sembrados a lo largo de curvas de nivel y cultivos terraceados.

5.8.3.5. Condición hidrológica

Los prados son evaluados con una condición hidrológica de pasto natural. El porcentaje de área cubierta con pasto natural y la intensidad de pastoreo son estimadas visualmente. Una condición hidrológica pobre corresponde a menos del 50 % de área cubierta y alta intensidad de pastoreo. Una condición hidrológica aceptable corresponde al 50 a 75 % del área cubierta y media intensidad de pastoreo. Una condición hidrológica buena corresponde a más del 75 % de área cubierta y ligera intensidad de pastoreo.

Los bosques son pequeñas arboledas aisladas o árboles que han sido sembrados para fincas o para usar en granjas. La condición hidrológica para los bosques se determina visualmente como sigue: (1) Bosque pobre: densamente pastado o bosque regularmente quemado, con pocos arbustos y muy pequeña cantidad de humus vegetal; (2) Bosque aceptable: con pastos no quemados, con algunos arbustos y moderada cantidad de humus vegetal; (3) Bosque bueno: protegido con pasto, con alta cantidad de humus vegetal y muchos arbustos cubriendo la superficie.

5.8.3.6. Condición de humedad antecedente

El método del número de curva de escorrentía tiene tres niveles de humedad antecedente, dependiendo de la precipitación total en los cinco días previos a la tormenta que se analiza. La condición de humedad antecedente seca (AMC I) tienen el menor potencial de escorrentía, con los suelos estando lo suficientemente secos para un arado satisfactorio o para que una siembra se lleve a cabo. La condición de humedad antecedente promedio (AMC II) tiene un potencial de escorrentía promedio. La condición de humedad antecedente húmeda (AMC III) tiene el mayor potencial de escorrentía, con la unidad hidrográfica prácticamente saturada de precipitaciones anteriores. La condición de humedad antecedente puede ser determinada a partir de la información de la siguiente tabla.

Tabla 37. Precipitación Acumulada para 3 Niveles de Condición de Humedad Antecedente

CONDICIÓN DE HUMEDAD ANTECEDENTE (AMC)	PRECIPITACIÓN ACUMULADA DE LOS 5 DÍAS PREVIOS AL EVENTO EN CONSIDERACIÓN (mm)
I	0 - 36
II	36.1 – 52.5
III	Más de 52.5

Fuente: Manual de drenajes para carreteras - INVIAS

5.8.3.7. Determinación del número de curva de escorrentía

En la actualidad existen tablas teóricas que establecen el valor de número de curva de escorrentía CN, de acuerdo al grupo hidrológico de los suelos, el tipo de cobertura y el nivel de condición de humedad antecedente (AMC). El manual de drenajes para carreteras presenta tablas teóricas del valor de curva números para un promedio de la condición AMC II para varias coberturas hidrológicas del suelo. En estas se muestran los números de curva para áreas urbanas, para áreas agrícolas cultivadas, y para otros tipos de tierras agrícolas, respectivamente.

Tabla 38. Precipitación Acumulada para 3 Niveles de Condición de Humedad Antecedente

TIPO DE COBERTURA Y CONDICION HIDROLOGICA	% PROMEDIO ÁREAS IMPERMEABLES[1]	NUMERO DE CURVAS PARA GRUPOS DE SUELOS HIDROLOGICOS			
		A	B	C	D
Áreas urbanas totalmente desarrolladas (vegetacion ya establecida):					
Espacios abiertos (prados, parques, campos de golf, cementerios, etc.)[2]					
Condicion pobre (menos del 50% cubierto de pasto)		68	79	86	89
Condicion regular (del 50% al 75% cubierto de pasto)		49	69	79	84
Condicion buena (mas del 75% cubierto de pasto)		39	61	74	80
Áreas impermeables:					
Parqueaderos pavimentados, techos, autopistas, etc. (excluyendo derecho de via)		98	98	98	98
Calles y caminos:					
Pavimentados		98	98	98	98
Pavimentados; zanjas abiertas (incluyendo derecho de via)		83	89	92	93
Grava (incluyendo derecho de via)		76	85	89	91
Tierra (incluyendo derecho de via)		72	82	87	89
Áreas desiertas urbanas:					
Paisajes desérticos naturales (solamente áreas permeables)[3]		63	77	85	88
Paisajes desérticos artificiales (barreras impermeables de arcilla, asfalto de desierto con 1 a 2 pulg de diámetro. Cubierta de arena o grava y orillas de áreas humedas)		96	96	96	96
Áreas urbanas:					
Comercio y de negocios	85	89	92	94	95
Industrial	72	81	88	91	93
Áreas residenciales por promedio del tamaño del lote:					
1/8 de acre o menos (506 m^2 o menos)	65	77	85	90	92
1/4 acre (1012 m^2)	38	61	75	83	87
1/3 acre (1350 m^2)	30	57	72	81	86
1/2 acre (2025 m^2)	25	54	70	80	85
1 acre (4050 m^2)	20	51	68	79	84
2 acre (8100 m^2)	12	46	65	77	82
Áreas urbanas desarrolladas:					
Áreas permeables conformadas (solamente areas permeables, sin vegetación)		77	86	91	94

Fuente: Manual de drenajes para carreteras - INVIAS

[1]El porcentaje promedio de área impermeable muestreada fue empleado para desarrollar el conjunto de valores de CN. Otras suposiciones son las siguientes: áreas impermeables están directamente conectadas con el sistema de drenaje, áreas impermeables tienen un CN=98; y áreas permeables son consideradas equivalentes a espacios abiertos con una condición hidrológica buena.

[2]CN mostrados son equivalentes a aquéllos de pastos. Se pueden calcular valores de CN compuestos para otras combinaciones de tipo de cobertura de espacios abiertos.

[3]Los valores de CN de áreas permeables se suponen equivalentes a arbustos de desierto con una condición hidrológica pobre.

Tabla 39. Número de Curva de Escorrentía para Tierras Agrícolas Cultivadas para una Condición de Humedad Antecedente Promedio AMCII e Ia=0.2S

COBERTURA		CONDICIÓN HIDROLÓGICA	GRUPO DE SUELOS			
			A	B	C	D
USO DE LA TIERRA	TRATAMIENTO O PRÁCTICA		NÚMERO DE CURVA			
Rastrojo	Hileras Rectas	—	77	86	91	94
Cultivos en hileras	Hileras Rectas	Mala	72	81	88	91
		Buena	67	78	85	89
	Curvas de nivel	Mala	70	79	84	88
		Buena	65	75	82	86
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	66	74	80	82
		Buena	62	71	78	81
Cultivos en hileras estrechas	Hileras rectas	Mala	65	76	84	88
		Buena	63	75	83	87
	Curvas de nivel	Mala	63	74	82	85
		Buena	61	73	81	84
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	61	72	79	82
		Buena	59	70	78	81
Leguminosas en[1] hileras estrechas o forraje en rotación	Hileras rectas	Mala	66	77	85	89
		Buena	58	72	81	85
	Curvas de nivel	Mala	64	75	83	85
		Buena	55	69	78	83
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	63	73	80	83
		Buena	51	67	76	80

Fuente: Manual de drenajes para carreteras – INVIAS

Tabla 40. Número de Curva de Escorrentía de Otras Tierras Agrícolas para una Condición de Humedad Antecedente Promedio AMCII e Ia=0.2S

DESCRIPCIÓN Y TIPO DE COBERTURA	CONDICIÓN HIDROLÓGICA	NÚMERO DE CURVA PARA GRUPOS DE SUELOS HIDROLÓGICOS			
		A	B	C	D
Pastos, forraje para pastoreo[1]	Mala	68	79	86	89
	Regular	49	69	79	84
	Buena	39	61	74	80
Prados continuos, protegidos de pastoreo, y generalmente segados para heno	—	30	58	71	78
Maleza mezclada con pasto de semilla con la maleza como principal elemento[2]	Mala	48	67	77	83
	Regular	35	56	70	77
	Buena	30[3]	48	65	73
Combinación de bosques y pastos (huertas o granjas con árboles)[4]	Mala	57	73	82	86
	Regular	43	65	76	82
	Buena	32	58	72	79
Bosques[5]	Mala	45	66	77	83
	Regular	36	60	73	79
	Buena	30	55	70	77
Predios de granjas, construcciones, veredas, caminos y lotes circundantes	—	59	74	82	86

Fuente: Manual de drenajes para carreteras – INVIAS

[1]Mala: Menos de 50% del suelo cubierto con pastoreo intensivo sin maleza, Regular: 50 a 75% del suelo cubierto y un pastoreo no muy intensivo, Buena: más del 75% del suelo cubierto y un pastoreo ocasional a ligero.

[2]Mala: Menos del 50% del suelo cubierto. Regular: 50 a 75% del suelo cubierto. Buena: más del 75% del suelo cubierto.

[3]Número de curva actual menor a 30. Emplear CN=30 para cálculos de escorrentía.

[4]Los valores de CN mostrados se calcularon para áreas con 50% bosques y 50% cubiertas con pastos. Se pueden calcular otras combinaciones de CN para bosques y pastos.

[5]Mala: Humus vegetal, pequeños árboles y maleza destruida por pastoreo intensivo, y quemas regulares. Regular: Bosques con pastoreo, pero no quemados, suelo cubierto por humus vegetal.

[6]Buena: Bosques protegidos del pastoreo, y el suelo cubierto adecuadamente por humus vegetal.

5.8.3.8. Hietograma de diseño

Para el cálculo de los hietogramas de aguaceros espaciales de diseño de precipitación efectiva a ser aplicados a los hidrogramas de escorrentía superficial sobre la unidad hidrográfica de interés, se debe seguir el siguiente procedimiento:

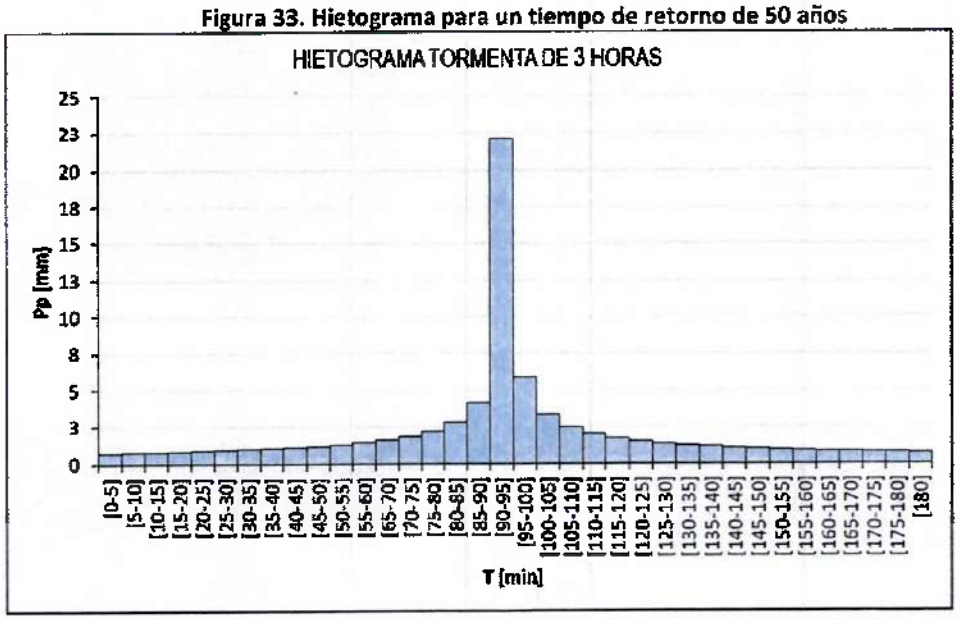
- Calcular la curva de masas de los aguaceros espaciales de diseño con base en los hietogramas respectivos
- Para cada duración de la lluvia seleccionada (congruente con la duración de la lluvia efectiva del hidrograma de escorrentía superficial seleccionado, igual a Tr, calcular la curva de masas de la precipitación efectiva espacial por medio del método de las curvas CN del Soil Conservation Service.
- Calcular el hietograma de lluvia espacial efectiva sobre la unidad hidrográfica, restando las precipitaciones consecutivas de la curva de masas de precipitación efectiva espacial.

5.8.4. Estimación de caudales en HEC-HMS

5.8.4.1. Hietograma de diseño empleado

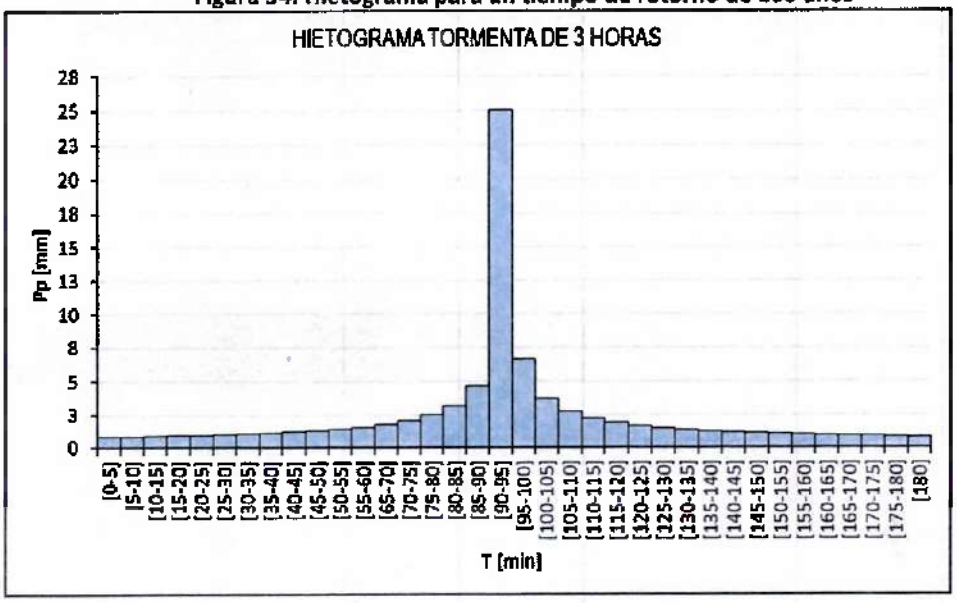
Los hietogramas empleados para la obtención de caudales por el método de hidrograma unitario corresponden a tormentas críticas con duraciones de tres (3) horas para los siguientes los periodos de retorno de 50 y 100 años según las especificaciones técnicas del proyecto.

Figura 33. Hietograma para un tiempo de retorno de 50 años



Fuente: Autor en base a datos del IDEAM

Figura 34. Hietograma para un tiempo de retorno de 100 años



Fuente: Autor en base a datos del IDEAM

Tabla 41. Valores de hietograma para un tiempo de retorno de 50 años

Tr = 50 años			
Duración	Pp	Duración	Pp
min	(mm)	min	(mm)
5	0.73	95	5.88
10	0.76	100	3.30
15	0.79	105	2.44
20	0.82	110	1.99
25	0.86	115	1.70
30	0.91	120	1.50
35	0.96	125	1.35
40	1.02	130	1.23
45	1.10	135	1.14
50	1.18	140	1.06
55	1.29	145	0.99
60	1.42	150	0.94
65	1.59	155	0.89
70	1.83	160	0.84
75	2.19	165	0.81

80	2.79	170	0.77
85	4.14	175	0.74
90	22.11	180	0.71

Fuente: Autor

Tabla 42. Valores de hietograma para un tiempo de retorno de 100 años

Tr = 100 años			
Duración	Pp	Duración	Pp
min	(mm)	min	(mm)
5	0.82	95	6.66
10	0.86	100	3.74
15	0.89	105	2.77
20	0.93	110	2.25
25	0.98	115	1.93
30	1.03	120	1.70
35	1.09	125	1.53
40	1.16	130	1.40
45	1.24	135	1.29
50	1.34	140	1.20
55	1.46	145	1.12
60	1.61	150	1.06
65	1.80	155	1.00
70	2.08	160	0.96
75	2.48	165	0.91
80	3.16	170	0.87
85	4.69	175	0.84
90	25.05	180	0.81

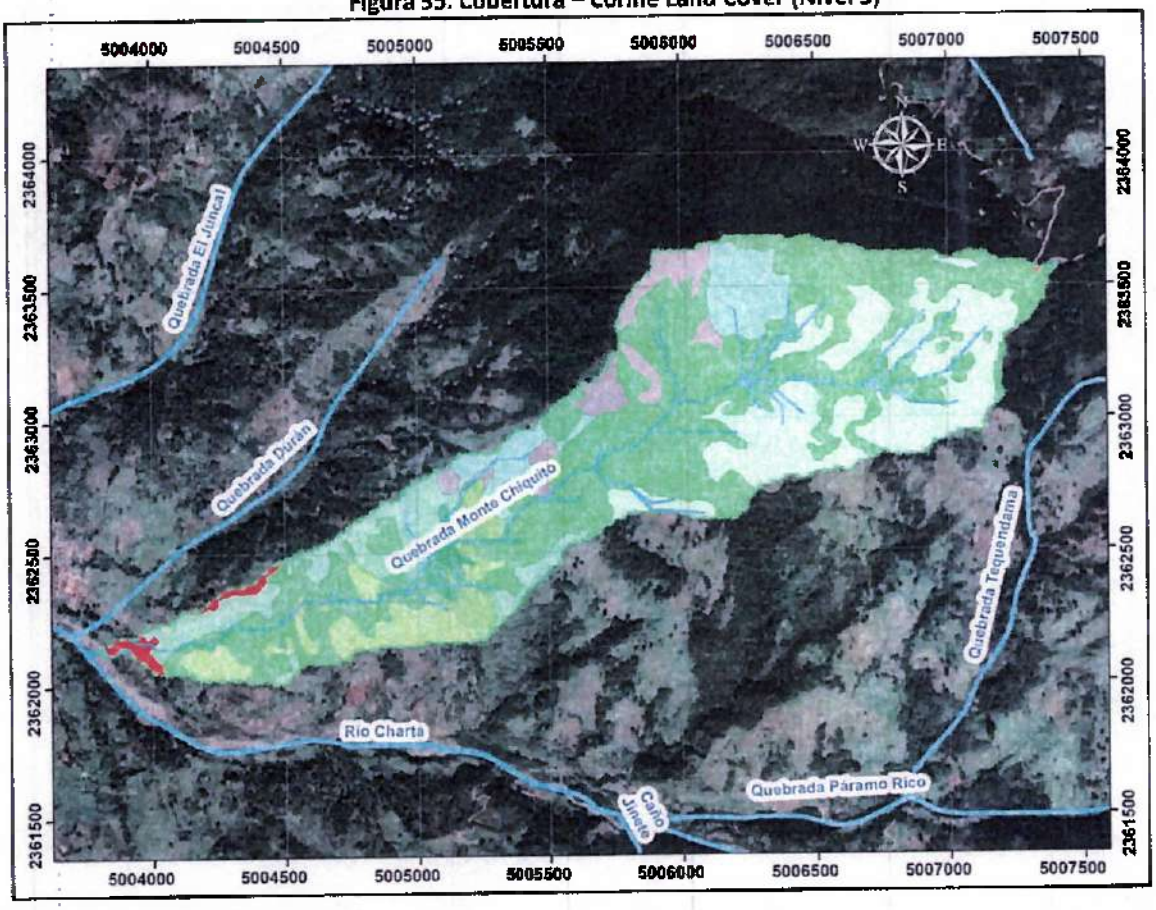
Fuente: Autor

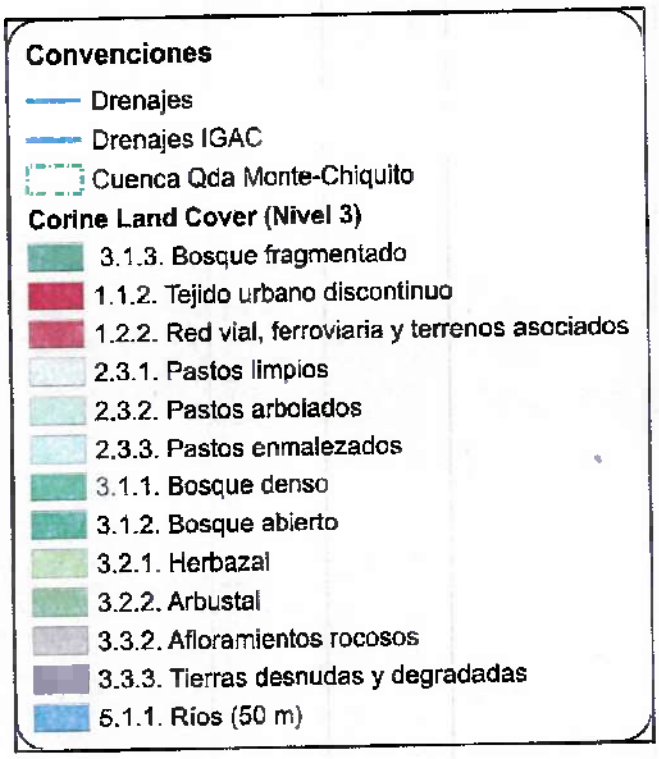
5.8.4.2. Estimación de valores de curva número CN

Para estimar los valores de curva número de la cuenca o unidad hidrográfica de estudio fue necesario obtener el mapa de coberturas que lo conforman y la discretización del grupo hidrológica del área de interés.

- **Grupo hidrológico (GH):** Se estableció a partir del estudio de suelos del área de estudio y al reconocimiento de las unidades geomorfológicas que componen la cuenca, obteniendo un grupo hidrológico tipo B caracterizado por suelos que presentan texturas moderadamente finas a moderadamente gruesas.
- **Cobertura actual:** La cobertura de la cuenca se determinó mediante la metodología Corine Land Cover establecida por el IGAC. No obstante, cabe mencionar que se tomaron las descripciones del Nivel 3 de esta metodología; debido a que estas se ajustan mejor a las tablas anteriormente presentadas del manual de drenajes para carreteras del INVIAS, para la obtención de los valores de curva número una vez definido la cobertura y grupo hidrológico. A continuación, se presenta el mapa de coberturas de la cuenca analizada.

Figura 35. Cobertura – Corine Land Cover (Nivel 3)





Fuente: Autor en base al IGAC

- **Valores de curva número (CN):** La siguiente tabla presenta el resumen de los valores de curva número según el grupo hidrológico y la cobertura. Adicionalmente se estima un valor representativo CN, debido a que por simplicidad el software HEC-HMS solicita un valor unificado de CN que represente la capacidad de infiltración de la cuenca. Dicho valor corresponde para el caso analizado a 63.78.

Tabla 43.Valor de curva numero

FID	Cobertura - Corine Land Cover (N3)	GH	CN	AREA (km2)	CN*AREA
34	3.1.3. Bosque fragmentado	B	60	0.186701	11.20206
30	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	B	85	0.009035	0.767975
38	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	B	85	0.013284	1.12914
8	1.2.2. Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	B	85	0.000613	0.052105
6	2.3.1. Pastos limpios	B	69	0.194573	13.425537
7	2.3.1. Pastos limpios	B	69	0.004854	0.334926
10	2.3.1. Pastos limpios	B	69	0.14285	9.85665
11	2.3.1. Pastos limpios	B	69	0.039842	2.749098
12	2.3.1. Pastos limpios	B	69	0.021562	1.487778

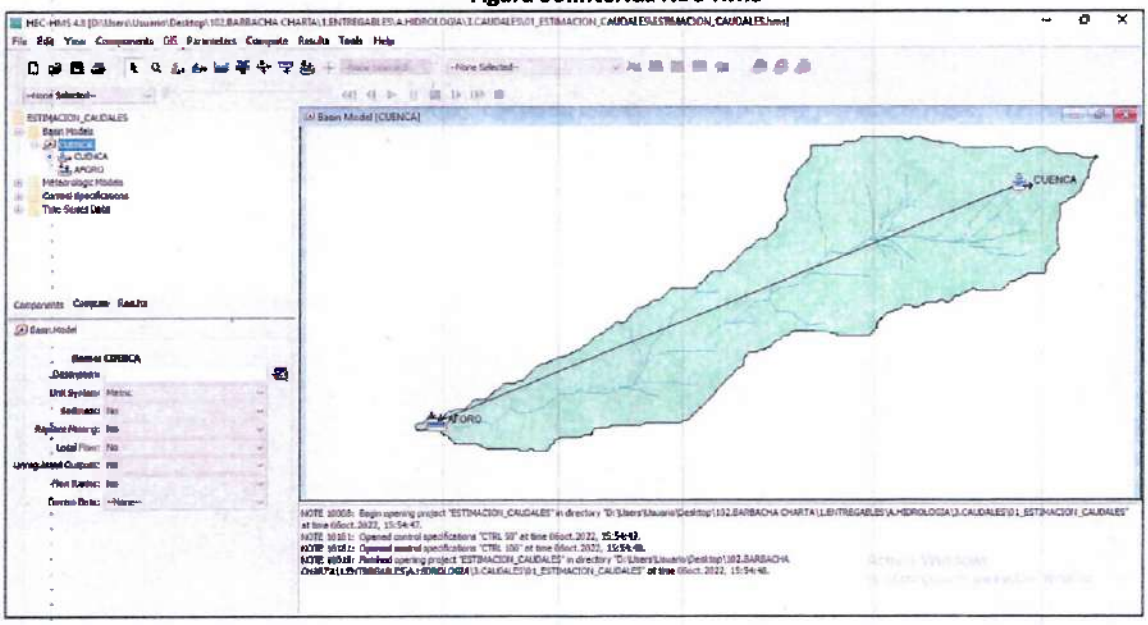
18	2.3.1. Pastos limpios	B	69	0.028513	1.967397
27	2.3.2. Pastos arbolados	B	61	0.001183	0.072163
28	2.3.2. Pastos arbolados	B	61	0.004783	0.291763
36	2.3.2. Pastos arbolados	B	61	0.093352	5.694472
40	2.3.2. Pastos arbolados	B	61	0.047756	2.913116
42	2.3.2. Pastos arbolados	B	61	0.028411	1.733071
13	2.3.3. Pastos enmalezados	B	96	0.088792	8.524032
45	2.3.3. Pastos enmalezados	B	96	0.051835	4.97616
0	3.1.1. Bosque denso	B	55	0.795509	43.752995
1	3.1.1. Bosque denso	B	55	0.008782	0.48301
2	3.1.1. Bosque denso	B	55	0.001761	0.096855
3	3.1.1. Bosque denso	B	55	0.006852	0.37686
4	3.1.1. Bosque denso	B	55	0.001075	0.059125
5	3.1.1. Bosque denso	B	55	0.004722	0.25971
9	3.1.1. Bosque denso	B	55	0.01736	0.9548
19	3.1.1. Bosque denso	B	55	0.017665	0.971575
26	3.1.2. Bosque abierto	B	60	0.031096	1.86576
24	3.2.1. Herbazal	B	48	0.00003	0.00144
29	3.2.1. Herbazal	B	48	0.026375	1.266
31	3.2.1. Herbazal	B	48	0.004953	0.237744
32	3.2.1. Herbazal	B	48	0.009144	0.438912
33	3.2.1. Herbazal	B	48	0.001608	0.077184
35	3.2.1. Herbazal	B	48	0.012155	0.58344
39	3.2.1. Herbazal	B	48	0.001542	0.074016
41	3.2.1. Herbazal	B	48	0.006303	0.302544
44	3.2.1. Herbazal	B	48	0.068571	3.291408
25	3.2.2. Arbustal	B	65	0.031208	2.02852
43	3.2.2. Arbustal	B	65	0.028939	1.881035
15	3.3.2. Afloramientos rocosos	B	96	0.016029	1.538784
16	3.3.2. Afloramientos rocosos	B	85	0.008337	0.708645
17	3.3.2. Afloramientos rocosos	B	85	0.039732	3.37722
14	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	B	96	0.025966	2.492736
20	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	B	96	0.022547	2.164512
21	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	B	96	0.004521	0.434016
22	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	B	96	0.001265	0.12144
23	3.3.3. Tierras desnudas y degradadas	B	96	0.007184	0.689664
37	5.1.1. Ríos (50 m)	B	58	0.000769	0.044602
Total			63.78	2.16	137.75

Fuente: Autor

5.8.4.3. Modelamiento hidrológico en HEC-HMS

La estimación de caudales para la unidad hidrográfica se estableció a partir del software de licencia libre HEC-HMS, considerando los hietogramas de diseño anteriormente presentados en este documento para distintos periodos de retorno, así como el valor de número de curva de la unidad hidrográfica de la quebrada Monte Chiquito y el área de esta. De igual manera se consideró el método de hidrograma unitario SCS para estimar los caudales. A continuación, se presenta a manera de ejemplo una ilustración de la interfaz del modelamiento hidrológico en HEC-HMS.

Figura 36.Interfaz HEC-HMS

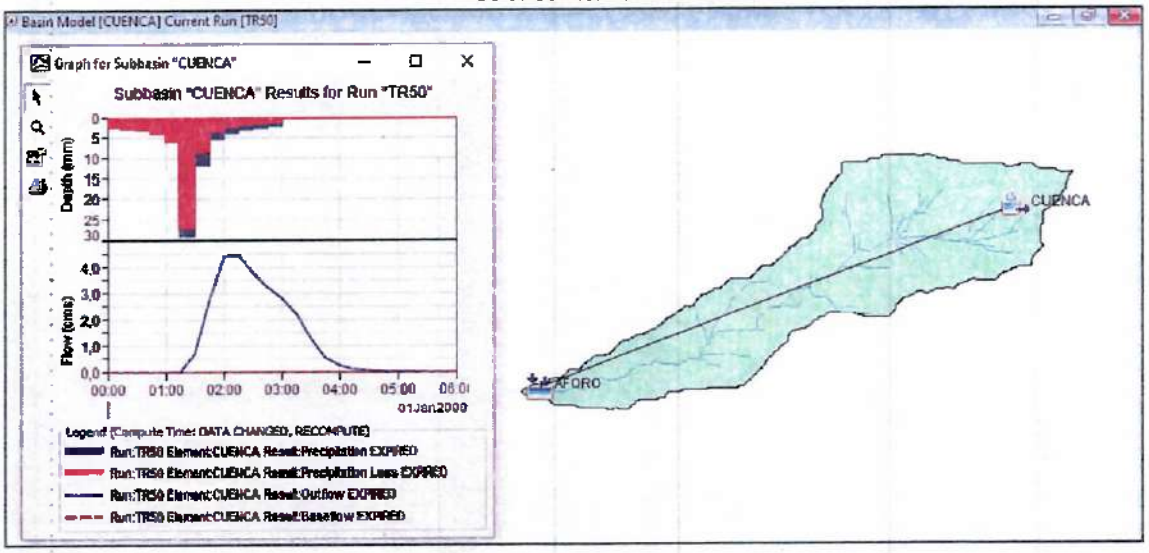


Fuente: Autor

5.8.4.4. Resultados de caudales para Tr=50 años

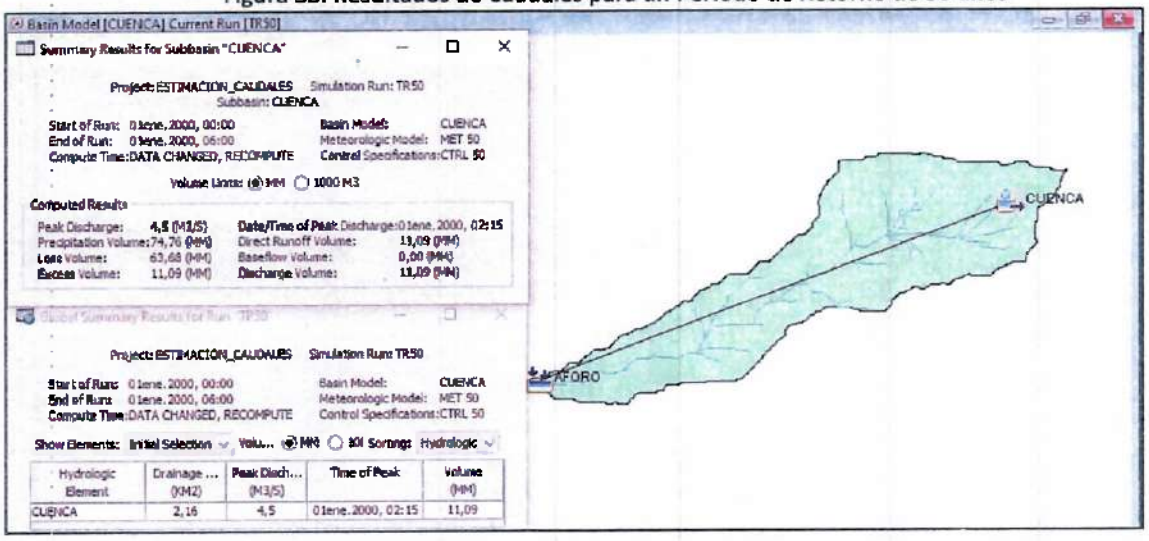
Una vez definidas todas las variables solicitadas por el software (área de la cuenca, método de transformación de escorrentía, número de curva, tiempo de retardo, hietograma, entre otros), se procede a correr el programa para cada periodo de retorno de análisis.

Figura 37. Representación de la unida hidrográfica de la Quebrada Monte Chiquito para un Tr = 50 años interfaz HEC-HMS



Fuente: Autor

Figura 38. Resultados de Caudales para un Periodo de Retorno de 50 años

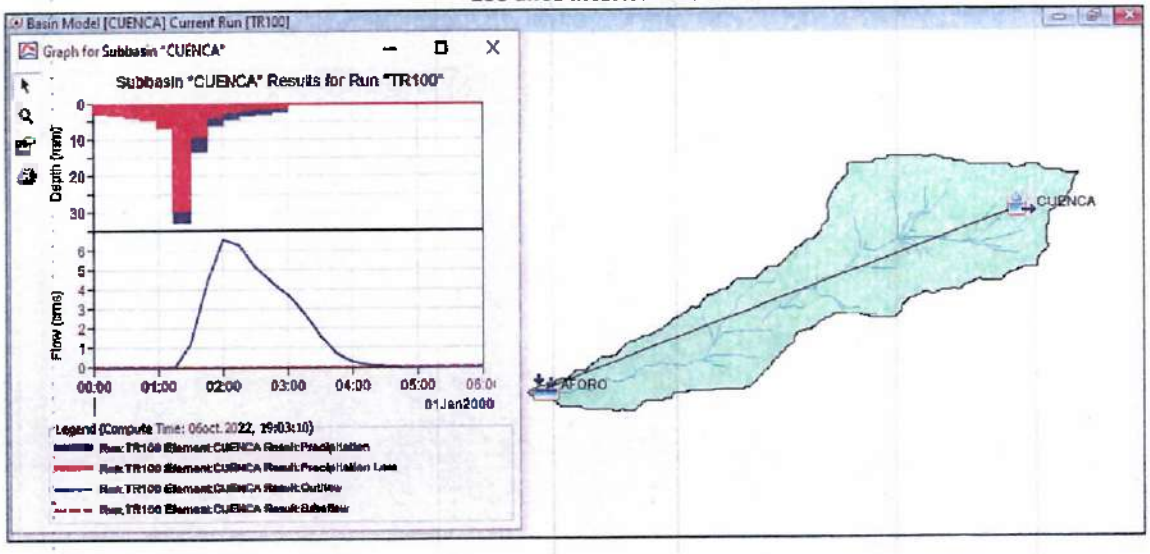


Fuente: Autor

5.8.4.5. Resultados de caudales para Tr=100 años

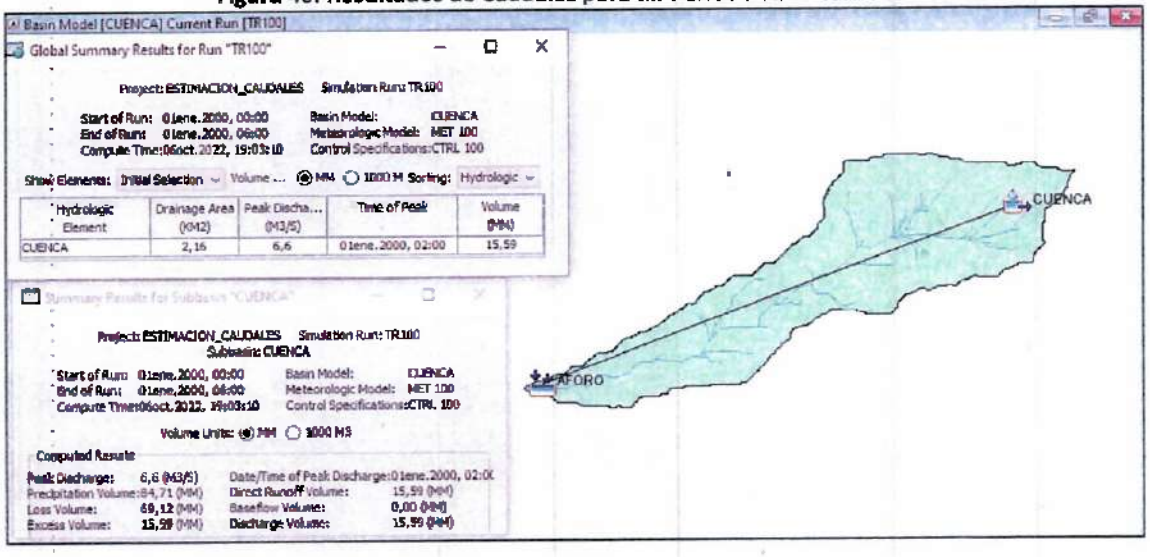
Una vez definidas todas las variables solicitadas por el software (área de la cuenca, método de transformación de escorrentía, número de curva, tiempo de retardo, hietograma, entre otros), se procede a correr el programa para cada periodo de retorno de análisis.

Figura 39. Representación de la unida hidrográfica de la Quebrada Monte Chiquito para un Tr = 100 años Interfaz HEC-HMS



Fuente: Autor

Figura 40. Resultados de Caudales para un Periodo de Retorno de 100 años



Fuente: Autor

5.8.4.6. Hidrogramas

Del modelamiento hidrológico se obtuvieron los siguientes valores de caudal que determinan cada hidrograma, cabe aclarar que un hidrograma corresponde a la representación gráfica de la variación del caudal con respecto al tiempo. La siguiente tabla presenta el reporte de caudal registrados por el software con una frecuencia de 15 minutos.

Tabla 44.Valores hidrogramas

Tiempo	Caudales (m3/s)	
(min)	Tr=50	Tr=100
0:00	0	0
0:15	0	0
0:30	0	0
0:45	0	0
1:00	0	0
1:15	0	0
1:30	0.7	1.2
1:45	2.7	4.4
2:00	4.4	6.6
2:15	4.5	6.3
2:30	3.8	5.2
2:45	3.2	4.3
3:00	2.8	3.7
3:15	2.2	2.9
3:30	1.2	1.6
3:45	0.6	0.7
4:00	0.3	0.3
4:15	0.1	0.1
4:30	0.1	0.1
4:45	0	0
5:00	0	0
5:15	0	0
5:30	0	0
5:45	0	0
6:00	0	0

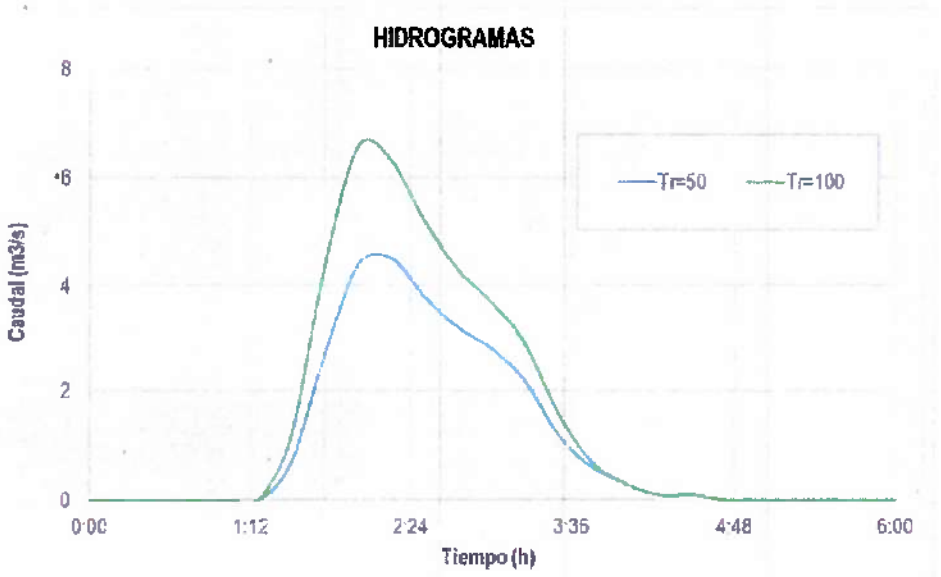
Fuente: Autor

Tabla 45.Valores máximos de caudal

TR (años)	Caudal (m3/s)
50	4.5
100	6.6

Fuente: Autor

Figura 41. Hidrogramas para periodos de retorno de 50 y 100 años

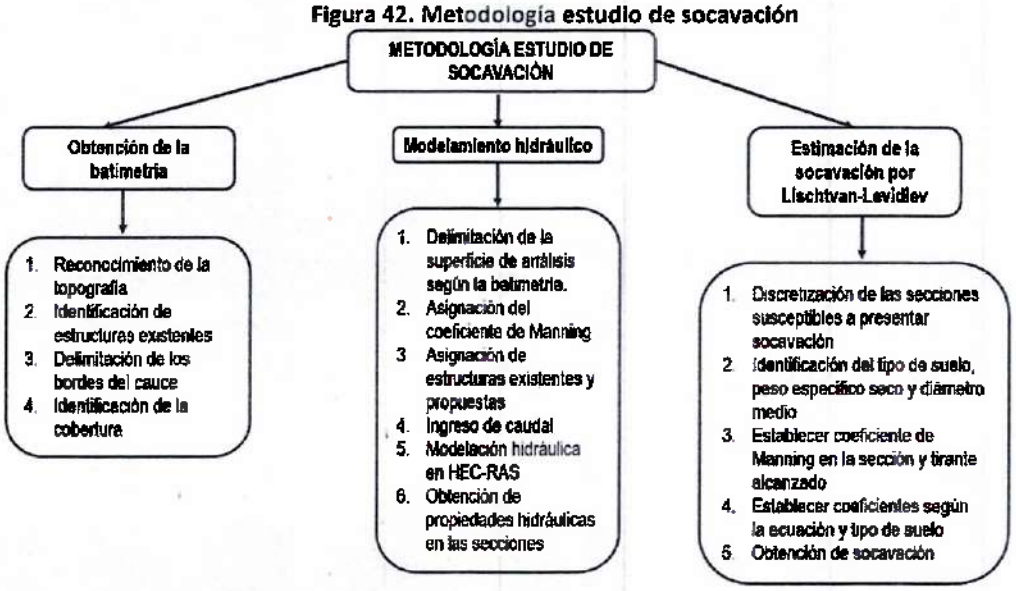


Fuente: Autor

6. ESTUDIO HIDRÁULICO

6.1. METODOLOGÍA PARA ESTUDIO DE SOCAVACIÓN

Figura 42. Metodología estudio de socavación



Fuente: Autor

6.2. SOCAVACIÓN

La socavación es un caso particular de la erosión y consiste en la profundización del nivel del fondo del cauce en un curso de agua, en la que se envuelve la remoción de los materiales constituyentes del lecho del rio y su posterior transporte aguas abajo. Este fenómeno puede ser causado por el aumento de la velocidad del agua en las crecidas, ya sea por las condiciones de la morfología del cauce o por las intervenciones antrópicas que generan turbulencia. La socavación se puede diferenciar de la erosión dado que la erosión pasada la crecida el material transportado desde aguas arriba vuelve eventualmente a depositarse en forma de un proceso cíclico recuperando el nivel de fondo del cauce, contrario a la socavación. (G. Fraccasi, 2019)

La socavación también se puede definir como la remoción de materiales del lecho de un cauce debido a la acción erosiva del flujo de agua alrededor de una estructura hidráulica. La socavación del fondo de un cauce definido es el producto del desequilibrio entre el aporte sólido que trae el agua a una cierta sección y la mayor cantidad de material que es removido por el agua en esa sección. Los materiales se socavan en diferentes formas: suelos granulares sueltos se erosionan rápidamente mientras que los suelos arcillosos son más resistentes a la erosión. La profundidad máxima de socavación se alcanza en horas para suelos arenosos, en tanto que puede tardar días en suelos cohesivos, meses en piedras areniscas, años en piedras calizas, y siglos en rocas tipo granito. Es posible que varias crecientes se requieran para que se produzca máxima profundidad de socavación dependiendo del tipo de material (M. Guevara, 2016).

6.3. TIPOS DE SOCAVACIÓN

Evaluar correctamente la socavación depende fuertemente de la disponibilidad de información confiable y de las suposiciones justificadas en evidencia.

6.3.1. Socavación normal o general

Se entiende por socavación general al descenso del fondo de un río que se produce al presentarse una creciente y es debida al aumento de la capacidad de arrastre de material sólido que en ese momento adquiere la corriente, en virtud de su mayor velocidad.

La erosión del fondo de un cauce definido por el cual discurre una corriente es una cuestión de equilibrio entre el aporte sólido que pueda traer el agua a una cierta sección y el material que sea removido por el agua de esa sección y al aumentar la velocidad del agua, aumenta también la capacidad de arrastre. (M. Guevara, 2016).

6.3.2. Socavación en estrechamientos

Se entiende por socavación en estrechamientos al que se produce por el aumento en la capacidad de arrastre de sólidos que adquiere una corriente cuando su velocidad aumenta por efecto de una reducción de área hidráulica en su cauce. El efecto es muy importante en puentes, donde por lo común y por razones de economía suelen ocurrir las mencionadas reducciones, si bien puede presentarse en otros lugares del curso del río, en que un estrechamiento más o menos brusco tenga lugar. Los cambios que la presencia de un puente impone a la corriente son principalmente los siguientes:

- *Cambio de la velocidad del flujo del agua en el cauce principal.*
- *Cambio en la pendiente de la superficie libre del agua, hacia arriba y hacia abajo del puente. Esto origina un mayor arrastre del material del fondo en la sección del cauce y, cuando ello es posible, un ensanchamiento del cauce.*

6.3.3. Socavación en curvas

Cuando un río describe una curva existe una tendencia en los filetes líquidos situados más lejos del centro de curvatura a caminar más aprisa que los situados más hacia el interior; como consecuencia, la capacidad de arrastre de sólidos de los primeros es mayor que la de los segundos y la profundidad de erosión es mayor en la parte del cauce exterior a la curva que en la interior. El efecto es importante y ha de ser tenido en cuenta en la construcción de puentes en curvas de río o en el diseño de enrocamientos de protección en los mismos lugares pues al disminuir la velocidad la curva aumenta el depósito en esta zona y, por ello, disminuye la zona útil para el flujo del agua y al aumentar la profundidad y el área hidráulica, aumenta el gasto.

6.3.4. Socavación local en estribos

La presencia de los estribos de puente en el cauce en general produce turbulencias que a su vez generan erosión en el fondo. Los vórtices producidos por la turbulencia en proximidad de los estribos pueden formar fosas profundas de erosión especialmente en los extremos del estribo. Esta socavación debe adicionarse a la profundidad de socavación por contracción del cauce ya mencionada. (G. Fraccasi, 2019)

6.3.5. Socavación en pilas

La presencia de las pilas dentro del cauce produce remolinos de turbulencia, lo cuales hacen que el nivel del río descienda especialmente en las proximidades de estas estructuras. Alrededor de las pilas se forma una fosa profunda por socavación por contracción del cauce. (G. Fraccasi, 2019)

6.4. MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN HEC-RAS

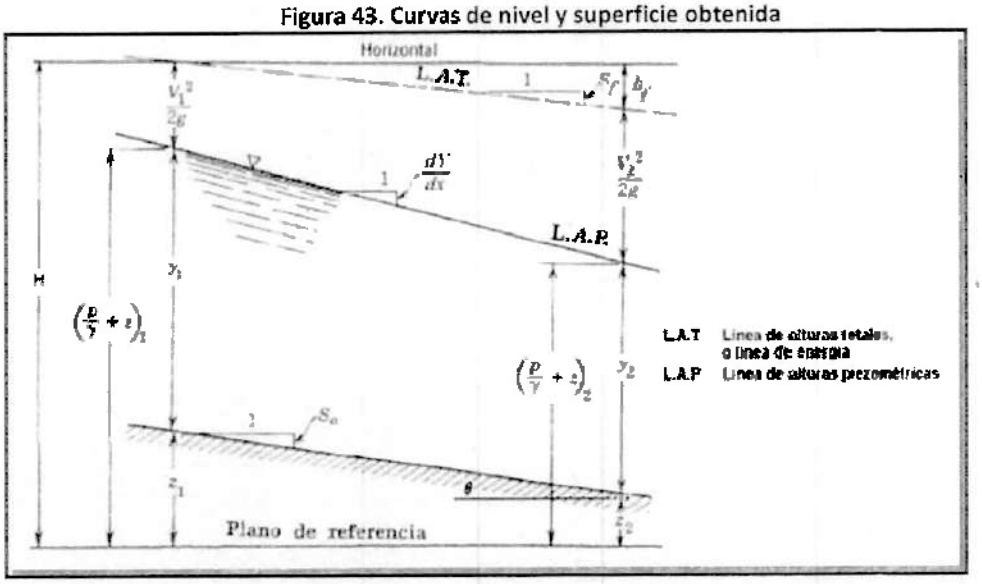
6.4.1. Generalidades del modelamiento hidráulico en HEC-RAS

6.4.1.1. Cálculo de los perfiles del flujo (flujo gradualmente variado)

Un flujo gradualmente variado constituye una clase del flujo permanente no uniforme en el cual, existe una variación continua a lo largo del canal, de la profundidad del flujo y de igual forma en el área, la velocidad, el perímetro mojado, el radio hidráulico, entre otros (Chaudhry, 1994). Para la realización del cálculo hidráulico, el software HEC-RAS, presenta las siguientes consideraciones:

- El flujo es permanente, es decir, constante en el tiempo.
- La distribución de presiones en cada sección transversal del canal es hidrostática (líneas de corriente paralelas).
- La pendiente del canal es pequeña y uniforme.

Figura 43. Curvas de nivel y superficie obtenida



Fuente: Ven Te Chow

Para sección transversal la energía total H está dada por la expresión:

$$H = \frac{V^2}{2g} + Y + Z$$

Donde:

H: es la energía total (m),

V: la velocidad promedio del flujo en dicha sección transversal (m/s),

g: a aceleración de la gravedad (m/s2),

Y: la profundidad del flujo (m)

Z: la altura de posición con respecto a un plano de referencia (m).

Derivando la ecuación anterior con la distancia longitudinal, para la determinación de las condiciones para la siguiente sección transversal, se tiene:

$$\frac{dH}{dx} = \frac{d}{dx}\left(\frac{V^2}{2g}\right) + \frac{dY}{dx} + \frac{dZ}{dx}$$

$$-Se = -Fr^2 + \frac{dY}{dx} + \frac{dY}{dx} + So$$

Donde:

$\frac{dH}{dx} = -Se$ Es el cambio de la energía con respecto a la distancia, es decir, la pendiente de la línea de energía.

$$\frac{d}{dx}\left(\frac{V^2}{2g}\right) = -\frac{Q^2}{gA^3}\left(\frac{dA}{dY}\right) = -\frac{Q^2B}{gA^3}\left(\frac{dA}{dY}\right) = -Fr^2\frac{dY}{dX}$$

Siendo:

A: es el área de la sección transversal del flujo (m2)

B: el ancho superior del flujo (m)

Q: el caudal del flujo (m3/s)

Fr: Numero de Froude

D es la profundidad hidráulica, y es igual a A/B

$\frac{dZ}{dx} = -So$ Es el cambio del fondo del canal con respecto a la distancia, es decir la pendiente del fondo del canal.

La ecuación 2 se puede rescribir como:

$$\frac{dY}{dx} = \frac{So - Se}{1 - Fr^2}$$

Existen varias formas de calcular el flujo gradualmente variado en un canal. El HEC-RAS, emplea el método del paso estándar.

- ✓ Método del Paso Estándar
- El flujo gradualmente variado, es calculado por el software HEC-RAS, empleando el método del paso estándar. Que es una de las metodologías más aplicables para el cálculo de perfiles de flujo en canales.

- El método consiste en estimar la profundidad del flujo en las diferentes secciones transversales, iniciando a partir de los datos de profundidad conocidos para una sección. Para las condiciones de frontera se tiene que si el flujo es sub crítico los cálculos se inician desde aguas abajo y se desarrollan hacia aguas arriba y si es supercrítico se parte de aguas arriba continuándose hacia aguas abajo.
- Se determina, por métodos de convergencia, la profundidad del flujo en una sección transversal localizada aguas abajo y se aplican las relaciones de energía del cauce, para la determinación del comportamiento hidráulico del sistema.

6.4.1.2. Consideraciones generales para el modelamiento hidráulico

A continuación, se presentan las consideraciones generales que se tuvieron en cuenta para la construcción del modelo hidráulico:

- A partir de la información topográfica de la zona de estudio (batimetría del cauce), se constituyó el modelo geométrico (secciones transversales), empleando el programa HEC-RAS del cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos.
- Se implementaron los caudales de diseño de las tormentas de diseño para diferentes periodos de retorno, con el fin de determinar el comportamiento del cauce.
- El flujo se supone como un flujo mixto.
- Coeficiente de rugosidad de Manning: En el presente estudio, se incluyeron los coeficientes de Manning identificados del análisis de cobertura vegetal y los tipos de suelo identificados.
- El procedimiento computacional está basado en la solución unidimensional de la ecuación de energía. Las pérdidas de energía son evaluadas por fricción (Ecuación de Manning) y por coeficientes de contracción y expansión (coeficientes multiplicados por el cambio de la cabeza de velocidad). La ecuación de momentum es utilizada en situaciones en donde el perfil de la lámina de agua es rápidamente variado. Estas situaciones incluyen cálculos de régimen de flujo mixto, por ejemplo, saltos hidráulicos, hidráulica de puentes y evaluación de perfiles en la confluencia de ríos.
- En el modelamiento hidráulico con el método HEC-RAS versión 6.0. Hydrologic Engineering Center las secciones transversales van enumeradas de aguas arriba hacia aguas abajo en forma decreciente.
- Se generaron secciones transversales cada 10 metros en zonas donde se presente variaciones considerables de la sección o constituya una obra ingenieril.

6.4.1.3. Resultados en HEC-RAS

Una vez ingresado cada uno de los parámetros solicitados por el software HEC-RAS, se procede a correr el programa obteniendo los resultados de las propiedades hidráulicas de cada una de las secciones transversales definidas. Tales como la lámina de agua o calado, la velocidad, número de Froude y caudal entre otras propiedades hidráulicas. Los resultados arrojados por el software posteriormente son necesarios para establecer la socavación de las obras de interés.

- ✓ **Calado (y):** en este documento se adoptó el termino calado para referirse a la profundidad o tirante hidráulico que puede alcanzar el flujo de agua en los distintos periodos de análisis. También se definir como la distancia vertical del punto más bajo de la sección de interés a la superficie libre de agua; y su importancia dentro del postproceso radica; en que esta propiedad permite determinar el nivel de agua alcanzado y suponer un posible nivel de amenaza tanto de vidas humanas como de daños materiales.

✓ **Número de Froude (Fr):** es un número adimensional el cual relaciona el efecto de las fuerzas inerciales y las fuerzas de gravedad que actúan en un fluido, permitiendo establecer el tipo de régimen por gravedad de un drenaje o curso de agua. El número de Froude está dado por la siguiente ecuación:

$$F = \frac{v}{\sqrt{gd}} = \frac{v}{\sqrt{g\frac{A}{T}}}$$

Donde:
F= número de Froude
V=velocidad media del flujo, en m/s
g=aceleración de la gravedad, 9.81 m/s2 o 32.4 pies/s2
d=tirante medio del agua, en m
A=área hidráulica, en m2
T=espejo de agua o ancho superficial, en m.

De acuerdo al número de Froude se puede establecer el tipo de régimen del cauce:

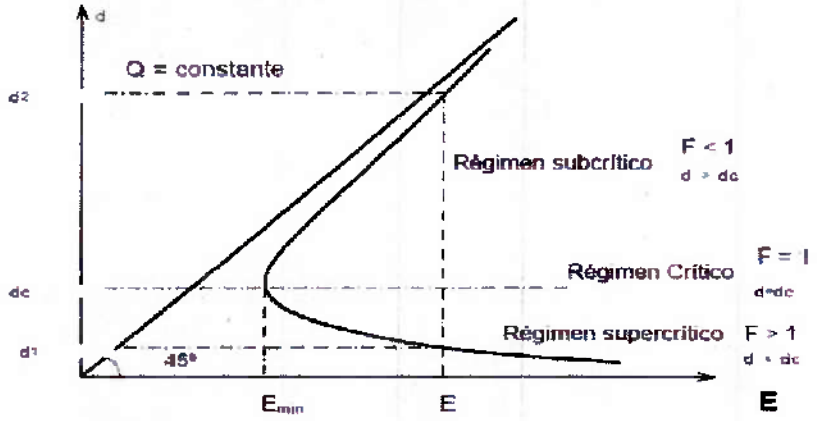
Tabla 46. Tipo de régimen según el número de Froude

Tipo	Descripción	Parámetro	Características
Subcrítico	Es un régimen de velocidades bajas, lento, tranquilo, fluvial, adecuado para canales principales o de navegación	F<1	y>yc; v<vc; S<Sc
Crítico	Un flujo en estado crítico o cerca de él es inestable. Esto se debe a que un pequeño cambio de energía específica en estado crítico, o cerca él, producirá un cambio grande en la profundidad. La superficie del agua parece inestable y ondulada. Por lo general, tales fenómenos son causados por pequeños cambios en energía debido a las variaciones en la rugosidad del canal, la sección transversal, la pendiente o algunos depósitos de sedimentos o basuras.	F=1	y=yc; v=vc; S=Sc
Supercrítico	Es un régimen de velocidad alta, rápida, torrencial, pero perfectamente estable, puede usarse en canales revestidos	F>1	y<yc; v>vc; S>Sc

Fuente: Tomado del libro Hidráulica de canales- Pedro Rodríguez

La energía que tiene un fluido está relacionada con el comportamiento y régimen que experimenta un cuerpo, el estado de régimen crítico se presenta en el punto de menor energía, y cualquier incremento de esta generara un efecto en a profundidad del curso de agua, por tal motivo se considera inestable, los drenajes que presentan estados supercríticos generalmente se asocian a una alta pendiente mientras que los drenajes en estado subcrítico se asocian a bajas pendientes.

Figura 44.Curva de energía especifica en un fluido y régimen por gravedad



Fuente: Tomado del libro Hidráulica de canales- Pedro Rodríguez

- **Caudal:** el termino caudal o gasto hace referencia al volumen que fluye o pasa por una sección transversal en un tiempo determinado, su importancia dentro del análisis de inundación radica en que permite cuantificar cuánta agua fluye en las secciones afectadas por este tipo de eventos. A partir de los valores máximos de caudal se puede proyectar y dimensionar las posibles obras hidráulicas que contribuyan a mitigar los eventos de inundación. El cálculo de las secciones máximas de eficiencia hidráulica de caudal responde a factores como la rugosidad, pendiente, sección transversal y está dada por la siguiente ecuación.

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:
n= coeficiente de rugosidad de Manning
A= área hidráulica (m2)
R= radio hidráulico (m)
S= pendiente (m/m)

- **Velocidad**: este término se acuña a la variación de la distancia recorrida por un fluido en un tiempo dado y su importancia dentro del postproceso radica; en que esta propiedad permite suponer un posible nivel de amenaza tanto de vidas humanas como de daños materiales. Puesto que velocidades altas pueden implicar la erosión en las paredes naturales de los drenajes y en el arrastre de partes de una vivienda o en el peor de los escenarios en el arrastre de personas hasta su ahogamiento. Por otro lado, velocidades bajas implican el estancamiento del agua en la zona y en la afectación de movilidad.

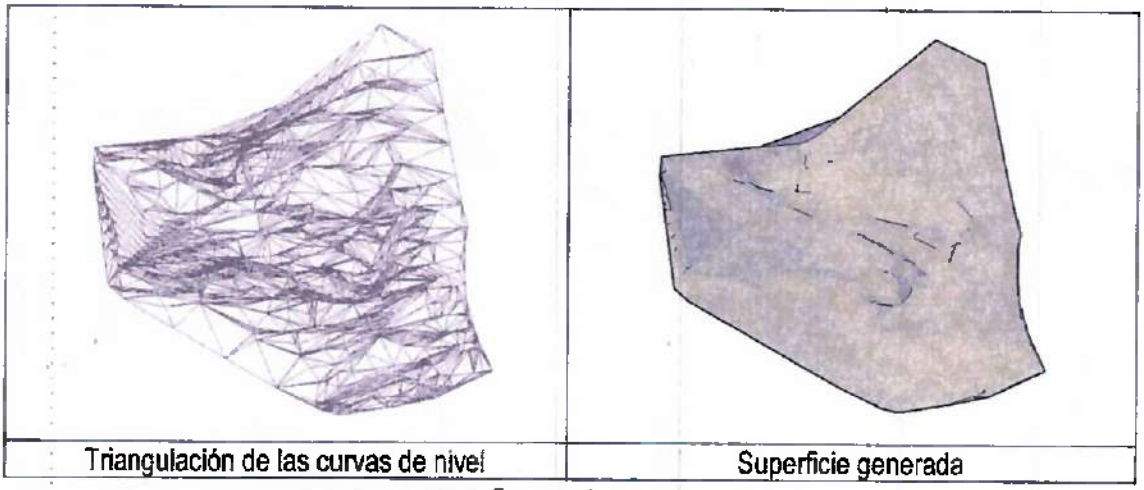
6.5. MODELAMIENTO HIDRÁULICO EN HEC-RAS ESCENARIO 1 Y ESCENARIO 2

6.5.1. Batimetría

Para la modelación hidráulica en el software HEC RAS, fue necesario realizar la batimetría a detalle del área de interés y posteriormente procesar la información levantada en el software Civil 3D, en el cual, se identificó las principales características del terreno como: el eje y las bancas del río, las líneas de flujo, las secciones transversales y el modelo tridimensional del terreno. La siguiente figura presenta las curvas de nivel obtenidas de la batimetría, así como las secciones transversales del drenaje y su perfil longitudinal en un tramo de 60 m.

Figura 45. Curvas de nivel y superficie obtenida

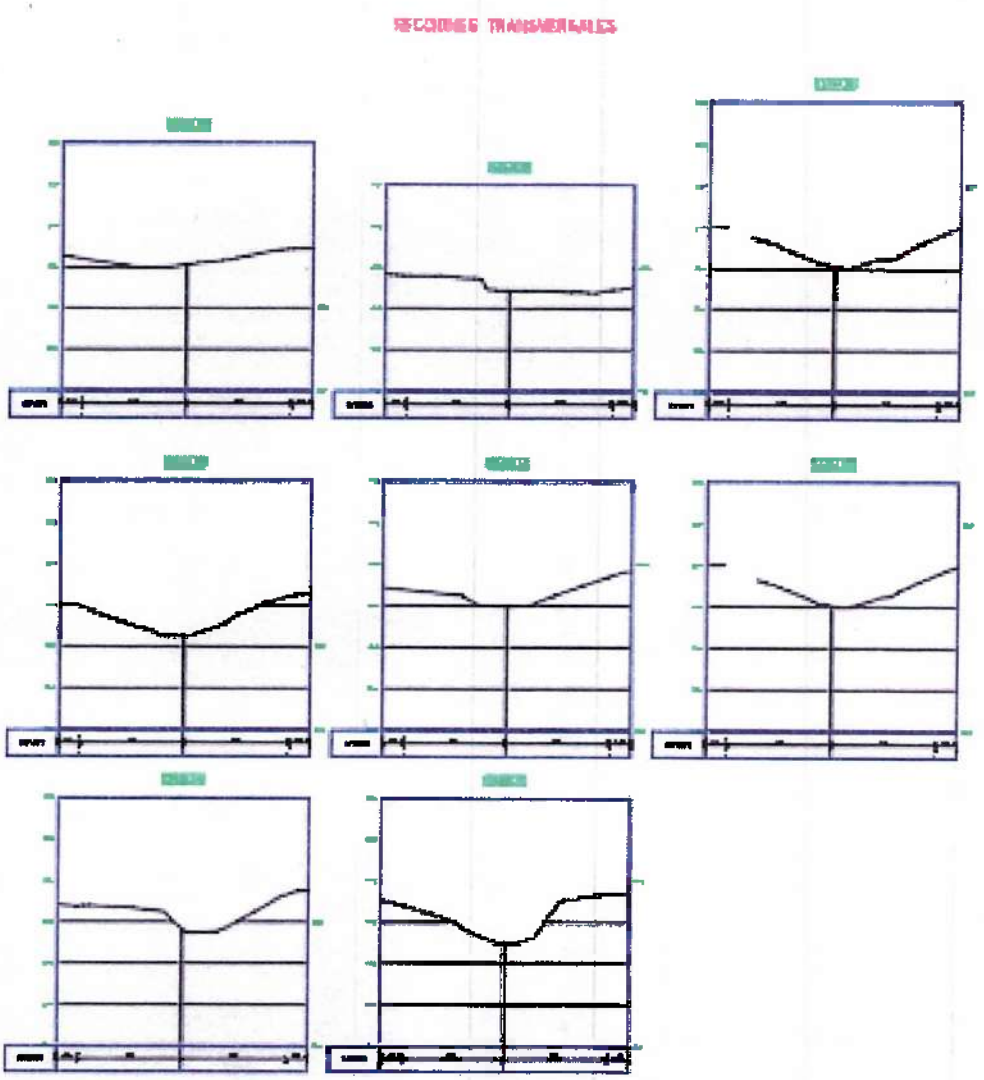




Triangulación de las curvas de nivel	Superficie generada

Fuente: Autor

Figura 46. Secciones Transversales



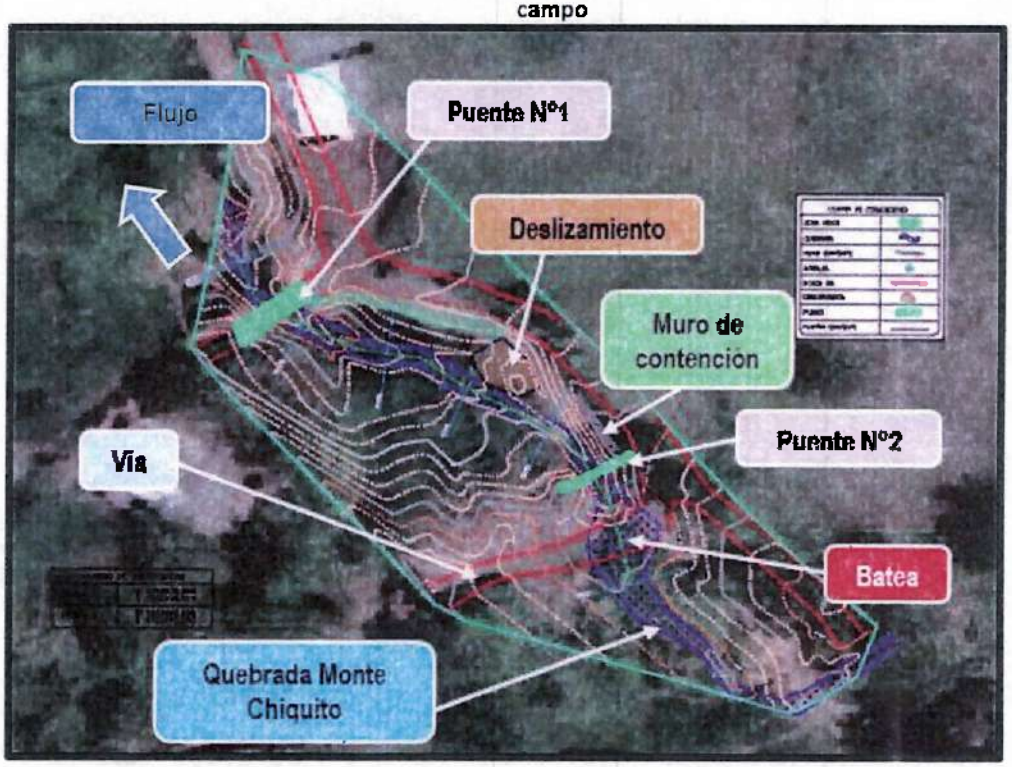
Fuente: Autor

Nota: El detalle de las secciones transversales y perfil longitudinal del tramo de la quebrada Monte Chiquito se presentan como anexos de este proyecto.

6.5.2. Obras existentes y definición de límites del cauce en las secciones transversales

De acuerdo al levantamiento en campo correspondiente a la batimetría de la batea de la Quebrada Monte Chiquito, se aprecia la existencia de tres obras ingenieriles, dos de ellas correspondientes a puentes menores a 10 metros y otra correspondiente a un muro de contención. La siguiente figura permite identificar la ubicación de cada una de las obras de interés, cabe mencionar que el detalle de la batimetría se presenta en documentos anexos de este proyecto como formatos de planos.

Figura 47. Identificación de obras existentes de acuerdo a la batimetría y reconocimiento en campo



CUADRO DE CONVENCIONES	
ZONA VERDE	
QUEBRADA	
MURO EXISTENTE	
ARBOLES	
BORDE VIA	
DESLIZAMIENTO	
PUENTE	
PORTÓN EXISTENTE	

Fuente: Autor

Figura 48. Puente N°1 – Puente en madera (aguas abajo)



Fuente: Autor

Figura 49. Puente N°2 – Losa en concreto reforzado y muro de contención (aguas arriba)



Fuente: Autor

Figura **50. Batea**



Fuente: Autor

Figura **51. Coberturas**

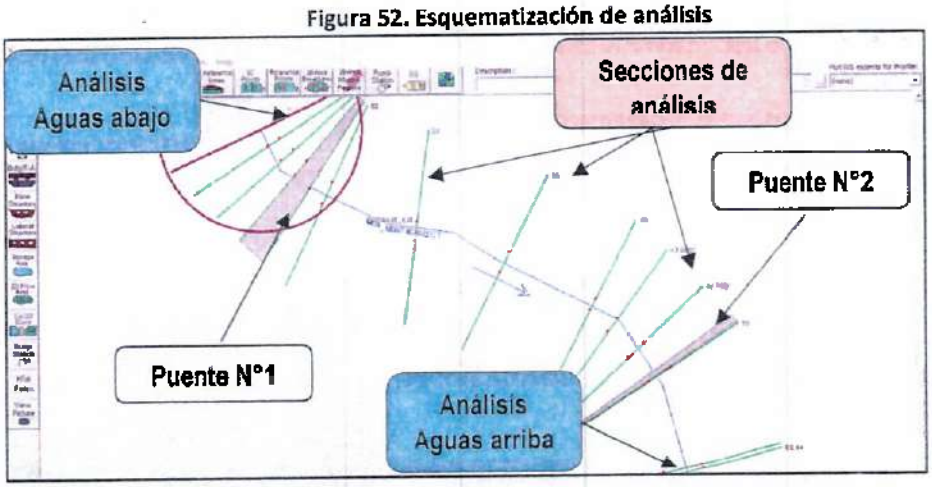






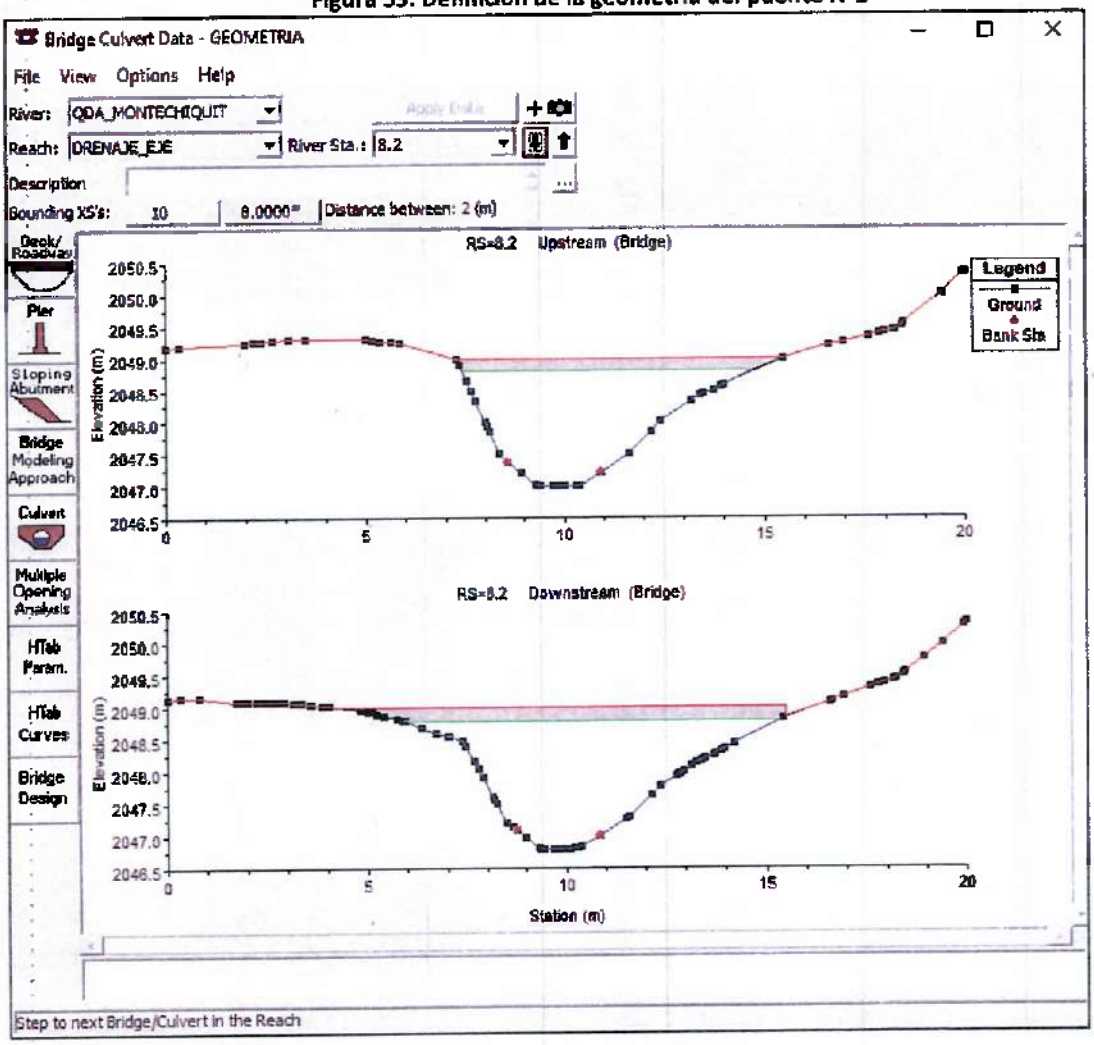
Fuente: Autor

Figura 52. Esquematización de análisis



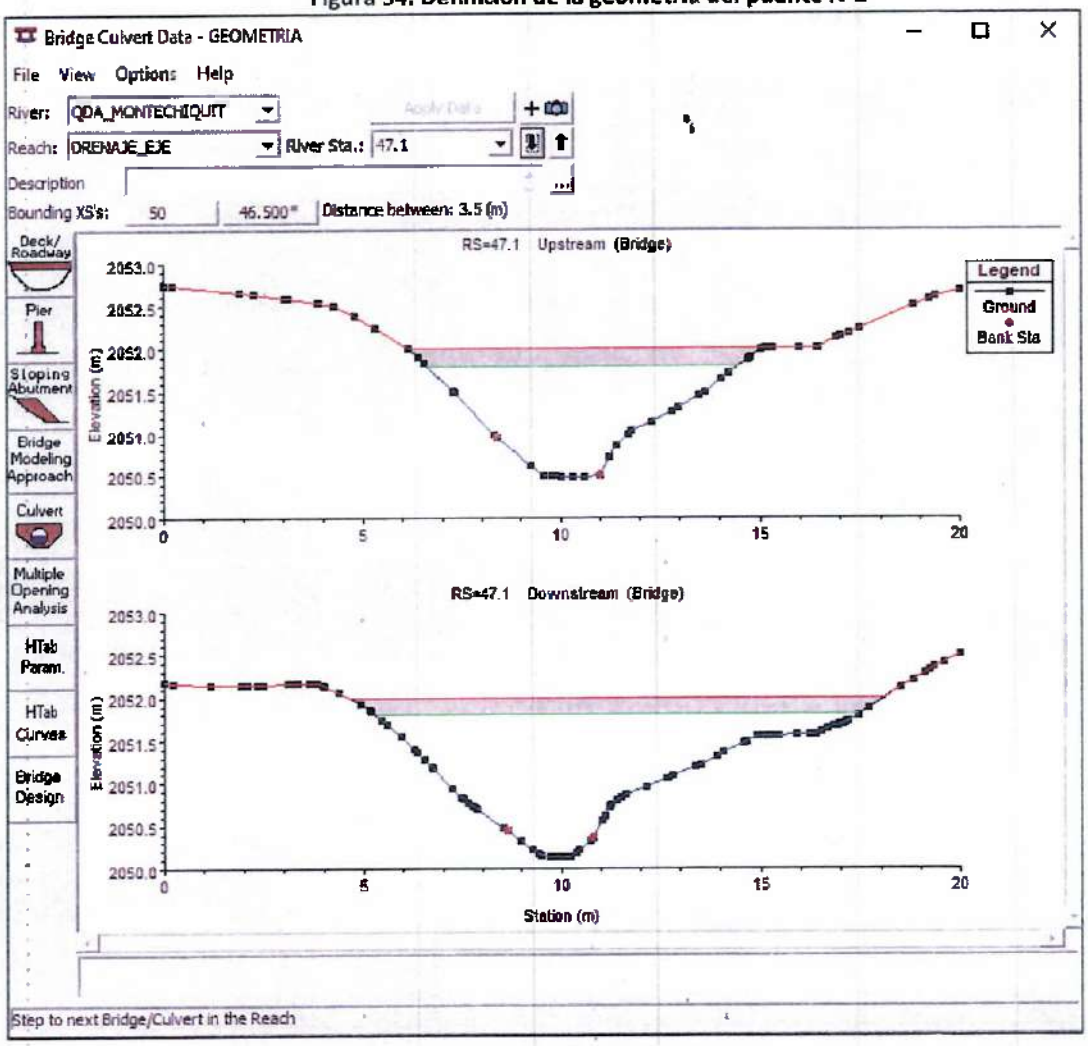
Fuente: Autor mediante HEC-RAS

Figura 53. Definición de la geometría del puente N°1



Fuente: Autor mediante HEC-RAS

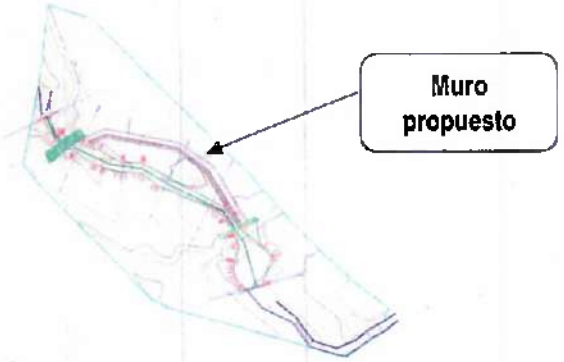
Figura 54. Definición de la geometría del puente N°2



Fuente: Autor mediante HEC-RAS

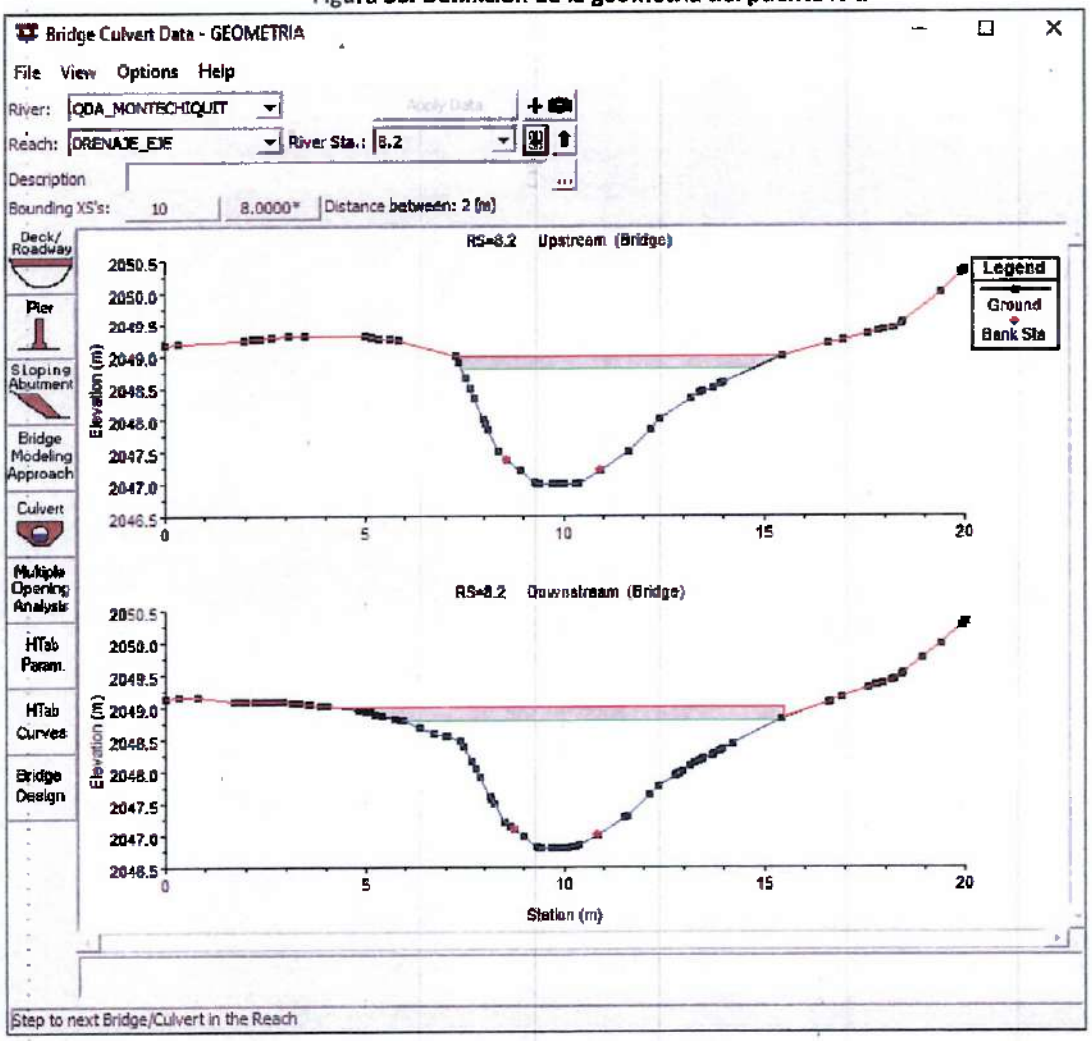
6.5.3. Obras propuestas y definición de límites del cauce en las secciones transversales

Figura 55. Definición de la geometría del puente N°1



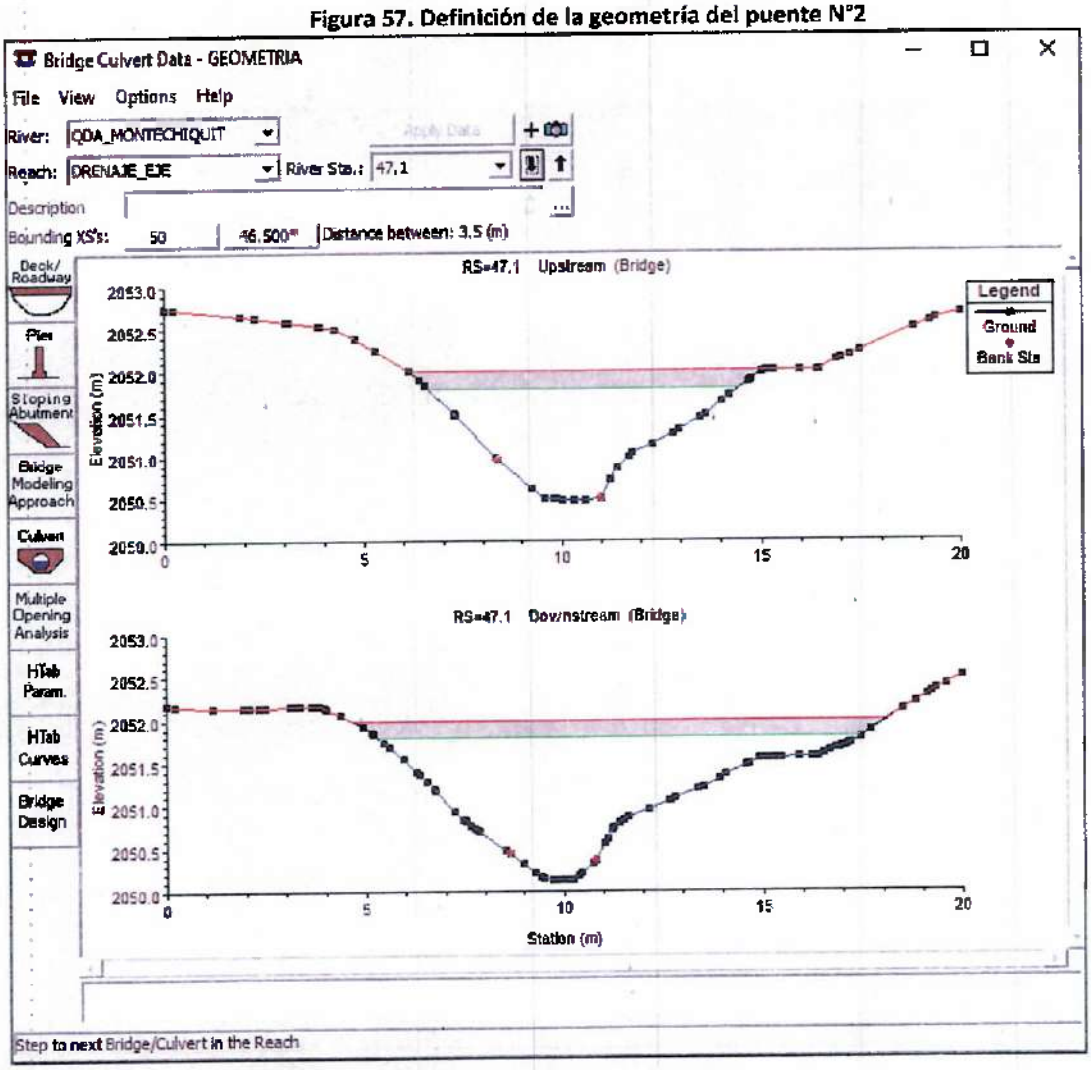
Fuente: Autor mediante HEC-RAS

Figura 56. Definición de la geometría del puente N°1



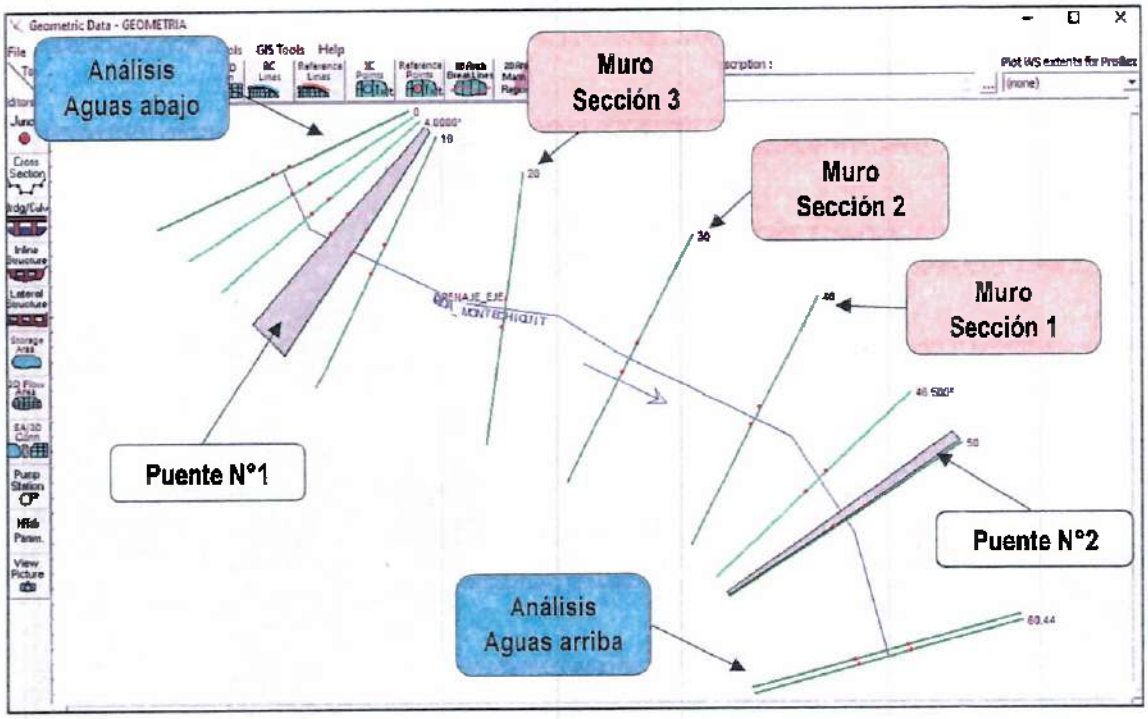
Fuente: Autor mediante HEC-RAS

Figura 57. Definición de la geometría del puente N°2



Fuente: Autor mediante HEC-RAS

Figura 58. Esquematización de secciones de análisis



Fuente: Autor mediante HEC-RAS

6.5.4. Coeficiente de rugosidad de Manning

La determinación del coeficiente de rugosidad de Manning es un paso fundamental durante el análisis hidráulico, pues a partir de su estimación se determinan las propiedades hidráulicas en las secciones de desarrollo del presente proyecto. El parámetro de rugosidad para cada una de las zonas de estudio fue considerado a partir del Coeficiente de Manning definido con base a las coberturas de la tierra y usos del suelo. Los valores asignados en el programa de acuerdo a su cobertura están dados por la siguiente tabla, se aclara que de acuerdo al reconocimiento en campo y registro fotográfico se establece los valores de Manning de 0.035 para el drenaje de 0.03 para la vegetación aferente al drenaje.

Tabla 47. Valor de coeficiente de rugosidad de Manning según la cobertura

Tipo de Cobertura	Valor de Manning
Río	0.035
Suelo desnudo	0.023
Pradera	0.05
Bosque	0.12
Arena/arcilla	0.023
Arbustos	0.05
Arboles	0.12

Vegetación urbana	0.030
Vegetación dispersa	0.08
Vegetación densa	0.18
Hormigón	0.018
Infraestructura	0.02
Edificios aislados	0.08
Industrial	0.1
Residencial	0.15

Fuente: Ven Te Chow

Tabla 48. Valores de rugosidad de Manning asignados en la modelación hidráulica



	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1	60.44	n	0.03	0.035	0.03
2	60	n	0.03	0.035	0.03
3	50	n	0.03	0.035	0.03
4	47.1	Bridge			
5	46.500*	n	0.03	0.035	0.03
6	43.000*	n	0.03	0.035	0.03
7	40	n	0.03	0.035	0.03
8	30	n	0.03	0.035	0.03
9	20	n	0.03	0.035	0.03
10	10	n	0.03	0.035	0.03
11	8.2	Bridge			
12	8.0000*	n	0.03	0.035	0.03
13	6.0000*	n	0.03	0.035	0.03
14	4.0000*	n	0.03	0.035	0.03
15	2.0000*	n	0.03	0.035	0.03
16	0	n	0.03	0.035	0.03

Fuente: Autor en HEC-RAS

6.5.5. Caudales y condiciones de flujo

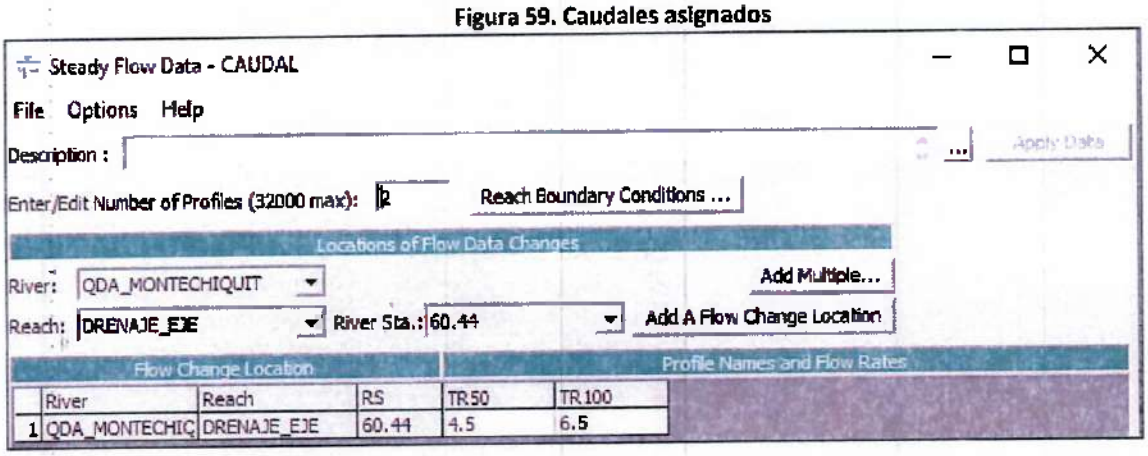
Con el fin de simular los casos extremos de inundación de la quebrada Monte Chiquito se efectuó el modelamiento hidráulico para condiciones críticas de tormentas para tiempos de retorno de 50 y 100 años. A continuación, se presenta los caudales asumidos.

Tabla 49.Valores máximos de caudal para el modelamiento hidráulico

TR (años)	Caudal (m3/s)
50	4.5
100	6.6

Fuente: Autor

Figura 59. Caudales asignados



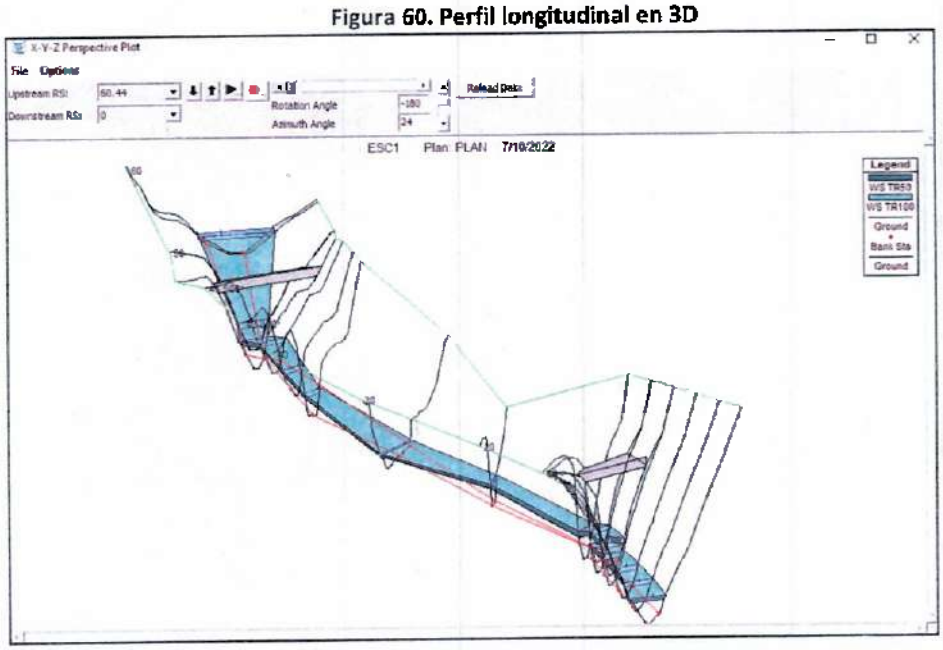
Fuente: Autor en HEC-RAS

6.5.6. Resultados del modelamiento hidráulico ESCENARIO 1 Y ESCENARIO 2

Estos primeros escenarios se disponen para el análisis hidráulico ante un modelo que contempla las condiciones actuales, de obras existentes con una cobertura y coeficiente de rugosidad Manning actual. La diferencia entre el primer escenario y el segundo corresponde al periodo de retorno.

- *ESC1: Corresponde al escenario 1, el cual consiste en el modelamiento hidráulico para un periodo de retorno de 50 años y las obras existentes.*
- *ESC2: Corresponde al escenario 2, el cual consiste en el modelamiento hidráulico para un periodo de retorno de 100 años y las obras existentes.*

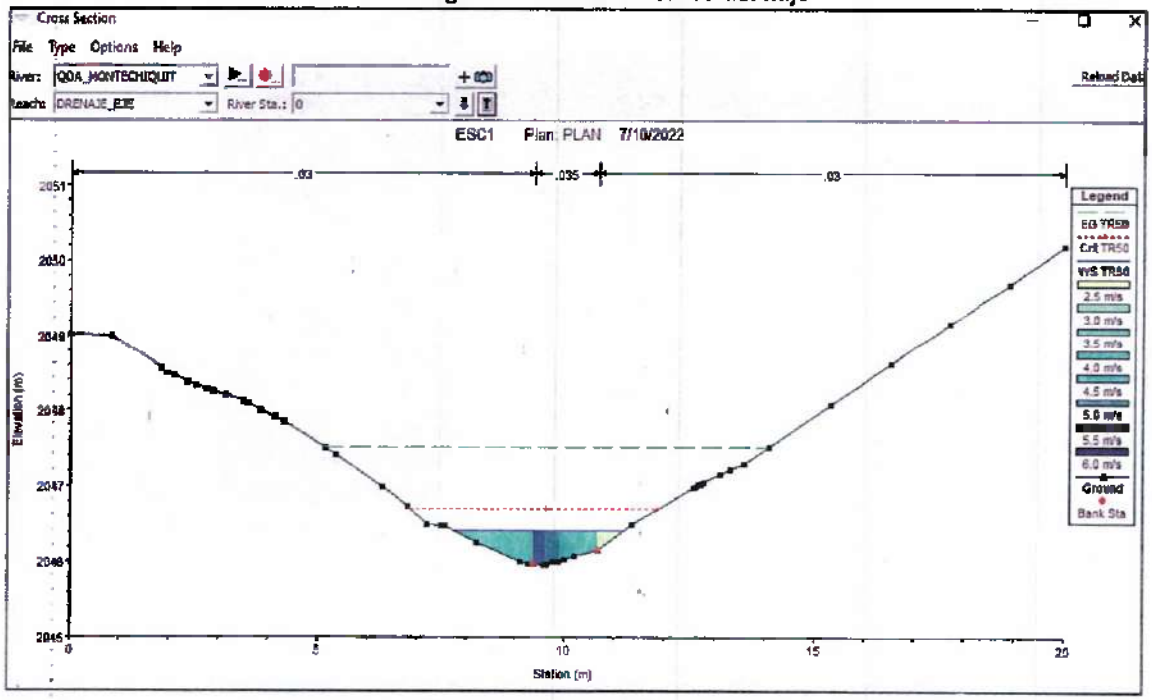
Figura 60. Perfil longitudinal en 3D



Fuente: Autor en HEC-RAS

6.5.6.1. Resultados de la sección transversal de salida del flujo (aguas abajo)

Figura 61. Sección de salida del flujo



Fuente: Autor en HEC-RAS

Tabla 50.Resultados sección de salida (aguas abajo)

Cross Section Output

File Type Options Help

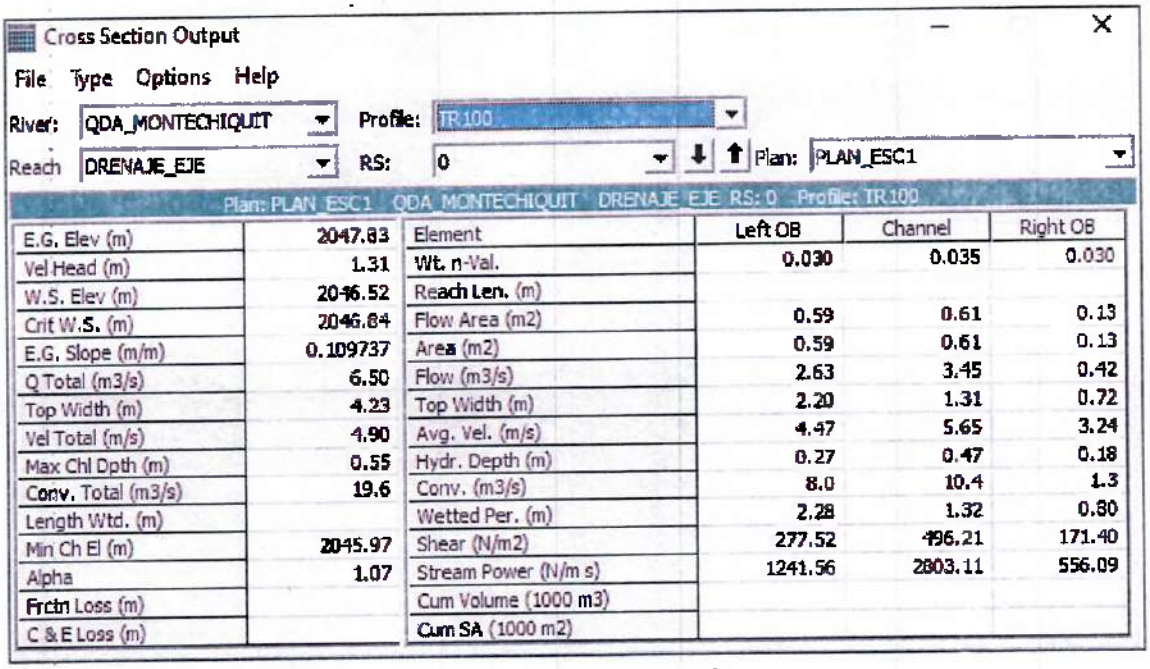
River: QDA_MONTECHIQUIT Profile: TR50

Reach: DRENAJE_EJE RS: 0 Plan: PLAN_ESC1

Plan: PLAN_ESC1 QDA_MONTECHIQUIT DRENAJE_EJE RS: 0 Profile: TR50

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	2047.52	Wt. n-Val.	0.030	0.035	0.030
Vel Head (m)	1.09	Reach Len. (m)			
W.S. Elev (m)	2046.43	Flow Area (m2)	0.42	0.50	0.07
Crit W.S. (m)	2046.71	Area (m2)	0.42	0.50	0.07
E.G. Slope (m/m)	0.110735	Flow (m3/s)	1.85	2.45	0.20
Q Total (m3/s)	4.50	Top Width (m)	1.65	1.31	0.54
Top Width (m)	3.50	Avg. Vel. (m/s)	4.36	4.94	2.72
Vel Total (m/s)	4.53	Hydr. Depth (m)	0.26	0.38	0.14
Max Chl Dpth (m)	0.46	Conv. (m3/s)	5.6	7.4	0.6
Conv. Total (m3/s)	13.5	Wetted Per. (m)	1.72	1.32	0.60
Length Wtd. (m)		Shear (N/m2)	267.99	406.52	131.96
Min Ch El (m)	2045.97	Stream Power (N/m s)	1169.59	2007.64	359.13
Alpha	1.04	Cum Volume (1000 m3)			
Frctn Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			
C & E Loss (m)					

Errors, Warnings and Notes



Cross Section Output

File Type Options Help

River: QDA_MONTECHIQUIT Profile: TR100

Reach DRENAJE_EJE RS: 0 Plan: PLAN_ESC1

Plan: PLAN_ESC1 QDA_MONTECHIQUIT DRENAJE_EJE RS: 0 Profile: TR100

E.G. Elev (m)	2047.83
Vel Head (m)	1.31
W.S. Elev (m)	2046.52
Crit W.S. (m)	2046.84
E.G. Slope (m/m)	0.109737
Q Total (m3/s)	6.50
Top Width (m)	4.23
Vel Total (m/s)	4.90
Max Chl Dpth (m)	0.55
Conv. Total (m3/s)	19.6
Length Wtd. (m)	
Min Ch El (m)	2045.97
Alpha	1.07
Frctn Loss (m)	
C & E Loss (m)	

Element	Left OB	Channel	Right OB
Wt. n-Val.	0.030	0.035	0.030
Reach Len. (m)			
Flow Area (m2)	0.59	0.61	0.13
Area (m2)	0.59	0.61	0.13
Flow (m3/s)	2.63	3.45	0.42
Top Width (m)	2.20	1.31	0.72
Avg. Vel. (m/s)	4.47	5.65	3.24
Hydr. Depth (m)	0.27	0.47	0.18
Conv. (m3/s)	8.0	10.4	1.3
Wetted Per. (m)	2.28	1.32	0.80
Shear (N/m2)	277.52	496.21	171.40
Stream Power (N/m s)	1241.56	2803.11	556.09
Cum Volume (1000 m3)			
Cum SA (1000 m2)			

Fuente: Autor en HEC-RAS

Tabla 51.Tabla resumen de Resultados sección de salida (aguas abajo)

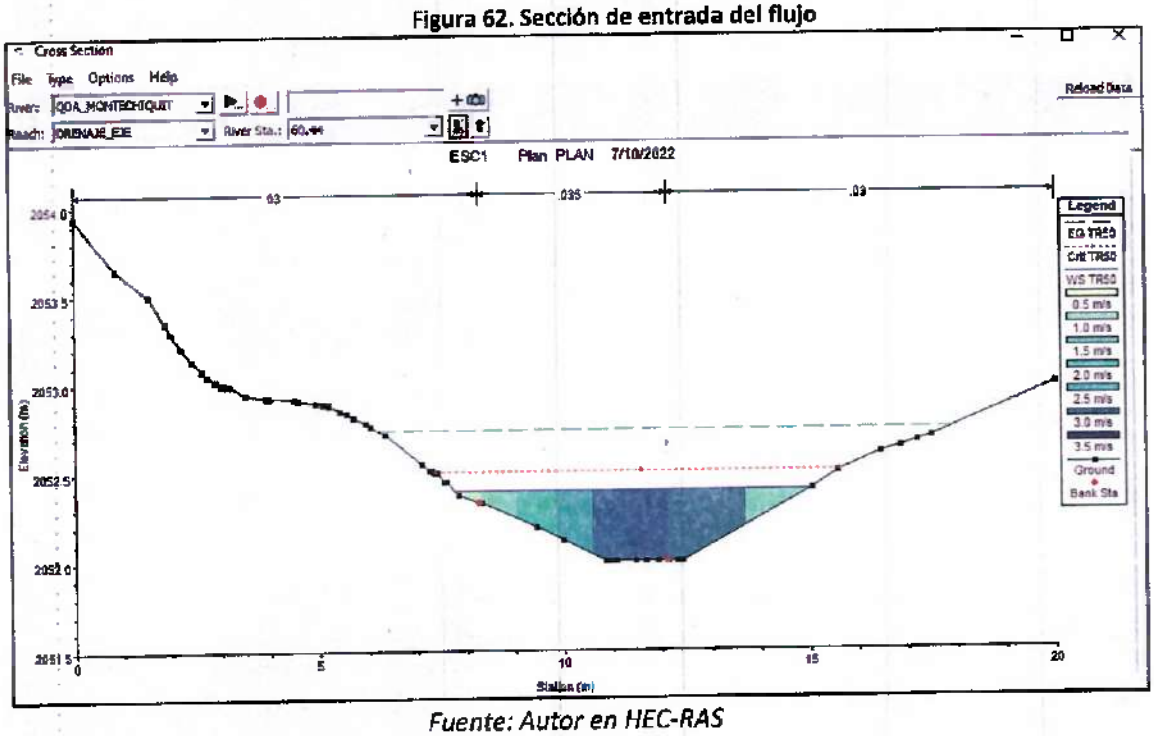
TR=50 AÑOS	
Condiciones de flujo de salida	
Caudal (m3/s)	4.5
Velocidad prom (m/s)	4.53
Velocidad máx (m/s)	5.57
N° de Froude	2.56
Tipo de flujo	Supercrítico
Cota inferior (msnm)	2045.96
Cota superior normal (msnm)	2046.42
Cota superior critica (msnm)	2046.71
Calado Normal (m)	0.46
Calado Critico (m)	0.75

TR=100 AÑOS	
Condiciones de flujo de salida	
Caudal (m3/s)	6.5
Velocidad prom (m/s)	4.9
Velocidad máx (m/s)	6.26
N° de Froude	2.64
Tipo de flujo	Supercrítico
Cota inferior (msnm)	2045.96
Cota superior normal (msnm)	2046.51
Cota superior crítica (msnm)	2046.84
Calado Normal (m)	0.55
Calado Crítico (m)	0.88

Fuente: Autor en HEC-RAS

6.5.6.2. Resultados de la sección transversal de entrada del flujo (aguas arriba)

Figura 62. Sección de entrada del flujo



Fuente: Autor en HEC-RAS

Tabla 52.Resultados sección de salida (aguas abajo)

Cross Section Output

File Type Options Help

River: QDA_MONTECHIQUIT Profile: TR50

Reach DRENAJE_EJE RS: 60.44 Plan: PLAN_ESC1

Plan: PLAN_ESC1 QDA_MONTECHIQUIT DRENAJE_EJE RS: 60.44 Profile: TR50

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	2052.74				
Vel Head (m)	0.35	Wt. n-Val.	0.030	0.035	0.030
W.S. Elev (m)	2052.40	Reach Len. (m)	0.46	0.44	0.48
Crit W.S. (m)	2052.50	Flow Area (m2)	0.02	1.09	0.63
E.G. Slope (m/m)	0.046033	Area (m2)	0.02	1.09	0.63
Q Total (m3/s)	4.50	Flow (m3/s)	0.02	2.86	1.62
Top Width (m)	7.25	Top Width (m)	0.51	3.86	2.87
Vel Total (m/s)	2.59	Avg. Vel. (m/s)	0.81	2.63	2.58
Max Chl Dpth (m)	0.40	Hydr. Depth (m)	0.04	0.28	0.22
Conv. Total (m3/s)	21.0	Conv. (m3/s)	0.1	13.3	7.6
Length Wtd. (m)	0.45	Wetted Per. (m)	0.52	3.88	2.90
Min Ch El (m)	2052.00	Shear (N/m2)	17.34	126.61	97.84
Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)	14.11	332.56	252.48
Frctn Loss (m)	0.02	Cum Volume (1000 m3)	0.02	0.04	0.01
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	0.09	0.12	0.04

Errors, Warnings and Notes

Cross Section Output

File Type Options Help

River: QDA_MONTECHIQUIT Profile: TR100

Reach DRENAJE_EJE RS: 60.44 Plan: PLAN_ESC1

Plan: PLAN_ESC1 QDA_MONTECHIQUIT DRENAJE_EJE RS: 60.44 Profile: TR100

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	2052.91				
Vel Head (m)	0.44	Wt. n-Val.	0.030	0.035	0.030
W.S. Elev (m)	2052.46	Reach Len. (m)	0.46	0.44	0.48
Crit W.S. (m)	2052.60	Flow Area (m2)	0.06	1.34	0.83
E.G. Slope (m/m)	0.046052	Area (m2)	0.06	1.34	0.83
Q Total (m3/s)	6.50	Flow (m3/s)	0.08	4.05	2.37
Top Width (m)	7.88	Top Width (m)	0.77	3.86	3.24
Vel Total (m/s)	2.91	Avg. Vel. (m/s)	1.30	3.02	2.86
Max Chl Dpth (m)	0.47	Hydr. Depth (m)	0.08	0.35	0.26
Conv. Total (m3/s)	30.3	Conv. (m3/s)	0.4	18.9	11.1
Length Wtd. (m)	0.45	Wetted Per. (m)	0.79	3.88	3.28
Min Ch El (m)	2052.00	Shear (N/m2)	35.10	156.01	114.20
Alpha	1.02	Stream Power (N/m s)	45.73	470.93	326.66
Frctn Loss (m)	0.02	Cum Volume (1000 m3)	0.03	0.05	0.01
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	0.10	0.13	0.05

Errors, Warnings and Notes

Fuente: Autor en HEC-RAS

Tabla 53. Tabla resumen de Resultados sección de salida (aguas abajo)

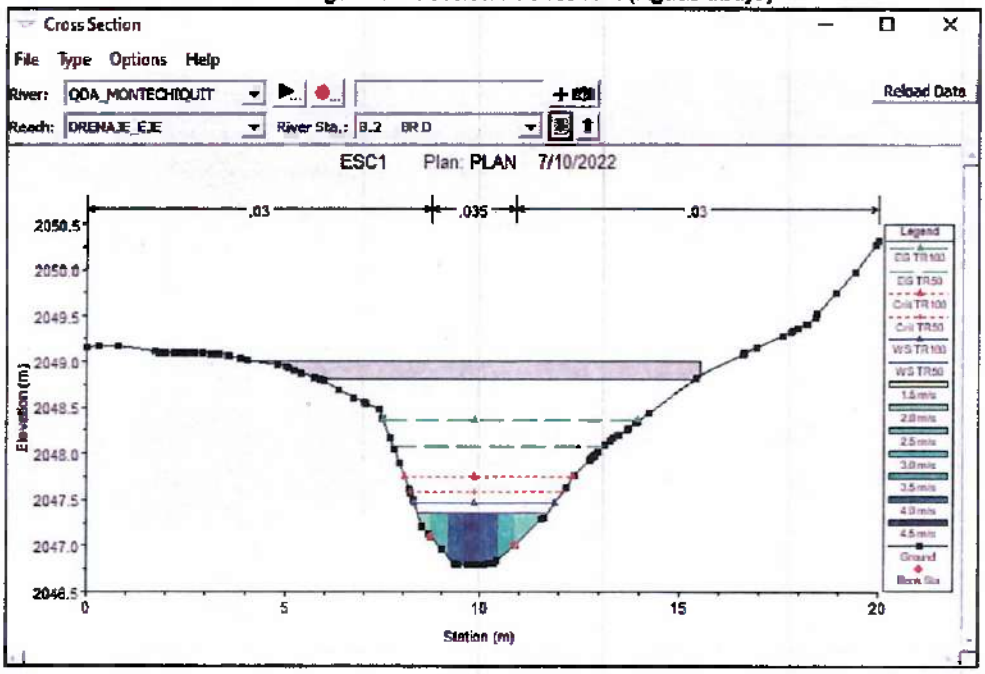
TR=50 AÑOS	
Condiciones de flujo de entrada	
Caudal (m3/s)	4.5
Velocidad prom (m/s)	2.59
Velocidad máx (m/s)	3.05
N° de Froude	1.58
Tipo de flujo	Supercrítico
Cota inferior (msnm)	2052
Cota superior normal (msnm)	2052.4
Cota superior critica (msnm)	2052.5
Calado Normal (m)	0.4
Calado Critico (m)	0.5

TR=100 AÑOS	
Condiciones de flujo de entrada	
Caudal (m3/s)	6.5
Velocidad prom (m/s)	2.91
Velocidad máx (m/s)	3.45
N° de Froude	1.64
Tipo de flujo	Supercrítico
Cota inferior (msnm)	2052
Cota superior normal (msnm)	2052.56
Cota superior critica (msnm)	2052.6
Calado Normal (m)	0.56
Calado Critico (m)	0.6

Fuente: Autor en HEC-RAS

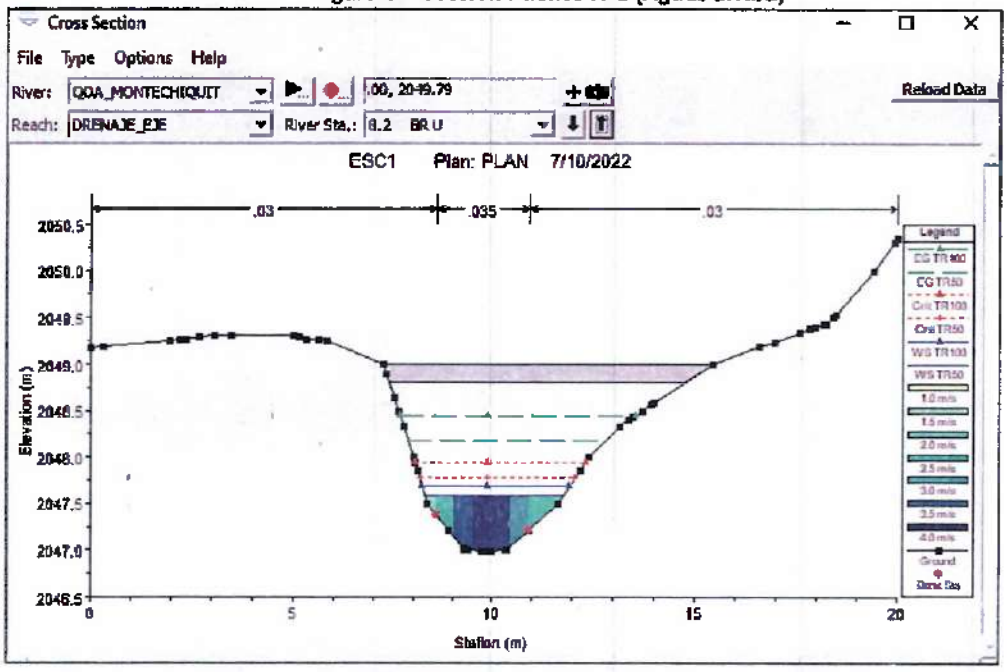
6.5.6.3. Resultados de la sección transversal del Puente N°1

Figura 63. Sección Puente N°1 (Aguas abajo)



Fuente: Autor en HEC-RAS

Figura 64. Sección Puente N°1 (Aguas arriba)



Fuente: Autor en HEC-RAS

Tabla 54.Resumen resultados sección Puente N°1

Bridge Output

File Type Options Help

River: QDA_MONTECHIQUIT Profile: TR50

Reach DRENAJE_EJE RS: 8.2 Plan: PLAN_ESC1

Plan: PLAN_ESC1 QDA_MONTECHIQUIT DRENAJE_EJE RS: 8.2 Profile: TR50

		Element	Inside BR US	Inside BR DS
E.G. US. (m)	2048.35	E.G. Elev (m)	2048.18	2048.07
W.S. US. (m)	2047.52	W.S. Elev (m)	2047.58	2047.36
Q Total (m3/s)	4.50	Crit W.S. (m)	2047.77	2047.59
Q Bridge (m3/s)	4.50	Max Chl Dpth (m)	0.59	0.57
Q Weir (m3/s)		Vel Total (m/s)	3.29	3.60
Weir Sta Lft (m)		Flow Area (m2)	1.37	1.25
Weir Sta Rgt (m)		Froude # Chl	1.58	1.77
Weir Submerg		Specif Force (m3)	1.88	1.99
Weir Max Depth (m)		Hydr Depth (m)	0.39	0.38
Min El Weir Flow (m)	2049.00	W.P. Total (m)	3.76	3.59
Min El Prs (m)	2048.80	Conv. Total (m3/s)	22.2	19.9
Delta EG (m)	0.17	Top Width (m)	3.47	3.31
Delta WS (m)	0.19	Frctn Loss (m)	0.09	-0.12
BR Open Area (m2)	7.61	C & E Loss (m)	0.01	0.01
BR Open Vel (m/s)	3.60	Shear Total (N/m2)	146.19	174.37
BR Sluice Coef		Power Total (N/m s)	480.91	627.27
BR Sel Method	Energy only			

Errors, Warnings and Notes

Bridge Output

File Type Options Help

River: QDA_MONTECHIQUIT Profile: TR100

Reach DRENAJE_EJE RS: 47.1 Plan: PLAN_ESC1

Plan: PLAN_ESC1 QDA_MONTECHIQUIT DRENAJE_EJE RS: 47.1 Profile: TR100

		Element	Inside BR US	Inside BR DS
E.G. US. (m)	2052.18	E.G. Elev (m)	2052.17	2052.09
W.S. US. (m)	2051.07	W.S. Elev (m)	2051.07	2050.74
Q Total (m3/s)	6.50	Crit W.S. (m)	2051.90	2051.13
Q Bridge (m3/s)	6.50	Max Chl Dpth (m)	0.59	0.61
Q Weir (m3/s)		Vel Total (m/s)	4.48	4.89
Weir Sta Lft (m)		Flow Area (m2)	1.45	1.33
Weir Sta Rgt (m)		Froude # Chl	2.20	2.37
Weir Submerg		Specif Force (m3)	3.40	3.69
Weir Max Depth (m)		Hydr Depth (m)	0.38	0.38
Min El Weir Flow (m)	2052.00	W.P. Total (m)	4.08	3.83
Min El Prs (m)	2051.80	Conv. Total (m3/s)	23.3	21.8
Delta EG (m)	0.39	Top Width (m)	3.79	3.55
Delta WS (m)	0.26	Frctn Loss (m)	0.05	0.20
BR Open Area (m2)	5.77	C & E Loss (m)	0.03	0.11
BR Open Vel (m/s)	4.89	Shear Total (N/m2)	271.95	304.22
BR Sluice Coef		Power Total (N/m s)	1219.43	1486.15
BR Sel Method	Energy only			

Errors, Warnings and Notes

Fuente: Autor en HEC-RAS

Tabla 55.Tabla resumen de Resultados puente N°1

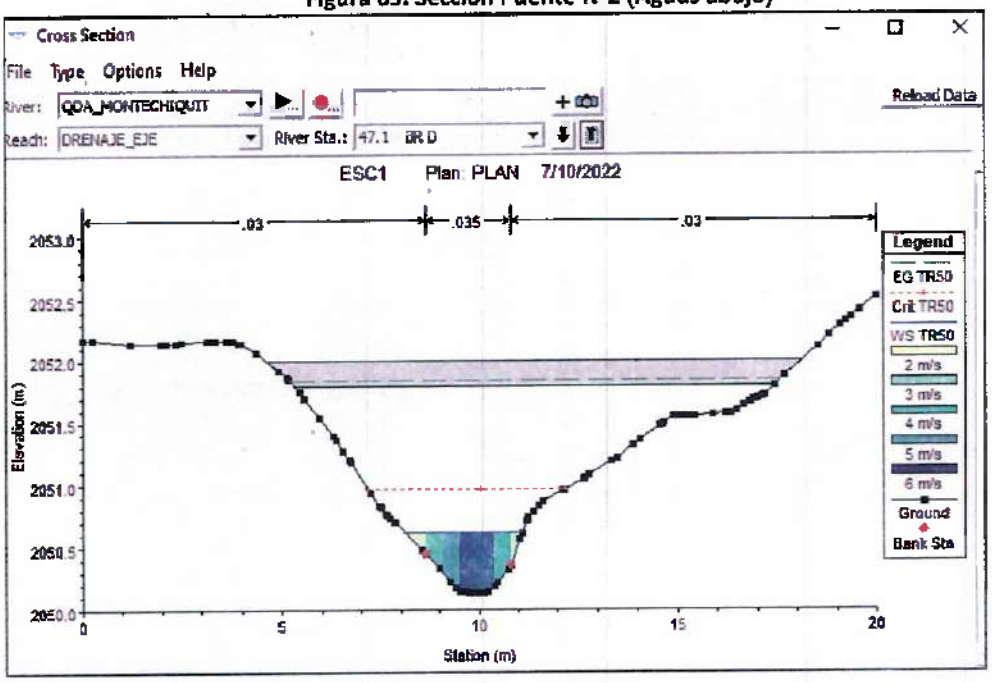
TR=50 AÑOS	
Condiciones de flujo de salida	
Caudal (m3/s)	6.5
Entrada del flujo al puente	
Velocidad prom (m/s)	3.29
Velocidad máx (m/s)	3.93
Tipo de flujo	Supercritico
Salida del flujo del puente	
Velocidad prom (m/s)	3.6
Velocidad máx (m/s)	4.32
Tipo de flujo	Supercritico
Tirante	
Tirante de entrada	0.59
Tirante de salida	0.57

TR=50 AÑOS	
Condiciones de flujo de salida	
Caudal (m3/s)	6.5
Entrada del flujo al puente	
Velocidad prom (m/s)	3.29
Velocidad máx (m/s)	4.48
Tipo de flujo	Supercritico
Salida del flujo del puente	
Velocidad prom (m/s)	3.6
Velocidad máx (m/s)	4.81
Tipo de flujo	Supercritico
Tirante	
Tirante de entrada	0.59
Tirante de salida	0.57

Fuente: Autor en HEC-RAS

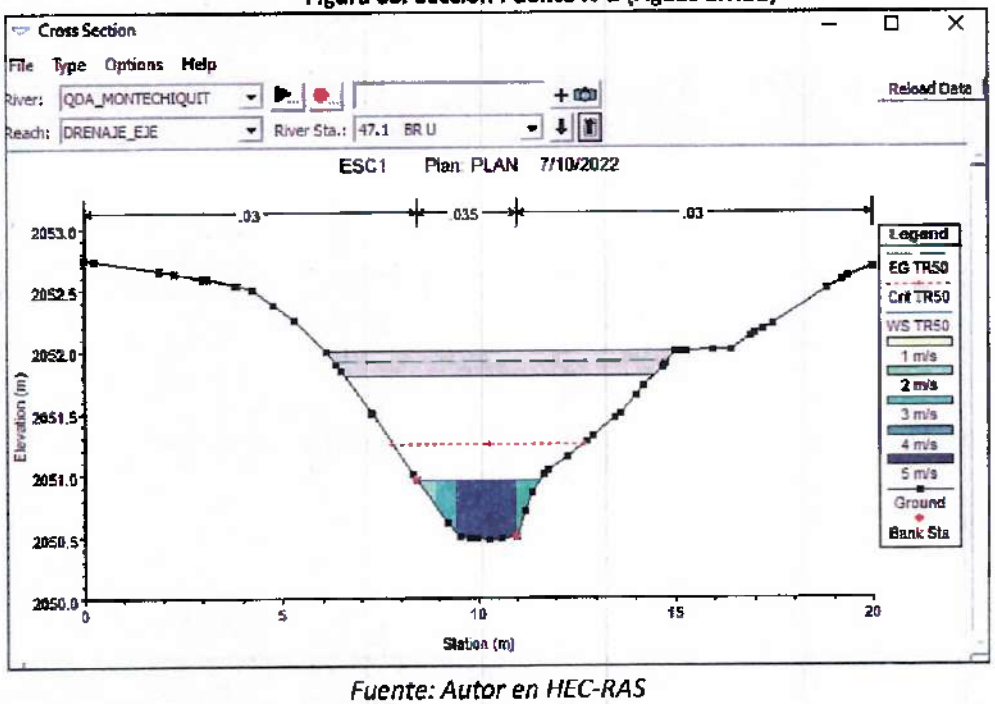
6.5.6.4. Resultados en sección transversal del Puente N°2 y Muro de contención existente

Figura 65. Sección Puente N°2 (Aguas abajo)



Fuente: Autor en HEC-RAS

Figura 66. Sección Puente N°2 (Aguas arriba)



Fuente: Autor en HEC-RAS

Tabla 56.Resultados secciones Puente N°2

Bridge Output

File Type Options Help

River: QDA_MONTECHIQUIT Profile: TR50

Reach DRENAJE_EJE RS: 47.1 Plan: PLAN_ESC1

Plan: PLAN_ESC1 QDA_MONTECHIQUIT DRENAJE_EJE RS: 47.1 Profile: TR50

		Element	Inside BR US	Inside BR DS
E.G. US. (m)	2051.94	E.G. Elev (m)	2051.92	2051.84
W.S. US. (m)	2050.95	W.S. Elev (m)	2050.96	2050.63
Q Total (m3/s)	4.50	Crit W.S. (m)	2051.25	2050.97
Q Bridge (m3/s)	4.50	Max Chl Dpth (m)	0.47	0.50
Q Weir (m3/s)		Vel Total (m/s)	4.29	4.69
Weir Sta Lft (m)		Flow Area (m2)	1.05	0.96
Weir Sta Rgt (m)		Froude # Chl	2.36	2.51
Weir Submerg		Specif Force (m3)	2.20	2.41
Weir Max Depth (m)		Hydr Depth (m)	0.33	0.32
Min El Weir Flow (m)	2052.00	W.P. Total (m)	3.43	3.27
Min El Prs (m)	2051.80	Conv. Total (m3/s)	14.4	13.7
Delta EG (m)	0.44	Top Width (m)	3.17	3.04
Delta WS (m)	0.25	Frctn Loss (m)	0.06	0.22
BR Open Area (m2)	5.77	C & E Loss (m)	0.02	0.12
BR Open Vel (m/s)	4.69	Shear Total (N/m2)	294.67	310.65
BR Sluice Coef		Power Total (N/m s)	1263.32	1457.95
BR Sel Method	Energy only			

Errors, Warnings and Notes

Fuente: Autor en HEC-RAS

Tabla 57.Tabla resumen de Resultados puente N°2

TR=50 AÑOS	
Condiciones de flujo de salida	
Caudal (m3/s)	6.5
Entrada del flujo al puente	
Velocidad prom (m/s)	4.29
Velocidad máx (m/s)	5.65
Tipo de flujo	Supercritico
Salida del flujo del puente	
Velocidad prom (m/s)	4.69
Velocidad máx (m/s)	5.28
Tipo de flujo	Supercritico
Tirante	
Tirante de entrada	0.47
Tirante de salida	0.5

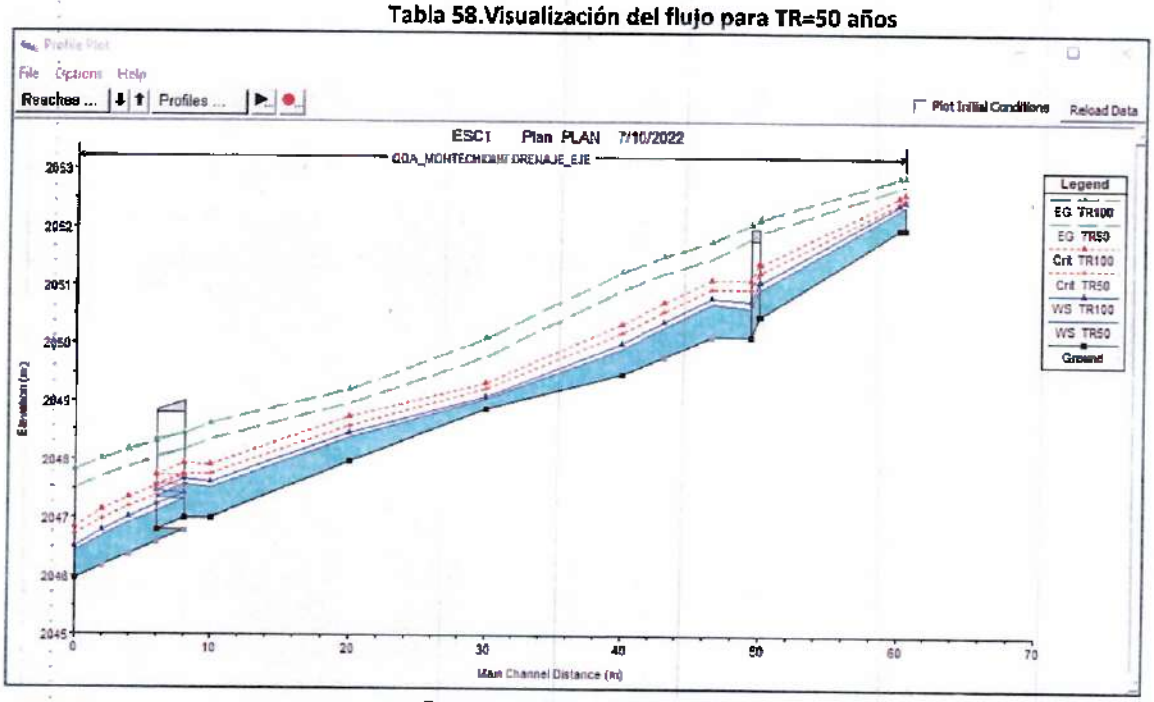
TR=100 AÑOS	
Condiciones de flujo de salida	
Caudal (m3/s)	6.5

Entrada del flujo al puente	
Velocidad prom (m/s)	4.48
Velocidad máx (m/s)	4.92
Tipo de flujo	Supercritico
Salida del flujo del puente	
Velocidad prom (m/s)	4.89
Velocidad máx (m/s)	5.97
Tipo de flujo	Supercritico
Tirante	
Tirante de entrada	0.59
Tirante de salida	0.61

Fuente: Autor en HEC-RAS

6.5.6.5. Perfil longitudinal del modelamiento

Tabla 58.Visualización del flujo para TR=50 años



Fuente: Autor en HEC-RAS

6.5.6.6. Conclusiones del modelamiento hidráulico para el Escenario 1 (TR=50 años) y Escenario 2 (TR=100 años)

De acuerdo a los resultados obtenidos de la modelación hidráulica para un escenario actual de las obras existentes, el calado máximo que puede llegar presentarse es de valores cercanos a 1.5 m que

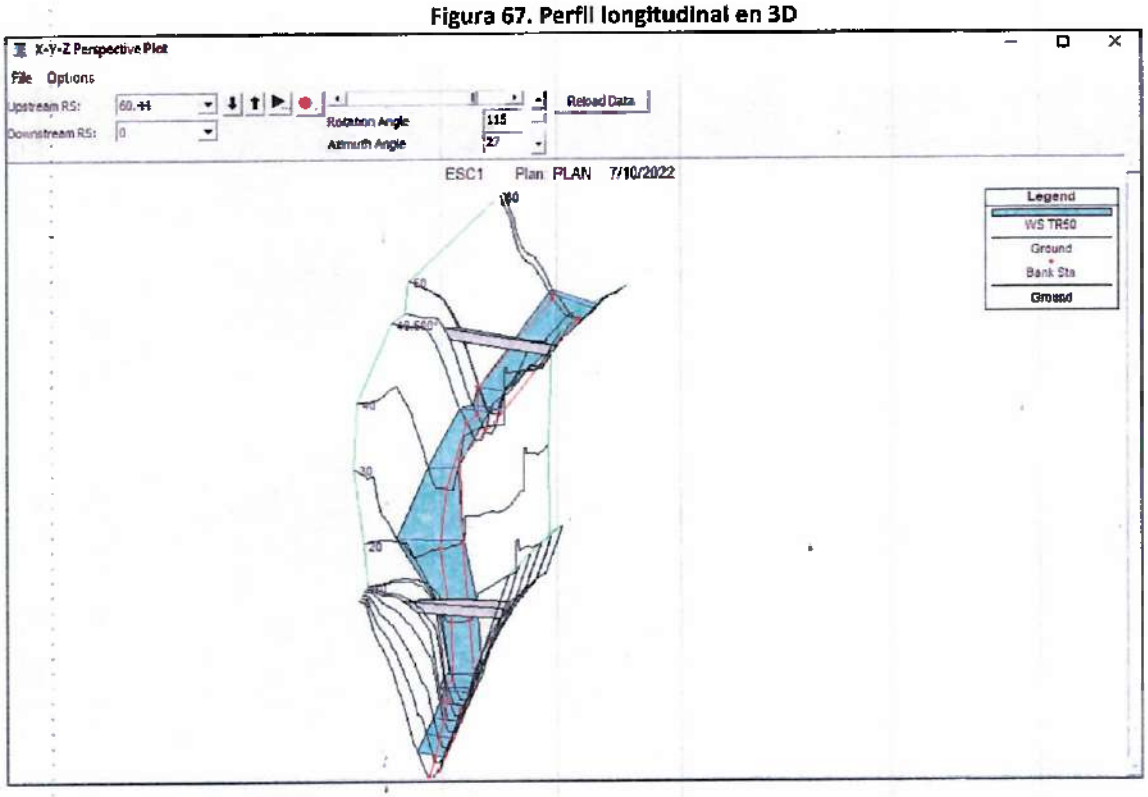
obedece a una reducción de la sección cuando llega al puente denominado Puente N°2, esto sucede tanto para periodos de retorno de 50 años como de 100 años. Sin embargo, en ningún momento el tirante hidráulico llega alcanzar el muro existente ni el tablero de los puentes, asi como la zona donde se proyecta el muro. El tipo de flujo que se presenta a lo largo del trayecto analizado es de tipo supercrítico, lo que implica velocidades relativamente altas pero tirantes bajos, lo cual justifica la inexistencia de inundaciones o desbordamientos de la quebrada fuera de los limites naturales o comunes de su trayecto, esto sin considerar la batea.

6.5.7. Resultados del modelamiento hidráulico ESCENARIO 3 Y ESCENARIO 4

Estos segundos escenarios se disponen para el análisis hidráulico ante un modelo que contempla las condiciones de obras propuestas con una cobertura y coeficiente de rugosidad Manning actual. La diferencia entre el tercer escenario y cuarto escenario corresponde al periodo de retorno.

- *ESC3: Corresponde al escenario 3, el cual consiste en el modelamiento hidráulico para un periodo de retorno de 50 años y las obras existentes.*
- *ESC4: Corresponde al escenario 4, el cual consiste en el modelamiento hidráulico para un periodo de retorno de 100 años y las obras existentes.*

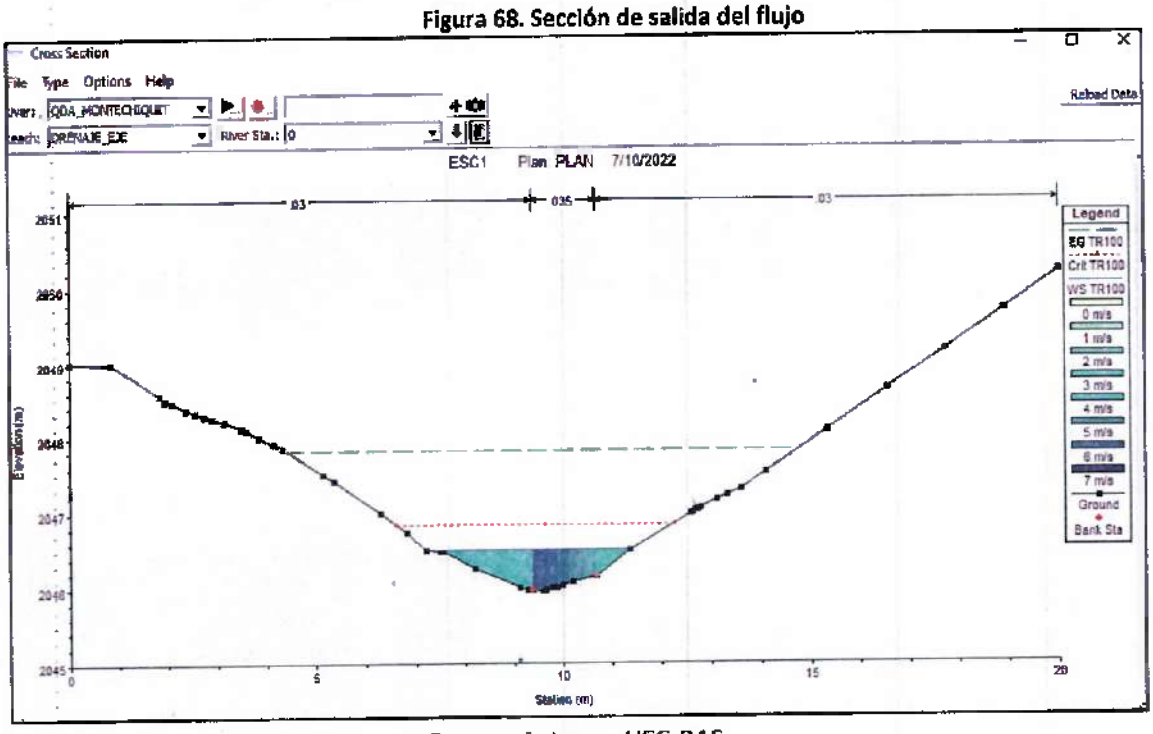
Figura 67. Perfil longitudinal en 3D



Fuente: Autor en HEC-RAS

6.5.7.1. Resultados de la sección transversal de salida del flujo (aguas abajo)

Figura 68. Sección de salida del flujo



Fuente: Autor en HEC-RAS

Tabla 59.Resultados sección de salida (aguas abajo)

Cross Section Output

File Type Options Help

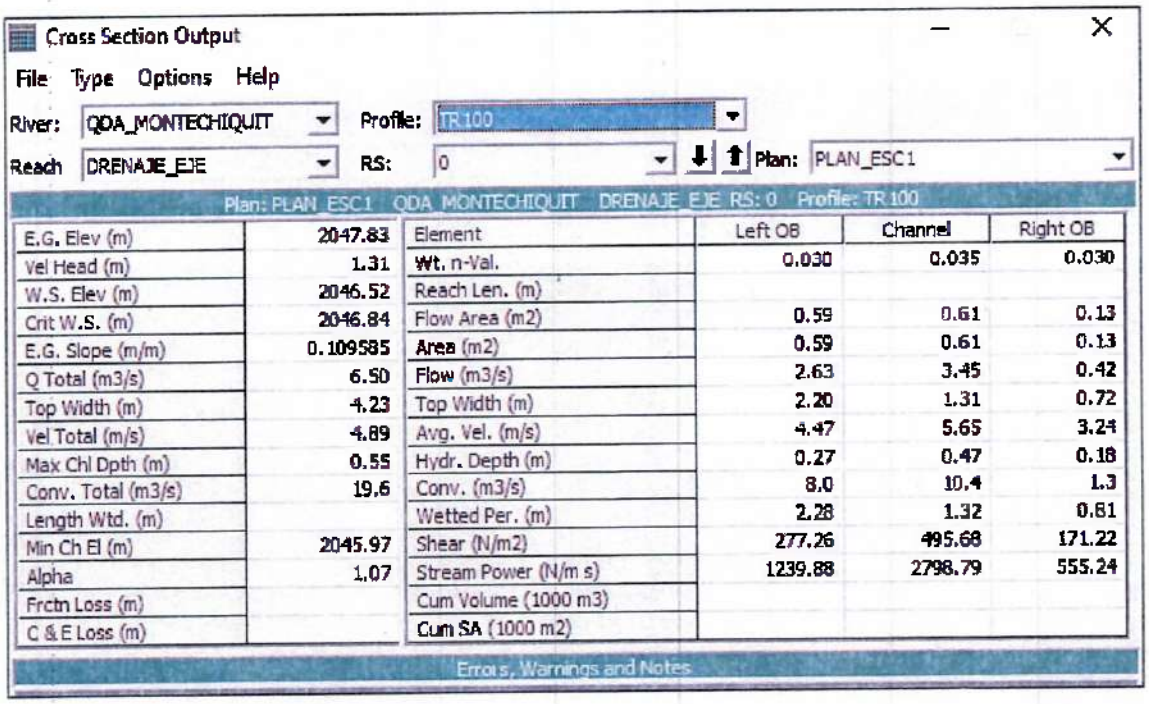
River: QDA_MONTECHIQUIT Profile: TR50

Reach DRENAJE_EJE RS: 0 Plan: PLAN_ESC1

Plan: PLAN_ESC1 QDA_MONTECHIQUIT DRENAJE_EJE RS: 0 Profile: TR50

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	2047.52	Wt. n-Val.	0.030	0.035	0.030
Vel Head (m)	1.09	Reach Len. (m)			
W.S. Elev (m)	2046.43	Flow Area (m2)	0.42	0.50	0.07
Crit W.S. (m)	2046.71	Area (m2)	0.42	0.50	0.07
E.G. Slope (m/m)	0.110571	Flow (m3/s)	1.85	2.45	0.20
Q Total (m3/s)	4.50	Top Width (m)	1.65	1.31	0.54
Top Width (m)	3.50	Avg. Vel. (m/s)	4.36	4.94	2.72
Vel Total (m/s)	4.53	Hydr. Depth (m)	0.26	0.38	0.14
Max Chl Dpth (m)	0.46	Conv. (m3/s)	5.6	7.4	0.6
Conv. Total (m3/s)	13.5	Wetted Per. (m)	1.72	1.32	0.60
Length Wtd. (m)		Shear (N/m2)	267.68	406.08	131.84
Min Ch El (m)	2045.97	Stream Power (N/m s)	1167.58	2004.48	358.66
Alpha	1.04	Cum Volume (1000 m3)			
Frctn Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			
C & E Loss (m)					

Errors, Warnings and Notes



Fuente: Autor en HEC-RAS

Tabla 60.Tabla resumen de Resultados sección de salida (aguas abajo)

TR=50 AÑOS	
Condiciones de flujo de salida	
Caudal (m3/s)	4.5
Velocidad prom (m/s)	4.53
Velocidad máx (m/s)	5.57
N° de Froude	2.56
Tipo de flujo	Supercrítico
Cota inferior (msnm)	2045.96
Cota superior normal (msnm)	2046.42
Cota superior critica (msnm)	2046.71
Calado Normal (m)	0.46
.Calado Critico (m)	0.75

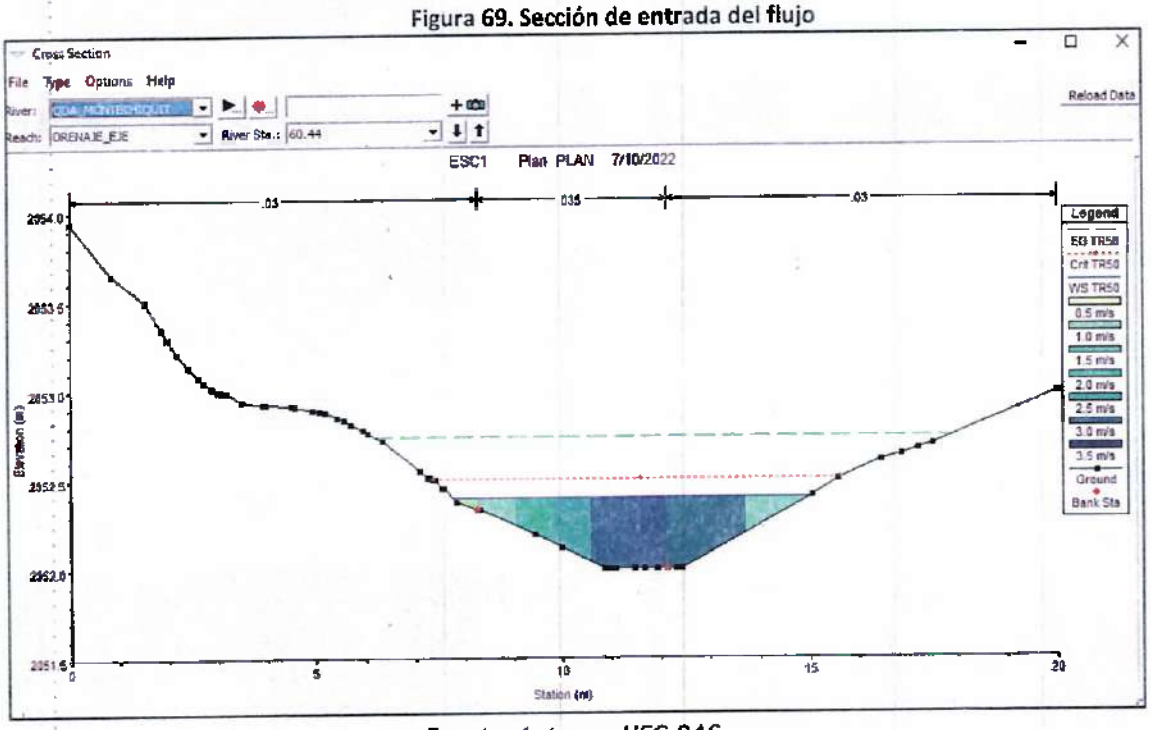
TR=100 AÑOS	
Condiciones de flujo de salida	
Caudal (m3/s)	6.5
Velocidad prom (m/s)	4.9

Velocidad máx (m/s)	6.26
N° de Froude	2.64
Tipo de flujo	Supercrítico
Cota inferior (msnm)	2045.96
Cota superior normal (msnm)	2046.51
Cota superior critica (msnm)	2046.84
Calado Normal (m)	0.55
Calado Critico (m)	0.88

Fuente: Autor en HEC-RAS

6.5.7.2. Resultados de la sección transversal de entrada del flujo (aguas arriba)

Figura 69. Sección de entrada del flujo



Fuente: Autor en HEC-RAS

Tabla 61.Resultados sección de salida (aguas abajo)

Cross Section Output

File Type Options Help

River: QDA_MONTECHIQUIT Profile: TR50

Reach DRENAJE_EJE RS: 60.44 Plan: PLAN_ESC1

Plan: PLAN_ESC1 QDA_MONTECHIQUIT DRENAJE_EJE RS: 60.44 Profile: TR50

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	2052.74	Wt. n-Val.	0.030	0.035	0.030
Vel Head (m)	0.35	Reach Len. (m)	0.46	0.44	0.48
W.S. Elev (m)	2052.40	Flow Area (m2)	0.02	1.09	0.63
Crit W.S. (m)	2052.50	Area (m2)	0.02	1.09	0.63
E.G. Slope (m/m)	0.046033	Flow (m3/s)	0.02	2.86	1.62
Q Total (m3/s)	4.50	Top Width (m)	0.51	3.86	2.87
Top Width (m)	7.25	Avg. Vel. (m/s)	0.81	2.63	2.58
Vel Total (m/s)	2.59	Hydr. Depth (m)	0.04	0.28	0.22
Max Chl Dpth (m)	0.40	Conv. (m3/s)	0.1	13.3	7.6
Conv. Total (m3/s)	21.0	Wetted Per. (m)	0.52	3.88	2.90
Length Wtd. (m)	0.45	Shear (N/m2)	17.34	126.61	97.84
Min Ch El (m)	2052.00	Stream Power (N/m s)	14.11	332.56	252.48
Alpha	1.01	Cum Volume (1000 m3)	0.02	0.04	0.01
Frctn Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	0.09	0.12	0.04
C & E Loss (m)	0.00				

Errors, Warnings and Notes

Cross Section Output

File Type Options Help

River: QDA_MONTECHIQUIT Profile: TR100

Reach DRENAJE_EJE RS: 60.44 Plan: PLAN_ESC1

Plan: PLAN_ESC1 QDA_MONTECHIQUIT DRENAJE_EJE RS: 60.44 Profile: TR100

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	2052.91	Wt. n-Val.	0.030	0.035	0.030
Vel Head (m)	0.44	Reach Len. (m)	0.46	0.44	0.48
W.S. Elev (m)	2052.46	Flow Area (m2)	0.06	1.34	0.83
Crit W.S. (m)	2052.60	Area (m2)	0.06	1.34	0.83
E.G. Slope (m/m)	0.046052	Flow (m3/s)	0.08	4.05	2.37
Q Total (m3/s)	6.50	Top Width (m)	0.77	3.86	3.24
Top Width (m)	7.88	Avg. Vel. (m/s)	1.30	3.02	2.86
Vel Total (m/s)	2.91	Hydr. Depth (m)	0.08	0.35	0.26
Max Chl Dpth (m)	0.47	Conv. (m3/s)	0.4	18.9	11.1
Conv. Total (m3/s)	30.3	Wetted Per. (m)	0.79	3.88	3.28
Length Wtd. (m)	0.45	Shear (N/m2)	35.10	156.01	114.20
Min Ch El (m)	2052.00	Stream Power (N/m s)	45.73	470.93	326.66
Alpha	1.02	Cum Volume (1000 m3)	0.03	0.05	0.01
Frctn Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	0.10	0.12	0.05
C & E Loss (m)	0.00				

Errors, Warnings and Notes

Fuente: Autor en HEC-RAS

Tabla 62.Tabla resumen de Resultados sección de salida (aguas **abajo)**

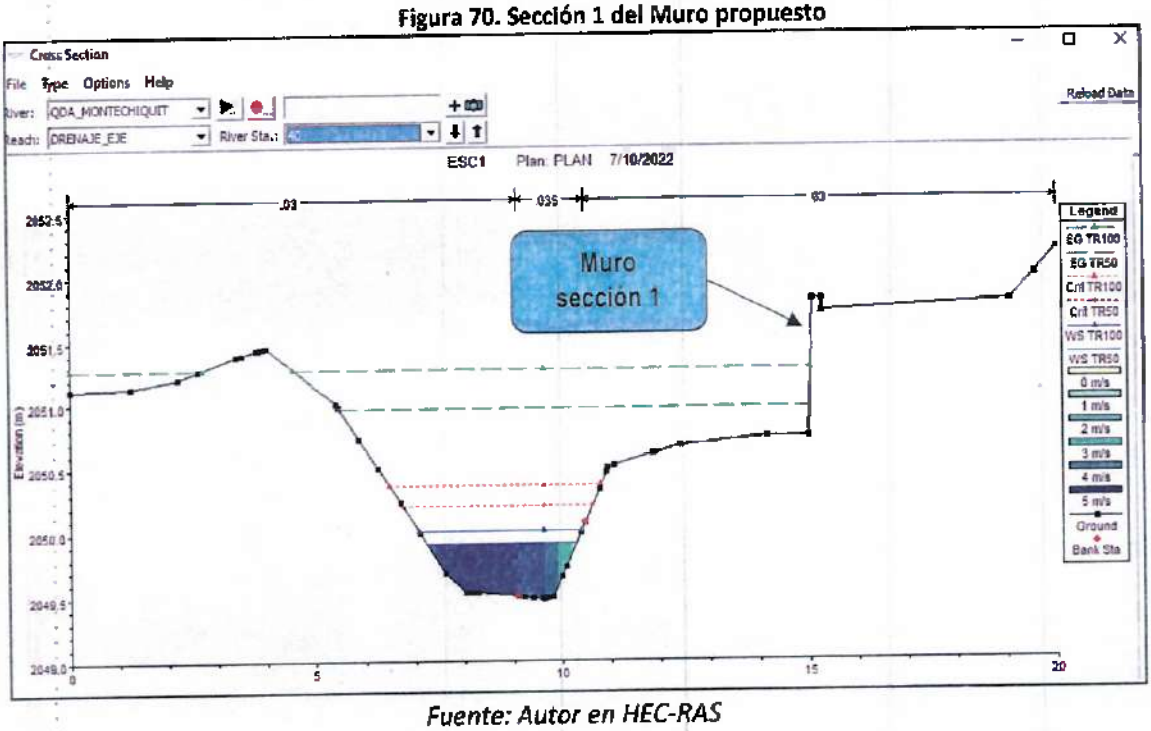
TR=50 AÑOS	
Condiciones de flujo **de entrada**	
Caudal (m3/s)	4.5
Velocidad prom (m/s)	2.59
Velocidad máx (m/s)	3.05
N° de Froude	1.58
Tipo de flujo	Supercrítico
Cota inferior (msnm)	2052
Cota superior normal (msnm)	2052.4
Cota superior critica (msnm)	2052.5
Calado Normal (m)	0.4
Calado Critico (m)	0.5

TR=100 AÑOS	
Condiciones de flujo de entrada	
Caudal (m3/s)	6.5
Velocidad prom (m/s)	2.91
Velocidad máx (m/s)	3.45
N° de Froude	1.64
Tipo de flujo	Supercrítico
Cota inferior (msnm)	2052
Cota superior normal (msnm)	2052.56
Cota superior critica (msnm)	2052.6
Calado Normal (m)	0.56
Calado Critico (m)	0.6

Fuente: Autor en HEC-RAS

6.5.7.3. Resultados de la sección 1 del muro de contención propuesto

Figura 70. Sección 1 del Muro propuesto



Fuente: Autor en HEC-RAS

Tabla 63.Resultados sección 1 del muro

Cross Section Output

File Type Options Help

River: QDA_MONTECHIQUIT Profile: TR50

Reach: DRENAJE_EJE RS: 40 Plan: PLAN_ESC1

Plan: PLAN_ESC1 QDA_MONTECHIQUIT DRENAJE_EJE RS: 40 Profile: TR50

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	2050.97	Wt. n-Val.	0.030	0.035	
Vel Head (m)	1.06	Reach Len. (m)	10.01	10.00	10.02
W.S. Elev (m)	2049.92	Flow Area (m2)	0.59	0.40	
Crit W.S. (m)	2050.20	Area (m2)	0.59	0.40	
E.G. Slope (m/m)	0.102774	Flow (m3/s)	2.85	1.65	
Q Total (m3/s)	4.50	Top Width (m)	1.88	1.19	
Top Width (m)	3.07	Avg. Vel. (m/s)	4.80	4.09	
Vel Total (m/s)	4.51	Hydr. Depth (m)	0.32	0.34	
Max Chl Dpth (m)	0.43	Conv. (m3/s)	8.9	5.1	
Conv. Total (m3/s)	14.0	Wetted Per. (m)	1.97	1.35	
Length Wtd. (m)	10.00	Shear (N/m2)	303.79	300.68	
Min Ch El (m)	2049.48	Stream Power (N/m s)	1459.40	1229.63	
Alpha	1.02	Cum Volume (1000 m3)	0.02	0.03	0.00
Frctn Loss (m)	1.09	Cum SA (1000 m2)	0.08	0.08	0.02
C & E Loss (m)	0.10				

Cross Section Output

File Type Options Help

River: QDA_MONTECHIQUIT Profile: TR100

Reach DRENAJE_EJE RS: 40 Plan: PLAN_ESC1

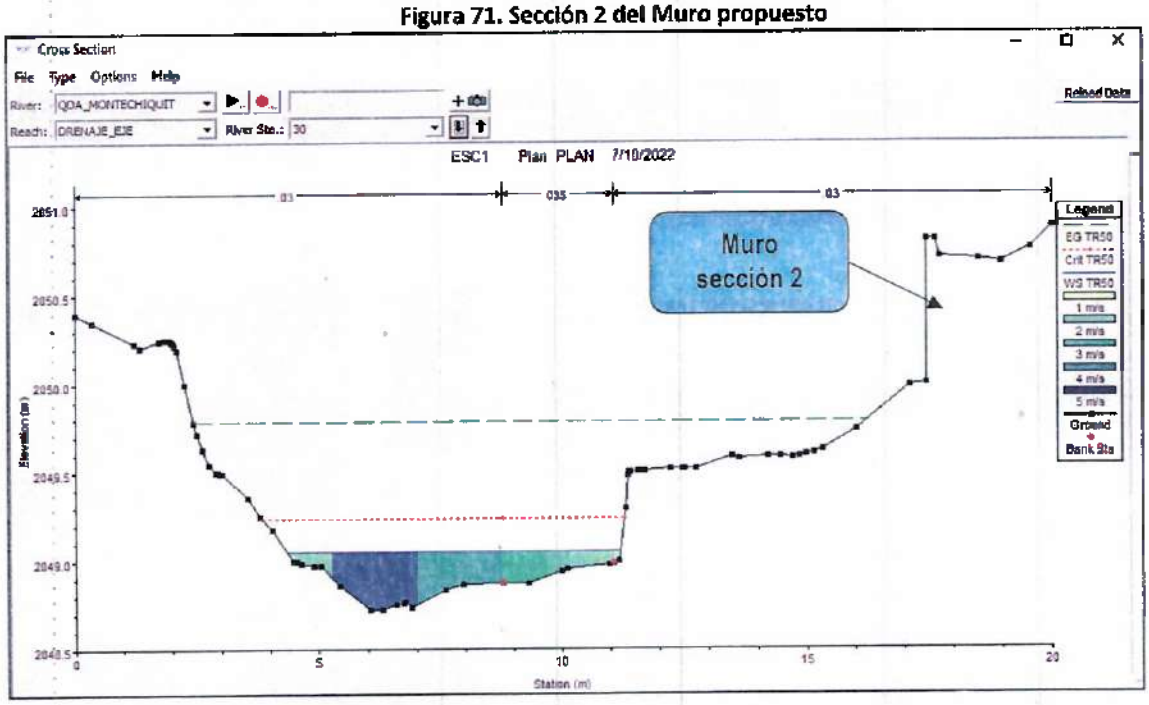
Plan: PLAN_ESC1 QDA_MONTECHIQUIT DRENAJE_EJE RS: 40 Profile: TR100

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	2051.28	Wt. n-Val.	0.030	0.035	
Vel Head (m)	1.26	Reach Len. (m)	10.01	10.00	10.02
W.S. Elev (m)	2050.02	Flow Area (m2)	0.79	0.53	
Crit W.S. (m)	2050.36	Area (m2)	0.79	0.53	
E.G. Slope (m/m)	0.095619	Flow (m3/s)	4.17	2.33	
Q Total (m3/s)	6.50	Top Width (m)	2.04	1.31	
Top Width (m)	3.35	Avg. Vel. (m/s)	5.27	4.40	
Vel Total (m/s)	4.92	Hydr. Depth (m)	0.39	0.40	
Max Chl Dpth (m)	0.53	Conv. (m3/s)	13.5	7.5	
Conv. Total (m3/s)	21.0	Wetted Per. (m)	2.16	1.51	
Length Wtd. (m)	10.00	Shear (N/m2)	342.57	330.00	
Min Ch El (m)	2049.48	Stream Power (N/m s)	1804.50	1453.32	
Alpha	1.02	Cum Volume (1000 m3)	0.02	0.03	0.01
Frctn Loss (m)	1.10	Cum SA (1000 m2)	0.08	0.08	0.02
C & E Loss (m)	0.08				

Fuente: Autor en HEC-RAS

6.5.7.4. Resultados de la sección 2 del muro de contención propuesto

Figura 71. Sección 2 del Muro propuesto



Fuente: Autor en HEC-RAS

Tabla 64.Resultados sección 2 del muro

Cross Section Output

File Type Options Help

River: QDA_MONTECHIQUIT Profile: TR50

Reach DRENAJE_EJE RS: 30 Plan: PLAN_ESC1

Plan: PLAN_ESC1 QDA_MONTECHIQUIT DRENAJE_EJE RS: 30 Profile: TR50

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	2049.79				
Vel Head (m)	0.73	Wt. n-Val.	0.030	0.035	0.030
W.S. Elev (m)	2049.06	Reach Len. (m)	10.38	10.00	9.69
Crit W.S. (m)	2049.24	Flow Area (m2)	0.94	0.29	0.01
E.G. Slope (m/m)	0.115018	Area (m2)	0.94	0.29	0.01
Q Total (m3/s)	4.50	Flow (m3/s)	3.76	0.72	0.01
Top Width (m)	6.88	Top Width (m)	4.44	2.30	0.14
Vel Total (m/s)	3.61	Avg. Vel. (m/s)	3.99	2.46	1.41
Max Chl Dpth (m)	0.34	Hydr. Depth (m)	0.21	0.13	0.06
Conv. Total (m3/s)	13.3	Conv. (m3/s)	11.1	2.1	0.0
Length Wtd. (m)	10.20	Wetted Per. (m)	4.50	2.30	0.17
Min Ch El (m)	2048.88	Shear (N/m2)	236.66	144.18	49.54
Alpha	1.10	Stream Power (N/m s)	944.65	354.50	69.73
Frctn Loss (m)	0.77	Cum Volume (1000 m3)	0.01	0.02	0.00
C & E Loss (m)	0.04	Cum SA (1000 m2)	0.05	0.06	0.02

Cross Section Output

File Type Options Help

River: QDA_MONTECHIQUIT Profile: TR100

Reach DRENAJE_EJE RS: 30 Plan: PLAN_ESC1

Plan: PLAN_ESC1 QDA_MONTECHIQUIT DRENAJE_EJE RS: 30 Profile: TR100

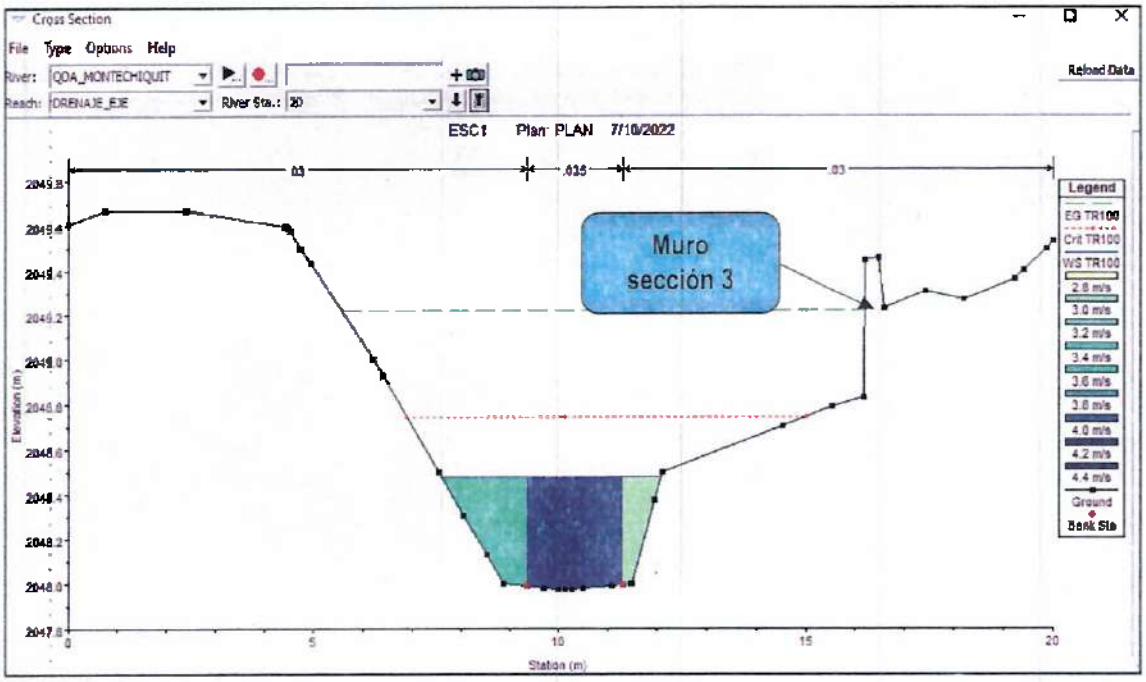
		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	2050.09				
Vel Head (m)	1.00	Wt. n-Val.	0.030	0.035	0.030
W.S. Elev (m)	2049.10	Reach Len. (m)	10.38	10.00	9.69
Crit W.S. (m)	2049.33	Flow Area (m2)	1.13	0.39	0.01
E.G. Slope (m/m)	0.128586	Area (m2)	1.13	0.39	0.01
Q Total (m3/s)	6.50	Flow (m3/s)	5.26	1.21	0.03
Top Width (m)	6.99	Top Width (m)	4.54	2.30	0.15
Vel Total (m/s)	4.26	Avg. Vel. (m/s)	4.68	3.12	1.87
Max Chl Dpth (m)	0.38	Hydr. Depth (m)	0.25	0.17	0.09
Conv. Total (m3/s)	18.1	Conv. (m3/s)	14.7	3.4	0.1
Length Wtd. (m)	10.19	Wetted Per. (m)	4.60	2.30	0.22
Min Ch El (m)	2048.88	Shear (N/m2)	308.48	212.32	78.18
Alpha	1.08	Stream Power (N/m s)	1442.26	663.29	146.39
Frctn Loss (m)	0.80	Cum Volume (1000 m3)	0.01	0.03	0.01
C & E Loss (m)	0.08	Cum SA (1000 m2)	0.05	0.06	0.02

Errors, Warnings and Notes

Fuente: Autor en HEC-RAS

6.5.7.5. Resultados de la sección 3 del muro de contención propuesto

Figura 72. Sección 3 del Muro propuesto



Fuente: Autor en HEC-RAS

Tabla 65.Resultados sección 3 del muro

Cross Section Output

File Type Options Help

River: QDA_MONTECHIQUIT Profile: TR50

Reach DRENAJE_EJE RS: 20 Plan: PLAN_ESC1

Plan: PLAN_ESC1 QDA_MONTECHIQUIT DRENAJE_EJE RS: 20 Profile: TR50

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	2048.97	Wt. n-Val.	0.030	0.035	0.030
Vel Head (m)	0.59	Reach Len. (m)	9.78	10.00	10.33
W.S. Elev (m)	2048.39	Flow Area (m2)	0.40	0.79	0.16
Crit W.S. (m)	2048.59	Area (m2)	0.40	0.79	0.16
E.G. Slope (m/m)	0.053565	Flow (m3/s)	1.20	2.87	0.43
Q Total (m3/s)	4.50	Top Width (m)	1.53	1.96	0.65
Top Width (m)	4.14	Avg. Vel. (m/s)	3.04	3.62	2.66
Vel Total (m/s)	3.33	Hydr. Depth (m)	0.26	0.40	0.25
Max Chl Dpth (m)	0.41	Conv. (m3/s)	5.2	12.4	1.8
Conv. Total (m3/s)	19.4	Wetted Per. (m)	1.60	1.96	0.79
Length Wtd. (m)	10.00	Shear (N/m2)	129.81	212.61	106.58
Min Ch El (m)	2047.97	Stream Power (N/m s)	394.36	769.29	283.93
Alpha	1.03	Cum Volume (1000 m3)	0.00	0.02	0.00
Frctn Loss (m)	0.60	Cum SA (1000 m2)	0.02	0.04	0.01
C & E Loss (m)	0.02				

Cross Section Output

File Type Options Help

River: QDA_MONTECHIQUIT Profile: TR100

Reach: DRENAJE_EJE RS: 20 Plan: PLAN_ESC1

Plan: PLAN_ESC1 QDA_MONTECHIQUIT DRENAJE_EJE RS: 20 Profile: TR100

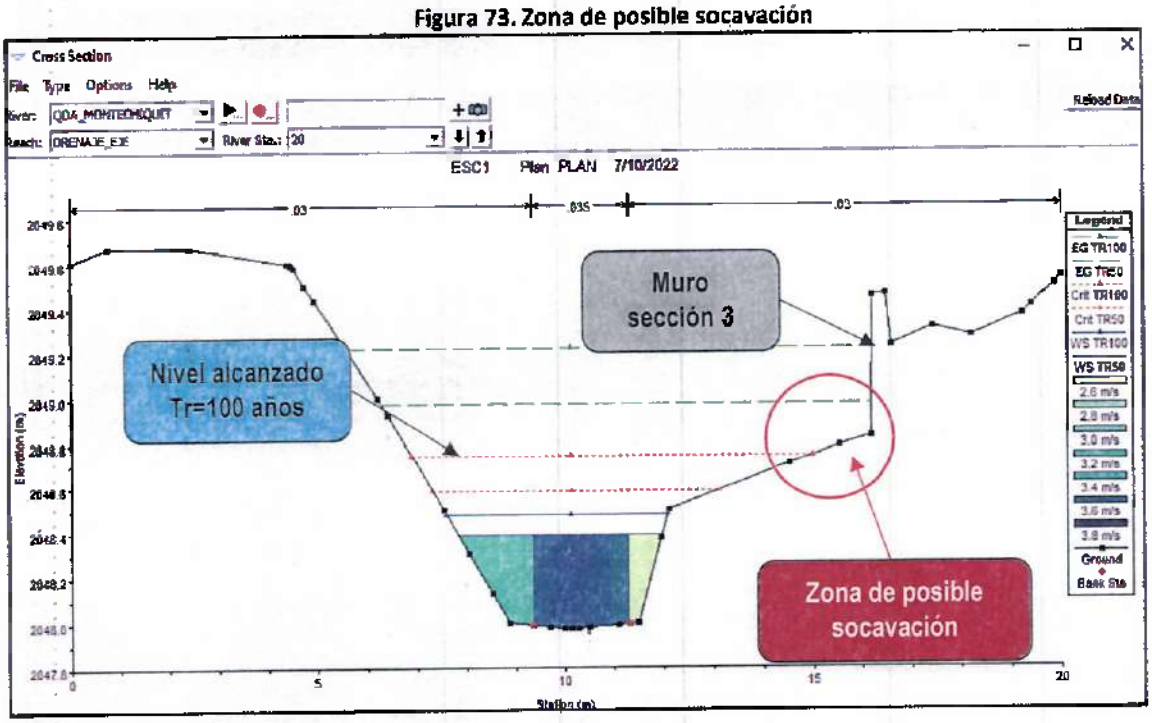
		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	2049.22	Wt. n-Val.	0.030	0.035	0.030
Vel Head (m)	0.74	Reach Len. (m)	9.78	10.00	10.33
W.S. Elev (m)	2048.48	Flow Area (m2)	0.55	0.97	0.22
Crit W.S. (m)	2048.75	Area (m2)	0.55	0.97	0.22
E.G. Slope (m/m)	0.052761	Flow (m3/s)	1.85	3.99	0.66
Q Total (m3/s)	6.50	Top Width (m)	1.77	1.96	0.77
Top Width (m)	4.50	Avg. Vel. (m/s)	3.38	4.11	2.95
Vel Total (m/s)	3.73	Hydr. Depth (m)	0.31	0.50	0.29
Max Chl Dpth (m)	0.51	Conv. (m3/s)	8.0	17.4	2.9
Conv. Total (m3/s)	28.3	Wetted Per. (m)	1.86	1.96	0.94
Length Wtd. (m)	10.00	Shear (N/m2)	151.79	256.38	123.94
Min Ch El (m)	2047.97	Stream Power (N/m s)	513.13	1053.64	365.99
Alpha	1.04	Cum Volume (1000 m3)	0.01	0.02	0.00
Frctn Loss (m)	0.57	Cum SA (1000 m2)	0.02	0.04	0.02
C & E Loss (m)	0.03				

Fuente: Autor en HEC-RAS

6.5.7.6. Conclusiones del modelamiento hidráulico para el Escenario 3 (TR=50 años) y Escenario 4 (TR=100 años)

De acuerdo a los resultados obtenidos de la modelación hidráulica para un escenario futuro del muro de contención propuesto, el calado máximo que puede llegar presentarse es de valores cercanos a 1.5 m que obedece a una reducción de la sección cuando llega al puente denominado Puente N°2, esto sucede tanto para periodos de retorno de 50 años como de 100 años. Sin embargo, en ningún momento el tirante hidráulico llega alcanzar el muro existente ni el tablero de los puentes, así como la zona donde se proyecta el muro. El tipo de flujo que se presenta a lo largo del trayecto analizado es de tipo supercrítico, lo que implica velocidades relativamente altas pero tirantes bajos, lo cual justifica la inexistencia de inundaciones o desbordamientos de la quebrada fuera de los límites naturales o comunes de su trayecto, esto sin considerar la batea. Cabe resaltar que de las tres secciones analizadas que consideran el muro propuesto, se identifica en la abscisa k0+20 (Muro sección 3) susceptibilidad a presentar socavación, ante eventos de crecidas con periodos de retorno de 100 años, esto debido a la cercanía del cimiento del muro al nivel de agua alcanzado.

Figura 73. Zona de posible socavación



Fuente: Autor en HEC-RAS

6.6. SOCAVACIÓN EN EL MURO DE CONTENCIÓN PROPUESTO

6.6.1. Socavación general por Método de Lischtvan-Levediev

El método propuesto por Lischtvan-Levediev es el más usado en Colombia para el cálculo de la socavación general incluyendo el efecto de la contracción de un puente. Se fundamenta en el equilibrio que debe existir entre la velocidad media real de la corriente (Vr) y la velocidad media erosiva (Ve). La velocidad erosiva no es la que da inicio al movimiento de las partículas en suelos sueltos, sino la velocidad mínima que mantiene un movimiento generalizado del material del fondo. Si el suelo es cohesivo, es la velocidad que es capaz de levantar y poner el sedimento en suspensión. La velocidad erosiva es función de las características del sedimento de fondo y de la profundidad del agua. La velocidad real está dada principalmente en función de las características del río: pendiente, rugosidad y tirante o profundidad del agua

Este es un método que permite el cálculo de la socavación general del cauce durante crecientes independientemente de que exista o no un puente. Si el método se aplica para la zona de un puente, quiere decir que se está considerando también el efecto de la contracción, y por lo tanto, éste no debe adicionarse.

El método se basa en suponer que el caudal unitario correspondiente a cada franja elemental en que se divide el cauce natural, que permanece constante durante el proceso erosivo y puede aplicarse, con los debidos ajustes, para casos de cauces definidos o no, materiales de fondo cohesivos o friccionantes y para condiciones de distribución de los materiales del fondo del cauce homogénea o heterogénea. (M. Guevara, 2016)

6.6.1.1. Estimación de la profundidad de socavación en suelos homogéneos

La profundidad de socavación en cualquier punto de la sección transversal se obtiene cuando la velocidad media del cauce iguala a la velocidad erosiva (Vr = Ve). Conocido el perfil transversal de la sección bajo el puente antes del paso de la avenida, se escogen algunos puntos en cuyas verticales se desea conocer la profundidad de socavación. Uniendo estos puntos se obtiene el perfil de socavación. Considerando que la hipótesis del método es que el gasto en cada franja del cauce permanece constante durante el proceso erosivo, la profundidad de socavación será igual a 0 en las orillas, por lo que no se permite estimar ninguna erosión lateral de las márgenes. Las siguientes expresiones asumen que los suelos son homogéneos y que la rugosidad del cauce es constante.

A. Suelos granulares y cauces definidos

$$Y = \left(\frac{\frac{1}{n} * i^{\frac{1}{2}} * yo^{5/3}}{0.68 * dm^{0.28} * \beta * \psi}\right)^{\frac{1}{1+x}}$$

B. Suelos cohesivos y cauces bien definidos

$$Y = \left(\frac{\frac{1}{n} * i^{\frac{1}{2}} * yo^{5/3}}{0.6 * ys^{1.18} * \beta * \psi}\right)^{\frac{1}{1+x}}$$

Donde:

n = coeficiente de Manning

i=pendiente del cauce

yo=tirante en la sección considerada

ys=peso específico seco del material (t/m3)

dm=diámetro medio del material (mm)

x=coeficiente en función de ys o dm

ψ=coeficiente que depende de la concentración del material en suspensión transportado

β=coeficiente que depende de la frecuencia que se presenta el gasto de diseño

6.6.1.2. Estimación de la profundidad de socavación del muro propuesto

Nota: De acuerdo al estudio de suelos del proyecto, en la zona de intervención se presentan suelos cohesivos en su mayoría areno-limosos, por tal motivo para la determinar la profundidad de socavación se emplea la expresión para suelos cohesivos. El valor de β fue establecido para un periodo de retorno de 100 años considerando la susceptibilidad generada por una crecida en este periodo de retorno. Los valores consignados en la siguiente tabla para la estimación de la profundidad de socavación se sustentan en el modelamiento hidráulico anteriormente presentado en este documento y en el estudio de suelos de este proyecto.

Tabla 66.Valores para la obtención de la profundidad de socavación

Termino	Valor
n	0.035
i	0.009
yo	0.78
ys	2
x	0.27
β	1
γ	1.05
Ψ	1.06
(1/1+X)	0.79

Fuente: Autor en base al método de Lischtvan-Levediev

Numerador	0.81705501
Denominador	1.43455057
Y (m)	0.64196037

$$Y = \left(\frac{\frac{1}{0.0035} * 0.009^{\frac{1}{2}} * 0.78^{5/3}}{0.6 * 2^{1.18} * 1 * 1.06}\right)^{\frac{1}{1+0.27}}$$

$$Y = \left(\frac{0.8170}{1.4345}\right)^{0.79}$$

$Y = 0.6419$ m ---- Profundidad de socavación

7. CONCLUSIONES

- ✓ De acuerdo con la espacialización de las estaciones climatológicas más cercanas al área de estudio que cumplen con los criterios mínimos; exigidos por las normativas vigentes para el procesamiento de datos de precipitación. Se opta por emplear la estación pluviométrica de frecuencia diaria del IDEAM codificada como 23190340-MATAJIRA, la cual cuenta con un registro continuo de datos de precipitación (41 años) desde 1980 hasta el 2021.

- ✓ A nivel anual la precipitación en el área de estudio tiene un comportamiento bimodal, es decir presenta dos temporadas de invierno que se desarrollan entre marzo-mayo y septiembre-noviembre y las temporadas de sequía se dan entre junio-agosto y diciembre-enero.

- ✓ La precipitación máxima promedio anual multianual de la estación analizada es de 53.20 mm y el desarrollo de las curvas IDF y los hietogramas representativos del área de interés, se diseñaron para una duración de 3 horas, considerada como una tormenta representativa de la zona.

- ✓ La delimitación de la cuenca o unidad hidrográfica de la Quebrada Monte Chiquito que atraviesa el área de estudio se determinó en base a una imagen satelital de licencia libre de tipo ALOS PALSAR. Esto considerando que su tamaño es de aproximadamente 2.16 km^2. No obstante, en capítulos anteriores de este documento se precisa mejor esta información

- ✓ Según los parámetros morfométricos de la unidad hidrográfica de la quebrada Monte Chiquito esta sigue una tendencia a ser una cuenca alargada, lo cual implica una tendencia a entregar de forma rápida la escorrentía y de manera bien drenada. Su detalle se explica mejor en capítulos anteriores de este documento.

- ✓ La estimación de caudales máximos se estableció para dos escenarios hidrológicos principales mediante el método de hidrograma de escorrentía superficial, con el software computacional de licencia libre HEC-HMS. Este escenario corresponde a un modelo hidrológico con cobertura actual y un periodo de retorno de 50 y 100 años.

Tabla. **Valores máximos de caudal**

TR (años)	Caudal (m3/s)
50	4.5
100	6.6

Fuente: Autor

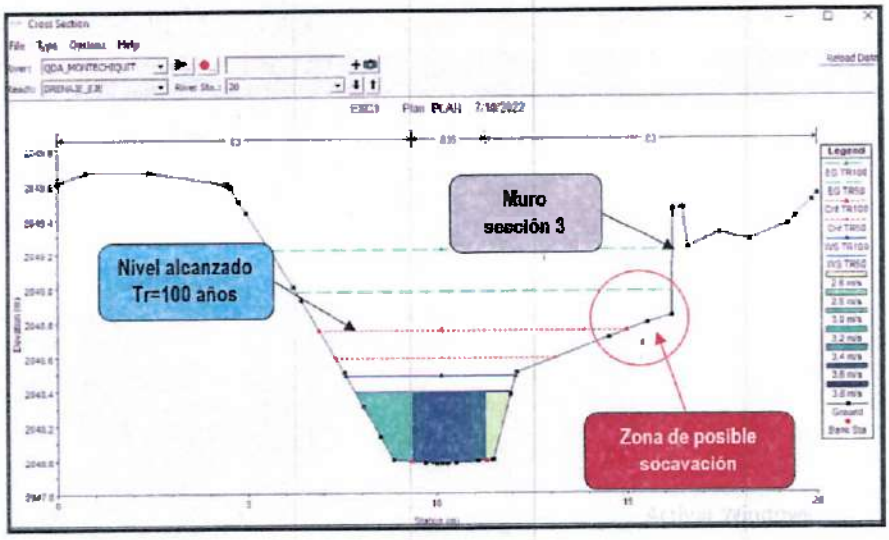
- ✓ Para el modelamiento hidráulico se desarrollaron 4 escenarios:
  - *ESC1: Corresponde al escenario 1, el cual consiste en el modelamiento hidráulico para un periodo de retorno de 50 años y las obras existentes.*
  - *ESC2: Corresponde al escenario 2, el cual consiste en el modelamiento hidráulico para un periodo de retorno de 100 años y las obras existentes.*
  - *ESC3: Corresponde al escenario 3, el cual consiste en el modelamiento hidráulico para un periodo de retorno de 50 años y las obras existentes.*

- *ESC4: Corresponde al escenario 4, el cual consiste en el modelamiento hidráulico para un periodo de retorno de 100 años y las obras existentes.*

✓ De acuerdo a los resultados obtenidos de la modelación hidráulica ESC1 y ESC2 para un escenario actual de las obras existentes, el calado máximo que puede llegar presentarse es de valores cercanos a 1.5 m que obedece a una reducción de la sección cuando llega al puente denominado Puente N°2, esto sucede tanto para periodos de retorno de 50 años como de 100 años. Sin embargo, en ningún momento el tirante hidráulico llega alcanzar el muro existente ni el tablero de los puentes, asi como la zona donde se proyecta el muro. El tipo de flujo que se presenta a lo largo del trayecto analizado es de tipo supercrítico, lo que implica velocidades relativamente altas pero tirantes bajos, lo cual justifica la inexistencia de inundaciones o desbordamientos de la quebrada fuera de los limites naturales o comunes de su trayecto, esto sin considerar la batea.

✓ De acuerdo a los resultados obtenidos de la modelación hidráulica ESC3 y ESC4 para un escenario futuro del muro de contención propuesto, el calado máximo que puede llegar presentarse es de valores cercanos a 1.5 m que obedece a una reducción de la sección cuando llega al puente denominado Puente N°2, esto sucede tanto para periodos de retorno de 50 años como de 100 años. Sin embargo, en ningún momento el tirante hidráulico llega alcanzar el muro existente ni el tablero de los puentes, así como la zona donde se proyecta el muro. El tipo de flujo que se presenta a lo largo del trayecto analizado es de tipo supercrítico, lo que implica velocidades relativamente altas pero tirantes bajos, lo cual justifica la inexistencia de inundaciones o desbordamientos de la quebrada fuera de los limites naturales o comunes de su trayecto, esto sin considerar la batea. Cabe resaltar que de las tres secciones analizadas que consideran el muro propuesto, se identifica en la abscisa k0+20 (Muro sección 3) susceptibilidad a presentar socavación, ante eventos de crecidas con periodos de retorno de 100 años, esto debido a la cercanía del cimiento del muro al nivel de agua alcanzado.

✓ La socavación calculada en este estudio corresponde a una socavación general por el método de Lischtvan-Levediev, esto considerando la disponibilidad de datos. No obstante, y de acuerdo al modelamiento hidráulico el calado o nivel hidráulico alcanzado en ninguno de los escenarios alcanza el muro de contención propuesto. Sin embargo, se presenta una sección critica susceptible a presentar socavación ante eventos de posibles crecidas (periodos de retorno de 100 años); que alcanzan velocidades promedio de 3.73 m/s en esta sección, la profundidad de socavación que se podría llegar a presentar es de 0.64 m dejando al descubierto el cimiento del muro propuesto. Por tal motivo se sugiere la intervención de las paredes de la quebrada en este tramo, bien sea con geotextiles u otra solución ingenieril que ofrezca un mayor control de posibles socavaciones ante crecidas de la quebrada.



8. BIBLIOGRAFIA

- ✓ Maria E. Guevara. Socavación en puentes (2016)
- ✓ Cardona Omar. Evaluación de la Amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. Bogotá (1991)
- ✓ Chow Ven Te, Hidrología Aplicada, Editorial McGraw Hill, Santa fe de Bogotá, 1994
- ✓ Fernández Pedro: Diseño Hidrológico. Ediciones Digital, 2011.
- ✓ Guevara A. María E. Socavación en Puentes. Lemoine Editores. Popayán 2016
- ✓ Fracassi Gerardo. Defensas Ribereñas con Gaviones y Geosintéticos. Ediciones U. Bogotá 2019.
- ✓ Monsalve S. German: Hidrología en la Ingeniería, Bogotá. Editorial: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2014.
- ✓ Torres Andrés, Sandoval Santiago: Avances en la Hidrología Urbana. Editorial: Pontificia Universidad Javeriana,2015.
- ✓ Silva M. Gustavo: Hidrología Aplicada. Editorial Universidad Nacional de Colombia, 2003
- ✓ Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Editorial Macro, 2011.
- ✓ Manual de Drenaje para Carreteras. Editores Jorge H. Flórez, Bolaños Adriana, 2009
- ✓ Martín V. Juan. Ingeniería de Ríos. Editorial Alfaomega México 2003
- ✓ Pérez C. Rafael. Drenaje en Carreteras. Editorial ECOE Ediciones. 2013
- ✓ Rodríguez Héctor. Hidráulica Fluvial. Fundamentos y Aplicaciones. Socavación. Escuelas Colombiana de Ingeniería, Bogotá 2010.
- ✓ Servicio Colombiano de Meteorología e Hidrología, Estadística Aplicada a la Hidrología

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **OSCAR MAURICIO ROJAS CAMARGO**, Ingeniero Civil, con Matrícula Profesional No. MP: 68202089972 STD del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería COPNIA SANTANDER.

CERTIFICO:

Que realicé el estudio de socavación del proyecto denominado: **"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"**, e igualmente estipulo que los diseños presentados se donan al municipio de Charta, Santander.

Declaro que todo el documento está cumpliendo con la Normatividad INVIAS y la NSR 10 específicamente, y exonero a la oficina de Planeación Municipal por los daños y perjuicios que de estos estudios pudieran derivarse, Aclaro que me responsabilizo por la información descrita en él estudio.

Atentamente

ING. OSCAR MAURICIO ROJAS CAMARGO
MP: 68202089972 STD


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
NUMERO 13.722.007
ROJAS CAMARGO
APELLIDOS
OSCAR MAURICIO
NOMBRES
FIRMA


FECHA DE NACIMIENTO 07-JUN-1977
BUCARAMANGA
(SANTANDER)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.70
ESTATURA
O-
G.S. RH
M
SEXO
30-SEP-1997 BUCARAMANGA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION
REGISTRADOR NACIONAL
INDICE DERECHO

REPUBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
Y SUS PROFESIONES AUXILIARES



MATRICULA No. 68202089972STD
INGENIERO CIVIL
DE FECHA 17/01/2002
APELLIDOS
ROJAS CAMARGO
NOMBRES
OSCAR MAURICIO
C.C. 13.722.007
UNIVERSIDAD
INDUSTR. DE SANTANDER

Presidente del Consejo

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2023-1888284

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que OSCAR MAURICIO ROJAS CAMARGO, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 13722007, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 68202-089972 desde el 17 de Enero de 2002, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 2776.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los uno (01) días del mes de Marzo del año dos mil veintitres (2023).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no Invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

PROYECTO:
"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"





MUNICIPIO DE CHARTA
DEPARTAMENTO DE SANTANDER

DR. ALVARO ROJAS TOLOZA
Alcalde Municipal 2020 – 2023

ARQ. JUAN CARLOS GOMEZ CASTRO
Secretario de Planeación

MEMORIA DISEÑO ESTRUCTURAL

2023

"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"

MEMORIA DISEÑO ESTRUCTURAL

ELABORADO POR:

OSCAR MAURICIO ROJAS CAMARGO
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA AMBIENTAL
T.P.N° 68202 – 089972 STD

PRESENTADO A:

ALCALDÍA DEL MUNICIPIO DE CHARTA

CHARTA – SANTANDER

MARZO 2023

CONTENIDO

1. Información del proyecto 5
2.1. Nombre del proyecto 5
2.2. Localización 5
2.2.1. Localización a nivel regional 5
2.2.2. Localización local del sitio de estudio 6
2. Muro de contención 7
3.1. Normas de diseño estructural 7
3.2. Método de diseño 7
3.3. Materiales de construcción 8
3.4. Parámetros sísmicos 8
3.5. Espectro de diseño 9
3. Diseño geotécnico de la cimentación del muro 11
4. Evaluación de la estabilidad 13
5.1. Análisis al Deslizamiento: 13
5.1.1. Empuje activo: 13
5.1.2. Empuje de sobrecarga: 14
5.1.3. Factor de Seguridad contra el deslizamiento 14
5.2. Análisis al Volcamiento: 15
5.2.1. Momentos Resistentes: 16
5.2.2. Factor de seguridad contra el volteo 17
5.3. Condición de la distancia de la resultante a la punta 17
5.4. Comprobación esfuerzos Admisibles 18
5. Prediseño 18
6. Cálculos 20
7.1. Muro de 3 metros de altura 21
7.2. Muro de 2 metros de altura 22
7.3. Muro de 3 metros de altura con dentellón 23
7.4. Muro de 2 metros de altura con dentellón 24
7. Análisis del Prediseño 25
8.1. Muro de 3 metros 25
8.2. Muro de 2 metros 25
8.3. Diseño dentellón 25
8. Acero de refuerzo 26

9. Diseño final 27
9.1. Muro de 3 metros 27
9.2. Muro de 2 metros 28

1. Información del proyecto

A continuación, se describen los aspectos generales del proyecto a construir, dándonos una clara idea de la afectación que éste puede ocasionar al interactuar con el subsuelo y así poder determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo de fundación que lo soportará, basados en la exploración geotécnica y análisis de laboratorio incluidos en el presente estudio.

2.1. Nombre del proyecto

"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER".

2.2. Localización

2.2.1. Localización a nivel regional

El estudio se encuentra localizado en la vía que conduce al municipio de Charta situado en el departamento de Santander, con elevación media de 2000 m.s.n.m. El territorio del municipio de Charta cuenta con aproximadamente una superficie de 15.200 hectáreas con una temperatura promedio de 23°c.

Sus límites son:

- Por el norte limita con los municipios de Suratá y Lebrija.
- Por el sur limita con el municipio de Tona.
- Por el oeste limita con los municipios de Matanza y Bucaramanga.
- Por el este limita con los municipios de California y Vetas.

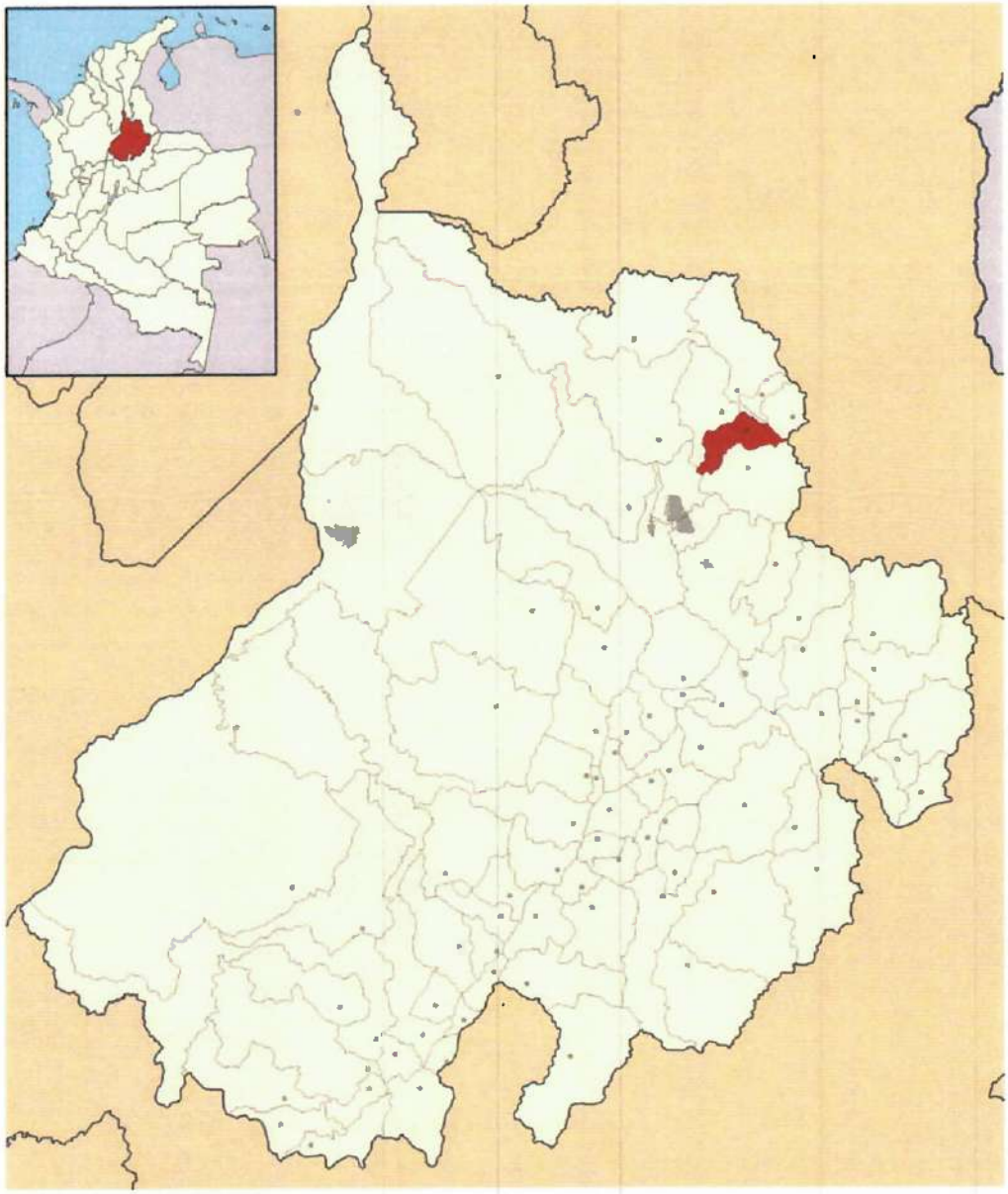


Figura 1. Ubicación del municipio de Charta
Fuente: El autor

2.2.2. Localización local del sitio de estudio

El sitio donde se proyecta la construcción de un muro se localiza en el municipio de Charta, en el departamento de Santander.



Figura 1. Localización del área de estudio
Fuente: El autor

2. Muro de contención

3.1. Normas de diseño estructural

El diseño se determina bajo los requerimientos mínimos exigidos por el Instituto Nacional de Vías INVIAS, cuya reglamentación se basa en la Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP 14, además de los requerimientos exigidos por la norma sismo resistente de Colombia (NSR-10).

3.2. Método de diseño

Para este tipo de estructura se requiere realizar el chequeo de deslizamiento, volcamiento y corte del muro de contención, estos cálculos se realizan por medio de estática en el punto externo del talón, en sentido antihorario.

3.3. Materiales de construcción.

Concretos:
Para la estructura se requieren concretos con resistencia de 3500 Psi el vástago además se requiere de concretos de 4000 Psi con aditivos para la protección de la losa de cimentación o Zarpa por presentar alta probabilidad de efecto capilar según el estudio de suelos.

En todos los casos el uso del concreto debe basarse en los siguientes parámetros:

a) Verificar el estrato y las características generales de lugar de implementación.
b) El tamaño máximo de agregado grueso igual a 3/4" para todas las actividades.
c) La mezcla deberá cumplir con un diseño previo a la fundida de la mezcla y comprobable
d) por la interventoría.
e) La arena y el triturado deberán estar libre de cualquier materia orgánica, polvo entre otros.
f) Todos los elementos de concreto se deben curar durante 7 días.
g) Todos los concretos se les debe aplicar vibrado.

Acero:
En el diseño todas las barras de refuerzo son corrugadas con resistencia a la fluencia (fy) de 420 MPa para el doblez de los ganchos se considera la perdida de resistencia en el punto.

En el siguiente cuadro se especifican las características de los materiales estructurales para la ejecución de la obra, y para considerarse en el modelo.

Tabla 1. Materiales de construcción del muro.

Material	Resistencia	
Concreto para el Vástago	24.5	MPa
Concreto para la Zarpa	28	MPa
Barras de Acero (Refuerzo)	420	MPa

3.4. Parámetros sísmicos

De acuerdo con el Reglamento Colombiano Sismo Resistente NSR-10, los

parámetros sísmicos de diseño para el municipio de Charta son los siguientes:

Tabla 2. Parámetros sísmicos.

MUNICIPIO	CÓDIGO	Aa	Av	AMENAZA SÍSMICA	Ae	Ad
Charta	68169	0.25	0.25	Alta	0.09	0.06

Donde:

Aa: coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva para diseño.
Av: coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva para diseño.
Ae: coeficiente que representa la aceleración pico efectiva reducida para diseño con seguridad limitada.
Ad: coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para el umbral de daño.

El municipio de Charta cuenta con una amenaza sísmica **ALTA** con coeficientes de aceleración y velocidad horizontal de **Aa: 0.25** y **Av: 0.25.**

3.5. Espectro de diseño

Para el análisis de la acción sísmica se recomienda utilizar el espectro elástico de diseño de la Norma NSR-10, definido mediante los siguientes parámetros el cual está definido para un coeficiente de amortiguamiento del 5% del crítico.

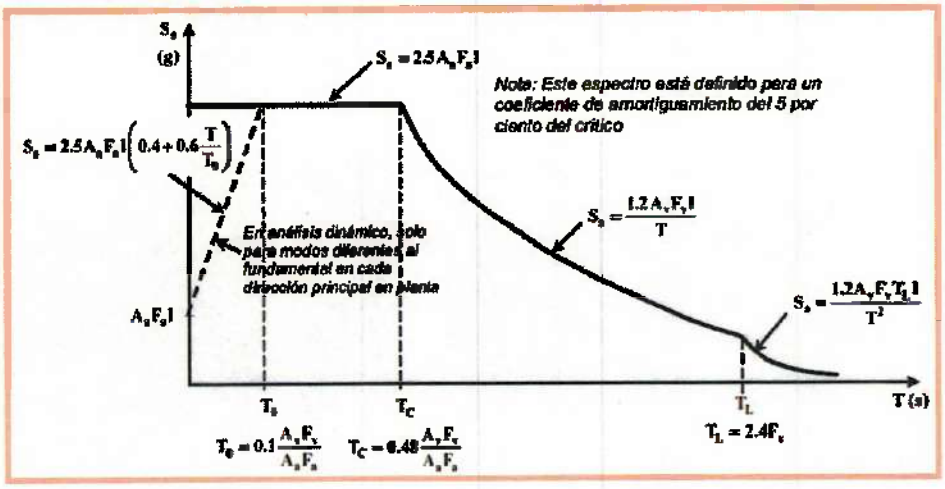


Figura 3. Espectro elástico de aceleraciones de diseño
Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismorresistente NSR-10

Criterios del espectro de diseño (NSR-10)

Sa: Valor del espectro de aceleraciones de diseño para un periodo de vibración dado.
Aa: Aceleración horizontal pico efectivo en roca Aa = 0.25

Av: Velocidad horizontal pico efectivo Av = 0.25
Fa: Coeficiente de amplificación Fa de períodos cortos del espectro Fa = 1.30
Fv: Coeficiente de amplificación Fv de períodos intermedios del espectro Fv= 1.90
To: Periodo de vibración al cual inicia la zona de aceleraciones constantes del espectro de aceleraciones. To= 0.146
Tc: Periodo de vibración correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante del espectro de diseño para periodos cortos y la parte descendente del mismo. Tc= 0.701
TL: Periodo de vibración correspondiente al inicio de la zona de desplazamiento aproximadamente constante del espectro de diseño para periodos largos.TL= 4.56

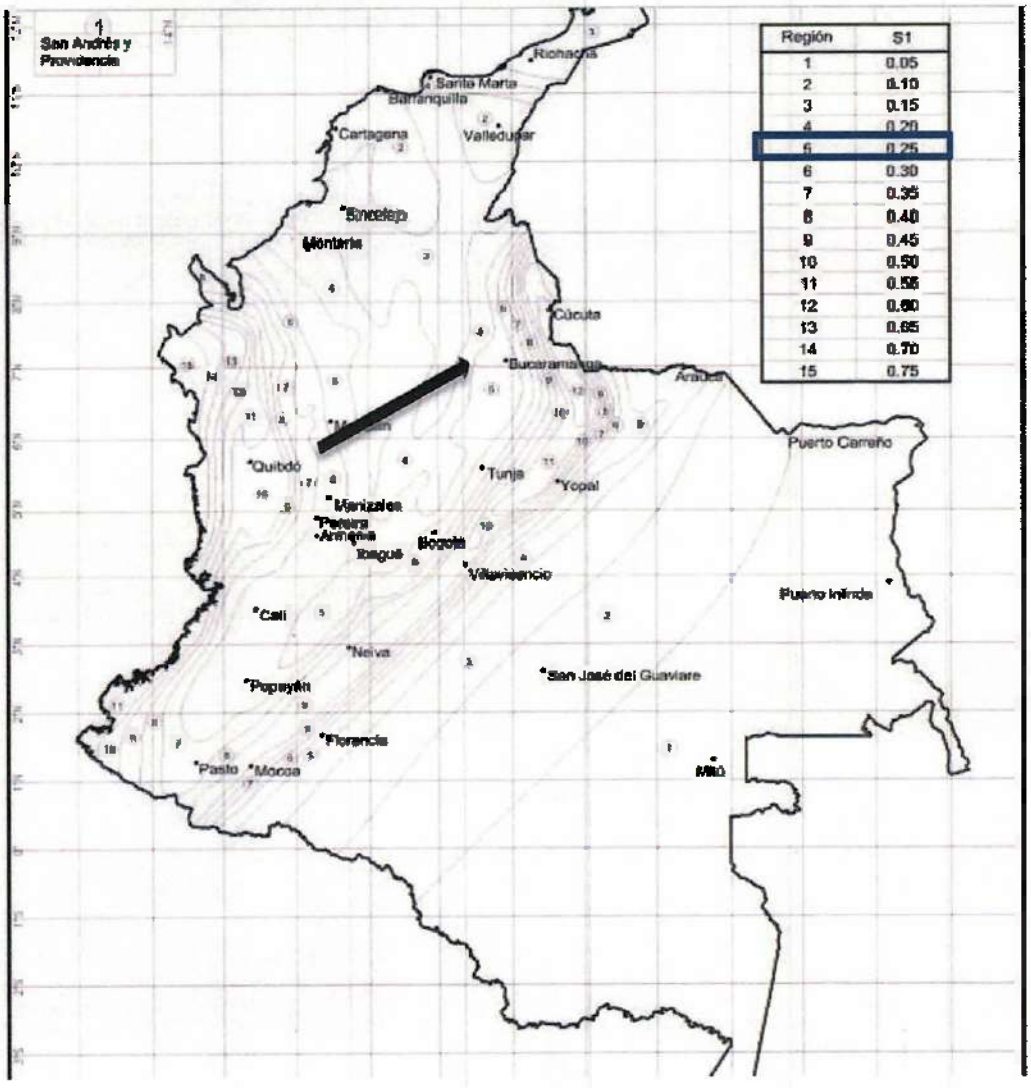


Figura 3. Espectro elástico de aceleraciones de diseño

Autor: Mapa de actividad sísmica CCP14

3. Diseño geotécnico de la cimentación del muro

Con el fin de garantizar un diseño con seguridad capaz de soportar las cargas de diseño se proyecta el diseño del muro con base en la metodología del Método de Diseño con Factores de Carga y Resistencia (LRFD).
Teniendo en cuenta lo anterior se presenta a continuación las combinaciones, los factores de carga y de resistencia para el diseño proyectado.

Tabla 4. Combinaciones y factores de carga.
Autor: *CCP14*

Estado Límite de la Combinación de carga	DC DD DW EH EV ES EL PS CR SH	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	Use uno de estos a la vez: EQ	BL	IC	CT	CV
Resistencia I (a menos que se indique)	γ_p	1.75	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia II	γ_p	1.35	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia III	γ_p	-	1.00	1.400	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia IV	γ_p	-	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	-	-	-	-	-	-	-
Resistencia V	γ_p	1.35	1.00	0.400	1.0	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Evento Extremo I	γ_p	γ_{EQ}	1.00	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-
Evento Extremo II	γ_p	0.50	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00
Servicio I	1.00	1.00	1.00	0.300	1.0	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Servicio II	1.00	1.30	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	-	-	-	-	-	-	-
Servicio III	1.00	0.80	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Servicio IV	1.00	-	1.00	0.700	-	1.00	1.00/1.20	-	1.0	-	-	-	-	-
Fatiga I- Sólo LL, IM & CE	-	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fatiga I II- Sólo LL, IM & CE	-	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 5. Factores de carga permanentes.
Autor: *CCP14*

Tipo de Carga, tipo de Cimentación, y Método para Calcular la fricción negativa		Factor de Carga	
		Máximo	Mínimo
DC: Componentes y Accesorios		1.25	0.90
DC: Sólo Resistencia IV		1.50	0.90
DD: Fricción negativa	Pilas, Método α Tomlinson	1.4	0.25
	Pilas, Método λ	1.05	0.30
	Pozos perforados, Método O'Neill and Reese (1999)	1.25	0.35
DW: Superficie de rodadura e instalaciones		1.50	0.65
EH: Presión horizontal de suelo			
• Activa		1.50	0.90
• En reposo		1.35	0.90
• *AEP* para muros anclados		1.35	N/A
EL: Tensiones residuales de Construcción		1.00	1.00
EV: Presión vertical de suelo			
• Estabilidad general		1.00	N/A
• Muros de Contención y Estribos		1.35	1.00
• Estructuras Rígidas Enterradas		1.30	0.90
• Marcos Rígidos		1.35	0.90
• Estructuras Flexibles Enterradas			
○ Alcantarillas Metálicas y Alcantarillas Armadas Estructurales Corrugas Profundas		1.5	0.9
○ Alcantarillas Termoplásticas		1.3	0.9
○ Todas las demás		1.95	0.9
ES: Sobrecarga de suelo		1.50	0.75

Tabla 6. Factores de resistencia para muros de contención permanentes.
Autor: *CCP14*

TIPO DE MURO Y CONDICIÓN		FACTOR DE RESISTENCIA
Muros en voladizo y muros anclados		
Resistencia axial a compresión de los elementos verticales		Aplica el Artículo 10.5
Resistencia de los elementos verticales a la compresión axial		0.75
Resistencia al arrancamiento de los anclajes (1)	• Suelos no cohesivos (granulares)	0.65 [1]
	• Suelos cohesivos	0.70 [1]
	• Roca	0.50 [1]
Resistencia al arrancamiento de los anclajes (2)	• Cuando se realizan pruebas de verificación	1.0 [2]
Resistencia a la tensión de los tendones de anclaje	• Acero dulce (por ejemplo barras ASTM A615)	0.90 [3]
	• Aceno de alta resistencia (por ejemplo barras ASTM A722)	0.80 [3]
Capacidad a flexión de los elementos verticales		0.90
Muros de suelo estabilizado mecánicamente, Muros de gravedad, y Muros de Semigravedad		
Capacidad de carga	• Muros de gravedad y semigravedad	0.55
	• Muros de suelo estabilizado mecánicamente	0.65
Deslizamiento		1.0
Resistencia a la tensión de los refuerzos metálicos y sus conectores	Refuerzos en franja [4]	
	• Fuerza estática	0.75
	Refuerzos en malla [4][5]	
	• Fuerza estática	0.65
Resistencia a la tensión de los refuerzos geosintéticos y sus conectores	• Carga estática	0.90
Resistencia al arrancamiento de los refuerzos a tensión.	• Carga estática	0.90
Muros prefabricados		
Capacidad		Se aplica el artículo 10.5
Deslizamiento		Se aplica el artículo 10.5
Resistencia pasiva		Se aplica el artículo 10.5

La sobre carga por carga viva debe aplicarse mediante la altura equivalente de suelo para cargas de muros de contención de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 7. Alturas equivalentes para sobre carga por carga viva.
Autor: *CCP14*

Altura del Muro de Contención (mm)	h_{eq} (m) Distancia desde el respaldo del muro al borde del tráfico	
	0.0 mm	300 mm o más
1500	1500	600
3000	1000	600
≥ 6000	600	600

4. Evaluación de la estabilidad

Para la evaluación de la estabilidad al deslizamiento y volcamiento se evaluarán las fuerzas horizontales afectadas por los factores de carga y el peso del relleno retenido por el coeficiente de reducción.

5.1. Análisis al Deslizamiento:

Se calcula el coeficiente de presión activa ka:

$$K_a = \frac{1 - sen\emptyset}{1 + sen\emptyset}$$

Donde:
Ka – Coeficiente de presión activa.
Ø – Angulo de fricción.

La presión vertical está dada por la ecuación:

$$\sigma_v = \gamma_m . h$$

Donde:
γ_m – Es el peso específico del suelo.
h – Altura del muro incluyendo zapata.

La presión horizontal está dada por la ecuación:

$$\sigma_h = \sigma_v . k_a$$

5.1.1. Empuje activo:

$$E_a = \frac{\sigma_h \cdot H}{2}$$

5.1.2. Empuje de sobrecarga:

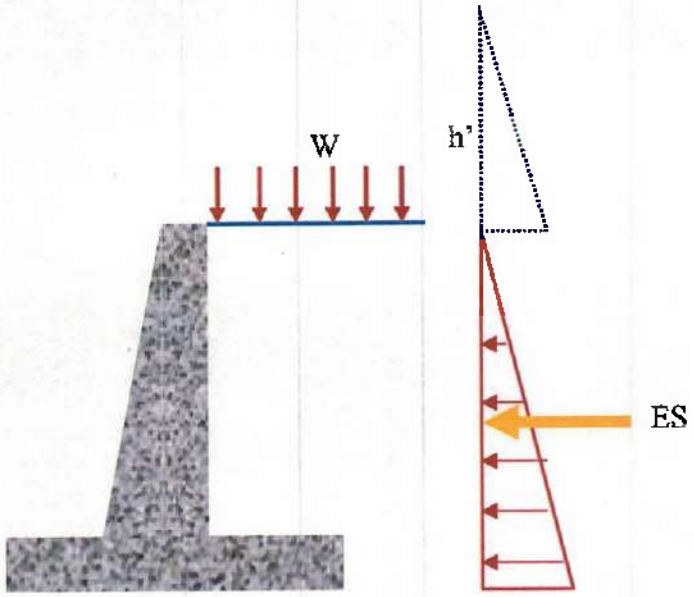
Es el efecto de la sobrecarga sobre el empuje que ejerce sobre el muro:

$$h' = \frac{w}{\gamma_m}$$

$$\sigma_h S = \frac{h' \cdot \gamma_m \cdot K_a}{2}$$

$$ES = \sigma_h S \cdot H$$

Donde:
W – Carga sobre el terreno.
h' – Altura equivalente de tierra.
$\sigma_h S$ – presión horizontal.
H – Altura muro incluyendo zapata.
ES – Empuje de sobrecarga.



5.1.3. Factor de Seguridad contra el deslizamiento

$$FSD = \frac{\mu \cdot R_v \cdot c' \cdot B}{E_a + E_s}$$

$$\mu = \tan(\phi_2 . k_2)$$

$$c' = c . k_2$$

$$\frac{1}{2} \leq k_2 \leq \frac{2}{3}$$

$$FSD \geq 1.5$$

Donde:
μ - Coeficiente de fricción
Rv – Resultante de las fuerzas verticales
c' – coeficiente de cohesión
c – Cohesión
k2 – Coeficiente a seguridad
Ea – Empuje activo
Es – Empuje de sobrecarga

5.2. Análisis al Volcamiento:

Para el cálculo del momento de volteo se posiciona sobre la punta de la zapata y se calculan los momentos.



$$M_o = E_a . z + E_s . z_2$$

Donde:
Mo - Momento de vuelco
Ea – Empuje activo
z – Brazo de palanca del empuje activo
Es – Empuje de sobrecarga
Z2 – Brazo de palanca del empuje de sobrecarga

5.2.1. Momentos Resistentes:

Se calcula peso unitario de la estructura, el peso del terreno sobre la zapata y el peso de la sobrecarga, cada una en fuerzas puntuales. Luego estas se multiplican por su brazo de palanca en la punta de la zapata para obtener el momento respectivo.

$$W_1 = Peso\ especifico\ del\ concreto . Volumen\ unitario\ de\ la\ estructura$$

$$W_2 = Peso\ especifico\ del\ Suelo . Volumen\ unitario\ del\ terreno\ sobre\ la\ zapata$$

$$W_3 = Sobrecarga\ del\ suelo\ . Longitud\ del\ suelo\ sobre\ la\ zapata$$

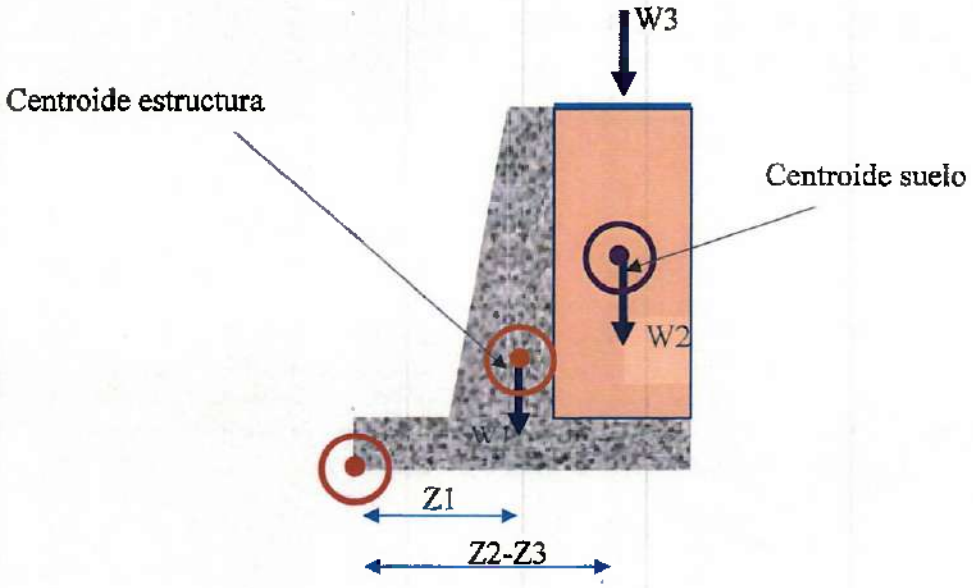
$$M_1 = W_1 * z_1$$

$$M_2 = W_2 * z_2$$

$$M_3 = W_3 * z_3$$

Donde:

W1 – Peso de la estructura.
W2 – Peso del terreno sobre la zapata.
W3 – Carga puntual de la sobrecarga del terreno sobre la zapata.
Z1 – Brazo palanca del peso de la estructura.
Z2 – Brazo palanca del peso del suelo sobre la estructura.
Z3 – Brazo palanca de la sobrecarga del suelo.
M1 – Momento que ejerce la estructura sobre la punta de la estructura.
M2 – Momento que ejerce el suelo sobre la punta de la estructura.
M3 – Momento que ejerce la sobrecarga sobre la punta de la estructura.



Para calcular el momento resistente se hace la sumatoria de todos los momentos que se ejercen como brazo palanca en la punta de la zapata:

$$MR = \sum M = M1 + M2 + M3$$

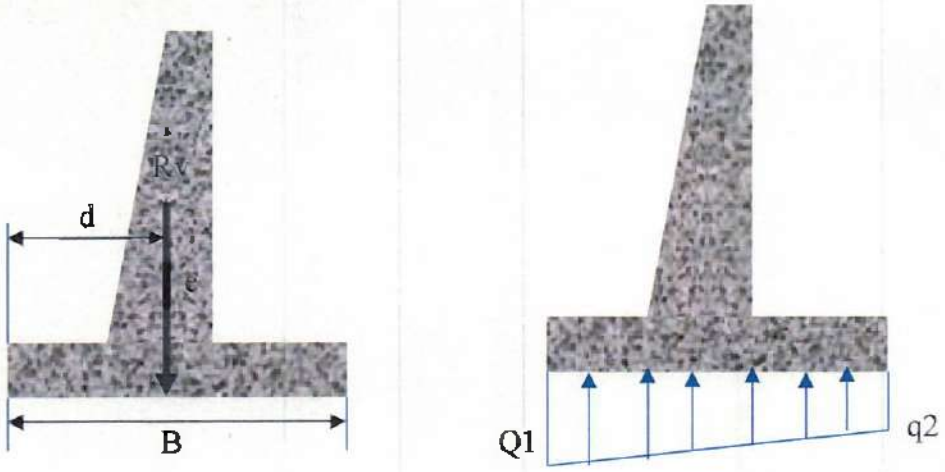
5.2.2. Factor de seguridad contra el volteo

$$FSV = \frac{MR}{M_o}$$

$$FSV \geq 2$$

5.3. Condición de la distancia de la resultante a la punta

La fuerza resultante de la estructura debe quedar dentro del núcleo central o tercio medio de la base del muro debido a que, si esta queda por fuera, el talón podría ejercer esfuerzos de tensión sobre el suelo y este no podría resistirlos.



$$d = \frac{MR - M_o}{R_v}$$

$$\frac{B}{3} < d > \frac{2B}{3}$$

Excentricidad con respecto a la base

$$e = \frac{B}{2} - d$$

5.4. Comprobación esfuerzos Admisibles

Presión del suelo bajo la punta

$$q_1 = \frac{R_v}{B}\left(1 + \frac{6e}{B}\right)$$

Presión del suelo bajo la punta

$$q_2 = \frac{R_v}{B}\left(1 - \frac{6e}{B}\right)$$

Condición de presión sobre el suelo:

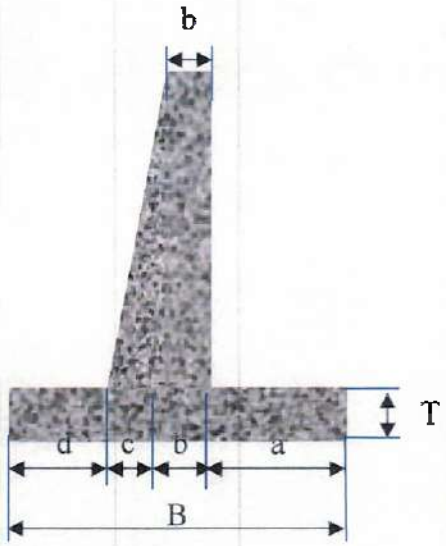
$$q_2 \; y \; q_1 < q_{adm}$$

5. Prediseño

En un principio se estableció según los estudios del suelo que la profundidad para cimentar del muro debe ser al menos un metro de profundidad desde el nivel más bajo del talud. Debido a la variabilidad del nivel del suelo en todo el eje del proyecto, se establecieron dos tipos de muros de diferentes alturas, uno de 2 metros y otro de 3 metros de profundidad ambos sin incluir espesor de cimentación.
En base a la cartilla guía de INVIAS y la cartilla del Programa Colombia rural se establecieron varias medidas como el tamaño de la base, el espesor de la zapata, el espesor de la corona, longitud del talón y la longitud de la punta, todas en función del alto del muro. Como se expresa en la siguiente tabla:

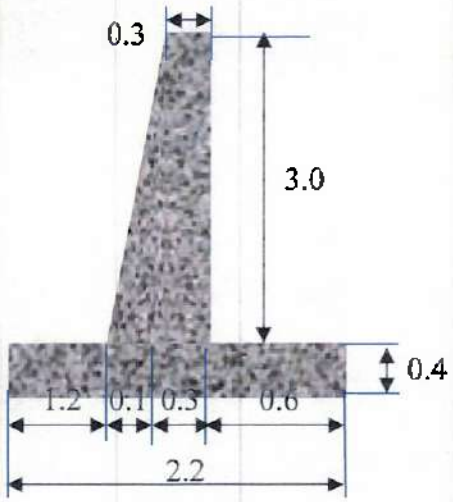
Tabla 8. Dimensionamiento de muro de contención.
Autor: Cartilla Guía INVIAS

									σ suelo (MPa)	
H (m)	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)	T (m)	h (m)	B (m)	Vol (m^3/m)	Estado Límite de Resistencia I	Estado Límite de evento extremo I
2.0	0.40	0.30	0.00	1.00	0.30	1.70	1.70	1.02	0.07	0.08
2.5	0.55	0.30	0.05	1.10	0.35	2.15	2.00	1.40	0.08	0.09
3.0	0.60	0.30	0.10	1.20	0.40	2.60	2.20	1.79	0.11	0.12
3.5	0.60	0.30	0.15	1.40	0.45	3.05	2.45	2.25	0.14	0.14
4.0	0.70	0.30	0.20	1.80	0.50	3.50	3.00	2.90	0.14	0.15
4.5	0.95	0.30	0.25	2.00	0.55	3.95	3.50	3.60	0.13	0.15
5.0	1.05	0.30	0.25	2.20	0.55	4.45	3.80	3.98	0.15	0.17
5.5	1.20	0.30	0.30	2.40	0.60	4.90	4.20	4.73	0.15	0.18
6.0	1.40	0.30	0.30	2.60	0.60	5.40	4.60	5.19	0.16	0.18
6.5	1.25	0.30	0.35	2.90	0.65	5.85	4.80	5.90	0.19	0.23
7.0	1.40	0.30	0.40	3.00	0.70	6.30	5.10	6.72	0.20	0.24

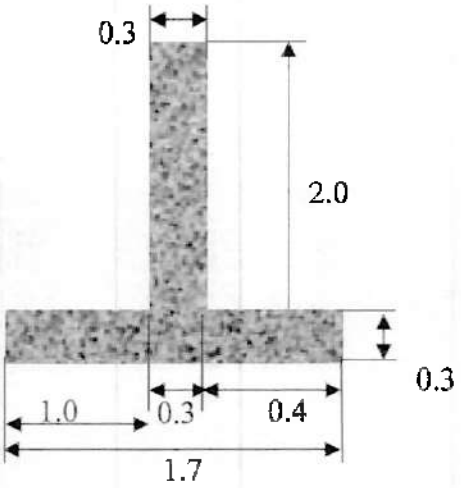


Se establecieron las siguientes medidas según la cartilla guía de INVIAS:

Para el Muro #1 se establecieron las siguientes medidas:



Para el Muro #2 se establecieron las siguientes medidas:



6. Cálculos

Se verifica el prediseño con las medidas anteriormente mencionadas para ambos muros según la evaluación de estabilidad. Se verifica que el diseño del muro no falle por deslizamiento, por volcamiento ni por estabilidad del suelo según la capacidad portante del mismo.
Se anexan las hojas de cálculo para ambos muros y se comprueban su estabilidad.

7.1. Muro de 3 metros de altura

DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO ACI 318-14

METODO DE DISEÑO POR RESISTENCIA

ANALISIS DE LA ESTABILIDAD

DIMENSIONES

e (000 m-000 m)	0,40 m
Corona (0.30 m)	0,30 m
b (000 m-000 m)	0,40 m
B (001 m-002 m)	2,20 m
Punta (001m)	0,60 m
Talon	1,20 m
H	3,40 m
γc	2,40 T/m³

RELLENO

Φ1	33 °
γ1	1,80 T/m³

SOBRECARGA

W	1,05 T/m²

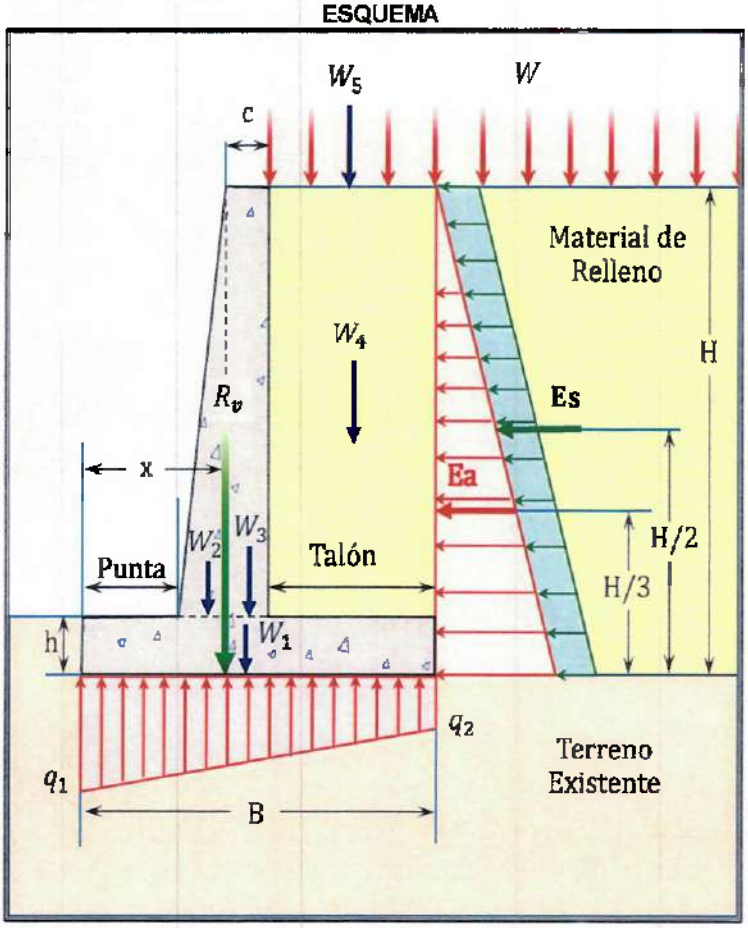
TERRENO EXISTENTE

c	0,00 T/m²
Φ2	29 °
Qadm	31,75 T/m²

EMPUJE ACTIVO

Ka	0,295
σv	6,12 T/m²
σh	1,81 T/m²
Ea	3,08 T
h'	0,58 m
σh Sobrecarga	0,31 T/m²
E Sobrecarga	1,05 T

ESQUEMA



MOMENTO DE VOLTEO

Mo	5,28 T·m

MOMENTO RESISTENTE

Fuerza	Fuerza (Ton)	Brazo (m)	M (Ton·m)
W1	2,11	1,10	2,32
W2	0,36	0,67	0,24
W3	2,16	0,85	1,84
W4	6,48	1,60	10,37
W5	1,26	1,60	2,02
∑Fv	12,37 T	∑MR	16,79

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA VOLTEO

F.S.V	3,18 (≥ 2)

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA DESLIZAMIENTO

F.S.D	1,05 (≥ 1.5)

PRESIONES DEL SUELO EN LA ZAPATA

x	0,93 m
Ok, Dentro del Tercio Medio	
e	0,17 m
q1	8,23 T
q2	3,02 T

7.2. Muro de 2 metros de altura

DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO ACI 318-14
METODO DE DISEÑO POR RESISTENCIA
ANALISIS DE LA ESTABILIDAD

DIMENSIONES

e (000 m-000 m)	0,30 m
Corona (0.30 m)	0,30 m
b (000 m-000 m)	0,30 m
B (001 m-001 m)	1,70 m
Punta (001m)	0,40 m
Talon	1,00 m
H	2,30 m
γc	2,40 T/m³

RELLENO

Φ1	33 °
γ1	1,80 T/m³

SOBRECARGA

W	1,05 T/m²

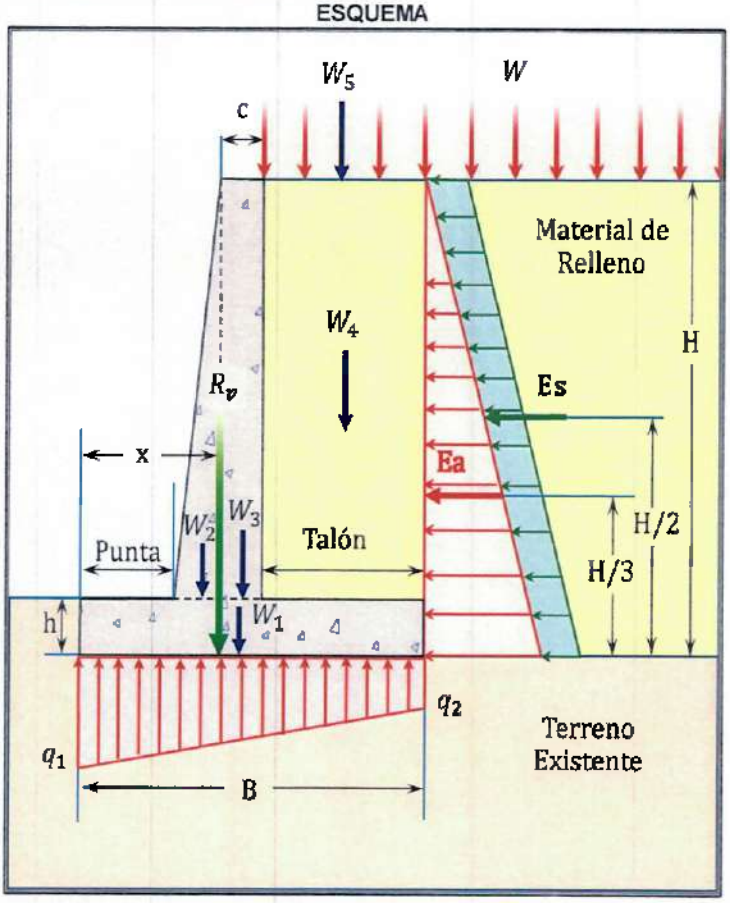
TERRENO EXISTENTE

c	0,00 T/m²
Φ2	29 °
Qadm	31,75 T/m²

EMPUJE ACTIVO

Ka	0,295
σv	4,14 T/m²
σh	1,22 T/m²
Ea	1,40 T
h'	0,58 m
σh Sobrecarga	0,31 T/m²
E Sobrecarga	0,71 T

ESQUEMA



MOMENTO DE VOLTEO

Mo	1,90 T-m

MOMENTO RESISTENTE

Fuerza	Fuerza (Ton)	Brazo (m)	M (Ton-m)
W1	1,22	0,85	1,04
W2	0,00	0,40	0,00
W3	1,44	0,55	0,79
W4	3,60	1,20	4,32
W5	1,05	1,20	1,26
ΣFv	7,31 T	ΣMR	7,41

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA VOLTEO

F.S.V	3,90 (≥ 2)

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA DESLIZAMIENTO

F.S.D	1,21 (≥ 1,5)

PRESIONES DEL SUELO EN LA ZAPATA

x	0,75 m
Ok, Dentro del Tercio Medio	
e	0,10 m
q1	5,82 T
q2	2,78 T

7.3. Muro de 3 metros de altura con dentellón

DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO ACI 318-14
METODO DE DISEÑO POR RESISTENCIA
ANALISIS DE LA ESTABILIDAD

DIMENSIONES

e (000 m-000 m)	0,40 m
Corona (0.30 m)	0,30 m
b (000 m-000 m)	0,40 m
B (001 m-002 m)	2,20 m
Punta (001m)	0,60 m
Talon	1,20 m
Llave	0,60 m
H	3,4 m
yc	2,40 T/m³

RELLENO

Φ1	33 °
γ1	1,80 T/m³

SOBRECARGA

W	1,05 T/m²

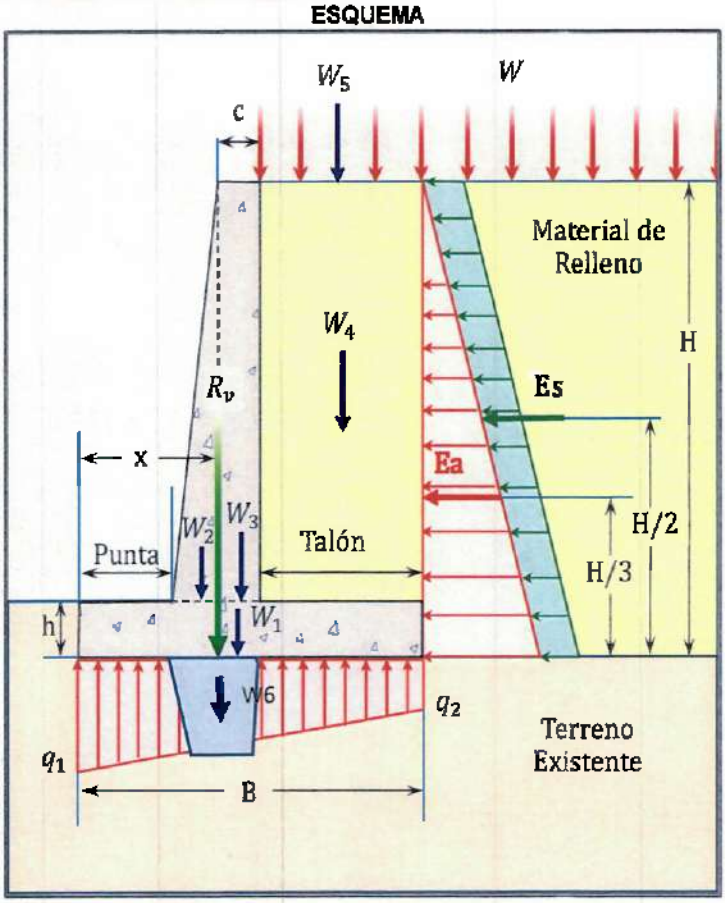
TERRENO EXISTENTE

c	0,00 T/m²
Φ2	29 °
Qadm	31,75 T/m²

EMPUJE ACTIVO

Ka	0,295
σv	6,05 T/m²
σh	1,78 T/m²
Ea	2,99 T
h'	0,58 m
σh Sobrecarga	0,31 T/m²
E Sobrecarga	1,04 T

ESQUEMA



MOMENTO DE VOLTEO

Mo	5,10 T·m

MOMENTO RESISTENTE

Fuerza	Fuerza (Ton)	Brazo (m)	M (Ton·m)
W1	2,11	1,10	2,32
W2	0,36	0,67	0,24
W3	2,13	0,85	1,81
W4	6,39	1,60	10,22
W5	1,26	1,60	2,02
W6	0,43	0,20	0,09
∑Fv	12,68 T	∑MR	16,61

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA VOLTEO

F.S.V	3,26 (≥ 2)

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA DESLIZAMIENTO

F.S.D	1,50 (≥ 1.5)

PRESIONES DEL SUELO EN LA ZAPATA

x	0,91 m
Ok, Dentro del Tercio Medio	
e	0,19 m
q1	8,75 T
q2	2,78 T

7.4. Muro de 2 metros de altura con dentellón

DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN EN VOLADIZO ACI 318-14
METODO DE DISEÑO POR RESISTENCIA
ANALISIS DE LA ESTABILIDAD

DIMENSIONES

e (000 m-000 m)	0,30 m
Corona (0.30 m)	0,30 m
b (000 m-000 m)	0,30 m
B (001 m-001 m)	1,70 m
Punta (001m)	0,40 m
Talon	1,00 m
Llave	0,60 m
H	2,30 m
γc	2,40 T/m³

RELLENO

Φ1	33 °
γ1	1,80 T/m³

SOBRECARGA

W	1,05 T/m²

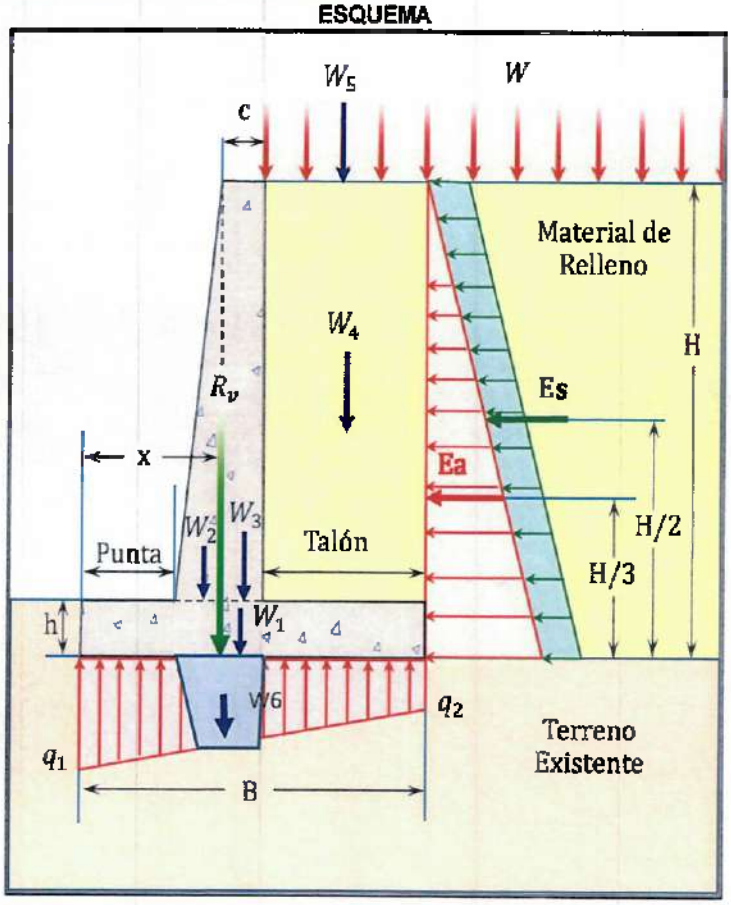
TERRENO EXISTENTE

c	0,00 T/m²
Φ2	29 °
Qadm	31,75 T/m²

EMPUJE ACTIVO

Ka	0,295
σv	4,14 T/m²
σh	1,22 T/m²
Ea	1,40 T
h'	0,58 m
σh Sobrecarga	0,31 T/m²
E Sobrecarga	0,71 T

ESQUEMA



MOMENTO DE VOLTEO

Mo	1,90 T-m

MOMENTO RESISTENTE

Fuerza	Fuerza (Ton)	Brazo (m)	M (Ton-m)
W1	1,22	0,85	1,04
W2	0,00	0,40	0,00
W3	1,44	0,55	0,79
W4	3,60	1,20	4,32
W5	1,05	1,20	1,26
W6	1,44	0,20	0,29
∑Fv	7,31 T	∑MR	7,41

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA VOLTEO

F.S.V	3,90 (≥ 2)

FACTOR DE SEGURIDAD CONTRA DESLIZAMIENTO

F.S.D	1,92 (≥ 1,5)

PRESIONES DEL SUELO EN LA ZAPATA

x	0,75 m
Ok, Dentro del Tercio Medio	
e	0,10 m
q1	5,82 T
q2	2,78 T

7. Análisis del Prediseño

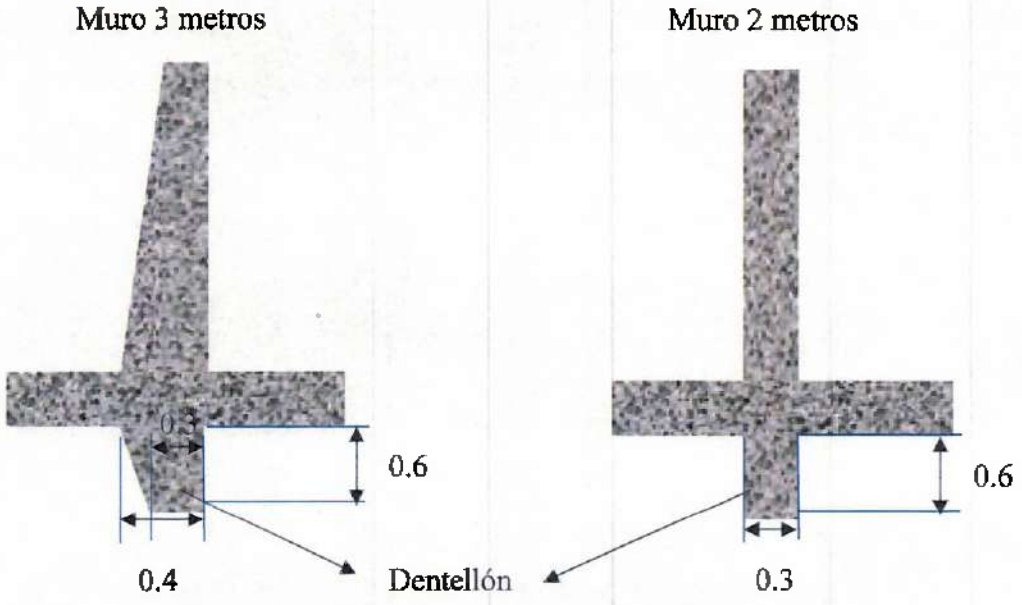
8.1. Muro de 3 metros

Según los cálculos de comprobación de la estabilidad del muro cumplen tanto para el volteo como cargas admisibles. El factor de seguridad contra el volteo es superior al factor de seguridad deseado según las normativas. La estabilidad de la zapata según la presión del suelo cumple, ya que la presión admisible es mayor a las presiones dadas por la zapata tanto en la punta como en el talón de la cimentación. En cambio, en el análisis de deslizamiento el resultado fue desfavorable debido a que el factor de seguridad no superó el umbral esperado según la normativa. Esto puede provocar que la estructura con el tiempo presente un deslizamiento no deseado provocado por la carga del terreno que se desea contener. Efectivamente en estudios preexistentes del suelo, este arrojaba que el suelo no ofrece una cohesión adecuada ya que el suelo es de tipo granular no cohesivo. La solución a este problema es rediseñar el muro agregándole un dentellón a la zapata, para que se agregue una oposición más a las fuerzas de empuje y evite el deslizamiento de la estructura.

8.2. Muro de 2 metros

Al igual que el muro de 3 metros los resultados arrojaron buena estabilidad frente al volteo y a las presiones admisibles del suelo existente, ambos indicadores cumplen según las normas y factores de seguridad recomendados. En cambio, la evaluación para el deslizamiento fue desfavorable al igual que el muro de 3 metros. Se plantea la misma solución; un dentellón que ofrezca una oposición más para que el muro no se deslice.

8.3. Diseño dentellón



Para el diseño del dentellón se sugirieron las medidas ofrecidas por la normativa de invias a una profundidad de 60 centímetros y del mismo espesor del muro según la cartilla.

8. Acero de refuerzo

El diseño del acero de refuerzo se tuvo en cuenta las tablas ofrecidas por la cartilla de Colombia Rural la cual establecen la disposición de aceros según la altura del muro incluyendo el acero del dentellón.

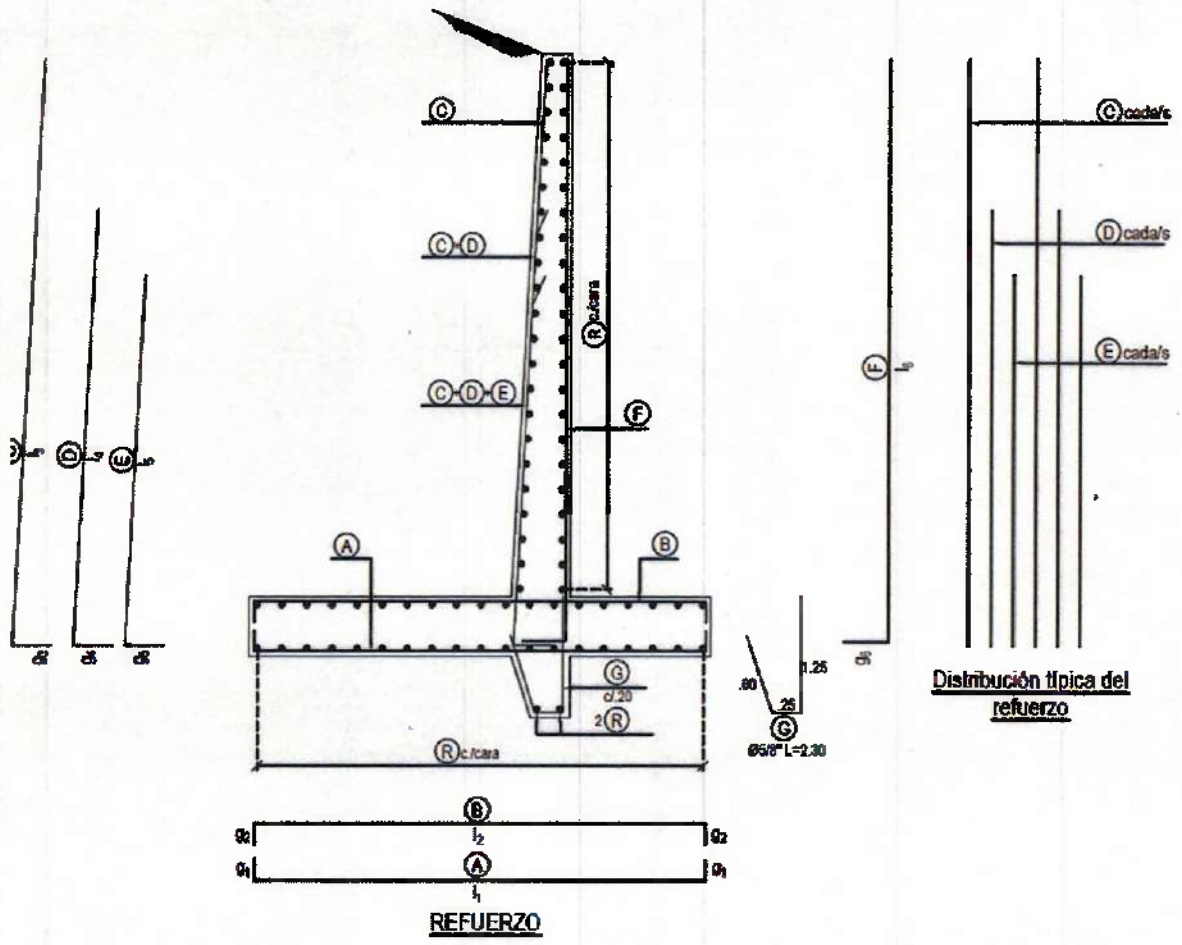
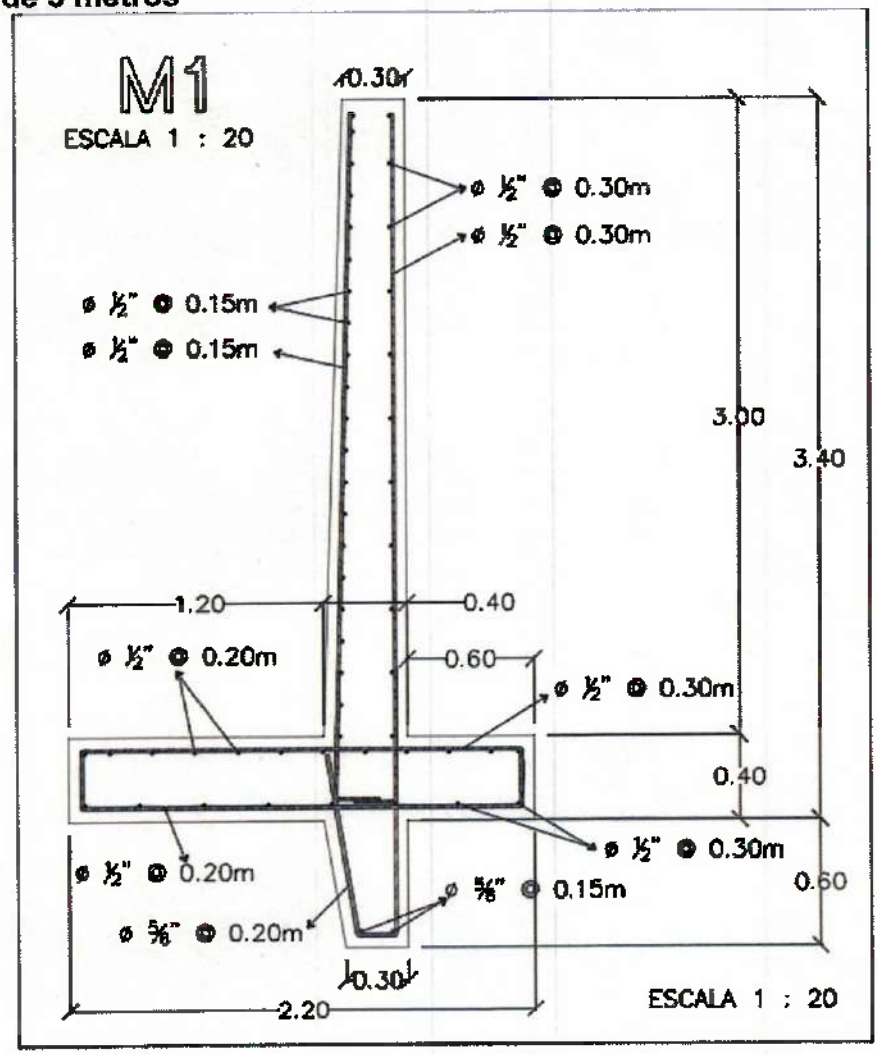


Tabla 9. Parámetros sísmicos.
Autor: *Cartilla guía INVIAS*

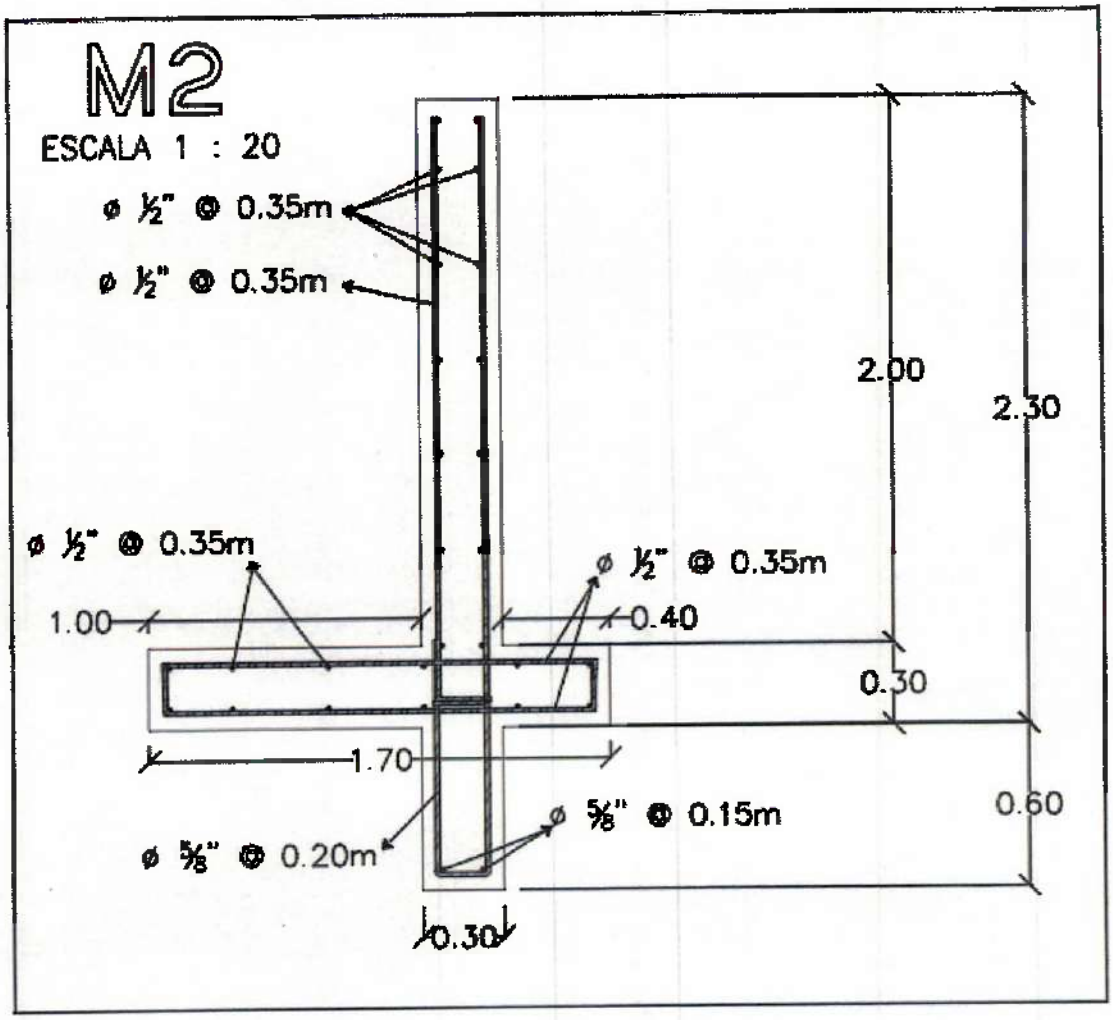
H	Varilla A					Varilla B					Varilla C					Varilla D					Varilla E					Varilla F				
(m)	Ø	s	l_1	g_1	LT	Ø	Separ	l_2	g_2	LT	Ø	Separ	l_3	g_3	LT	Ø	Separ	l_4	g_4	LT	Ø	Separ	l_5	g_5	LT	Ø	Separ	l_6	g_6	LT
2.0	1/2"	0.30	1.35	0.20	1.75	1/2"	0.30	1.35	0.20	1.75	1/2"	0.30	1.90	0.20	2.10											1/2"	0.30	1.90	0.20	2.10
2.5	1/2"	0.30	1.80	0.20	2.20	1/2"	0.25	1.80	0.20	2.20	1/2"	0.30	2.40	0.20	2.60											1/2"	0.30	2.40	0.20	2.60
3.0	1/2"	0.30	2.00	0.20	2.40	1/2"	0.15	2.00	0.20	2.40	1/2"	0.25	2.90	0.20	3.10											1/2"	0.30	2.90	0.20	3.10
3.5	1/2"	0.30	2.30	0.20	2.70	3/4"	0.25	2.30	0.30	2.90	5/8"	0.15	3.35	0.25	3.85											1/2"	0.30	3.40	0.20	3.60
4.0	1/2"	0.25	2.80	0.20	3.20	3/4"	0.20	2.80	0.30	3.40	3/4"	0.35	3.90	0.30	4.20	3/4"	0.35	3.40	0.30	3.70						1/2"	0.30	3.90	0.20	4.10
4.5	5/8"	0.25	3.20	0.25	3.70	3/4"	0.15	3.20	0.30	3.80	3/4"	0.25	4.40	0.30	4.70	3/4"	0.25	3.70	0.30	4.00						1/2"	0.30	4.40	0.20	4.60
5.0	5/8"	0.15	3.70	0.25	4.20	3/4"	0.10	3.70	0.30	4.30	7/8"	0.35	4.85	0.35	5.20	7/8"	0.35	4.05	0.35	4.40	7/8"	0.35	3.55	0.35	3.90	1/2"	0.30	4.90	0.20	5.10
5.5	5/8"	0.15	4.20	0.25	4.70	7/8"	0.15	4.20	0.35	4.90	7/8"	0.30	5.35	0.35	5.70	7/8"	0.30	4.55	0.35	4.90	7/8"	0.30	3.95	0.35	4.30	1/2"	0.25	5.40	0.20	5.80
6.0	5/8"	0.10	4.50	0.25	5.00	7/8"	0.10	4.50	0.35	5.20	1"	0.30	5.90	0.40	6.30	1"	0.30	5.10	0.40	5.50	1"	0.30	4.60	0.40	5.00	1/2"	0.25	5.80	0.20	6.00
6.5	3/4"	0.15	4.90	0.30	5.50	1"	0.10	4.90	0.40	5.70	1"	0.30	6.40	0.40	6.80	1"	0.30	5.60	0.40	6.00	1"	0.30	5.00	0.40	5.40	1/2"	0.25	6.40	0.20	6.60
7.0	3/4"	0.15	5.40	0.30	6.00	1"	0.10	5.40	0.40	6.20	1"	0.25	6.90	0.40	7.30	1"	0.25	6.00	0.40	6.40	1"	0.25	5.50	0.40	5.90	1/2"	0.25	6.90	0.20	7.10

9. Diseño final

9.1. Muro de 3 metros



9.2. Muro de 2 metros



MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **OSCAR MAURICIO ROJAS CAMARGO**, Ingeniero Civil, con Matrícula Profesional No. MP: 68202089972 STD del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería COPNIA SANTANDER.

CERTIFICO:

Que realicé el diseño estructural junto con sus respectivos planos planta perfil y secciones transversales del proyecto denominado: **"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"**, e igualmente estipulo que los diseños presentados se donan al municipio de Barichara, Santander.

Declaro que todo el documento está cumpliendo con la Normatividad INVIAS y la NSR 10 específicamente, y exonero a la oficina de Planeación Municipal por los daños y perjuicios que de estos estudios pudieran derivarse, Aclaro que me responsabilizo por la información descrita en él estudio.

Atentamente

ING. OSCAR MAURICIO ROJAS CAMARGO
MP: 68202089972 STD


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
NUMERO 13.722.007
ROJAS CAMARGO
APELLIDOS
OSCAR MAURICIO
NOMBRES
FIRMA


FECHA DE NACIMIENTO 07-JUN-1977
BUCARAMANGA
(SANTANDER)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.70
ESTATURA
O-
G.S. RH
M
SEXO
30-SEP-1997 BUCARAMANGA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION
REGISTRADOR NACIONAL
INDICE DERECHO
A 2708100-00340617-M-0013722007-20111014 0029[illegible]A 1 7411504080


77060700187
APELLIDOS Y NOMBRES
ROJAS CAMARGO
OSCAR MAURICIO
BACHILLER

REPUBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
Y SUS PROFESIONES AUXILIARES



MATRICULA No. **68202089972STD**
INGENIERO CIVIL
DE FECHA **17/01/2002**
APELLIDOS
ROJAS CAMARGO
NOMBRES
OSCAR MAURICIO
C.C. 13.722.007
UNIVERSIDAD
INDUSTR. DE SANTANDER

Presidente del Consejo

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2023-1888284

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que OSCAR MAURICIO ROJAS CAMARGO, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 13722007, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 68202-089972 desde el 17 de Enero de 2002, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 2776.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los uno (01) días del mes de Marzo del año dos mil veintitres (2023).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

PROYECTO:

"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"





MUNICIPIO DE CHARTA

DEPARTAMENTO DE SANTANDER

DR. ALVARO ROJAS TOLOZA

Alcalde Municipal 2020 – 2023

ARQ. JUAN CARLOS GOMEZ CASTRO

Secretario de Planeación

PLAN DE MANEJO DE TRÁFICO

2023

"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"

PLAN DE MANEJO DE TRÁFICO

ELABORADO POR:

OSCAR MAURICIO ROJAS CAMARGO
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA AMBIENTAL
T.P.N° 68202 – 089972 STD

PRESENTADO POR:

ALCALDÍA DEL MUNICIPIO DE CHARTA

CHARTA – SANTANDER

MARZO 2023

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 4
2. OBJETIVOS 5
3. ALCANCE 5
4. METODOLOGIA GENERAL 5
5. CARACTERÍSTICAS FISICAS Y ESTADO DEL SITIO 6
6. CARACTERISTICAS GENERALES DEL PROYECTO 7
   6.1 TIPO DE OBRA A REALIZAR 7
   6.2 PLAZO DE EJECUCIÓN 7
   6.3 MAQUINARIA Y EQUIPO A EMPLEAR EN LA OBRA 7
7. PLAN DE MANEJO DE TRANSITO (PMT) 8
   7.1 IMPACTOS A MITIGAR 8
   7.2 SECTORES A INTERVENIR 8
   7.3 MEDIDAS DE MANEJO 8
      7.3.1 Zona de trabajo 8
      7.3.2 Control del tránsito en zonas de cierre total de vías 9
   7.4 SEÑALIZACIÓN 9
   7.5 MANEJO DE PEATONES 18
   7.6 MANEJO DE VEHICULOS DE CARGA 19
   7.7 MANEJO DE VEHICULOS DE LA OBRA, CARGUE Y DESCARGUE DE MATERIALES 19
   7.8 PUESTA EN MARCHA DEL PMT 19
8. INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN DEL PLAN 19
9. CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA PUESTA EN MARCHA DEL PLAN 19
   9.1 PERSONAL Y EQUIPO REQUERIDO 20
10. CONCLUSIONES 21
11. RECOMENDACIONES 21
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 22

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento se formuló con el objetivo de mitigar el impacto causado por el desarrollo de las actividades que se ejecutaran en la etapa de construcción del proyecto. Esta mitigación del impacto contempla el flujo peatonal circulante a los alrededores del área a intervenidos, el tráfico vehicular actualmente en circulación, la seguridad vial y la seguridad del personal al interior de la obra.

El PMT se ha desarrollado basado en las normas como la ley 769 de agosto de 2002 (Código Nacional de tránsito) y ajustado al manual de señalización del Ministerio del Transporte capítulo IV, Señalización por intervención en las vías públicas.

El impacto sobre el flujo vehicular y peatonal en procura de brindar seguridad y confort a los vecinos del sector, usuarios de las vías y personal de obreros.

El documento tiene capítulos que hacen referencia a las características de la obra dentro de los cuales se destaca la localización del proyecto, el tipo de obra, duración, equipos y maquinarias que serán utilizados. Se describe las características de la zona de influencia directa del proyecto, los usos del suelo, los sitios especiales, las características físicas y estado de las vías, contiene un inventario de señalización temporal y permanente que se implementaran durante el desarrollo de la obra. El PMT hace referencia al tratamiento vehicular, peatonal, de transporte público y de transporte de carga propuesto, el cual se incluye además las adecuaciones geométricas que se requieren para implementar el proyecto e información y divulgación del PMT. Se hará referencia a las características de la señalización y adecuaciones temporales necesarias para la implementación del PMT y el control y seguimiento de la puesta en marcha del PMT.

El presente PMT se ha formulado para la ejecución de la obra, teniendo en cuenta los diferentes tipos de actividades que se requieren adelantar; las características geométricas de la vía, la localización del sitio a intervenir, los volúmenes vehiculares, velocidad de operación; tipo de vehículos; presencia de peatones en la vía; y servicio de transporte público (expresos o especial, escolar), generando un esquema con el detalle de la señalización requerida en cada caso. Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones que se consideran relevantes tener en cuenta para el logro de los objetivos propuestos.

2. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

El objetivo del plan de manejo de tránsito es mitigar los impactos generados por la obra que se desarrolla sobre la vía en el sector rural, con el fin de brindar seguridad en los desplazamientos a los usuarios de la vía y a los trabajadores de la obra, bajo el cumplimiento de las normas establecidas para la regulación del tránsito.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Ofrecer una señalización clara y de fácil interpretación para garantizar la seguridad integral de los usuarios.
- Elaborar de manera coordinada con el personal técnico encargado de la construcción, la formulación del Plan de Manejo de Tránsito – PMT, que se requiere implementar previo y durante la "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"
- Garantizar la seguridad de los peatones y los vehículos que circularán por la zona de la obra durante su construcción, así como de los trabajadores de la misma, a través de canalizaciones adecuadas, apoyadas en un diseño de señalización y demarcación en el área directamente afectada.
- Realizar una socialización con la comunidad para dar a conocer los putos de ejecución de la obra y el plan de manejo de tránsito que se va a manejar.

3. ALCANCE

El alcance del presente Plan de Manejo de Transito será identificar los impactos que pueda generar la construcción de la nueva obra en el tránsito y vecinos del sector, e implementar medidas que conlleven a la mitigación de los mismos, mediante la implementación de señalización adecuada de acuerdo al Manual de señalización Vial.

4. METODOLOGIA GENERAL

La metodología general que se ha empleado en la formulación del PMT para mitigar el Impacto de la construcción de los diferentes sitios donde se harán las intervenciones, se fundamentó en las condiciones actuales de operación de la vía. Por otro lado, se llevaron a cabo visitas de campo con el fin de observar el comportamiento del flujo vehicular y la presencia o no de peatones frecuentes en las áreas del proyecto. Con base en esta información se ha elaborado el ítem de caracterización de la situación actual.

El capítulo de caracterización del proyecto a construir se elaboró con base en la información que se necesita referente a:

- Tipos de obras a ejecutar
- Plan de trabajo
- Fuentes de materiales
- Campamentos
- Zonas de disposición de materiales sobrantes
- Equipos y maquinaria prevista para ser empleada en la obra

- Personal previsto para la ejecución de las obras.

Para desarrollar el Ítem de "Formulación del Plan de Manejo del Tránsito", se tuvo en cuenta entre otros aspectos, los siguientes: las características de tipo de obra a realizar, su localización con respecto a la calzada de la vía, el trazado geométrico, la magnitud del tránsito automotor; los diferentes tipos de usuarios que diariamente pasan por esta vía, las visitas de campo. Teniendo en cuenta lo anterior, se optó por realizar un plan de manejo de tránsito que ayude a reducir el impacto que las obras causan sobre el tránsito automotor y minimizar los costos que demanda la implementación del PMT.

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

Las estrategias para el manejo temporal del tránsito para la ejecución de las obras en construcción se apoyan en los siguientes principios fundamentales:

- La seguridad de los usuarios en áreas de control temporal del tránsito es un elemento integral y de alta prioridad del proyecto.
- La circulación vial deberá ser restringida u obstruida lo menos posible.
- Los conductores y los peatones serán guiados de manera clara mediante dispositivos, mientras se aproximan y atraviesan la zona de las obras.
- Con el propósito de asegurar niveles de operación aceptables, se deben realizar inspecciones rutinarias de los elementos de regulación del tránsito.
- Debido al incremento potencial de riesgos, durante la regulación temporal del tránsito, la seguridad en la zona tendrá constante atención.
- Para la toma de decisiones de trabajo, cada persona, cuyas acciones afectan el control temporal del tránsito, recibirá entrenamiento adecuado, desde el nivel superior del personal administrativo hasta el personal de campo.
- La regulación del tránsito a través de las áreas de trabajo es una parte esencial en la ejecución de obras.

Es importante considerar la difusión de los trabajos por desarrollar, con el propósito de que se tenga un conocimiento por parte de los usuarios y los habitantes de la zona, acción que será realizada con la entrega oportuna de volantes informativos u otro medio en puntos estratégicos de ingreso a la zona a intervenir.

5. CARACTERÍSTICAS FISICAS Y ESTADO DEL SITIO

El muro a construir se encuentra aledaño a una vía y también al rio, la longitud del tramo de la vía donde se ejecutará el muro es de 44 m aproximadamente, también se evidencia que hay presencia de dos puentes peatonales por derecha e izquierda en dicho sitio.

MOVILIDAD DEL TRANSITO GENERADO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS

El tránsito generado por las obras fundamentalmente estará representado por retroexcavadora, motoniveladora, compactador y volquetas, requeridas para la excavación, retiro y transporte del material sobrante de la excavación y material. Estos se canalizarán por la misma vía, para ubicar el producto proveniente de la excavación de material

de los sitios requeridos para relleno o al botadero. El tránsito correspondiente al necesario para transporte de materiales para construcción, los cuales entrarán y saldrán de los sitios de trabajo.

6. CARACTERISTICAS GENERALES DEL PROYECTO

Se construirá un muro de contención ubicado en la quebrada montechiquito, vía a la vereda centro sector río arriba del municipio de Charta departamento de Santander. Charta es un municipio colombiano del departamento de Santander ubicado en la provincia de Soto Norte, a 41 km de distancia de Bucaramanga, capital del departamento:

Latitud: 07º 17' 03" Norte

Longitud: 072º 58' 10" Oeste

6.1 TIPO DE OBRA A REALIZAR

El proyecto denominado "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER" consiste en la ejecución de un muro de contención para evitar deslizamientos en el sitio dado que hay socavación porque el río se encuentra aledaño.

6.2 PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo previsto para la ejecución de las actividades constructivas objeto del proyecto es de tres (03) meses.

6.3 MAQUINARIA Y EQUIPO A EMPLEAR EN LA OBRA

De acuerdo con el tipo de obra a ejecutar, la maquinaria y el equipo previsto para ser empleado durante la construcción, corresponderá a equipos para excavación y retiro de material proveniente de los sitios acordados tales como:

VIBROCOMPACTADOR (RANA)
COMPRESOR CON MARTILLO
RETROEXCAVADORA
VIBRADOR DE CONCRETO
MEZCLADORA A GASOLINA 1 BTO
VOLQUETA

LOCALIZACIÓN DE ZONAS PARA LA DISPOSICIÓN DE MATERIALES DE EXCAVACIÓN

El material proveniente de la excavación no reutilizable y descapote es un material que se utilizará para relleno en otros sitios acordados con la comunidad o llevados al botadero autorizado en la zona.

7. PLAN DE MANEJO DE TRANSITO (PMT)

En la formulación de los esquemas funcionales y de señalización que se han elaborado, los cuales se presentan al final de este capítulo, se han tenido en cuenta entre otros aspectos, los siguientes:

7.1 IMPACTOS A MITIGAR

Los principales impactos que controla o mitigara el plan de manejo del tránsito son: Las alteraciones al flujo vehicular, la ocurrencia de accidentes y las molestias a las viviendas aledañas.

7.2 SECTORES A INTERVENIR

El tramo a intervenir presentará tipo de cambio de flujo dado que se dejará para circulación un solo sentido de la vía, por tanto, deberá estar controlado por personal autorizado(paleteros) para poder dar paso a los vehículos en ambos sentidos, esto se debe a que el proyecto se encuentra al borde de vía y debe tomarse precaución para evitar posibles deslizamientos o accidentes sobre la vía durante la ejecución de dicho proyecto.

7.3 MEDIDAS DE MANEJO

Como parte de la señalización temporal será necesario contar con dispositivos que permitan, definir claramente las áreas de trabajo, delimitar las áreas de circulación peatonal y vehicular, prevenir el ingreso de vehículos y personas ajenos a la obra, proteger a los trabajadores de posibles accidentes.

Como parte complementaria al estudio de tránsito y a pesar de que la construcción de las obras de mejoramiento no afecta de manera directa la circulación libre de los vehículos en toda la longitud de la via, se considera importante tener en cuenta los siguientes puntos:

7.3.1 Zona de trabajo

Como parte complementaria al estudio de tránsito y a pesar de que la construcción de las obras de mejoramiento no afecta de manera directa la circulación libre de los vehículos a lo largo de la vía, se considera importante tener en cuenta los siguientes puntos.

- Para el tramo Vial donde se ejecutará el muro, la obra debe contar con señales reflectivas o luminosas, tales como conos luminosos, flashes, flechas, o algún otro dispositivo luminoso sobre los parales, canecas pintadas con pinturas reflectivas, etc.
- Cuando se realicen cierres parciales de la vía, además de la señalización descrita anteriormente se debe colocar en los extremos de la obra barricadas o barreras que garanticen el cierre de la vía por el tiempo requerido. Se prohíbe el uso de "morros" de escombros y materiales en las esquinas para impedir el flujo vehicular. Las barreras deben tener como mínimo 2 m de longitud por 85 cm. de alto y 50 cm. de ancho.
- Por ningún motivo se permitirá la acumulación de materiales provenientes de la excavación sobre la vía principal.
- En caso de requerirse la señalización para utilizar en jornadas nocturnas debe hacerse con señales reflectivas. El personal, independiente de la jornada diurna o nocturna, debe utilizar siempre chalecos reflectivos.
- Dado que la obra genera movimiento de volquetas y equipos de construcción, es necesario contar con paleteros que permitan advertir la entrada o salida de los mismos.
- Se permite la señalización nocturna con teas o mecheros.

7.3.2 Control del tránsito en zonas de cierre total de vías

Si por algún evento no previsto, se requiere hacer un cierre Total de vías, debe llevarse el proceso de señalización vial para el estrechamiento o cierre total de la vía, el cual debe dividirse en tres sectores:

Señalización anterior a la obra: previene al usuario sobre las obras que se realizan y que encontrará más adelante. Se subdivide en tres zonas:

Acceso al área de precaución.

Área de transición.

Área de protección o zona restringida.

Señalización en el sitio de la obra: Área de trabajo.

Señalización en parte final de los trabajos: En este sector el tránsito retorna a la circulación normal.

El tipo, número de señales, ubicación de las mismas, así como los dispositivos de señalización que se deben ubicar en cada una de las zonas descritas anteriormente, se encuentran definidos en el Manual de señalización del Ministerio de transporte, de donde se ha extractado la señalización que se ha considerado aplicable para el presente proyecto, la cual se describe en este documento.

Sobre dicha vía se instalaría la señalización adecuada ya antes mencionada para facilitar el tránsito de vehículos por el sector sin causar ningún tipo de traumatismos viales.

En caso de habilitar la ruta alterna, se dispondrá de señalización para llevar el tránsito que normalmente concurría por el tramo de la obra a la ruta habilitada. El personal encargado de garantizar el correcto tránsito de vehículos y peatones estará a cargo del grupo de banderilleros.

7.4 SEÑALIZACIÓN

La señalización tendrá por objeto informar a los conductores acerca de los sectores intervenidos, invitándolos a tomar vías alternas para sus desplazamientos. Esta señalización consiste en pasacalles en tela color naranja y caracteres negros, ubicados 15 días antes del inicio de las obras. Aun cuando no está contemplada dentro del manual de señalización, se utiliza por ser muy visible y de fácil ubicación teniendo en cuenta los anchos de algunas vías principalmente en la zona antigua de la ciudad. Se ubicará en todo el tramo donde se ejecutará la obra del muro.

- **Señalización de segundo nivel**

Corresponde a la señalización preventiva, informativa y reglamentaria que se ubica en la zona de influencia para guiar a los usuarios de las vías en los desvíos para el correcto funcionamiento del Plan de Manejo de Tránsito. La señalización se hará de acuerdo con el "Manual de señalización vial - Dispositivos para la Regulación del Tránsito en Calles, Carreteras y Ciclo rutas en Colombia".

Los dispositivos para la regulación del tránsito, en el tramo a intervenir en la vía rural deberán ubicarse con anterioridad al inicio de la obra, permanecer durante la ejecución de la misma y serán retirados una vez cesen las condiciones que dieron origen a su instalación.

- ***Señales preventivas***

Las señales preventivas tienen como propósito advertir a los usuarios de la vía la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en su zona adyacente, ya sea en forma permanente o temporal. Estas señales ayudan a que los conductores tomen las precauciones del caso, ya sea reduciendo la velocidad o realizando maniobras necesarias para su propia seguridad, la del resto de los vehículos y la de los peatones. Su empleo debe reducirse al mínimo posible, dado que el uso innecesario de ellas para prevenir peligros aparentes tiende a disminuir el respeto y obediencia a todas las señales. Las señales preventivas deberán ubicarse con suficiente anticipación al lugar de inicio de la obra. Estas señales se identificarán por el código SPO-Número.

Las señales preventivas tienen forma de rombo y sus colores serán naranja para el fondo y negro para símbolos, textos, flechas y orla. En vías urbanas tendrán como mínimo un tamaño de 75 ó 90 por 75 ó 90 cm; para carreteras y vías urbanas de alta velocidad su tamaño será como mínimo de 90 por 90 cm ó 120 por 120 cm. Se colocarán a el (los) lado(s) (derecho y/o izquierdo) de la vía que se afecte por la obra.

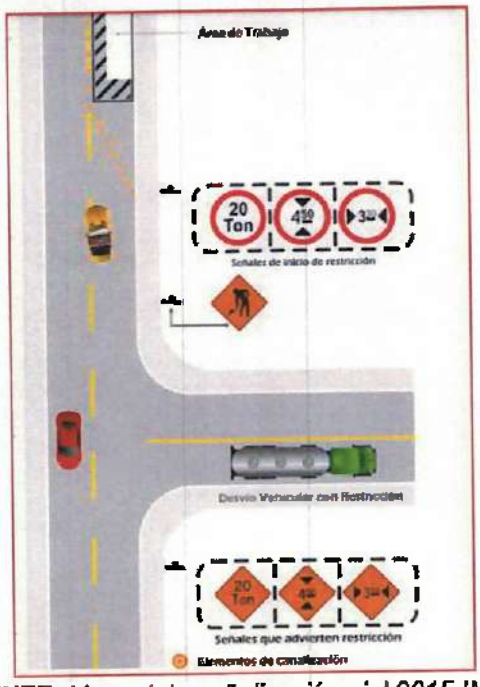
Las señales de prevención deben ubicarse con la debida anticipación de tal manera que los conductores tengan el tiempo adecuado para percibir, identificar, tomar decisión y ejecutar con seguridad la maniobra que la situación requiere. Este puede variar de 3 segundos. La distancia requerida entre la señal y la situación que advierte queda determinada por la velocidad máxima permitida en la vía y el tiempo ya mencionado (distancia mínima= velocidad máxima * tiempo de reacción), dicha distancia puede ser ajustada, dependiendo de factores tales como la geometría de la vía, accesos y calles de servicio, visibilidad, tránsito y otros, pero en ningún caso podrá ser menor a 30m.

A continuación, se describen las señales de advertencia para zonas de obras, las cuales tendrán fondo color naranja, y serán instaladas en los corredores viales a intervenir de acuerdo a la necesidad y/o actividad constructiva:

	**SPO-01. TRABAJOS EN LA VÍA** Esta señal se empleará para advertir la proximidad a un tramo de la vía que se ve afectado por la ejecución de una obra que perturba el tránsito por la calzada o sus zonas aledañas.
	**SPO-02. MAQUINARIA EN LA VÍA** Esta señal se utiliza para advertir sobre la presencia de maquinaria en la zona de trabajo, la que generalmente circula a baja velocidad o puede encontrarse entrando o saliendo de la vía o estacionada

	**SPO-03. AUXILIAR DE TRÁNSITO** Esta señal se utiliza para advertir que más adelante el tránsito por la zona de obras es controlado por un auxiliar de tránsito que utilizará señales manuales tipo "banderero".

UBICACIÓN DE LAS SEÑALES PREVENTIVAS



***FUENTE:** Manual de señalización vial 2015 INVIAS*

- ***Señales informativas***

Las señales informativas tienen como propósito orientar y guiar a los usuarios de la vía a través de la zona de obras, entregándoles la información necesaria con suficiente anticipación para que puedan transitar por ella de la forma más segura, simple y directa posible.

Se utilizarán señales informativas en la ejecución de obras, para indicar con anterioridad el trabajo que se realiza, distancia y otros aspectos que resulten importante destacar. Se identifican con el código SIO Número. Las señales de información deberán ser uniformes y tendrán fondo naranja reflectivo, mensaje y oria de color negro. Para el texto se utilizará el alfabeto tipo D, con una altura mínima de letra de 20 cm. Las señales informativas en la ejecución de obras que afectan el tránsito por las vías son:

	**SIO-02. INICIO DE OBRA** Esta señal indicará el inicio de los trabajos en la vía o zona adyacente a ella, con el mensaje "INICIO DE OBRA".
	**SIO-03. FIN DE OBRA** Esta señal se utiliza para indicar que la circulación a través de la zona de obras ha concluido y se Restablecen las condiciones que existían antes de ella.
	**SIO-05. DESVIO A XXX M** Esta señal informa sobre la proximidad de un desvío en la zona de obras. La señalización de DESVIO se usará solo en el caso de tener que dirigir el tránsito a otra ruta o calzada. Debe indicar siempre la distancia a la que esta se encuentra. En vías rurales puede ser reiterada al menos una vez.
	**SIO-07. DESVIO** Esta señal se utiliza para indicar a los usuarios el tipo de maniobra requerida para continuar circulando a través de la zona de obras. Se debe ubicar justo antes del lugar donde nace el desvío, con la flecha indicando en qué dirección y sentido continúa la vía.
	**SIO-08 FIN DESVIO** Esta señal informa a los conductores sobre el fin de la restricción a la circulación por la ruta en que se encontraban los vehículos antes de ingresar al desvío. Se debe ubicar a no más de 100 m. del lugar de retorno a la ruta original.

	**SIO-24 PEATONES** Esta señal indica a los peatones que deben circular por un sector especialmente habilitado para ellos
	**SIO-26 CRUCE PEATONAL NO HABILITADO** Esta señal indica que el cruce peatonal se encuentra cerrado temporalmente al paso de peatones. Cuando se instale esta señal, se debe habilitar un cruce peatonal temporal, señalizado con la señal SIO-24

Su ubicación queda determinada por su función y puede ser ajustada dependiendo de las condiciones del lugar y de factores tales como geometría de la vía, accesos, visibilidad, transito, composición de este y demás. Se debe tener presente que la repetición de señales informativas ya sea a través de una secuencia en la ruta ofrece al conductor más de una oportunidad para obtener la información que se dese entregar.

- ***Señales reglamentarias***

Estas señales tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes.

Los trabajos en las vías públicas o en las zonas próximas a ellas que afecten el tránsito, originan situaciones que requieren atención especial. Si en tales condiciones son necesarias medidas de reglamentación diferentes a las usadas normalmente, los dispositivos reglamentarios permanentes se removerán o se cubrirán adecuadamente y se reemplazarán por los que resulten apropiados para las nuevas condiciones del tránsito. Estas señales se identificarán con el código SRO-Número.

Las señales reglamentarias tienen forma circular y su color de fondo es blanco y excepcionalmente rojo; su orla es roja y excepcionalmente verde o negra, y su símbolo y leyenda negro, blanco y excepcionalmente gris. En vías urbanas su tamaño mínimo será un círculo de diámetro de 75 ó 90 cm; para carreteras y vías urbanas de alta velocidad el diámetro será de 90 ó 120 cm. Se colocarán a el (los) lado(s) (derecho y/o izquierdo) de la vía que se afecte por la obra.

Las señales reglamentarias deben ser colocadas en el lugar donde se requiera establecer la regulación, y si las condiciones del tránsito o de la vía lo hacen necesario, pueden ser repetidas al costado izquierdo, a fin de garantizar su observación y respeto.

CLASIFICACIÓN: De acuerdo con su función, las señales reglamentarias se clasifican en: señales de prioridad, de prohibición (maniobras y giros, paso por clase de vehículo, otras prohibiciones), de restricción, de obligación, y de autorización.



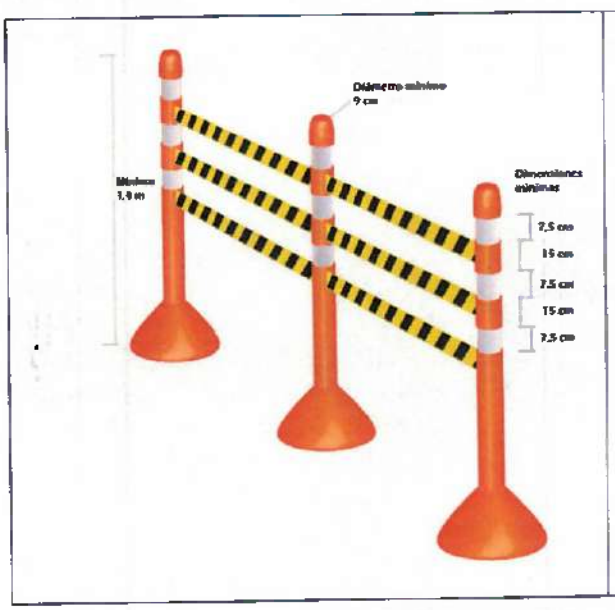
SRO-01. FIN VIA CERRADA

Esta señal se debe emplear para notificar a los conductores el inicio de un tramo de vía por el Cual no se permite circular.

- ***Dispositivos de canalización***

La función de estos elementos es encauzar el tránsito a través de la zona de trabajos y marcando las transiciones graduales necesarias en los casos en que se reduce el ancho de la vía o se generan movimientos inesperados. Deberá poseer características tales que no ocasionen daños serios a los vehículos que lleguen a impactarlos.

Será necesario que se contemplen medidas especiales que garanticen el paso de los vehículos en forma gradual y segura a través del área de trabajo, considerando la seguridad de los peatones, los trabajadores y los equipos de la obra. Estos elementos deberán estar precedidos por señales preventivas e informativas y en las horas de oscuridad serán complementados con dispositivos luminosos.



DELINEADORES TUBULARES COMPUESTOS

Estos dispositivos de canalización vehicular y peatonal serán fabricados en material plástico anaranjado. Las características del material serán similares a las descritas en los conos. Estos elementos tendrán una altura no menor a 0,70 m y un diámetro no menor a 7 cm, ni mayor a 10 cm. Deberán contar con tres bandas de 7,5 cm, separadas entre sí no menos de 10 cm, elaboradas en lámina reflectiva blanca Tipo III o Tipo IV. En su parte inferior serán anclados a una base que garantice su estabilidad, la cual podrá contar con un lastre que contenga materiales deformables (que no sea concreto ni piedras) y que le proporcione estabilidad en su posición vertical.



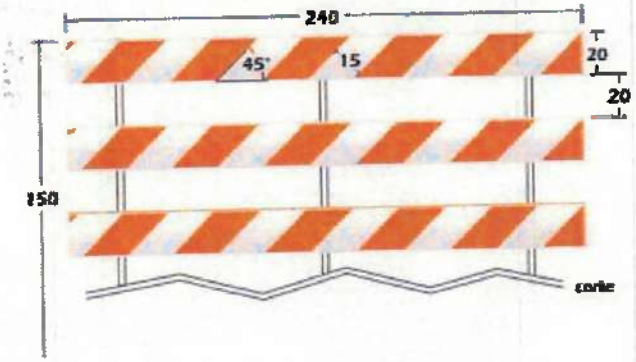
PALETAS "PARE" "SIGA".

Las paletas son elementos fabricados en madera, plástico u otros materiales semirrígidos livianos, que tienen la misma forma y características de la señal SR-01 Pare y que contiene los mensajes de "PARE" por una cara y de "SIGA".

El tamaño mínimo de la paleta corresponderá a la inscripción de un octágono dentro de un círculo mínimo de 45 cm de diámetro.

- ***Barricadas***

Se utilizan para hacer cierres de carriles o calzadas, para cercar áreas de trabajo y para delinear angostamientos. Cuando se emplean para cerrar vías o carriles se colocan de forma perpendicular al eje de la vía, y se instalan secuencialmente obstruyendo la calzada o los carriles inhabilitados para la circulación del tránsito vehicular, incluyendo bermas.



BARRICADAS DE LISTONES

Estos dispositivos de canalización vehicular y peatonal serán fabricados en material plástico anaranjado. Las características del material serán similares a las descritas en los conos. Estos elementos tendrán una altura no menor a 0,70 m y un diámetro no menor a 7 cm, ni mayor a 10 cm. Deberán contar con tres bandas de 7,5 cm, separadas entre sí no menos de 10 cm, elaboradas en lámina reflectiva blanca Tipo III o Tipo IV. En su parte inferior serán anclados a una base que garantice su estabilidad, la cual podrá contar con un lastre que contenga materiales deformables (que no sea concreto ni piedras) y que le proporcione estabilidad en su posición vertical.

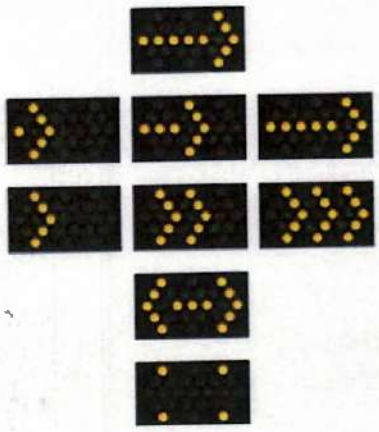
- **<u>Flechas luminosas:</u>**

Este tipo de señalización se utiliza, tanto de día como de noche, para advertir sobre un cambio en la dirección de una vía o desvío o cuando es necesario guiar el tránsito de vehículos a través de una zona de obra. Normalmente

se usan como complemento de otras señales o elementos de canalización Ofrecen la ventaja que se mueven con los equipos de trabajos, minimizando la necesidad de tener que ir desplazando otros elementos.

Se pueden ubicar, Para mejorar su visibilidad, la parte inferior de la flecha debe estar a más de1,8 m pero a no más de 3,0 m sobre la calzada o:

- Sobre la berma al inicio de la transición, adyacente al carril cerrado; en caso de no existir bermas o que la berma sea muy angosta tal que no permita la ubicación de la flecha luminosa, ésta se debe ubicar sobre el carril cerrado, detrás de los dispositivos de canalización para el cierre del mismo.
- Cuando se cierran varios carriles, el cierre se debe realizar de manera consecutiva ubicando la flecha luminosa al inicio de cada transición detrás de los dispositivos de canalización para el cierre del carril.
- En la berma, cuando se realizan trabajos en ella, pero siempre mostrando la indicación de precaución, ya que los conductores no tendrán que variar su encauzamiento.



Tipo de Vía	Tamaño Mínimo (cm)	Distancia de Legibilidad Mínima (m)	Mínimo número de Elementos o Celdas	Frecuencia Destello (Destello/minuto)
Vía urbana con velocidad máxima 50 km/h	50x100	400	12	25 a 60
Vías con Velocidad máxima menor o igual a 70 km/h	50x140	1000	13	25 a 60
Vías con Velocidad máxima superior a 70 km/h	120x240	1600	15	25 a 60

FUENTE: Manual de señalización vial 2015 INVIAS

Especificaciones Técnicas

El Manual de Señalización Vial, que contiene los Dispositivos para la Regulación del Tránsito en Calles, Carreteras y Ciclo-Rutas, del Ministerio de Transporte e INVÍAS, del año 2015, define las especificaciones con las cuales se deben elaborar todas las señales que están contenidas en el Manual, dependiendo de la altura y las condiciones climatológicas existentes en la vía en estudio. A continuación, se presentan algunos apartes de las especificaciones técnicas del Manual, que hacen referencia al tamaño de las señales, forma, color, material reflectivo y al material con el cual se deben fabricar los tableros de las señales para ser empleadas en la implementación del PMT en estudio:

Tamaño y forma

1. Las señales de prevención e informativas, para las áreas de trabajo, tendrán el símbolo y leyenda de color negro sobre el fondo naranja. Las señales de prevención deberán tener forma de rombo, es decir, un cuadrado colocado con una forma diagonal vertical. El tamaño mínimo para estas señales será de 0.75 por 0.75 metros con las letras del mensaje de 12.5 centímetros de altura. El color para otro tipo de señales

deberá seguir las normas generales del Manual de Señalización Vial 2015 – Dispositivos para regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclo-rutas de Colombia del Ministerio de Transporte.

2. Los dispositivos que se utilicen serán de forma tal que se garantice la visibilidad en horas diurnas y nocturnas, es decir, deben ser reflectivas o estar iluminadas.
3. Las señales en soportes fijos se instalarán normalmente en poste sencillo, aunque aquellas de más de 0.90 m² de superficie (señales informativas) deberán instalarse en dos postes. Las señales instaladas en soportes portátiles son adecuadas en condiciones temporales.
4. Todas las instalaciones deberán ser construidas para que cedan al impacto de un vehículo de tal forma que minimice el riesgo de los conductores.
5. Las señales preventivas deberán ubicarse con suficiente anticipación, cuando se cierre u obstruya cualquier parte de la vía o de la berma, a fin de advertir al conductor de la restricción y riesgo existente en la zona.

Materiales

1. **Material reflectivo**

El material reflectivo para las señales verticales, delineadores y demás dispositivos citados en el Manual de Señalización, a emplear en la implementación del PMT en estudio, deberán cumplir con las especificaciones contenidas en la Norma Técnica Colombiana NTC- 4739.

Las entidades contratantes deberán exigir a los fabricantes de las señales las certificaciones de cumplimiento de dicha norma, la cual deberá ser expedida por el proveedor del material. Las señales verticales contenidas en el Manual deberán elaborarse en lámina reflectiva Tipo I o de características superiores.

2. **Material para Tableros**

Los tableros para todas las señales, delineadores y demás dispositivos empleados en el plan de manejo del tránsito para la construcción del proyecto en estudio, deberán ser fabricados en lámina de acero galvanizado calibre 18 ó 20. En la parte posterior de todos los tableros de las señales deberá imprimirse el logotipo de la entidad contratante, día, mes y año de instalación, el nombre de la empresa contratista y el número del contrato. El material de la lámina de acero galvanizado para las señales del PMT, deberá cumplir las siguientes especificaciones técnicas:

- **Material:** Lámina de acero galvanizado calibre 18 ó 20, revestida por ambas caras con una capa de zinc, aplicada por inmersión en caliente o por electrólisis.
- **Material base:** Lámina de acero laminado en frío.
- **Resistencia al doblez:** Una probeta cuadrada de cinco centímetros (5 cm) de lado, no sometida a tratamientos térmicos previos, no deberá presentar desprendimiento de zinc, cuando se dobla girando ciento ochenta grados (180°C), con una luz igual al espesor de la lámina.
- **Tratamiento de la cara frontal**: Previamente a la aplicación del material reflectivo, la lámina galvanizada deberá ser limpiada, desengrasada y secada de toda humedad; además, estar libre de óxido blanco. El galvanizado deberá tener una superficie de terminado producida con abrasivo grado cien (100) o más

fino.

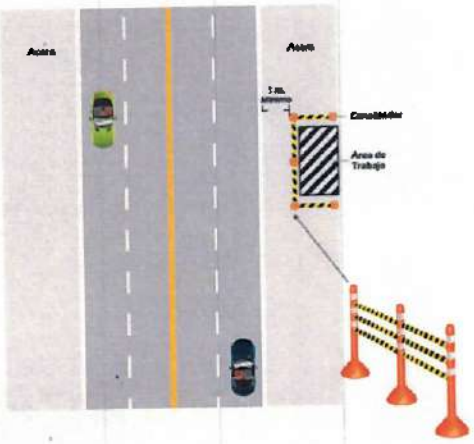
- **Tratamiento cara posterior:** Una vez cortada y pulida la lámina, se deberá limpiar y desengrasar, aplicándose seguidamente una pintura base (wash primer o epoxipoliamida), para finalmente colocar una capa de esmalte sintético blanco.

A continuación, se presenta un cuadro resumen de las cantidades de elementos a utilizar durante el período de ejecución del proyecto en el tramo a intervenir.

NOMBRE	CANTIDAD
SPO-01. TRABAJOS EN LA VÍA	2
SPO-03. AUXILIAR DE TRÁNSITO	2
SIO-02. INICIO DE OBRA	1
SIO-03. FIN DE OBRA	1
SIO-24. PEATONES	2
PALETAS DE PARE Y SIGA	2
DELINEADORES TUBULARES COMPUESTOS	30
BARRICADAS DE LISTONES	5

7.5 MANEJO DE PEATONES

Cuando producto de las obras a realizar, se utilice parte o la totalidad de la acera, debe habilitarse una ruta peatonal de ancho aproximado de (1M). Como se ilustra en la siguiente imagen.



FUENTE: *Manual de señalización vial 2015 INVIAS*

7.6 MANEJO DE VEHICULOS DE CARGA

Se desplazará igual que el tránsito de vehículos particulares, siguiendo las indicaciones del personal encargado. Los vehículos de la obra ingresarán y se retirarán en el sentido del tránsito y se desplazarán dentro de los cerramientos.

7.7 MANEJO DE VEHICULOS DE LA OBRA, CARGUE Y DESCARGUE DE MATERIALES

El transporte de la maquinaria se realizará de acuerdo con la normatividad legal vigente en la materia. Para el ingreso y salida de los vehículos a la zona de la obra (Volquetas, maquinaria, etc.), se acondicionarán broches, a lo largo del cerramiento y en un punto intermedio para salida lateral, con su respectivo banderero (controlador de tráfico) quien controlara la salida y entrada de dichos vehículos a la obra. El cargue y descargue se realizará dentro de los cerramientos.

7.8 PUESTA EN MARCHA DEL PMT

Se realizarán trabajos en tramo de vía veredal del municipio de Charta, Departamento de Santander. Estas actividades tendrán un plazo estimado de tres (3) meses; se implementará lo dispuesto en los esquemas y señalización que indica el capítulo 4 del Manual de Señalización 2015 del Ministerio de Transporte. A continuación, se muestran los esquemas y/o rutas alternas a implementar en la ejecución de las actividades constructivas propias del proyecto en mención, para el acceso de agricultores, comerciantes y/o residentes del área adyacente a las obras, con el fin de desplegar acciones de contingencia que permitan atender las diferentes alteraciones de la zona de la obra e interfieran con el tráfico, y sean provocadas por choques, accidentes, vehículos varados, emergencias, etc., se contará con comunicación directa con la Policía y las entidades de atención de emergencias del municipio.

8. INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN DEL PLAN

Una vez se haya aprobado el Plan de Manejo de Trafico y señalización, para el tramo vial donde se ejecutará el proyecto se adelantará una campaña de divulgación del mismo, con el fin de informar oportunamente a la ciudadanía sobre las intervenciones, la cual se realiza por medio de piezas de divulgación masiva tales como cuñas radiales, publicaciones de prensa, pasacalles, afiches, vallas fijas y/o volantes.

La divulgación será distribuida de la siguiente manera:

- Punto de atención al usuario
- Instalaciones de la alcaldía Municipal
- Envío a empresas de transporte
- Puntos de Radio para la transmisión de la información
- Convocación de reuniones para dar anuncio de la obra.
- A los diferentes usuarios de la vía, en transporte público, particular y peatones.

9. CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA PUESTA EN MARCHA DEL PLAN

Con el plan de manejo en marcha, el contratista tendrá a su disposición personal suficiente y los elementos necesarios para llevar un adecuado seguimiento del mismo. De este seguimiento y de las acciones a realizar durante el mismo dependerá el buen funcionamiento del plan de manejo de tránsito.

El contratista deberá contar con planes de contingencia que le permitan aplicar acciones oportunas que den solución a las diferentes alteraciones al tráfico que puedan presentarse durante la ejecución de las obras.

9.1 PERSONAL Y EQUIPO REQUERIDO

Los requerimientos de personal y su dedicación durante la ejecución de los trabajos correspondientes a la adecuación de los tramos viales a intervenir durante este proyecto se muestran a continuación. Además, se incluyen las funciones que deberá desempeñar el personal de acuerdo al cargo.

• **Asesor de tráfico**

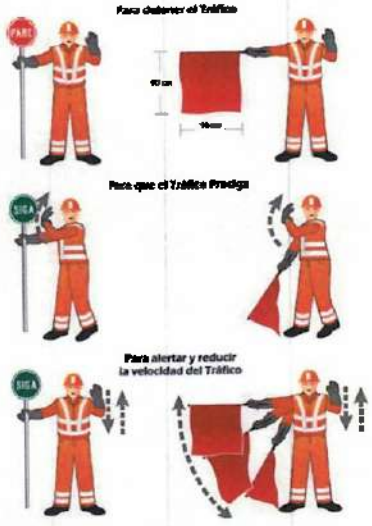
Corresponde al profesional especializado en el área del Transporte que apoyará técnicamente al contratista durante las etapas de implementación y monitoreo del PMT, con una dedicación mínima del 50% y tendrá bajo su dirección a los bandereros.

•Auxiliar de Tránsito

Corresponde al personal encargado de controlar el tránsito de vehículos y peatones dentro de la zona afectada por la obra. Serán los encargados de guiar en forma segura los peatones, conductores y trabajadores y estarán en contacto directo con la ciudadanía; en consecuencia, para desempeñarse en este cargo, se seleccionará personal capacitado con educación básica secundaria completa, experiencia en obras similares, con buenas relaciones interpersonales, buenos reflejos y reacciones, sentido de responsabilidad, conocimiento de las normas básicas de tránsito, buenas condiciones físicas y mentales.

Para el adecuado desempeño de sus funciones estará dotado de paletas con los mensajes PARE y SIGA (una por cada cara), como parte de su indumentaria se requiere un chaleco reflectivo color naranja y casco de acuerdo con las especificaciones definidas por el Manual de Señalización – 2015.

Mediante este equipo de trabajo se garantiza efectuar acciones de contingencia inmediatas, con el fin de atender oportunamente cualquier imprevisto que se presente tanto en el corredor intervenido como en los corredores alternos habilitados y que produzca alteraciones en el tránsito vehicular tales como choques o vehículos varados.



***FUENTE:** Manual de señalización vial 2015 INVIAS*

10. CONCLUSIONES

En términos generales se considera que el PMT propuesto para llevar a cabo la ejecución de la obra en el tramo en estudio, corresponde a una buena solución que garantice la seguridad de los usuarios de la vía.

El ingeniero Director de Obra y/o el ingeniero Residente son los responsables de implementar de manera adecuada el Plan de Manejo de Tránsito que se ha propuesto en este documento para la construcción de las obras.

Es importante destacar la necesidad de mantener en buen estado las condiciones de la superficie de rodadura en el sector que se vaya a intervenir, por lo tanto, bache que surja deberá ser reparado inmediatamente, para evitar maniobras indebidas que puedan generar accidentes.

El PMT propuesto contempla soluciones particulares típicas, para las diferentes actividades que demanda el proyecto.

En la zona donde se intervendrán los diferentes puntos no se evidenciaron movimientos peatonales muy representativos, razón por la cual durante el mejoramiento de la obra se deberá evaluar las condiciones peatonales y en el evento que se presenten se deberá delimitar un sendero peatonal paralelo al cerramiento del lote donde se ejecutará la obra. Para éste utilizarán delineadores tubulares plásticos separados cada 3 metros y unidos mediante 3 líneas de cinta plástica reflectiva.

La señalización que se ha considerado en el PMT contempla señales informativas, preventivas y reglamentarias, así como dispositivos especiales como son las barricadas, delineadores tubulares, cinta plástica, conos y maletines, las cuales recomienda el Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte, año 2015.

Las especificaciones técnicas con las cuales se deben fabricar las señales que requiere el PMT, corresponden a las que determina el Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte.

11. RECOMENDACIONES

- Implementar todas las medidas que se plantean en el PMT, con el fin de mitigar el impacto de la obra y reducir los riesgos de ocurrencia de accidentes.
- Asignar bandereros de tránsito en las zonas de intervención en la vía, para facilitar el ingreso y la salida de los vehículos de la zona del proyecto.
- Aunque el Manual de Señalización del Ministerio de Transporte especifica la fabricación de señales verticales en lámina galvanizada calibre 16, se recomienda que para el caso de las señales verticales que demanda el PMT se emplee un calibre 18 ó 20, ya que estas señales son temporales.

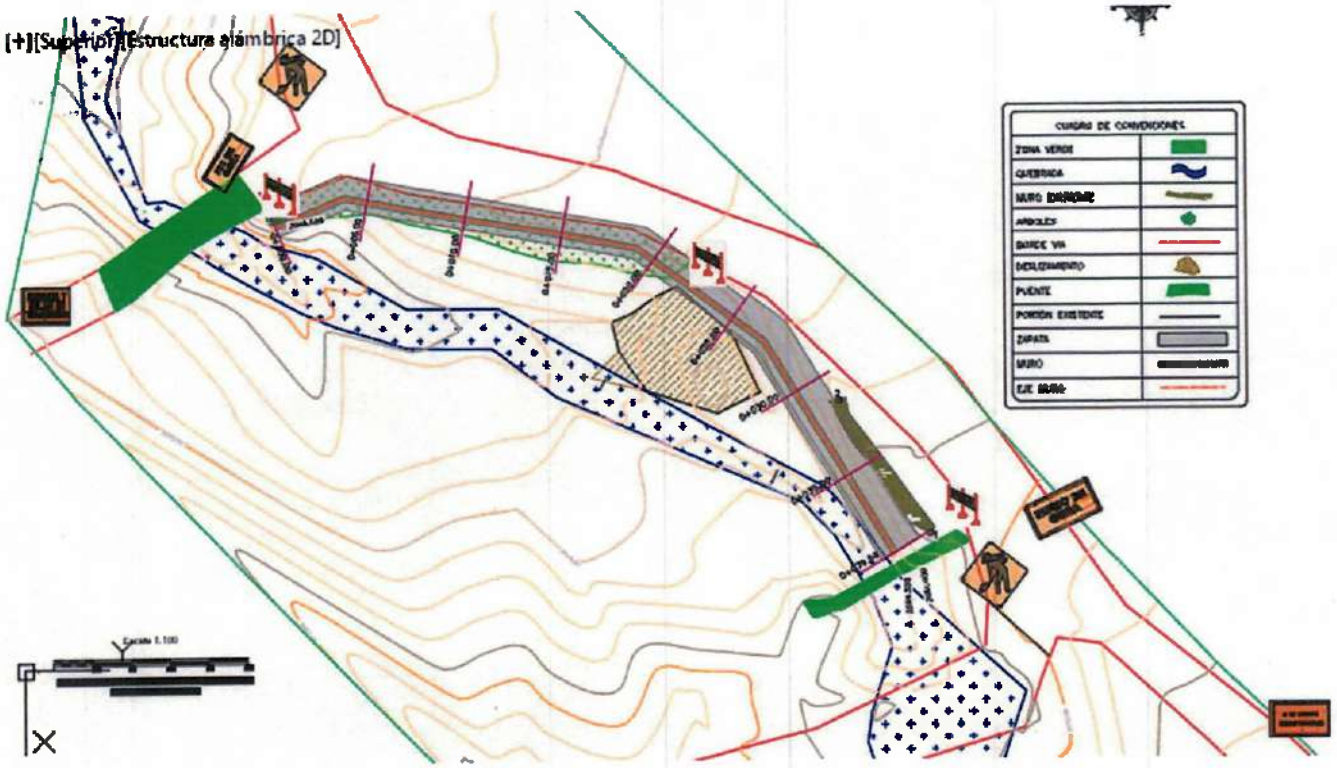
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MINISTERIO DE TRANSPORTE. MANUAL DE SEÑALIZACIÓN VIAL. Dispositivos para la Regulación del Tránsito en Calles, Carreteras y Ciclo-rutas de Colombia. República de Colombia. 2004.

RAFAEL CAL Y MAYOR R. – JAMES CÁRDENAS GRISALES. Ingeniería de Tránsito, fundamentos y aplicaciones. Alfaomega. Octava

ANEXOS

ANEXO #1 (Implantación de la señalización del proyecto)



MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **OSCAR MAURICIO ROJAS CAMARGO**, Ingeniero Civil, con Matrícula Profesional No. MP: 68202089972 STD del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería COPNIA SANTANDER.

CERTIFICO:

Que realicé el Plan de Manejo de Tráfico con su respectivo plano del proyecto denominado: **"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"**, e igualmente estipulo que los diseños presentados se donan al municipio de Charta, Santander.

Declaro que todo el documento está cumpliendo con la Normatividad INVIAS y la NSR 10 específicamente, y exonero a la oficina de Planeación Municipal por los daños y perjuicios que de estos estudios pudieran derivarse, Aclaro que me responsabilizo por la información descrita en él estudio.

Atentamente

ING. OSCAR MAURICIO ROJAS CAMARGO

MP: 68202089972 STD

REPUBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
Y SUS PROFESIONES AUXILIARES



MATRICULA No. **68202089972STD**
INGENIERO CIVIL
DE FECHA **17/01/2002**
APELLIDOS
ROJAS CAMARGO
NOMBRES
OSCAR MAURICIO
C.C. 13.722.007
UNIVERSIDAD
INDUSTR. DE SANTANDER

Presidente del Consejo

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2023-1888284

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que OSCAR MAURICIO ROJAS CAMARGO, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 13722007, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 68202-089972 desde el 17 de Enero de 2002, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 2776.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los uno (01) días del mes de Marzo del año dos mil veintitres (2023).

Rubén Darío Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Micrositе/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
NUMERO 13.722.007
ROJAS CAMARGO
APELLIDOS
OSCAR MAURICIO
NOMBRES
FIRMA


FECHA DE NACIMIENTO 07-JUN-1977
BUCARAMANGA
(SANTANDER)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.70
ESTATURA
O-
G.S. RH
M
SEXO
30-SEP-1997 BUCARAMANGA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION
REGISTRADOR NACIONAL
INDICE DERECHO

PROYECTO:
"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"





MUNICIPIO DE CHARTA

DEPARTAMENTO DE SANTANDER

DR. ALVARO ROJAS TOLOZA

Alcalde Municipal 2020 – 2023

ARQ. JUAN CARLOS GOMEZ CASTRO

Secretario de Planeación

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

2023

"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

ELABORADO POR:

OSCAR MAURICIO ROJAS CAMARGO
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN INGENIERIA AMBIENTAL
T.P. N° 68202-089972

PRESENTADO A:

ALCALDÍA DEL MUNICIPIO DE CHARTA

CHARTA – SANTANDER

MARZO 2023

CONTENIDO

1. INTRODUCCION 5
2. OBJETIVOS 6
2.1. OBJETIVO GENERAL 6
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 6
3. LOCALIZACIÓN 6
4. MARCO LEGAL 7
5. ANTECEDENTES 8
6. RESEÑA DEL MUNICIPIO 9
7. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO DE ARATOCA 10
7.1. LOCALIZACIÓN Y DIVISIÓN POLÍTICA 10
7.2. GEOGRAFÍA 11
7.3. CLIMA 11
7.4. PRECIPITACIÓN 11
7.5. TOPOGRAFÍA 12
7.6. HIDROGRAFÍA 12
7.7. LÍMITES DEL MUNICIPIO 14
8. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 14
9. PLUVIOSIDAD 14
10. TEMPERATURA 14
11. SUELOS 15
11.1. CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS USOS DEL SUELO 15
11.2. SUELOS DE PROTECCIÓN Y DE IMPORTANCIA AMBIENTAL 15
11.3. SUELO DE DESARROLLO RURAL 16
12. SERVICIOS PÚBLICOS 17
12.1. ACUEDUCTO 17
16.1. ALCANTARILLADO 17
16.2. DISTRIBUIDORES DE ENERGÍA (U) 17
17. DESCRIPCIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO 18
17.1. FAUNA 18
17.2. FLORA 18

17.3. COMPONENTE SOCIAL 19
18. SALUD 20
18.1. PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD 21
18.2. PRINCIPALES CAUSAS DE MORTALIDAD 21
18.3. PERSONAL 21
19. TRANSPORTE 22
19.1. TRANSPORTE PÚBLICO 22
20. EDUCACIÓN 22
21. PERMISOS AMBIENTALES REQUERIDOS 23
22. PRESUPUESTO 24
23. ACCIONES DEL PROYECTO 25
23.1. EFECTOS AMBIENTALES 25
23.2. ACTIVIDADES Y COMPONENTES DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL 26

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación del municipio de Charta. Fuente: Google Earth 2021 7
Ilustración 2. División política de Charta. Fuente: https://3.bp.blogspot.com/_hzcG8yG49DQ/TCjOOnFCkLI/AAAAAAAAAJM/18YnsZ9E_Tg/s1600/CHARTA.jpg .. 11
Ilustración 4. Áreas de Rendimiento Hídrico. Fuente: https://economia.uniandes.edu.co/sites/default/files/webproyectos/santurban/PLAN-DE-ORDENAMIENTO-Y-MANEJO-RIO-CHARTA.pdf 12

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características de las Áreas de rendimiento hídrico. Fuente: https://economia.uniandes.edu.co/sites/default/files/webproyectos/santurban/PLAN-DE-ORDENAMIENTO-Y-MANEJO-RIO-CHARTA.pdf 14
Tabla 2. Fuente: Sisben 20
Tabla 3. Fuente: Centro de salud de Charta 21
Tabla 4. Fuente: Centro de salud de Charta 21
Tabla 5. Fuente: Dirección de núcleo 23
Tabla 6. Tipos de permisos requeridos. Fuente: Autor 24
Tabla 7. Actividades de las diferentes fases del proceso y aspectos ambientales que se generan. Fuente: Autor 26
Tabla 8. Programas y Actividades de Manejo Ambiental. Fuente: Autor. 27
Tabla 9. Cronograma de ejecución. Fuente: Autor 30

1. INTRODUCCION

Los muros de contención son una estructura sólida, hecha en mampostería y cemento reforzado que soporta empujes horizontales de diversos materiales, solidos, granulados y líquidos. De la misma manera estas estructuras controlan el deterioro de las márgenes de los ríos, protegen las vías y casas evitando perdidas económicas de los insumos que se pueden llegar a transportar por vía terrestre de esta forma facilitar el desarrollo del sector agrícola en nuestro País, dado su incidencia directa sobre las actividades económicas que en las comunidades rurales se desarrolla diariamente, esto obedeciendo a la dificultad para la movilización de sus productos a los grandes centros urbanos, o a los centros de acopios ubicados en las cabeceras municipales.

Colombia, aportando a la conservación y protección del medio ambiente ha desarrollado guías ambientales, las cuales responden al concepto mundial de Buenas Prácticas Ambientales, estas son esencialmente instrumentos que buscan mantener un compromiso con el desarrollo sostenible, donde a través de una oportuna identificación de los impactos ambientales y sociales, se permiten establecer un conjunto de medidas, procedimientos y programas para que se efectué una oportuna atención.

El desarrollo de la infraestructura del muro de contención, busca beneficios económicos y sociales para cada una de las comunidades y regiones que se desarrollan dentro del área de influencia del proyecto, conectando directamente poblaciones y aumentando de esta manera el libre tránsito de personas, comercio y turismo, reduciendo considerablemente los problemas de movilización a los que se enfrentan los residentes de estos sectores, mejorando las condiciones de accesibilidad. Sin embargo, una planeación inadecuada puede ocasionar impactos negativos al ecosistema de la región, desbalanceando el equilibrio entre recursos naturales, fauna, flora y comunidad.

En general, los RCD son considerados residuos de bajo riesgo para la salud humana y para el ambiente, a comparación de los residuos sólidos municipales que son generados, pero la problemática fundamental que se evidencia es la disposición de los mismos se refiere a su gran volumen y por lo tanto, a los costos de transporte y al espacio necesario disponible que esto implica; por lo tanto según la Resolución 478 del 28 de Febrero del 2017 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en su facultad de Autoridad Ambiental Competente reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición a todas las personas naturales y jurídicas que generen, recolecten, transporten, almacenen, aprovechen y dispongan los RCD en los sitios de disposición final.

Este documento es presentado para el municipio de Charta - Santander; contiene el Plan de Manejo Ambiental y busca lograr un desarrollo integral y armónico entre la obra y el ecosistema. La obra de construcción de un muro de contención se encuentra en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Santander – CAS, en el municipio de Charta.

El presente PMA se rige por lo estipulado en la Guía de Manejo Ambiental de Proyectos de Infraestructura, Plan de Mejoramiento Ambiental. Representa el método para aplicar las estrategias necesarias con el fin de prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los impactos que se puedan generar en la obra sobre el componente físico, biótico y socioeconómico propio o cercano, siguiendo de esta manera con una práctica ambiental incluyente, donde el desarrollo sostenible es la principal función a cumplir.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Identificar, definir y evaluar los impactos que se puedan generar a los recursos naturales y al medio ambiente en el proyecto "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER".

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Minimizar los impactos hacia la comunidad, manteniendo un marco de respeto y una convivencia armónica con el ambiente.
- Prevenir y controlar los factores de deterioro de la calidad ambiental originados por las actividades de adecuación y construcción del proyecto.
- Evaluar los impactos producidos por el proyecto, estableciendo su probabilidad de ocurrencia, orden de magnitud, tendencia y duración, así como su carácter de reversibilidad y permanencia, tanto en etapa de construcción como de operación del proyecto.

3. LOCALIZACIÓN

El proyecto se encuentra localizado en el municipio de Charta encuentra localizado al Nor-Oriente de la cuenca superior del río Lebrija, integrante de la conocida Provincia de Soto, es uno de los más jóvenes del departamento de Santander del Sur.

Está ubicado a 38 kilómetros de distancia de la capital Santandereana, Bucaramanga y a 15 kilómetros de Matanza, con una altura sobre el nivel de mar que va desde los 1.100 metros hasta los 3.700 metros, extendido a lo largo de la cordillera oriental, en uno de sus ramales más importantes. Se encuentra a los 7º 17´ 46´´ de latitud Norte y los 0º 03´ 38´´ de latitud al Este del meridiano de Bogotá y posee una superficie aproximada de 152 kilómetros cuadrados. El río Charta atraviesa este municipio de oriente a occidente hasta llegar a unirse con el río Surata.

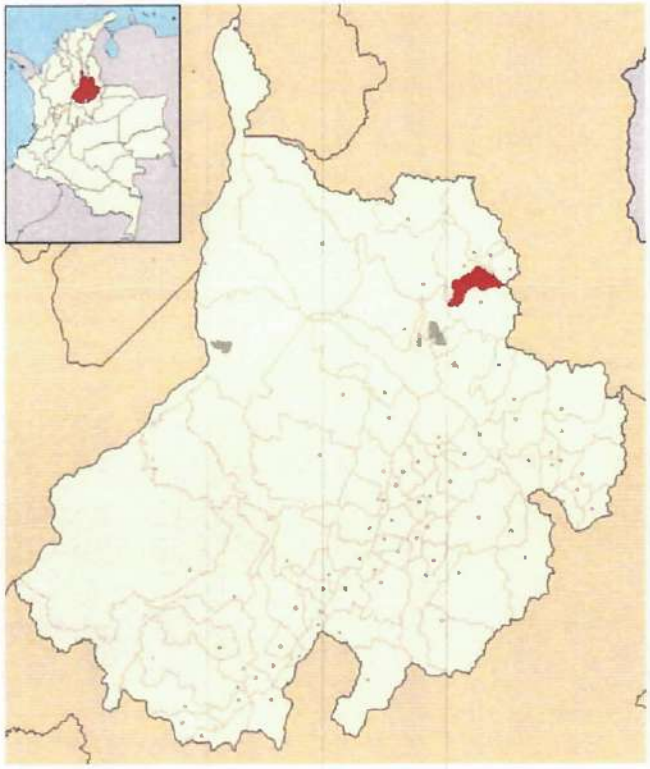


Ilustración 1. Ubicación del municipio de Charta. Fuente: Google Earth 2021

4. MARCO LEGAL

NORMA	DEFINICIÓN
Constitución Política de 1991, artículo 339.	"Habrá un Plan Nacional de Desarrollo conformado por una parte general y un plan de inversiones de las entidades públicas del orden nacional. En la parte general se señalarán los propósitos y objetivos nacionales de largo plazo, las metas y prioridades de la acción estatal a mediano plazo y las estrategias y orientaciones generales de la política económica, social y ambiental que serán adoptadas por el gobierno...".
Constitución Política de 1991, artículo 79.	Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano.
Ley 152 de 1994, artículo 26	"Planes de acción. Con base en el Plan Nacional de Desarrollo aprobado, cada uno de los organismos públicos de todo orden a los que se aplica esta Ley preparará su correspondiente plan de acción".
Ley 152 de 1994 en el artículo 3.	Preceptúa el "principio de autonomía, el cual señala que la Nación y las Entidades Territoriales ejercerán libremente sus funciones en materia de planificación en estricta sujeción a las atribuciones que a cada una de ellas se les haya específicamente asignado en la Constitución y la Ley".
La Ley 1753 de 2015.	Mediante la cual se expide el Plan nacional de Desarrollo 2014 – 2018: Todos por un nuevo País.

Ley 99 de 1993, artículo 1, en los numerales 11, 12 y 14.	Se establecen los Principios Ambientales conforme a la Constitución Nacional.
Ley 99 de 1993, artículo 5, los numerales 1 y 4.	Establece como Función del MAVDT (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), dirigir y coordinar el proceso de planificación.
La ley 99 de 1993, artículo 31, numerales 1 y 2.	Establece que las Corporaciones Autónomas Regionales son la Máxima Autoridad en su jurisdicción por lo que están encargadas de ejecutar, las políticas, planes y programas en materia ambiental.
Decreto 1768 de 1994, artículo 7.	Definió la planificación ambiental
Decreto 1865 de 1994, en los artículos 1 y 2.	Reguló los planes ambientales regionales PGAR de las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible, para periodos de 5 años.
Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, artículo 2.2.2.5.1.1.	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. Capítulo 5, Subsección 1, A. MODO TERRESTRE-CARRETERO, Las actividades que se listan a continuación que se desarrollen en infraestructura existente NO requieren Licencia Ambiental. Numeral 8. La pavimentación de vías incluyendo la colocación y conformación de sub-base, base y capa de rodadura.
Resolución 541 de 1994, artículo 2.	Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, Materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
Decreto 4741 de 2005.	"Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral."
Resolución 472 de 2017	Se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y Demolición (RCD), normativa que derogo expresamente el Decreto 541 de 1994, y en su lugar, contemplo la nueva regulación sobre el tema

5. ANTECEDENTES

Los muros de contención llevan años de historia, desde las más antiguas civilizaciones crearon templos, contrafuertes y murallas, estas estructuras contenedoras de algún material presentan diversos diseños y muchas tipologías ya sea por su forma, función, modo de interacción entre otras.

La falta de muros de contención en varios sectores impide conectarse con los mercados y el acceso a los campos de cultivos en nuestro país, ha sido uno de los detonantes para que se eleve el endeudamiento de los cultivadores y el incremento en el valor real de un producto agrícola, afectando la inflación y el PIB.

Es por esto, que el desarrollo del proyecto "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO

MONTECHIQUITO DE LA VEREDA EL CENTRO DEL MUNICIPIO DE CHARTA, SANTANDER" y su posterior ejecución, facilitará a los campesinos de la región comercializar sus productos agrícolas al mercado local y abastecerse de productos necesarios para lograr sacar adelante los cultivos y sus hogares que en algunos casos en particular se encuentran a largas distancias de las cabeceras municipales.

6. RESEÑA DEL MUNICIPIO

Este placido municipio, levantado a la diestra del rio que lleva su mismo nombre, de religión católica, se honra por respetar el uso de costumbres legendarias, por acoger con gran fervor a nuestros visitantes y mantener latente un sueño colmado de esperanzas.

Aquí el saludo se hace canción, y el trabajo pasión de vida, que se ve reflejada en la imagen labrantía de San Isidro, como también en la pintoresca iglesia construida bajo parámetros arquitectónicos españoles.

Los Charteros, somos expresión de una raza humilde, extrovertida y folclórica, que canta a su tierra con serenatas y versos, nacidos en los trigales quienes pintan la tierra en ramillete de flor.

Su recia topografía hace que sus cuerpos de agua se desplacen velozmente irrigando los suelos y permitiendo que su vegetación se encuentre en permanente actividad, De ahí el eslogan "RINCÓN FLORIDO DE SANTANDER".

Sus habitantes son gentes laboriosa y amable que se dedican a la agricultura y a la ganadería en tierras que poblaron nuestros antepasados, los indios Chitareros del valle de Ucatá. Entre nuestros antepasados predominó la clase alta, familias de origen español (grandes terratenientes) y la clase baja que era la mayor parte de los pobladores.

Don José Cotte y don Antonio Beney fueron los más ricos e importantes terratenientes de Charta. Beney era hijo de un inglés, de los que a raíz de la independencia trabajaron en las minas de la Baja. De su matrimonio con doña Gregoria Ortega nació doña Martina Beney, esposa de don Miguel Camargo Ortega. Doña Martina no hizo un matrimonio feliz; su esposo no fue un ejemplar de virtudes y autoridad, y su único hijo don Juan Francisco murió en la flor de la edad.

Su gran fe religiosa la hacía soñar con la construcción de una Capilla en el Valle de Charta, donde ella había visto correr los días de su niñez tranquila y placida, y donde más tarde había visto caer en su cabeza la nieve de los años, que llamó el poeta "flores de la tumba". En su testamento legó el lote de tierra que había de servir para la edificación de la Iglesia, la Casa Cural y los locales de la escuela. Así fueron cumplidos los sueños de Doña Martina, al poco tiempo de sus contornos con numerosos moradores.

El Presbítero don Antonio María Andrade, cura de Matanza, hasta el año de 1909, había mimado mucho a los buenos Charteros y había alentado su voluntad en relación con el proyecto de levantar una Capilla. Más tarde, de 1913 a 1914, los presbíteros Antonio Quintero y Ramón María Vera, celebraron la misa en la residencia particular de don Manuel Salvador Bueno. En 1913 se dio inicio a los trabajos con los señores José Rojas L. y José Ángel Suárez.

La señora Trina de Pabón regaló la primera novilla, cuyo producto se dedicó a la obra citada. Los señores Esteban Flórez y Emeterio Camacho fueron los primeros albañiles. En el año de 1908 se había creado el corregimiento de

Charta, y por ese tiempo y bajo la dirección de la señora Chiquinquirá Parra de Pabón, empezó a funcionar la primera escuela en el sitio de "La Meseta". En 1913 se fundó una escuela de varones bajo la dirección de don José Rojas L., quien fue el propulsor más desinteresado y entusiasta de cuanto se hizo en esta región.

El presbítero doctor don Andrés Avelino Cote, párroco de Matanza, trabajó con tesón, y con la discreción que lo caracterizaba, para obtener la creación de la nueva parroquia. El 8 de noviembre de 1924 tomó posesión de la parroquia el primer sacerdote y fundador venerable Señor doctor Adolfo García Cadena, que a los pocos días bendijo el cementerio de la región. Las primeras campanas habían sido compradas al señor cura de California en $40 pesos (mcte). El 16 de mayo de 1926 se estrenaron unas campanas fabricadas en Bucaramanga por don Antonio Peralta.

En este año se compró a don Rafael Bayona un terreno situado en el costado derecho de la Iglesia, con destino al futuro ensanche del templo parroquial. En 1.925 se inauguró la oficina postal y en 1.927 se inauguró la oficina telegráfica. El 1 de diciembre de 1.927 se constituyó el municipio de Charta, en virtud de la ordenanza 27 de 1927 de la Asamblea de Santander. Este fue primer proyecto de ordenanza realizado por el diputado don Alfredo García Cadena, siendo efectivo gracias al desinterés y valioso esfuerzo de los doctores Emilio Pradilla, Leonardo Mantilla y el señor don Juan Francisco Uribe. En 1928 se compró al presbítero don Andrés Avelino Cote un lote de terreno para ensanchar el Cementerio que era ya insuficiente. En 1929 se instaló el teléfono que comunica a Charta con su corregimiento de Pirita.

7. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO DE CHARTA

7.1. LOCALIZACIÓN Y DIVISIÓN POLÍTICA

El municipio de Charta encuentra localizado al Nor-Oriente de la cuenca superior del río Lebrija, integrante de la conocida Provincia de Soto, es uno de los más jóvenes del departamento de Santander del Sur.

Está ubicado a 38 kilómetros de distancia de la capital Santandereana, Bucaramanga y a 15 kilómetros de Matanza, con una altura sobre el nivel de mar que va desde los 1.100 metros hasta los 3.700 metros, extendido a lo largo de la cordillera oriental, en uno de sus ramales más importantes. Se encuentra a los 7º 17´ 46´´ de latitud Norte y los 0º 03´ 38´´ de latitud al Este del meridiano de Bogotá y posee una superficie aproximada de 152 kilómetros cuadrados. El río Charta atraviesa este municipio de oriente a occidente hasta llegar a unirse con el río Surata.

El Municipio está distribuido según definición e identificación establecida por el Instituto geográfico Agustín Codazzi, en 12 veredas y 2 corregimientos así:

El centro (001), El Roble (002), Cristalina (003), Pantanos (004), Pico y Palma (005), Carbonal (006), Corregimiento de Pirita (007), Corregimiento de Aguada (008), Perico (009), La Playa (010), Abejas (011), Ovejera (012), Caña (013) y Rinconada (014).

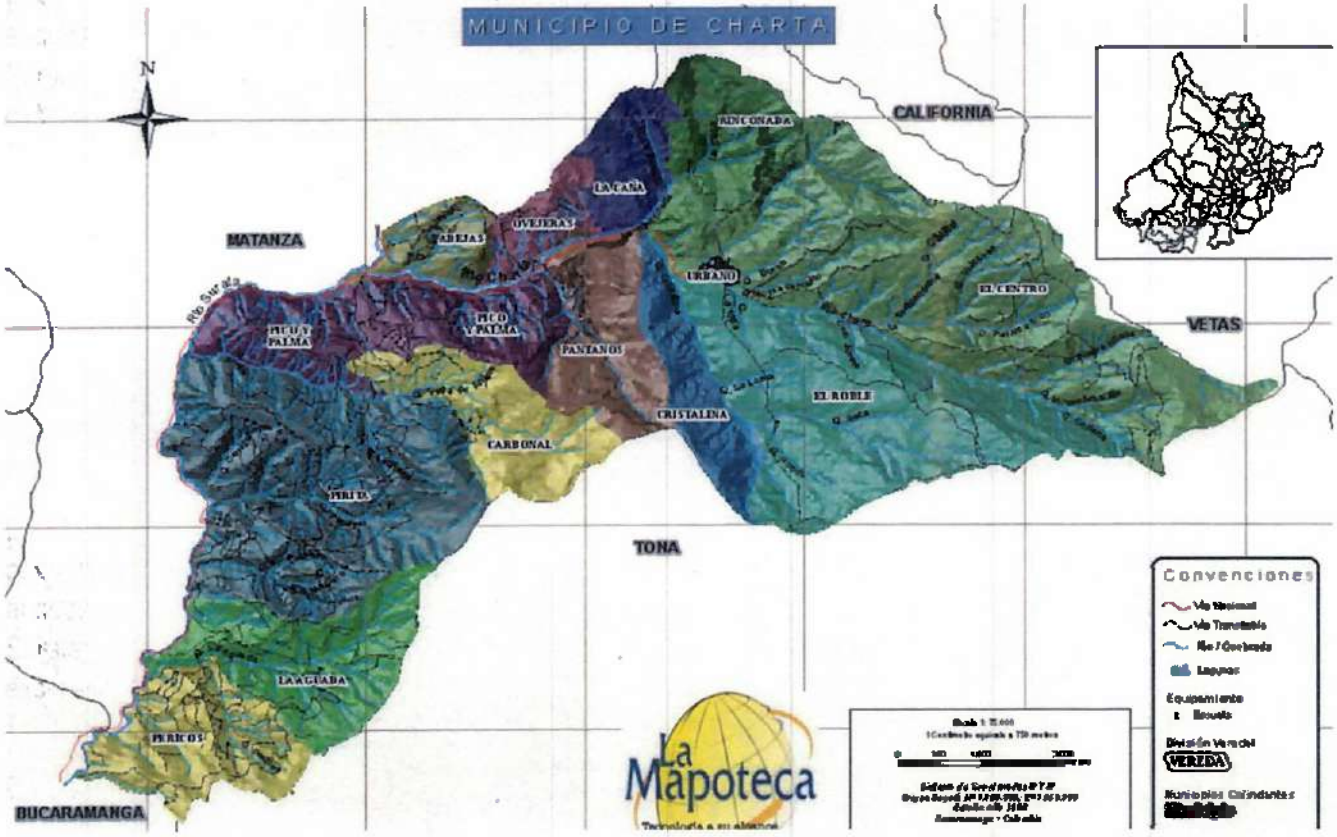


Ilustración 2. División política de Charta. Fuente: https://3.bp.blogspot.com/_hzcG8yG49DQ/TCjOOnFCkLI/AAAAAAAAAJM/18YnsZ9E_Tg/s1600/CHARTA.jpg

7.2. GEOGRAFÍA

El municipio de Charta encuentra localizado al Nor-Oriente de la cuenca superior del río Lebrija, integrante de la conocida Provincia de Soto, es uno de los más jóvenes del departamento de Santander del Sur.

Charta se comunica con la capital santandereana por vía carreteable que recorre las estribaciones de la cordillera oriental, por faldas y accidentadas montañas, bordeando los ríos Charta y Suratá. La carretera que sigue los angostos cañones de estos ríos, desde Bucaramanga, en vía común para los municipios de: Charta, Matanza, Suratá, California y la zona de Cachirí, hasta el punto de la "Playa", donde la abandona para continuar exclusivamente para Charta.

7.3. CLIMA

En Charta, presenta un déficit de agua en los meses de enero, febrero, junio, julio, agosto y septiembre y en los meses restante se presenta exceso de agua por lo tanto el agua se convierte en escorrentía. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 11 °C a 17 °C.

7.4. PRECIPITACIÓN

El promedio de la precipitación media multianual se calculó mediante el análisis de las áreas entre isoyetas con un valor promedio de 1,050 mm, para la microcuenca. Las lluvias ocurren de Marzo a Mayo y de Septiembre a Noviembre, y los periodos secos de Diciembre a Febrero y de Junio a Agosto.

La precipitación en la microcuenca río Charta se comporta de la siguiente manera fue estimada a partir de la precipitación media anual. Hacia la desembocadura del río Charta, sector la playa, la precipitación media oscila,

con valores anuales cercanos a los 1000 y 1100mm, en la parte media de la microcuenca oscila entre 1300 mm y 1200 mm anuales de precipitación, se consideran los promedios mas elevados en este sector, en la parte alta en la zona de páramo oscila entre 900 mm y 800 mm anuales de precipitación, como se muestra en la figura del mapa de curvas de Isoyetas. El ciclo anual de precipitación posee dos periodos lluviosos y dos secos, las lluvias ocurren de Marzo a Mayo y de Septiembre a Noviembre, y los periodos secos de Diciembre a Febrero y de Junio a Agosto, por lo cual se considera que el régimen pluviométrico es bimodal.

7.5. TOPOGRAFÍA

El municipio de Charta presenta una topografía de pendientes empinadas predominantemente, con divisorias de aguas agudas, y fenómenos de erosión relativamente intensos.

7.6. HIDROGRAFÍA

La Microcuenca Río Charta es el eje central, está dividida en diez (10) Áreas de rendimiento hídrico o áreas de drenaje caracterizadas para el manejo y el análisis hidrográfico.

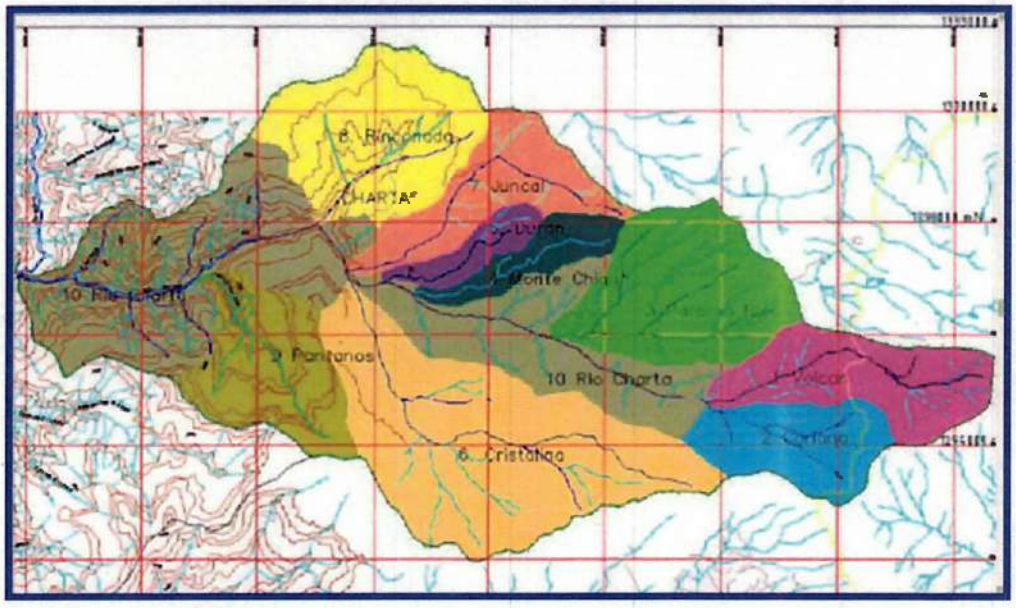


Ilustración 3. Áreas de Rendimiento Hídrico. Fuente: https://economia.uniandes.edu.co/sites/default/files/webproyectos/santurban/PLAN-DE-ORDENAMIENTO-Y-MANEJO-RIO-CHARTA.pdf

Para la evaluación del recurso hídrico se dividió la microcuenca en áreas de rendimiento hídrico, encontrándose que el río Charta se cataloga como una corriente torrencial, que a través de los años ha modificado su curso y a producido un sin número de avalanchas torrenciales que perjudicado la ronda de protección que dando solo en el camino piedras a lado y lado del mismo, además de los daños materiales. Se utilizaron parámetros como las precipitaciones mensuales totales, los del día de lluvia máxima y el número total de días de lluvia de cada mes, de una serie de años. Como no se dispone de la distribución día a día de las precipitaciones se puede utilizar un método aproximado y a partir de esta obtener la escorrentía superficial generada, los resultados del caudal de las diez áreas de drenaje.

Área de Rendimiento Hídrico	Descripción
Área de drenaje Quebrada el Volcán	La quebrada el Volcán nace en la elevación 3,930 msnm y desciende con una pendiente promedio de 13% hasta la unión con la quebrada Coriana para formar las dos el río Charta en la elevación 2685 msnm en una longitud de 5.56 km, tiene un área de drenaje de 6.025 km2 siendo esta la de mayor aporte de sedimentos.
Área de drenaje Quebrada Coriana	Tiene un área de 4.456 km2 su cauce nace en la elevación 3.650 msnm. Y desciende con una pendiente promedio del 26% hasta una elevación de 2,680 msnm en una longitud de 2.98 km es una zona de alta pendiente y fuerte acción hídrica.
Área de drenaje Quebrada Páramo Rico	Tiene un área de 8,093 km2 su pendiente promedio es de 24% el cauce nace en la elevación 3,530 msnm y desciende hasta una elevación de 2,480 msnm en una longitud de 4.3 km.
Área de drenaje Quebrada Monte Chiquito	Tiene un área de 2,307 km2 su cauce nace en la elevación 3,100 msnm. Y desciende con una pendiente promedio del 21% hasta una elevación de 2,010 msnm en una longitud de 3.95 km.
Área de drenaje Quebrada Durán	Tiene un área de 1.649 km2 su cauce nace en la elevación 2.760 msnm. Y desciende con una pendiente promedio del 16% hasta una elevación de 1940 msnm en una longitud de 3.150 km es una zona de mediana pendiente.
Área de drenaje Quebrada la Cristalina	Tiene un área de 15.930 km2 su cauce nace en la elevación 3,310 msnm. Y desciende con una pendiente promedio del 12% hasta una elevación de 1870 msnm en una longitud de 8.840 km.
Área de drenaje Quebrada el Juncal	Tiene un área de 5,267 km2 su cauce nace en la elevación 3,320 msnm. Y desciende con una pendiente promedio del 18% hasta una elevación de 1,840 msnm en una longitud de 6,220 km.
Área de drenaje Quebrada Rinconada	Tiene un área de 8,617 km2 su cauce nace en la elevación 2,570 msnm. Y desciende con una pendiente promedio del 16% hasta una elevación de 1780 msnm en una longitud de 3,730 km.
Área de drenaje Quebrada Pantanos	Tiene un área de 6,176 km2 su cauce nace en la elevación 2,400 msnm. Y desciende con una pendiente promedio del 14% hasta una elevación de 1,570 msnm en una longitud de 4,400 km.
Microcuenca Río Charta	La microcuenca del Río Charta tiene un área de 78,977 km2 su cauce desde su nacimiento hasta su confluencia con el Río Suratá tiene una pendiente promedio de10%, nace en la elevación 3930 msnm y

	desciende hasta una elevación de 1,340 msnm en una longitud de 19.38 km. Es una zona bastante quebrada abundante en aguas y fuerte actividad torrencial por su alta pendiente en la parte alta de la microcuenca.

Tabla 1. Características de las Áreas de rendimiento hídrico. Fuente: https://economia.uniandes.edu.co/sites/default/files/webproyectos/santurban/PLAN-DE-ORDENAMIENTO-Y-MANEJO-RIO-CHARTA.pdf

7.7. LÍMITES DEL MUNICIPIO

Charta se comunica con la capital santandereana por vía carreteable que recorre las estribaciones de la cordillera oriental, por faldas y accidentadas montañas, bordeando los ríos Charta y Suratá.

La carretera que sigue los angostos cañones de estos ríos, desde Bucaramanga, en vía común para los municipios de: Charta; Matanza, Suratá, California y la zona de Cachirí, hasta el punto de la "Playa", donde la abandona para continuar exclusivamente para Charta.

Norte: con Suratá y Matanza.

Sur: con Tona.

Oriente: con el municipio de California y Vetas.

Occidente: con Matanza y Bucaramanga.

8. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

El proyecto "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER" geográficamente de ubica en latitud norte a 7°16'38.01" y longitud oeste a 72°57'49.50", queda aproximadamente a 0,63 kilómetros del casco urbano de Charta.

9. PLUVIOSIDAD

La precipitación en el municipio de Charta se comporta de la siguiente manera fue estimada a partir de la precipitación media anual. Hacia la desembocadura del río Charta, sector la playa, la precipitación media oscila, con valores anuales cercanos a los 1000 y 1100mm, en la parte media de la microcuenca oscila entre 1300 mm y 1200 mm anuales de precipitación, se consideran los promedios más elevados en este sector, en la parte alta en la zona de páramo oscila entre 900 mm y 800 mm anuales de precipitación, como se muestra en la figura del mapa de curvas de Isoyetas.

10. TEMPERATURA

La estación Charta, de acuerdo con la información procesada tiene una temperatura media promedio mensual de 17 °C, siendo la máxima de 18 °C en los meses de febrero y marzo y mínima de 16 °C en el mes de agosto.

El análisis de temperatura para la microcuenca se realizó a partir de la ecuación T = -0.0060. Elevación + 29.1890 R2 = 0.981, obteniendo los siguientes resultados: para el sector la playa en la entrega del río Charta al río Surata la temperatura es de 20 grados centígrados promedio, se considera la temperatura más elevada en este sector, en la parte media entre 17-14 grados de temperatura promedio y en la parte alta entre 8 y 6 grados centígrados promedio, se reportan las temperaturas más bajas por influencia del páramo, como lo muestra la figura del mapa de Isotermas.

11. SUELOS

11.1. CLASIFICACIÓN GENERAL DE LOS USOS DEL SUELO

Se toma la clasificación de uso de los suelos (uso principal, usos compatibles, usos condicionados, usos prohibidos) establecida en la Resolución 614 de la CDMB de Julio 06 de 1999: Las Determinantes Ambientales, y se adoptan sus definiciones para realizar el posterior análisis correspondiente para cada categoría de uso adecuado definida en la Zonificación Ambiental del territorio de la microcuenca Río Charta.

- **Uso principal:** Es el uso deseable cuya explotación y/o aprovechamiento corresponde con la función específica de la zona y ofrece las mejores ventajas o la mayor eficiencia desde los puntos de vista: Ecológico-Económico-Social, en un área y un momento dado.
- **Usos compatibles:** Son aquellos que no se oponen al principal y concuerdan con la potencialidad, la productividad y la protección del suelo y demás recursos naturales conexos. Se puede establecer o practicar sin autorización o permiso previo.
- **Usos condicionados:** Son aquellos que por presentar algún grado de incompatibilidad con el uso principal y ciertos riesgos ambientales previsibles y controlables para la protección de los suelos y sus recursos naturales conexos, están supeditados a permisos o autorización previa y condicionamientos específicos de manejo por parte de la CDMB y por las autoridades ambientales locales.
- **Usos prohibidos:** Son aquellos incompatibles con el uso principal de una zona, con los propósitos de preservación ambiental o de planificación y, por consiguiente, entrañan graves riesgos de tipo ecológico y/o para la salud y la seguridad de la población y, por tanto, no deben ser practicados ni autorizados por la CDMB y las autoridades ambientales locales.

11.2. SUELOS DE PROTECCIÓN Y DE IMPORTANCIA AMBIENTAL

- **Zona de páramo y bosque alto-andino:** Las zonas de páramo y bosque alto-andino son ecosistemas de alta montaña ubicados al oriente de la microcuenca a partir de los 2.800 m.s.n.m. Comprende una extensión de 2,694.19 hectáreas, sin incluir la zona identificada de alta amenaza.
- **Zona de amenaza natural: "El Volcan" y Valle Aluvial del Río Charta.**
  - **El Volcan:** Corresponden a áreas frágiles y deterioradas localizadas en el extremo oriental de la microcuenca en la zona del bosque alto andino y el páramo, y propensas principalmente a erosión, deslizamientos, y remoción en masa. Comprende una extensión de 247.21 hectáreas.
  - **El Valle Aluvial del río Charta:** ubicado en la parte central de la microcuenca presenta alto riesgo principalmente por avalanchas sobre el sector de inmediaciones al casco urbano, comprende un área aproximada de 79.49 hectáreas.
- **Zonas de drenaje o cuencas hidrográficas abastecedoras de acueductos:** Áreas estratégicas de especial significancia ecosistémica, por el abastecimiento a las poblaciones urbano-rurales de bienes y

servicios ambientales, como los recursos hídricos para consumo. Comprenden áreas de drenaje degradadas y en buen estado de conservación de sus coberturas boscosas y naturales, con una extensión de 389,41 hectáreas.

- **Zonas de rondas de cauces de quebradas y corrientes hídricas menores que conforman la microcuenca Río Charta:** Las rondas de cauces, son franjas de aislamiento y protección de las corrientes hídricas que conforman el sistema hidrográfico de Río Charta; a su vez, son potenciales corredores biológicos. Comprenden una extensión de 145,76 hectáreas.
- **Zonas de conservación de los recursos forestales y vegetación de páramo:** Áreas localizadas principalmente en partes medias y altas de la microcuenca. Comprenden los actuales ecosistemas boscosos naturales y plantados con una extensión de 3,042.55 hectáreas.
- **Zonas de recuperación forestal para la conservación y protección de recursos conexos de fauna y flora silvestre:** Son áreas deforestadas en la microcuenca, en las cuales la acción humana ha degradado el ambiente físico-biótico hasta el punto de presentar serias dificultades de renovar su funcionalidad ecológica. Comprenden aquellas áreas de aptitud forestal protectora con una extensión de 887.56 hectáreas.
- **Zona de amortiguación de "El Páramo y el Bosque alto-andino":** Es aquella área de protección y reserva identificada entre la cota de los 2.400 y 2.800 m.s.n.m., que manejada con base en criterios de desarrollo sostenible, permite mitigar los impactos sobre el ecosistema "Páramo bosque alto-andino", por las actividades económicas desarrolladas por las comunidades campesinas asentadas en esta área transicional y de carácter amortiguador. Comprende una extensión estimada de 2,694.19 hectáreas
- **Zona de interés arqueológico y espeleológico:** Son lugares que merecen ser restaurados, conservados y protegidos por razones de Ley y patrimonio arqueológico y cultural municipal. Comprende un área estimada de 3.5 hectáreas.

11.3. SUELO DE DESARROLLO RURAL

- **Zonas de desarrollo agropecuario Sin restricciones:** Son suelos correspondientes a zonas en la microcuenca donde existe una alta demanda de la sociedad para la producción agrícola, pecuaria y misceláneos. En los aspectos físicos son áreas en las cuales se pueden dar explotaciones de carácter moderado a intensivo, sin que se presenten alteraciones significativas del medio natural. Comprenden una extensión muy pequeña del territorio y estas no fueron cartografiadas.
- **Zonas de desarrollo agropecuario con restricciones ambientales:** Estos suelos corresponden a zonas en la microcuenca donde existe una alta a media demanda social, pero los suelos y procesos productivos presentan restricciones para el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias que requieren mecanización y uso intensivo de las tierras (generadoras de procesos degradantes del medio natural). Comprenden una extensión de 1,817.31 hectáreas.
- **Zonas de desarrollo forestal:** Comprenden áreas en la microcuenca de aptitud forestal productor y una media a baja demanda social, en las que permite mantener coberturas permanentes de bosques naturales o plantados con fines de autoconsumo o mercado. Comprenden una extensión de 116.71 hectáreas.

12. SERVICIOS PÚBLICOS

12.1. ACUEDUCTO

Áreas estratégicas de especial significancia ecosistemica local, por el abastecimiento a la población del municipio de Charta, de bienes y servicios ambientales como los recursos hídricos. Buscan satisfacer las necesidades de la población urbano-rural en agua para consumo. A continuación se citan las principales áreas de drenaje surtidoras de acueductos urbano-rurales.

La parte alta de la quebrada Duran (también llamada La Prensa) surte el perímetro urbano del municipio de Charta (1.200 habitantes). Esta área ha venido siendo mantenida y se encuentra en buen estado.

La quebrada Artaneja que surte de agua a 30 familias de la vereda El Roble y a diez familias de la vereda Cristalina. Se encuentra protegida.

La quebrada de Páramo Rico, surte de agua al sector del Alto de las Tablas (12 familias), su manejo es adecuado.

La quebrada Montechiquito surte de agua a 15 familias de la vereda El Centro y a otras 15 familias en el sitio conocido como El Gavilán. Se encuentra bien protegida.

El acueducto El Tabor que tiene su bocatoma sobre la quebrada El Juncal surte de agua a 30 familias de las veredas El Centro y La Rinconada. Su nacimiento se encuentra bien protegido.

La quebrada Lagunillas surte de agua a 15 familias de la vereda pantanos. Su nacimiento se encuentra protegido.

La quebrada El Cedro será objeto de un proyecto de acueducto que dotará de agua a 15 familias de la vereda Cristalina. Su nacimiento se encuentra en buen estado.

Los acueductos de las veredas Rinconada (20 familias), Caña (diez familias), Ovejera (ocho familias) y ovejas (cinco familias), son tomados de la quebrada Chungula ubicada en el municipio de Surata.

16.1. ALCANTARILLADO

En el casco urbano el Servicio de alcantarillado es suministrado por la Administración Municipal y actualmente se encuentra en proceso de factibilidad la puesta en marcha de un planta de tratamiento de aguas residuales. En el área rural la mayoría de viviendas 78% poseen servicios sanitarios con instalación séptica. Estas instalaciones sépticas en gran porcentaje no disponen de trampas de grasas y campos de infiltración, el proceso utilizado permite una decantación de sólidos y líquidos que se drenan por infiltración a los cauces de quebradas y el Río Charta.

16.2. DISTRIBUIDORES DE ENERGÍA (U)

El servicio de energía en el casco urbano está representado en utilización sistema de alumbrado, sistema de refrigeración de alimentos y consumo de aparatos electrodomésticos.

En el sector rural la utilización de energía eléctrica está asociado básicamente para alumbrado.

17. DESCRIPCIÓN AMBIENTAL DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

17.1. FAUNA

Las condiciones ecológicas actuales de la microcuenca del Rio Charta están afectadas por la agricultura y ganadería; debido a la acción antrópica, los bosques nativos ya no existen y los bosques secundarios se encuentran limitados a sitios específicos como los filos de las montañas como en la Vereda El Centro, la parte superior de la cuenca y las márgenes de las quebradas, lo cual con lleva a que fauna natural se vea afectada encontrándose las especies generalistas en áreas abiertas y restringiendo a las demás especies a las pocas zonas boscosas.

La diversidad de mamíferos se ha restringido a 12 familias y 15 especies, predominando especies de porte pequeño o mediano, algunos de ellos son: el Fara, Tinajo, maco, zorro. El orden mas reportado y representado en abundancia es Rodentía donde encontramos ratas, ratones y ardillas, estas especies poseen hábitos generalistas o cosmopolitas, lo que le permiten tener una alta tasa de reproducción, adaptación y colonizaron de diversos ambientes.

Los grandes mamíferos no se encuentran en esta zona, o están relegados a hábitats muy pequeños, (relictos de bosque) como es el caso del venado y el tigrillo, los cuales se encuentran en estado vulnerable para esta región Nororiental del país, se relacionan los siguientes mamiferos:

Los reptiles debido a su hábitat se encuentran principalmente camuflados en las hierbas flotantes y en la maleza de las márgenes de las quebradas, algunos como la iguana se observan tendidas en los troncos o piedras recibiendo los rayos del sol, otros poseen grandes adaptaciones para su protección como es el caso de las lagartijas, que cambian de color y se mimetizan al ambiente donde se encuentran. Estos reptiles como ya lo mencionamos son propios de climas cálidos o templados y no fueron encontrados en clima frío, de formación vegetal de páramos, esto se debe posiblemente a que son animales ectotermos, y no poseen adaptación al clima y suelen dormir en las hojas de los árboles.

Las aves son la clase donde se reporta una cantidad mayor de especies e individuos observados, las encontramos distribuidas por todas las formaciones vegetales que conforman la microcuenca del Rio Charta, esta fauna es especial siendo muchas de las especies propias de los andes, como es el caso de Penelope montagnii. Algunas poseen habitas generalitas como las de la familia Tyrannidae y Columbidae adaptándose a sistemas de cultivos como el maíz, arveja entre otros, los cuales les proporcionan el alimento, aumentando la tasa de reproducción y la cantidad de ejemplares, como se observa en la vereda el Pantano, donde algunas veces acaban con los cultivos, Otras especies están restringidas a bosques secundarios o a márgenes de ríos y quebradas como es el caso de las pavas que se localizan en la parte alta de la microcuenca.

17.2. FLORA

La vegetación guarda estrechas relaciones con las zonas de vida; muchas especies son comunes entre ellos. Un considerable número de elementos vegetales y animales están asociados a los relictos de bosque, los cuales se relaciona por cada formación vegetal o zona de vida:

- **Bosque seco subandino:** En esta zona los bosques se encuentran en sucesión, predominan las clases inferiores, correspondientes a sucesiones secundarias avanzadas como las pocas que aparecen a partir de la clase cinco. Las especies más frecuentes son el gaque (Clussia aff. Memorosa), y como especies acompañantes encontramos el cucharo (Rapanea guianensis) y el tuno (Miconia sp), entre otras.

- **Bosque húmedo subandino:** El estrato superior o vertical esta conformado por los árboles y arbustos emergentes, dominado por Roble (Quercus humboldtii), seguido del cucharo (Rapanea guianensis aublet) y el tampaco (Clusia aff.memorosa.), el Carbón colorado (Cytharexylum subflavescescens). Con relación al brinzal y latizal existen pocas especies, la regeneración natural no es muy variada ni muy abundante, Para el Latizal se tienen las siguientes especies el helecho (Alsophyla frigida), el tuno (Miconia sp), el loto (Clethra fimbriata)
- **Bosque húmedo Andino:** La pluviselva tropical cambia conforme aumenta la altitud; la altura del dosel del bosque generalmente decrece con el aumento de elevaciones sobre el nivel del mar. El estrato superior conforma los árboles emergentes, dominado por Roble (Quercus humboldtii) seguido de el árbol conocido como temero (N.n) y el cucharo (Rapanea guianensis aublet). En el estrato medio se encuentra dominado por el cucharo y sola especie conocida como palma boba (Trichipteris frigida). Tanto en la zona Subandina como en la Andina, las especies de mayor valor ecológico corresponden al Roble y el Cucharo, seguidas de guarumo (Cecropia sciadophylla), y el tampaco (Clusia aff. memorosa), estas especies están presentes en estas dos formaciones siendo las más importantes desde el punto de vista ecológico. Con relación al brinzal y latizal se presenta una regeneración natural variada y poco abundante, se encontraron el vichachao (Vaccinium floribundum) y la calaguala las especies más representativas, y el ajicito en el latizal.
- **Bosque muy húmedo Alto Andino:** Ocupa la zona de transición entre la zona de subpàramo y se considera de gran importancia para la conservación del recurso hídrico, se extiende desde los 2900 m.s.n.m. hasta los 3200 m.s.n.m. en esta zona los bosques presentan las siguientes características: Los bosques de esta zona presentan tres estratos conformados de la siguiente manera: Estrato superior: El roble (Quercus homboldtii) posee la mayor cobertura, en su orden se encuentran el carbón colorado (Cytharexylum subflvenscens), y el loto (Clethra fimbriata). Estrato medio: El encenillo (Weinmannia tomentosa) posee la mayor cobertura, en su orden se encuentran el tinto (Cestrum parvifolium) y el tampaco (Clusia aff. memorosa). Estrato inferior: Para este estrato se encontró la palma boba (Trichipteris frigida) con el mayor porcentaje de cobertura, en su orden se presentan el vichachao (Vaccinium floribundu) y el encenillo (Weinmannia tomentosa).

17.3. COMPONENTE SOCIAL

17.3.1. Procesos Demográficos

Según información suministrada por el DANE para el año 2015, Charta presenta una población aproximada de 2.670 habitantes, de los cuales el 48,31% corresponde a mujeres y el 51,69% son hombres; De ellos 592 personas viven en la cabecera municipal lo que corresponde al 22,17%, y 2.078 habitan en el área rural, lo que corresponde al 77,83%.

De acuerdo con las proyecciones del DANE, para el año 2015 la población del municipio de Charta se centra en las edades de 20 a 24 años con un 8,20% de la totalidad de la población, de los cuales 102 corresponde a hombres y 117 a mujeres. El segundo grupo de edad con mayor participación en este municipio es de 0 a 4 años con el 8,13% de la totalidad de la población, de los cuales 110 son hombres y 107 son mujeres. Los grupos de edades con menor aporte de población están entre los 75 y 79 años con una participación del 2,55% de los cuales 29 son hombres y 39 son mujeres, seguidos de personas entre 80 años en adelante con una participación del 2,92% de los cuales 29 corresponden a hombres y 49 a mujeres.

De lo anterior se infiere que el Municipio de Charta posee un porcentaje considerable de habitantes en edad para desempeñarse en el mercado laboral, lo cual representar a mediano y largo plazo un aumento de la población económicamente activa, lo que puede redundar en el fortalecimiento del desarrollo productivo en el Municipio.

Es importante aclarar que según la base de datos del SISBEN el Municipio de Charta cuenta con una población total de 3.121 habitantes, lo que muestra que la población no coincide con los datos suministrados por el DANE.

17.3.2. Vivienda

En el casco urbano el prototipo de vivienda es la edificación de viviendas con paredes de tapia pisada, cuartos amplios algunas de dos pisos con patios y solares extensos, techos en teja de barro y su arquitectura época colonial tipo española. Las viviendas modernas se ubican a la entrada al casco urbano contiguo a la salida para la vereda Rinconada. Las viviendas del sector rural en su mayoría son construcciones antiguas y su mayoría se encuentran en regular estado, a continuación se relaciona el número de viviendas.

Nº	SECTOR Y/O VEREDA	Nº VIVIENDAS	Nº FAMILIAS
	Casco Urbano	167	180
1	Abejas	5	6
2	Caña	24	24
3	Centro	184	190
4	Cristalina	10	10
5	Ovejera	5	5
6	Pantanos	50	52
7	Pico y Palma	41	44
8	Rinconada	66	69
9	Roble	67	67
	Subtotal Rural	***452***	***277***

Tabla 2. Fuente: Sisben

Las viviendas en el sector rural se estimaron en 452 viviendas para albergar 457 familias y una población de 1612 personas, lo cual nos suministra un índice de 3.57 personas /vivienda.

18. SALUD

En la Microcuenca Rio Charta se dispone en el casco urbano de un Centro de Salud y dos puestos de salud que ofrecen el cubrimiento rural.

El Municipio de Charta dispone de un Centro de Salud para atender la población del casco urbano y población rural, con servicio de hospitalización en horario continuo de lunes a sábado de 7 a 12 m y 1 a 4 pm y los domingos de 7 am a 1 pm.

El Centro de Salud de Charta, cumple con el estándar de cobertura, según lo establecido para su clasificación y capacidad de la planta física para atender a una población dentro del rango establecido población menor de 6 000 habitantes y relacionado con el número de camas de 1 por cada 1.000 habitantes.

Existen dos puestos de salud en la Microcuenca Río Charta ubicados en las veredas Pantanos y el Roble, operan según su capacidad teórica en función de su categoría.

18.1. PRINCIPALES CAUSAS DE MORBILIDAD

De acuerdo con los datos obtenidos del Centro de Salud de Charta, se enumeran las principales causas de morbilidad:

N°	PROBLEMA	CAUSAS
1	VIROSIS	Condiciones higiénicas, hacinamiento, estancamiento de aguas
2	HIPERTENSIÓN ARTERIAL	Dieta alimenticia, Consumo de alcohol y tabaco, Herencia, Estrés.
3	CARIES	Dieta Alimenticia, Deficientes hábitos Higiene Oral
4	ENFERMEDAD DIARREICA AGUDA	Calidad del agua, Educación
5	INFECCIÓN RESPIRATORIA AGUDA	Clima, calidad del agua, Educación.
6	GASTRITIS – DERMATITIS	Consumo de Alcohol y cafeína, hábitos higiénicos, calidad del agua.
7	CEFALEA	Problemas emocionales, somáticos

Tabla 3. Fuente: Centro de salud de Charta.

18.2. PRINCIPALES CAUSAS DE MORTALIDAD

Las causas más comunes están asociadas a las siguientes enfermedades:

N°	PROBLEMA	CAUSAS	%
1	CÁNCER: Vías digestivas, Pulmón, Leucemia	Herencia, Hábitos alimenticios, Consumo de alcohol y tabaco.	33
2	Enfermedades Cardiovasculares	Consumo de alcohol, Hipertensión, Angustia, Estrés	27
3	Peritonitis	Apendicitis perforada	13
4	Hemorragia en vías de digestivas	Consumo de alcohol y hábitos culturales	14
5	Muerte Violenta	Orden Público	13

Tabla 4. Fuente: Centro de salud de Charta.

18.3. PERSONAL

El personal médico se compone por dos enfermeras de tiempo completo, un odontólogo que presta los días Sábado y Domingo y un médico que parcialmente atiende los días Miércoles a Domingo, ofreciendo servicios de pequeña cirugía y primeros auxilios.

El Municipio dispone de una ambulancia para trasladar los heridos o pacientes de Charta a los diferentes establecimientos de Salud de la zona metropolitana de Bucaramanga.

19. TRANSPORTE

Comprende desde el límite municipal hasta el casco urbano y su recorrido está organizado por dos Zonas, así:

Zona A: Vía principal entre el Limite de los municipios, Bucaramanga, Charta y Matanza al sector denominado la Playa: Esta vía es paralela al Río Suratá, límite entre los municipios de Matanza y Charta, en algunos tramos la vía pertenece a Charta y en otros a Matanza, hasta el sector denominado La Playa; clasificada como vía secundaria.

19.1. TRANSPORTE PÚBLICO

Desde Bucaramanga: Esta ruta es cubierta por la Empresa Flota Cachira. Horarios de Salida: 5:30 a.m. - 12:30 p.m. y 4:30 p.m.- Tiempo de viaje: 1 hora + 40 minutos - El bus se puede tomar en la Carrera 16 N° 24-50 de Bucaramanga. Valor del Pasaje: 9.000 pesos colombianos (Año 2015) Ruta Charta - Bucaramanga: Horario de Salida: 11:00 a.m. y otros. Empresa: Flota Cachira Valor del Pasaje: 10 000 pesos colombianos (En el año 2015).

20. EDUCACIÓN

La educación impartida en la Microcuenca Río Charta Corresponde al 76% del municipio se realiza en 9 establecimientos educativos rurales a cargo de la Administración Municipal de Charta que cubre una población en edad escolar de 355 alumnos atendidos por 20 profesores de los cuales cuatro son pagados por el Departamento. El casco urbano cuenta con una escuela que atiende dos grupos de preescolar y cinco grupos de primaria con 8 profesores y atiende un grupo de 167 alumnos, para un cubrimiento de 20.8 alumnos por profesor; sin embargo no se ha extendido el preescolar a toda la zona rural, salvo Escuela Lagunillas.

La relación alumno-profesor es de 17, cifra relativamente baja. No obstante, este indicador deja de ser ventajoso ante el hecho de que cada profesor debe atender los cinco grados de primaria en cada escuela. En las veredas El Roble, Lagunillas y Pantanos existen dos profesores por escuela. No existen establecimientos escolares en las veredas Cristalinas y Abejas, ver cuadro distribución escolar por vereda

N°	Vereda	Nombre Escuela	Jardín	Transición	1°	2°	3°	4°	5°	Total alumnos	N° Docentes	N° cupos	N° Aulas
	Casco Urbano	E Garcia Cadena	12	15	25	27	24	33	31	167	8	164	6
1	Abejas												
2	Cañas	E la Esperanza			1	2	6		2	11	1	24	2
3	Centro	E Trincheras			4				3	7	1	18	1
		E Tabor			7	2	3	5		17	1	30	2
4	Cristalina												
5	Ovejera	E Lactagá			8	10	3	4	3	28	1	21	2
6	Pantanos	E Pantanos			12	7	6	7	5	37	2	57	3
7	Pico y palma	E Lagunillas	4		4	2	5	2	2	19	2	42	2
		E El aliñadero			3	7				10	1	24	1
8	Rinconada	E Rinconada			8	4	7	5	3	27	1	54	2
9	Roble	E El Roble			9	5	7	6	5	32	2	51	2

	TOTAL POBLACIÓN ESCOLAR	16	15	81	66	61	62	54	355	20	485	23

Table 5. Fuente: Dirección de núcleo

La educación secundaria se imparte únicamente en el casco Urbano.

Población estudiantes								
EDUCACION SECUNDARIA	6°	7°	8°	9°	10°	11°	Total alumnos	Total Docente
Instituto Agrícola	35	16	21	35	30	15	152	10
SAT							56	3

El único establecimiento de educación secundaria es El Instituto Agrícola funciona con sus seis grupos de sexto a undécimo, con modalidad agropecuaria y un convenio interinstitucional con el SENA, que le permite al bachiller obtener un C.A.P. en la modalidad mencionada.

21. PERMISOS AMBIENTALES REQUERIDOS

Se debe verificar que el proyecto cumpla con todos los requerimientos legales, durante esta etapa pre-constructiva, se debe hacer gestión de los permisos y/o autorizaciones que requiera para la ejecución de las mismas. Para la obtención de los permisos el contratista de obra se responsabiliza de la organización y entrega de la información técnica y legal necesaria. Se debe verificar y cumplir con los requerimientos establecidos en los actos administrativos mediante los cuales se otorgan los permisos. En los informes mensuales se deberá reportar el cumplimiento de los mismos, los cuales serán verificados por la interventoría. No obstante, el Contratista, puede adquirir los materiales de construcción, concreto etc. a un tercero, al igual que disponer los escombros, en escombreras manejadas por terceros, en ese caso se debe verificar que los proveedores cuenten con los correspondientes permisos y/o autorizaciones ambientales vigentes, de conformidad con la normatividad y anexar copia de los permisos correspondientes en el seguimiento al PMA. A continuación, y a manera informativa se identifican los permisos más comunes requeridos para el desarrollo de los proyectos y la Entidad que los otorga:

RECURSO NATURAL A AFECTAR	TIPOS DE PERMISO	ENTIDAD QUE LO OTORGA
FORESTAL	Permiso de aprovechamiento forestal y/o manejo de la vegetación	Autoridad Ambiental
	Permiso levantamiento de veda	MAVDT y corporaciones
	Permiso de aprovechamiento forestal y/o manejo de la vegetación	MAVDT
AIRE	Permisos emisiones para el funcionamiento de las plantas de triturados y concreto	Autoridad Ambiental
	Trabajos nocturnos en zonas Urbanas	Alcaldía
SUELO	Autorización de sitios de disposición de materiales sobrantes	Planeación municipal y/o Autoridad Ambiental

	Permiso para la ubicación temporal de campamentos	Propietario del predio o Alcaldía

Table 6. Tipos de permisos requeridos. Fuente: Autor

22. PRESUPUESTO

OBJETO: "CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VÍA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RÍO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA - SANTANDER"					
PROGRAMA	**SUB-PROGRAMA**	**VALOR**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**COSTOS TOTALES**
Programa de manejo del recurso suelo para el manejo de los materiales de construcción	Adecuación en frentes de obra de sitios de acopio temporal	$ 70,000.00	Mes	3	$ 210,000.00
	Adecuación sitios de mezclado de concreto	$ 35,000.00	Und	4	$ 140,000.00
	Capacitación de los operadores de la maquinaria	$ 70,000.00	Und	4	$ 280,000.00
Programa de manejo del recurso suelo para el manejo de excavaciones y rellenos. Plan de acción. Señalización	Delimitación de áreas de almacenamiento (reutilizables)	$ 110,000.00	Und	4	$ 440,000.00
Programa de manejo del recurso suelo para el manejo de excavaciones y rellenos.	Almacenamiento de escombros	$ 95,000.00	Mes	3	$ 285,000.00
Programa de manejo de residuos solidos	Adecuación punto ecológico	$ 60,000.00	Und	2	$ 120,000.00
	Transporte de materiales reutilizabes	$ 110,000.00	Mes	3	$ 330,000.00
Programa de aislamiento de obra	kit de emergencias (reutilizables)	$ 110,000.00	Und	4	$ 440,000.00
	Transporte de grasas y aceites a sitios de disposición	$ 1,200,000.00	Und	2	$ 2,400,000.00
Programa de manejo del recurso suelo para el manejo de los materiales de construcción. Control de ruido	Revisión del estado de los equipos, maquinaria pesada y vehiculos	$ 80,000.00	Und	6	$ 480,000.00
Programa de manejo de residuos solidos, capacitación del personal. Comunicación ambiental	Reuniones generales informativas	$ 40,000.00	Und	4	$ 160,000.00
	Capacitación del personal del proyecto	$ 80,000.00	Und	7	$ 560,000.00
Programa de manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote	Disposición en sitio adecuado para la Materia órganica removida.	$ 90,000.00	Mes	3	$ 270,000.00
Ingeniero responsable	Ingeniero Ambiental Responsable con una disponibilidad del 30%	$ 2,500,000.00	Mes	3	$ 2,250,000.00
TOTAL IMPLEMENTACION PLAN DE MANEJO AMBIENTAL					**$ 8,365,000.00**

23. ACCIONES DEL PROYECTO

"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER" está proyectado para prestar un servicio de desarrollo para el mejoramiento de las condiciones y calidad de vida de las personas que viven en ese lugar y que carecen de la misma.

23.1. EFECTOS AMBIENTALES

Durante todo el proceso de la obra en construcción, se presentan principalmente tres efectos ambientales que deben ser considerados con el fin de prevenir, mitigar, evitar o reponer el efecto de dichos impactos. Los efectos ambientales que frecuentemente se presentan durante el desarrollo del proyecto son:

- **Emisiones de ruido:** Los ruidos que se percibirán durante el desarrollo de la obra, están ligados a la operación de los distintos equipos utilizados en actividades de excavación, el transporte del material que obligatoriamente debe ser por medio de volquetas, camionetas u otro medio de transporte de esta magnitud, los equipos para compactar el suelo, como vibro compactadores, ranas y saltarines, las mezcladoras de cemento y su respectivo vibro eléctrico, teniendo en cuenta todos los ruidos que abarca una construcción en todos sus aspectos.
- **Emisiones Atmosféricas:** La contaminación atmosférica generada durante el desarrollo de una obra civil, procede de tres fuentes principales: emisiones difusas de material particulado, gases de combustión y ruido generado por la operación de maquinaria y demolición de estructuras. La alergia es una de las principales molestias ocasionadas por el polvo mediante las vías respiratorias, esto afectando en primera medida a las personas que trabajan en la obra. El polvo proviene desde el primer día que se inician actividades en el área de la obra. Para prevenir los efectos generados por el material particulado se han planteado medidas para mitigar este impacto, por medio de cubrimiento y riego del material cuando es removido del suelo para la cimentación de vigas y columnas ó el transporte del material a utilizar en la obra (Materiales pétreos y cemento), sin dejar de lado el cuidado al descargar y movilizar materiales pesados que levanten polvo del suelo (hierro, ladrillos, metal).
- **Contaminación de aguas:** Principalmente se origina por acción de las aguas de escorrentía producto de las aguas lluvias que mueven el material de excavación o relleno y contaminen (ríos y quebradas cercanas al proyecto). Para prevenir este efecto se instalará un plástico para cubrimiento de arena, triturado, cemento que se han situado en un lugar estratégico para la obra, de igual manera se soportará con rocas, piedra, estopas y madera que funcionen como barreras alrededor del material acumulado, evitando su desplazamiento.
- **Residuos Sólidos:** Los residuos sólidos generados durante el proceso de construcción son de diversos tipos. Una adecuada clasificación de los mismos permitirá reciclar o reutilizar algunos de los materiales, minimizando así la cantidad de desechos no aprovechables. De esta forma, se reducen costos de disposición final, se optimiza el uso de los materiales y se alcanza un menor impacto ambiental.

Otros impactos a mitigar también son:

- Pérdida de la capa vegetal.

- Deslizamiento de materiales

23.2. ACTIVIDADES Y COMPONENTES DEL SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL

Descapote y remoción: Esta actividad consiste en el desmonte y limpieza del terreno natural en el área intervenida por la obra. Se deberá remover el rastrojo, maleza, pastas, tocones, raíces y basuras de modo que el terreno quede totalmente limpio y su superficie sea apta para iniciar el desarrollo de las actividades.

Excavación: Actividad que consiste en la extracción del suelo o de material existente en el área a construir.

Acarreo y transporte de materiales: Actividad que corresponde al desplazamiento de escombros y materiales desde y hacia la obra.

Disposición de material estéril: Actividad que consiste en colocar los escombros generados durante la ejecución del proyecto en sitios debidamente autorizados por la Autoridad ambiental componente. Esta actividad incluye la limpieza permanente del área donde se desarrollan las obras y la recolección de basuras.

A continuación, en la Tabla se muestran las actividades contempladas en las diferentes fases del proceso constructivo que son objeto de manejo ambiental y en las fichas se describen las diversas medidas de manejo generadas para prevenir, mitigar, controlar, y/o compensar los impactos provocados por su funcionamiento.

ÁREAS	ACTIVIDADES	ASPECTO AMBIENTAL
ÁREA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	Almacenamiento de residuos sólidos	Almacenamiento de residuos sólidos domésticos
		Almacenamiento de residuos domésticos peligrosos
		Almacenamiento de residuos de construcción
ÁREAS GENERALES	Infraestructura	Generación de residuos sólidos domésticos
	Construcción	Contratación de personal
		Participación en proyectos sociales
	Operación de maquinaria y equipo	Generación de emisiones atmosféricas
		Generación de niveles de presión sonora
		Generación de residuos sólidos peligrosos
	Suministro de combustibles	Generación de residuos líquidos peligrosos

Tabla 7. Actividades de las diferentes fases del proceso y aspectos ambientales que se generan. Fuente: Autor

En la siguiente tabla se presentan los programas y subprogramas que buscan prevenir, mitigar, controlar, y/o compensar los impactos que se presentan por las actividades para la CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VÍA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RÍO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA - SANTANDER

PROGRAMA	SUB-PROGRAMA
1. PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO SUELO PARA EL MANEJO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	Adecuación en frenes de obra de sitios de acopio temporal
	Adecuación sitios de mezclado de concreto
	Capacitación de los operadores de la maquinaria
2. PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO SUELO PARA EL MANEJO DE EXCAVACIONES Y RELLENOS. PLAN DE ACCIÓN. SEÑALIZACIÓN	Delimitación de áreas de almacenamiento
3. PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO SUELO PARA EL MANEJO DE EXCAVACIONES Y RELLENOS.	Almacenamiento de escombros
4. PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS	Adecuación punto ecológico
	Transporte de materiales reutilizables
5. PROGRAMA DE AISLAMIENTO DE OBRA.	Kit de emergencias (reutilizables)
	Transporte de grasas y aceites a sitios de disposición
6. PROGRAMA DE MANEJO DEL RECURSO SUELO PARA EL MANEJO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. CONTROL DE RUIDO	Revisión del estado de los equipos, maquinaria pesada y vehículos
7. PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS, CAPACITACIÓN DEL PERSONAL. COMUNICACIÓN AMBIENTAL	Reuniones generales informativas
	Capacitación del personal del proyecto
8. PROGRAMA DE MANEJO DE REMOCIÓN DE COBERTURA VEGETAL Y DESCAPOTE	Disposición en sitio adecuado para la Materia orgánica removida.
9. PROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL	Divulgación - Concientización – Motivación

Tabla 8. Programas y Actividades de Manejo Ambiental. Fuente: Autor.

MEDIDAS DE MANEJO

- Una vez extraído el material de la excavación se debe clasificar con el fin de reutilizar el material apto del mismo, y el material no apto (escombro) debe ser retirado inmediatamente de la obra y llevado a

los sitios autorizados para su disposición final, se adecuarán sitios para los materiales a reutilizar siempre y cuando no estén contaminados con materia orgánica, madera, papel entre otros.

- El descapote se deberá realizar con una actividad independiente a la excavación, de tal forma que pueda clasificar la capa de material vivo (suelo orgánico y capa vegetal) del material inerte.
- No se dispondrán de las zonas verdes para la disposición temporal de materiales, a excepción de los casos en que dicha zona este destinada a zona dura de acuerdo con los diseños, previa adecuación del área (descapote).
- Los vehículos a utilizar para el cargue de escombros no serán llenados por encima de su capacidad y la carga debe estar cubierta, de igual manera estos vehículos transitarán por las vías y en los horarios establecidos por el decreto 112 de 1994 expedida por la secretaria de tránsito y transporte, o aquel que le sustituya o modifique, de igual forma se limpiarán las llantas de todos los vehículos que salgan de la obra, como lo establece la resolución 541/94.
- Se deberá limpiar las vías de acceso de los vehículos de carga una vez al día de manera que garantice la no acumulación de material particulado.
- Los materiales sobrantes a recuperar no deben ser almacenados donde interfiera con el tráfico peatonal y vehicular, y deberán ser protegidos contra la acción erosiva del agua, aire y contaminación.
- Para garantizar la limpieza de la obra se debe recoger desperdicios, basuras o elementos extraños presentes donde se desarrollan las actividades de la obra. La limpieza general se realizará diariamente al finalizar la jornada. Los materiales recogidos se colocarán en canecas y se dispondrán temporalmente en un sitio previsto para tal efecto, hasta ser recogidos por la empresa encargada de esta labor.
- Los escombros, residuos y basuras no se dispondrán ni afectarán las zonas verdes.
- La disposición final de escombros se hará en los sitios aprobados por el municipio y el material orgánico removido por las necesidades de la obra se dispondrá en sitios autorizados donde sea permitido recibir este tipo de material.
- Las excavaciones se adelantarán en jornada diurna, dado el caso que se requiera laborar en jornada nocturna dicha actividad, se debe pedir el respectivo permiso a la alcaldía y deben ser ejecutadas con las mismas medidas de señalización.
- Finalizadas las obras se deberá recuperar y restaurar el espacio público afectado, garantizando la reconformación total de la infraestructura y la eliminación absoluta de los materiales y elementos provenientes de las actividades constructivas.
- En la eventualidad de encontrar hallazgos arqueológicos, se deberá suspender inmediatamente el desarrollo de la obra en la zona y dejar vigilancia con el fin de evitar saqueos e informar de inmediato a las autoridades pertinentes (ICAN) INSTITUTO COLOMBIANO DE ANTROPOLOGIA, quienes evaluarán la situación y determinar cómo y cuándo continuar con la obra.

CRONOGRAMA DE EJECUCION					
ACTIVIDAD	MEDIDAS DE MANEJO	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
TRANSPORTE DE INSUMOS	Emisiones atmosféricas				
	Generación de ruido				
	Seguridad Industrial				
MOVIMIENTO DE TIERRA	Emisiones atmosféricas				
	Generación de ruido				
	Generación de residuos vegetales				
	Vegetación				
	Máquina y equipo				
	Seguridad industrial				
INSTALACION DE CAMPAMENTO	Residuos solidos				
	Campamentos y almacenes				
REMOCION DE CAPA VEGETAL	Residuos vegetales				
	Vegetación				
	Máquina y equipo				
	Seguridad industrial				
MOVILIZACION DE MAQUINARIA Y EQUIPO	Materiales de construcción				
	Emisiones atmosféricas				
	Generación de ruido				
	Máquina y equipo				
	Seguridad industrial				
	Obras en concreto o				

CONSTRUCCION DE INFRAESTRUCTURA	materiales de construcción				
	Emisiones atmosféricas				
	Generación de ruido				
	Residuos de construcción				
	Máquina y equipo				
	Seguridad industrial				

Tabla 9. Cronograma de ejecución. Fuente: Autor

Se continuarán las actividades durante el tiempo ya estipulado de 3 MESES.

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **OSCAR MAURICIO ROJAS CAMARGO**, Ingeniero Civil, con Matrícula Profesional No. MP: 68202089972 STD del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería COPNIA SANTANDER.

CERTIFICO:

Que realicé el Plan de Manejo Ambiental del proyecto denominado: **"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"**, e igualmente estipulo que los diseños presentados se donan al municipio de Charta, Santander.

Declaro que todo el documento está cumpliendo con la Normatividad INVIAS y la NSR 10 específicamente, y exonero a la oficina de Planeación Municipal por los daños y perjuicios que de estos estudios pudieran derivarse, Aclaro que me responsabilizo por la información descrita en él estudio.

Atentamente

ING. OSCAR MAURICIO ROJAS CAMARGO
MP: 68202089972 STD

REPUBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
Y SUS PROFESIONES AUXILIARES



MATRICULA No. **68202089972STD**
INGENIERO CIVIL
DE FECHA **17/01/2002**
APELLIDOS
ROJAS CAMARGO
NOMBRES
OSCAR MAURICIO
C.C. 13.722.007
UNIVERSIDAD
INDUSTR. DE SANTANDER

Presidente del Consejo

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2023-1888284

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que OSCAR MAURICIO ROJAS CAMARGO, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 13722007, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 68202-089972 desde el 17 de Enero de 2002, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 2776.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los uno (01) días del mes de Marzo del año dos mil veintitres (2023).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado

El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.

Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACIÓN PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
NUMERO 13.722.007
ROJAS CAMARGO
APELLIDOS
OSCAR MAURICIO
NOMBRES
FIRMA


FECHA DE NACIMIENTO 07-JUN-1977
BUCARAMANGA
(SANTANDER)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.70
ESTATURA
O-
G.S. RH
M
SEXO
30-SEP-1997 BUCARAMANGA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICIÓN
REGISTRADOR NACIONAL
INDICE DERECHO
A 2700100-00340517-M-0013722507-20111016 0025260958A 1 7411584888

PRESUPUESTO GENERAL

OBJETO: "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"

MUNICIPIO DE CHARTA	PLAZO EJECUCIÓN	3 MESES	
DEPARTAMENTO DE SANTANDER	VALOR PROYECTO	$ 299.041.915,94	

1	MUROS DE CONTENCIÓN				
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
1.1.	PRELIMINARES Y MOVIMIENTOS DE TIERRA				
1.1.1.	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO DE OBRA (INCLUYE EQUIPOS DE TOPOGRAFÍA)	M2	98,90	$ 3.724,72	$ 368.374,81
1.1.2.	CERRAMIENTO EN VARA ROLLIZA Y LONA H=2.00 M. DISTANCIA ENTRE POSTES 2 M	ML	50,00	$ 32.339,90	$ 1.616.975,00
1.1.3.	DESCAPOTE MANUAL	M2	98,90	$ 8.366,11	$ 827.408,28
1.1.4.	EXCAVACIÓN MECANICA	M3	391,55	$ 18.705,94	$ 7.324.310,81
1.1.5.	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	M3	116,70	$ 106.063,75	$ 12.377.639,63
1.1.6.	DEMOLICIÓN DE MURO EN GAVION (INCL. RETIRO)	M3	19,68	$ 40.523,75	$ 797.507,40
1.1.7.	ACARREO LIBRE. CARGUE, RETIRO Y DISPOSICION FINAL	M3	490,45	$ 38.879,69	$ 19.068.543,96
			Subtotal		$ 42.380.759,89
1.2.	REFUERZO GENERAL				
1.2.1.	ACERO DE REFUERZO PDR 60	KG	4425,44	$ 9.292,16	$ 41.121.896,55
			Subtotal		$ 41.121.896,55
1.3.	ESTRUCTURAS EN CONCRETO				
1.3.1.	CONCRETO DE 3500 PSI PARA VASTAGO	M3	30,29	$ 1.007.331,33	$ 30.512.065,99
1.3.2.	CONCRETO DE 4000 PSI PARA ZARPA	M3	33,12	$ 1.073.570,63	$ 35.556.659,27
			Subtotal		$ 66.068.725,26
1.4.	OBRAS COMPLEMENTARIAS				
1.4.1.	TUBO DE 3" PARA DRENAJE	ML	51,40	$ 37.323,75	$ 1.918.440,75
			Subtotal		$ 1.918.440,75
			COSTO DIRECTO		$ 151.489.822,45

TOTAL OBRA COSTO DIRECTO		$ 151.489.822,45
ADMINISTRACION	29,00%	$ 43.932.048,51
IMPREVISTO	1,00%	$ 1.514.898,22
UTILIDAD	5,00%	$ 7.574.491,12
COSTO DIRECTO TOTAL + AIU		$ 204.511.260,30
PMA		$ 8.365.000,00
PMT		$ 9.988.000,00
AJUSTE A ESTUDIOS Y DISEÑOS		$ 17.124.447,09
COSTO TOTAL OBRA		$ 239.988.707,39
INTERVENTORIA		$ 59.053.208,55
COSTO TOTAL OBRA		$ 299.041.915,94

ARQ. JUAN CARLOS GOMEZ CASTRO
SECRETARIO DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA

REPÚBLICA DE COLOMBIA	MEMORIAS DE CANTIDADES	
OBJETO: "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"		
MUNICIPIO DE CHARTA - DEPARTAMENTO DE SANTANDER	PLAZO	3 MESES

1.00 MUROS DE CONTENCIÓN

1.1. PRELIMINARES Y MOVIMIENTOS DE TIERRA

ITEM	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	Largo (m)	Ancho (m)	AREA (m^2)	Alto (m)	VOLUMEN (m^3)	Cantidad (und)	TOTAL	OBSERVACIONES
1.1.1.	M2	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO DE OBRA (INCLUYE EQUIPOS DE TOPOGRAFÍA)			36,40			1,00	36,40	MURO TIPO 1
					62,50			1,00	62,50	MURO TIPO 2
				TOTAL					98,90	

ITEM	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	Largo (m)	Ancho (m)	AREA (m^2)	Alto (m)	VOLUMEN (m^3)	Cantidad (und)	TOTAL	OBSERVACIONES
1.1.2.	ML	CERRAMIENTO EN VARA ROLLIZA Y LONA H=1,00 M. DISTANCIA ENTRE POSTES 2 M	50,00					1,00	50,00	MURO
				TOTAL					50,00	

ITEM	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	Largo (m)	Ancho (m)	AREA (m^2)	Alto (m)	VOLUMEN (m^3)	Cantidad (und)	TOTAL	OBSERVACIONES
1.1.3.	M2	DESCAPOTE MANUAL			36,40			1,00	36,40	MURO TIPO 1
					62,50			1,00	62,50	MURO TIPO 2
				TOTAL					98,90	

ITEM	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	Largo (m)	Ancho (m)	AREA (m^2)	Alto (m)	VOLUMEN (m^3)	Cantidad (und)	TOTAL	OBSERVACIONES
1.1.4.	M3	EXCAVACIÓN MECANICA	5,00		2,90		14,50	1,00	14,50	MURO TIPO 1 DE K0+000 A K0+005
			5,00		5,40		27,00	1,00	27,00	MURO TIPO 1 DE K0+005 A K0+010
			5,00		7,50		37,50	1,00	37,50	MURO TIPO 1 DE K0+010 A K0+015
			5,00		7,80		39,00	1,00	39,00	MURO TIPO 1 DE K0+015 A K0+020
			5,00		10,60		53,00	1,00	53,00	MURO TIPO 1 DE K0+020 A K0+025
			5,00		14,20		71,00	1,00	71,00	MURO TIPO 2 DE K0+025 A K0+030
			5,00		15,50		77,50	1,00	77,50	MURO TIPO 2 DE K0+030 A K0+035
			4,56		15,80		72,05	1,00	72,05	MURO TIPO 2 DE K0+035 A K0+039.56
				TOTAL					391,55	

ITEM	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	Largo (m)	Ancho (m)	AREA (m^2)	Alto (m)	VOLUMEN (m^3)	Cantidad (und)	TOTAL	OBSERVACIONES
1.1.5.	M3	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	5,00		2,00		10,00	1,00	10,00	MURO TIPO 1 DE K0+000 A K0+005
			5,00	1,00	5,00	0,50	2,50	1,00	2,50	
			5,00		2,00		10,00	1,00	10,00	MURO TIPO 1 DE K0+005 A K0+010
			5,00	0,40	2,00	0,50	1,00	1,00	1,00	
			5,00		2,00		10,00	1,00	10,00	MURO TIPO 1 DE K0+010 A K0+015
			5,00	0,40	2,00	0,50	1,00	1,00	1,00	
			5,00		2,00		10,00	1,00	10,00	MURO TIPO 1 DE K0+015 A K0+020
			5,00	0,40	2,00	0,50	1,00	1,00	1,00	
			5,00		2,10		10,50	1,00	10,50	MURO TIPO 1 DE K0+020 A K0+025
			5,00	0,40	2,00	0,50	1,00	1,00	1,00	
			5,00		3,80		19,00	1,00	19,00	MURO TIPO 2 DE K0+025 A K0+030
			5,00	0,60	3,00	0,50	1,50	1,00	1,50	
			5,00		3,80		19,00	1,00	19,00	MURO TIPO 2 DE K0+030 A K0+035
			5,00	0,60	3,00	0,50	1,50	1,00	1,50	
			4,56		3,80		17,33	1,00	17,33	MURO TIPO 2 DE K0+035 A K0+039.56
			4,56	0,60	2,74	0,50	1,37	1,00	1,37	
				TOTAL					116,70	

ITEM	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	Largo (m)	Ancho (m)	AREA (m^2)	Alto (m)	VOLUMEN (m^3)	Cantidad (und)	TOTAL	OBSERVACIONES
1.1.6.	M3	DEMOLICIÓN DE MURO EN GAVION (INCL. RETIRO)	8,20	0,80	6,56	3,00	19,68	1,00	19,68	MURO EN GAVION EXISTENTE
				TOTAL					19,68	

ITEM	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	Largo (m)	Ancho (m)	AREA (m^2)	Alto (m)	VOLUMEN (m^3)	Cantidad (und)	TOTAL	OBSERVACIONES
1.1.7.	M3	ACARREO LIBRE, CARGUE, RETIRO Y DISPOSICION FINAL					98,90	1,00	98,90	RETIRO DEL DESCAPOTE MANUAL
							391,55	1,00	391,55	EXCAVACION MECANICA
							0,00	1,00	0,00	
							0,00	1,00	0,00	
				TOTAL					490,45	

1.2. REFUERZO GENERAL

ITEM	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	TIPO	BARRA	PESO Kg/m	LONGITUD	UNIDADES	N. elementos	TOTAL Kg	OBSERVACIONES
1.2.1.	KG	ACERO DE REFUERZO FDR 60	TRANSVERSAL	4,00	0,99	3,10	2,00	97,00	595,39	MURO TIPO 1 VASTAGO TRANSVERSAL
			TRANSVERSAL	4,00	0,99	2,40	2,00	49,00	232,85	MURO TIPO 1 ZARPA TRANSVERSAL
			TRANSVERSAL	5,00	1,55	2,30	1,00	73,00	260,25	MURO TIPO 1 DENTELLON TRANSVERSAL
			LONGITUDINAL	4,00	0,99	6,00	21,00	4,00	498,96	MURO TIPO 1 VASTAGO LONGITUDINAL LADO TALUD
			LONGITUDINAL	4,00	0,99	6,00	11,00	4,00	261,36	MURO TIPO 1 VASTAGO LONGITUDINAL LADO EXTERNO
			LONGITUDINAL	4,00	0,99	8,00	13,00	4,00	308,88	MURO TIPO 1 ZARPA TALON LONGITUDINAL
			LONGITUDINAL	4,00	0,99	6,00	7,00	4,00	166,32	MURO TIPO 1 ZARPA PIE LONGITUDINAL
			LONGITUDINAL	5,00	1,55	6,00	2,00	4,00	74,40	MURO TIPO 1 DENTELLON LONGITUDINAL
			TRANSVERSAL	4,00	0,99	2,10	2,00	72,00	299,38	MURO TIPO 2 VASTAGO TRANSVERSAL
			TRANSVERSAL	4,00	0,99	1,71	2,00	72,00	243,78	MURO TIPO 2 ZARPA TRANSVERSAL
			TRANSVERSAL	5,00	1,55	2,30	1,00	125,00	445,63	MURO TIPO 2 DENTELLON TRANSVERSAL
			LONGITUDINAL	4,00	0,99	6,00	14,00	6,00	498,96	MURO TIPO 2 VASTAGO LONGITUDINAL
			LONGITUDINAL	4,00	0,99	8,00	8,00	6,00	285,12	MURO TIPO 2 ZARPA TALON LONGITUDINAL
			LONGITUDINAL	4,00	0,99	6,00	4,00	6,00	142,56	MURO TIPO 2 ZARPA PIE LONGITUDINAL
			LONGITUDINAL	5,00	1,55	6,00	2,00	6,00	111,60	MURO TIPO 2 DENTELLON LONGITUDINAL
			TOTAL						4425,44	

1.3. ESTRUCTURAS EN CONCRETO

ITEM	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	Largo (m)	Ancho (m)	AREA (m^2)	Alto (m)	VOLUMEN (m^3)	Cantidad (und)	TOTAL	OBSERVACIONES
1.3.1.	M3	CONCRETO DE 3500 PSI PARA VASTAGO	14,56		1,05		15,29	1,00	15,29	MURO TIPO 1
			25,00		0,60		15,00	1,00	15,00	MURO TIPO 2
			TOTAL						30,29	

ITEM	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	Largo (m)	Ancho (m)	AREA (m^2)	Alto (m)	VOLUMEN (m^3)	Cantidad (und)	TOTAL	OBSERVACIONES
1.3.2.	M3	CONCRETO DE 4000 PSI PARA ZARPA	14,56		1,09		15,87	1,00	15,87	MURO TIPO 1
			25,00		0,69		17,25	1,00	17,25	MURO TIPO 2
			TOTAL						33,12	

1.4. OBRAS COMPLEMENTARIAS

ITEM	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	Largo (m)	Ancho (m)	AREA (m^2)	Alto (m)	VOLUMEN (m^3)	Cantidad (und)	TOTAL	OBSERVACIONES
1.4.1.	ML	TUBO DE 3" PARA DRENAJE	1,20					22,00	26,40	MURO TIPO 1
			1,00					25,00	25,00	MURO TIPO 2
			TOTAL						51,40	

ARQ. JUAN CARLOS GOMEZ CASTRO
SECRETARIO DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBJETO: "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"

MUNICIPIO DE CHARTA - DEPARTAMENTO DE SANTANDER	PLAZO	3 MESES

1 MUROS DE CONTENCIÓN

MUNICIPIO	SECTOR	ITEM	TIPO	INSUMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	RENDIMIENTO/DIA STANCIA	TARIFA	VALOR TOTAL
		1.1.			PRELIMINARES Y MOVIMIENTOS DE TIERRA					
		1.1.1.			LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO DE OBRA (INCLUYE EQUIPOS DE TOPOGRAFIA)	98,90	M2			
GENERAL		1.1.1.	Herramientas menores	HM	HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)	1,00	UND	1,00	$ 236,04	$ 236,04
CHARTA		1.1.1.	Equipos y herramientas	EH-15	CINTA Y JALONES	1,00	UND	165,00	$ 3.800,00	$ 23,03
CHARTA		1.1.1.	Equipos y herramientas	EH-10	EQUIPO DE TOPOGRAFIA	1,00	DIA	165,00	$ 170.000,00	$ 1.030,30
CHARTA		1.1.1.	Materiales	M-10	ESTACAS, PUNTILLAS, LIENZA	1,00	UND	0,03	$ 2.500,00	$ 75,00
CHARTA		1.1.1.	Mano de obra	MO-01	CADENERO	2,00	DIA	145,00	$ 101.750,00	$ 1.403,45
CHARTA		1.1.1.	Mano de obra	MO-02	TOPOGRAFO	1,00	DIA	145,00	$ 138.750,00	$ 956,90
									SUBTOTAL	$ 3.724,72

MUNICIPIO	SECTOR	ITEM	TIPO	INSUMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	RENDIMIENTO/DIA STANCIA	TARIFA	VALOR TOTAL
		1.1.2.			CERRAMIENTO EN VARA ROLLIZA Y LONA H=2.00 M. DISTANCIA ENTRE POSTES 2 M	50,00	ML			
GENERAL		1.1.2.	Herramientas menores	HM	HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)	1,00	UND	1,00	$ 499,50	$ 499,50
CHARTA		1.1.2.	Materiales	M-37	MADERA ROLLIZA D=0.15 M	1,00	UND	0,50	$ 25.000,00	$ 12.500,00
CHARTA		1.1.2.	Materiales	M-12	ALAMBRE NEGRO	1,00	KG	0,80	$ 10.000,00	$ 8.000,00
CHARTA		1.1.2.	Materiales	M-38	TELA CERRAMIENTO OBRA (VERDE)	1,00	ML	1,05	$ 5.300,00	$ 5.565,00
CHARTA		1.1.2.	Materiales	M-39	PUNTILLAS	1,00	LIBRA	0,10	$ 7.800,00	$ 780,00
CHARTA		1.1.2.	Mano de obra	MO-03	AYUDANTE	1,00	DIA	50,00	$ 92.500,00	$ 1.850,00
CHARTA		1.1.2.	Mano de obra	MO-04	OFICIAL	1,00	DIA	50,00	$ 157.250,00	$ 3.145,00
									SUBTOTAL	$ 32.339,50

MUNICIPIO	SECTOR	ITEM	TIPO	INSUMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	RENDIMIENTO/DIA STANCIA	TARIFA	VALOR TOTAL
		1.1.3.			DESCAPOTE MANUAL	98,90	M2			
GENERAL		1.1.3.	Herramientas menores	HM	HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)	1,00	UND	1,00	$ 760,56	$ 760,56
CHARTA		1.1.3.	Mano de obra	MO-03	AYUDANTE	2,00	DIA	45,00	$ 92.500,00	$ 4.111,11
CHARTA		1.1.3.	Mano de obra	MO-04	OFICIAL	1,00	DIA	45,00	$ 157.250,00	$ 3.494,44
									SUBTOTAL	$ 8.366,11

MUNICIPIO	SECTOR	ITEM	TIPO	INSUMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	RENDIMIENTO/DIA STANCIA	TARIFA	VALOR TOTAL
		1.1.4.			EXCAVACIÓN MECANICA	391,55	M3			
GENERAL		1.1.4.	Herramientas menores	HM	HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)	1,00	UND	1,00	$ 427,81	$ 427,81
CHARTA		1.1.4.	Equipos y herramientas	EH-03	RETROEXCAVADORA	1,00	HORA	10,00	$ 140.000,00	$ 14.000,00
CHARTA		1.1.4.	Mano de obra	MO-03	AYUDANTE	2,00	DIA	80,00	$ 92.500,00	$ 2.312,50
CHARTA		1.1.4.	Mano de obra	MO-04	OFICIAL	1,00	DIA	80,00	$ 157.250,00	$ 1.965,63
									SUBTOTAL	$ 18.705,94

MUNICIPIO	SECTOR	ITEM	TIPO	INSUMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	RENDIMIENTO/DIA STANCIA	TARIFA	VALOR TOTAL
		1.1.5.			RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	116,70	M3			
GENERAL		1.1.5.	Herramientas menores	HM	HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)	1,00	UND	1,00	$ 1.711,25	$ 1.711,25
CHARTA		1.1.5.	Equipos y herramientas	EH-01	VIBROCOMPACTADOR (RANA)	1,00	HORA	5,00	$ 60.000,00	$ 12.000,00
CHARTA		1.1.5.	Materiales	M-05	AGUA	1,00	LT	20,00	$ 70,00	$ 1.400,00
CHARTA		1.1.5.	Materiales	M-08	MATERIAL DE PRESTAMO	1,00	M3	1,30	$ 40.000,00	$ 52.000,00
CHARTA		1.1.5.	Transporte	TP-06	TRANSPORTE MATERIAL DE PRESTAMO	1,30	M3- KM	12,00	$ 1.400,00	$ 21.840,00
CHARTA		1.1.5.	Mano de obra	MO-03	AYUDANTE	2,00	DIA	20,00	$ 92.500,00	$ 9.250,00
CHARTA		1.1.5.	Mano de obra	MO-04	OFICIAL	1,00	DIA	20,00	$ 157.250,00	$ 7.862,50
									SUBTOTAL	$ 106.063,75

MUNICIPIO	SECTOR	ITEM	TIPO	INSUMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	RENDIMIENTO/DIA STANCIA	TARIFA	VALOR TOTAL
		1.1.6.			DEMOLICIÓN DE MURO EN GAVION (INCL. RETIRO)	19,68	M3			
GENERAL		1.1.6.	Herramientas menores	HM	HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)	1,00	UND	1,00	$ 1.711,25	$ 1.711,25
CHARTA		1.1.6.	Equipos y herramientas	EH-03	RETROEXCAVADORA	1,00	HORA	40,00	$ 140.000,00	$ 3.500,00
CHARTA		1.1.6.	Transporte	TP-01	RETIRO A BOTADERO AUTORIZADO	1,30	M3 - KM	10,00	$ 1.400,00	$ 18.200,00
CHARTA		1.1.6.	Mano de obra	MO-03	AYUDANTE	2,00	DIA	20,00	$ 92.500,00	$ 9.250,00
CHARTA		1.1.6.	Mano de obra	MO-04	OFICIAL	1,00	DIA	20,00	$ 157.250,00	$ 7.862,50
									SUBTOTAL	$ 40.523,75

MUNICIPIO	SECTOR	ITEM	TIPO	INSUMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	RENDIMIENTO/DIA STANCIA	TARIFA	VALOR TOTAL
		1.1.7.			ACARREO LIBRE, CARGUE, RETIRO Y DISPOSICION FINAL	490,45	M3			
GENERAL		1.1.7.	Herramientas menores	HM	HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)	1,00	UND	1,00	$ 289,06	$ 289,06
CHARTA		1.1.7.	Equipos y herramientas	EH-03	RETROEXCAVADORA	1,00	HORA	8,00	$ 140.000,00	$ 17.500,00
CHARTA		1.1.7.	Transporte	TP-01	RETIRO A BOTADERO AUTORIZADO	1,30	M3 - KM	10,00	$ 1.400,00	$ 18.200,00
CHARTA		1.1.7.	Mano de obra	MO-03	AYUDANTE	2,00	DIA	64,00	$ 92.500,00	$ 2.890,63
									SUBTOTAL	$ 38.879,69

MUNICIPIO	SECTOR	ITEM	TIPO	INSUMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	RENDIMIENTO/DIA STANCIA	TARIFA	VALOR TOTAL
		1.2.			REFUERZO GENERAL					
		1.2.1.			ACERO DE REFUERZO PDR 60	4425,44	KG			
GENERAL		1.2.1.	Herramientas menores	HM	HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)	1,00	UND	1,00	$ 114,08	$ 114,08
CHARTA		1.2.1.	Materiales	M-11	ACERO DE REFUERZO	1,00	KG	1,05	$ 6.800,00	$ 7.140,00
CHARTA		1.2.1.	Materiales	M-12	ALAMBRE NEGRO	1,00	KG	0,03	$ 10.000,00	$ 300,00
CHARTA		1.2.1.	Transporte	TP-05	TRANSPORTE ACERO DE REFUERZO	1,08	KG - KM	39,50	$ 14,00	$ 597,24
CHARTA		1.2.1.	Mano de obra	MO-03	AYUDANTE	2,00	DIA	300,00	$ 92.500,00	$ 616,67
CHARTA		1.2.1.	Mano de obra	MO-04	OFICIAL	1,00	DIA	300,00	$ 157.250,00	$ 524,17
									SUBTOTAL	$ 9.292,16

MUNICIPIO	SECTOR	ITEM	TIPO	INSUMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	RENDIMIENTO/DISTANCIA	TARIFA	VALOR TOTAL
		1.3.			ESTRUCTURAS EN CONCRETO					
		1.3.1			CONCRETO DE 3500 PSI PARA VASTAGO	30,29	M3			
GENERAL		1.3.1	Herramientas menores	HM	HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)	1,00	UNO	1,00	$ 8.556,25	$ 8.556,25
CHARTA		1.3.1	Materiales	M-01	FORMALETA	1,00	M2	3,00	$ 8.000,00	$ 24.000,00
CHARTA		1.3.1	Equipos y herramientas	EH-07	VIBRADOR DE CONCRETO	1,00	DIA	180,00	$ 95.000,00	$ 527,78
CHARTA		1.3.1	Concretos	CO-04	CONCRETO 3500 PSI	1,00	M3	1,05	$ 846.366,48	$ 888.684,80
CHARTA		1.3.1	Mano de obra	MO-03	AYUDANTE	2,00	DIA	4,00	$ 92.500,00	$ 46.250,00
CHARTA		1.3.1	Mano de obra	MO-04	OFICIAL	1,00	DIA	4,00	$ 157.250,00	$ 39.312,50
									SUBTOTAL	$ 1.007.331,33

MUNICIPIO	SECTOR	ITEM	TIPO	INSUMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	RENDIMIENTO/DISTANCIA	TARIFA	VALOR TOTAL
		1.3.2			CONCRETO DE 4000 PSI PARA ZARPA	33,12	M3			
GENERAL		1.3.2	Herramientas menores	HM	HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)	1,00	UNO	1,00	$ 8.556,25	$ 8.556,25
CHARTA		1.3.2	Materiales	M-01	FORMALETA	1,00	M2	2,00	$ 8.000,00	$ 16.000,00
CHARTA		1.3.2	Equipos y herramientas	EH-07	VIBRADOR DE CONCRETO	1,00	DIA	180,00	$ 95.000,00	$ 527,78
CHARTA		1.3.2	Concretos	CO-05	CONCRETO 4000 PSI	1,00	M3	1,05	$ 917.070,57	$ 962.924,10
CHARTA		1.3.2	Mano de obra	MO-03	AYUDANTE	2,00	DIA	4,00	$ 92.500,00	$ 46.250,00
CHARTA		1.3.2	Mano de obra	MO-04	OFICIAL	1,00	DIA	4,00	$ 157.250,00	$ 39.312,50
									SUBTOTAL	$ 1.073.570,63

MUNICIPIO	SECTOR	ITEM	TIPO	INSUMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	RENDIMIENTO/DISTANCIA	TARIFA	VALOR TOTAL
		1.4.			OBRAS COMPLEMENTARIAS					
		1.4.1.			TUBO DE 3" PARA DRENAJE	51,40	ML			
GENERAL		1.4.1.	Herramientas menores	HM	HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)	1,00	UNO	1,00	$ 1.711,25	$ 1.711,25
CHARTA		1.4.1.	Materiales	M-32	TUBERIA PVC DE 3"	1,00	ML	1,00	$ 18.500,00	$ 18.500,00
CHARTA		1.4.1.	Mano de obra	MO-03	AYUDANTE	2,00	DIA	20,00	$ 92.500,00	$ 9.250,00
CHARTA		1.4.1.	Mano de obra	MO-04	OFICIAL	1,00	DIA	20,00	$ 157.250,00	$ 7.862,50
									SUBTOTAL	$ 37.323,75

ARQUITECTO CARLOS GÓMEZ CASTRO
SECRETARIO DE PLANEACIÓN E INFRAESTRUCTURA

OBJETO: "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"					
DESGLOSE DE LA IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL					
PROGRAMA	SUB-PROGRAMA	VALOR	UNIDAD	CANTIDAD	COSTOS TOTALES
Programa de manejo del recurso suelo para el manejo de los materiales de construcción	Adecuación en frentes de obra de sitios de acopio temporal	$ 70.000,00	Mes	3	$ 210.000,00
	Adecuación sitios de mezclado de concreto	$ 35.000,00	Und	4	$ 140.000,00
	Capacitación de los operadores de la maquinaria	$ 70.000,00	Und	4	$ 280.000,00
Programa de manejo del recurso suelo para el manejo de excavaciones y rellenos. Plan de acción. Señalización	Delimitación de áreas de almacenamiento (reutilizables)	$ 110.000,00	Und	4	$ 440.000,00
Programa de manejo del recurso suelo para el manejo de excavaciones y rellenos.	Almacenamiento de escombros	$ 95.000,00	Mes	3	$ 285.000,00
Programa de manejo de residuos solidos	Adecuación punto ecológico	$ 60.000,00	Und	2	$ 120.000,00
	Transporte de materiales reutilizabes	$ 110.000,00	Mes	3	$ 330.000,00
Programa de aislamiento de obra	kit de emergencias (reutilizables)	$ 110.000,00	Und	4	$ 440.000,00
	Transporte de grasas y aceites a sitios de disposición	$ 1.200.000,00	Und	2	$ 2.400.000,00
Programa de manejo del recurso suelo para el manejo de los materiales de construcción. Control de ruido	Revisión del estado de los equipos, maquinaria pesada y vehiculos	$ 80.000,00	Und	6	$ 480.000,00
Programa de manejo de residuos solidos, capacitación del personal. Comunicación ambiental	Reuniones generales informativas	$ 40.000,00	Und	4	$ 160.000,00
	Capacitación del personal del proyecto	$ 80.000,00	Und	7	$ 560.000,00
Programa de manejo de remoción de cobertura vegetal y descapote	Disposición en sitio adecuado para la Materia órganica removida.	$ 90.000,00	Mes	3	$ 270.000,00
Ingeniero responsable	Ingeniero Ambiental Responsable con una disponibilidad del 30%	$ 2.500.000,00	Mes	3	$ 2.250.000,00
TOTAL IMPLEMENTACION PLAN DE MANEJO AMBIENTAL					$ 8.365.000,00

ARQ. JUAN CARLOS GOMEZ CASTRO
SECRETARIO DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA

OBJETO: "CONSTRUCCION DE OBRAS DE MITIGACION PARA LA REDUCCION DEL RIESGO DE INUNDACION MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"					
DESGLOSE DE LA IMPLEMENTACION DEL PLAN DE MANEJO DE TRANSITO					
TIPO DE SEÑAL	**NOMBRE**	**VALOR**	**UNIDAD**	**CANTIDAD**	**COSTOS TOTALES**
SEÑALES PREVENTIVAS	SPO-01. TRABAJOS EN LA VÍA	$ 220.000,00	Und	2	$ 440.000,00
	SPO-03. AUXILIAR DE TRÁNSITO	$ 220.000,00	Und	2	$ 440.000,00
SEÑALES INFORMATIVAS	SIO-02. INICIO DE OBRA	$ 220.000,00	Und	1	$ 220.000,00
	SIO-03. FIN DE OBRA	$ 220.000,00	Und	1	$ 220.000,00
	SIO-24. PEATONES	$ 220.000,00	Und	2	$ 440.000,00
DISPOSITIVOS DE CANALIZACION	PALETAS DE PARE Y SIGA	$ 34.000,00	Und	2	$ 68.000,00
	DELINEADORES TUBULARES COMPUESTOS	$ 80.000,00	Und	30	$ 2.400.000,00
	BARRICADAS DE LISTONES	$ 480.000,00	Und	5	$ 2.400.000,00
AUXILIAR	PALETERO(el valor por mes incluye prestaciones sociales) con un porcentaje de dedicación del 80% (Es un auxiliar)	$ 1.400.000,00	Mes	3	$ 3.360.000,00
TOTAL IMPLEMENTACION PMT					$ 9.988.000,00

ARQ. JUAN CARLOS GOMEZ CASTRO
SECRETARIO DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA

REPÚBLICA DE COLOMBIA	DESGLOSE DEL A.I.U	
OBJETO: "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"		
MUNICIPIO DE CHARTA - DEPARTAMENTO DE SANTANDER	PLAZO	3 MESES

COSTO TOTAL OBRA:	$ 239.988.707,39	COSTO DIRECTO OBRA:	$ 151.489.822,45		
DURACION DE LA OBRA:	3 MESES				
PORCENTAJE DE A.I.U:	35,00%				
VALOR EN PESOS DEL A.I.U:	$ 53.021.437,85				

ITEM	DESCRIPCION	UND	VALOR UNIT	CANTIDAD	DEDICACION	VR/TOTAL
	ADMINISTRACION 29,00%					
1	PERSONAL ADMINISTRATIVO	MESES	VALOR UNIT	CANTIDAD	DEDICACION	VR/TOTAL
1.1.	Director de Obra	3	$ 3.000.000,00	1,00	20,00%	$ 1.800.000,00
1.2.	Residente de Obra	3	$ 2.100.000,00	1,00	100,00%	$ 6.300.000,00
					SUBTOTAL	$ 8.100.000,00
	PRESTACIONES			85%		$ 6.885.000,00
					SUBTOTAL PERSONAL ADMINISTRATIVO	$ 14.985.000,00
2	GASTOS DE LEGALIZACION			11,00%		$ 26.398.757,81
2.1.	ESTAMPILLAS					
	Pro adulto mayor			2,00%		
	Pro cultura			2,00%		
	Pro Desarrollo			2,00%		
	Pro UIS			2,00%		
	Tasa pro deporte			2,00%		
	Sistematización			$ 9.085		
	Ordenanza 012			1,00%		
					SUBTOTAL GASTOS DE LEGALIZACION	$ 26.398.757,81
3	GASTOS ADMINISTRATIVOS	MESES	VALOR UNIT	CANTIDAD	DEDICACION	VR/TOTAL
3.1.	Oficina, servicios, papeleria, mensajeria, contabilidad, fotocopias, cd, etc)	3	$ 282.763,57	1		$ 848.290,70
3.2.	Ensayos de laboratorio a la compresión		$ 75.000,00	8		$ 600.000,00
3.3.	Valla informativa de 2x1 tipo del municipio	1	$ 1.100.000,00	1		$ 1.100.000,00
					SUBTOTAL OTROS GASTOS	$ 2.548.290,70
	TOTAL ADMINISTRACION				29,00%	$ 43.932.048,51
	IMPREVISTOS 1%					
	IMPREVISTOS				1,00%	$ 1.514.898,22
					TOTAL IMPREVISTOS 1,00%	$ 1.514.898,22
	UTILIDAD 5%					
	UTILIDAD				5,00%	$ 7.574.491,12
					TOTAL UTILIDAD 5,00%	$ 7.574.491,12
					TOTAL A.I.U. 35,00%	$ 53.021.437,85

ARQ. JUAN CARLOS GOMEZ CASTRO
SECRETARIO DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA

FACTOR PRESTACIONAL SOPORTE AIU

OBJETO: "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"

SALARIO	VALOR	REFERENCIA
Sueldo Básico Mensual	$ 1.160.000,00	A
Subsidio de Transporte	$ 140.606,00	B
Total Salario Mensual = (A) + (B)	**$ 1.300.606,00**	C
Anual (A*360/30) sin subsidio de transportes	$ 13.920.000,00	D
Anual (C*360/30) con subsidio de transportes	$ 15.607.272,00	E

CONCEPTO	BASE	FORMULA	VALOR
SALARIO NOMINAL			
Salario Anual	Ref. A	(A)*360/30	$ 13.920.000,00
Subsidio de Transportes	Ref. A	(B)*12	$ 1.687.272,00
PRESTACIONES SOCIALES			
Cesantías Anuales	Ref. A	(E)*36/360	$ 1.560.727,20
Intereses sobre las Cesantías	Cesantías	12%*Cesantías	$ 187.287,26
Prima de Servicios (30 días)	Ref. A	(C)*100%	$ 1.300.606,00
Vacaciones (15 Días)	Ref. A	(A)*50%	$ 580.000,00
SEGURIDAD SOCIAL			
Pensiones	Ref. A	(D)*12%	$ 1.670.400,00
Salud	Ref. A	(D)*8.5%	$ 1.183.200,00
ARL	Ref. A	(D)*6,96%	$ 968.832,00
APORTES PARAFISCALES			
SENA	Ref. A	(D)*0%	$ -
ICBF	Ref. A	(D)*0%	$ -
Caja de Compensación Familiar	Ref. A	(D)*4%	$ 556.800,00
FIC (Fondo Nacional de Formación Profesional)		(A)*1,2	$ 1.392.000,00
DOTACIÓN + IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD			
Dotación Año 2023			$ 650.000,00
Implementos de Seguridad Año 2023		(D)*22,9%	$ 3.187.680,00
VALOR ANUAL DEL SALARIO CON PRESTACIONES (VASCP)			**$ 28.844.804,46**

VALOR ANUAL DEL SALARIO SIN PRESTACIONES	Ref E	$	15.607.272,00
VALOR REAL FACTOR PRESTACIONAL		**VASCP/(E)**	**1,85**
		FP= (VASCP/(E) - 1)*100%	**85%**

ARQ. JUAN CARLOS GOMEZ CASTRO
SECRETARIO DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA

REPÚBLICA DE COLOMBIA	DESGLOSE INTERVENTORIA

OBJETO: "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"

MUNICIPIO DE CHARTA - DEPARTAMENTO DE SANTANDER	PLAZO	3 MESES

CANT	CARGO / OFICIO	SUELDO Y/O JORNAL MENSUAL	MESES	% DEDICACION	VALOR PARCIAL
	COSTOS DE PERSONAL				
	PERSONAL PROFESIONAL				
1	Director de interventoria	$ 4.000.000,00	3	50,00%	$ 6.000.000,00
1	Residente de interventoria	$ 2.500.000,00	3	100,00%	$ 7.500.000,00
1	Ingeniero estructural	$ 2.500.000,00	3	30,00%	$ 2.250.000,00
1	Ingeniero geotecnista	$ 2.500.000,00	3	30,00%	$ 2.250.000,00
1	Ingeniero hidrologo o hidraulico	$ 2.500.000,00	3	30,00%	$ 2.250.000,00
				SUB TOTAL COSTO DE PERSONAL	$ 20.250.000,00
				FACTOR MULTIPLICADOR	2,30
				SUB TOTAL COSTOS PERSONAL	$ 46.624.545,00

CANT	CONCEPTO	UNIDAD	COSTO ($)	DEDICACION	TIEMPO DE UTILIZACION	VALOR PARCIAL
	GASTOS REMBOLSABLES					
	GASTOS REEMBOLSABLES APOYO A LA GESTION DE VIGILANCIA					
1	Comunicaciones teléfono, fax correo, socializaciones, videos, incluye papelería de personal, etc.)	Mes	$ 300.000,00	100%	3	$ 900.000,00
1	Edición de Informes (Incluye fotografías; papelería, cds, fotocopias)	Mes	$ 500.000,00	100%	3	$ 1.500.000,00
8	Ensayos de laboratorio a la compresión	Und	$ 75.000,00			$ 600.000,00
					SUB TOTAL OTROS COSTOS DIRECTOS	$ 3.000.000,00
					SUB TOTAL COSTOS BASICOS	$ 49.624.545,00
					IVA 19,00%	$ 9.428.663,55
					COSTO TOTAL	$ 59.053.208,55

ARQ. JUAN CARLOS GOMEZ CASTRO
SECRETARIO DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA

REPÚBLICA DE COLOMBIA	DESGLOSE AJUSTE A ESTUDIOS Y DISEÑOS	
OBJETO: "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"		
MUNICIPIO DE CHARTA - DEPARTAMENTO DE SANTANDER	PLAZO	3 MESES

CANT	CARGO / OFICIO	SUELDO Y/O JORNAL MENSUAL	MESES	% DEDICACION	VALOR PARCIAL
		COSTOS DE PERSONAL			
		PERSONAL PROFESIONAL			
1	Ingeniero estructural	$ 2.500.000,00	1	100,00%	$ 2.500.000,00
1	Ingeniero geotecnista	$ 2.500.000,00	1	100,00%	$ 2.500.000,00
1	Ingeniero hidrologo o hidraulico	$ 2.500.000,00	1	50,00%	$ 1.250.000,00
				SUB TOTAL COSTO DE PERSONAL	$ 6.250.000,00
				FACTOR MULTIPLICADOR	2,30
				SUB TOTAL COSTOS PERSONAL	$ 14.390.291,67

SUB TOTAL COSTOS BASICOS	$	14.390.291,67
IVA 19,00%	$	2.734.155,42
COSTO TOTAL	$	17.124.447,09

ARQ. JUAN CARLOS GOMEZ CASTRO
SECRETARIO DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA

FORMULARIO FACTOR MULTIPLICADOR PARA PERSONAL PROFESIONAL

FACTOR MULTIPLICADOR INTERVENTORIA

LIT	FACTOR	BASE	PARCIAL	VALOR (%)
A.	VALOR BASE			1,0000
B.	PRESTACIONES SOCIALES			0,7281
B.1.	Cesantías	A/12	0,0833	
B.2.	Intereses sobre cesantías	A*1%	0,0100	
B.3.	Prima anual	A/12	0,0833	
B.4.	Caja de compensación	A*4%	0,0400	
B.5.	SENA	A*2%	0,0200	
B.6.	ICBF	A*3%	0,0300	
B.7.	Seguridad Social - Salud	A*8,5%	0,0850	
B.8.	Seguridad Social - Pensión	A*12%	0,1200	
B.9.	ARP Personal en Obra	A*6,96%	0,0696	
B.10.	ARP Personal en Oficina	A*0,52%	0,0052	
B.11.	Vacaciones	A/24	0,0417	
B.12.	Ausencias justificadas	A*1 %	0,0100	
B.13.	Auxilio de Transporte	A*11 %	0,1100	
B.14.	Indemnizaciones	A*1 %	0,0100	
B.15.	Otros	A*1 %	0,0100	
C.	COSTOS INDIRECTOS			0,3650
C.1.	Impuesto de renta	A*11 %	0,1100	
C.2.	Gastos bancarios y costos financieros	A*14 %	0,1400	
C.3.	Perfeccionamiento de contrato	A*2 %	0,0200	
C.4.	Otros	A*9.5 %	0,0950	
D.	SUBTOTAL			2,09
E.	UTILIDAD	D*10%	10,0%	0,21
	FACTOR MULTIPLICADOR FINAL			2,30

ARQ. JUAN CARLOS GOMEZ CASTRO
SECRETARIO DE PLANEACION E

ANALISIS BASICOS DE PRECIOS UNITARIOS

OBJETO: "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"

MUNICIPIO DE CHARTA - DEPARTAMENTO DE SANTANDER	PLAZO	3 MESES

CONCRETOS

ITEM	TIPO	LUGAR	INSUMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	RENDIMIENTO/DISTANCIA	TARIFA	VALOR TOTAL
0,2		CHARTA		CONCRETO 2000 PSI	1,00	M3			
0,2	Herramienta menores	CHARTA	HM	HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)	1,00	UND	1,00	$ 14.838,54	$ 14.838,54
0,2	Equipos y herramientas	CHARTA	EH-08	MEZCLADORA A GASOLINA 1 BTO	1,00	DIA	6,00	$ 110.000,00	$ 18.333,33
0,2	Materiales	CHARTA	M-02	CEMENTO GRIS	1,00	BTO	5,20	$ 33.000,00	$ 171.600,00
0,2	Materiales	CHARTA	M-03	TRITURADO	1,00	M3	0,84	$ 120.000,00	$ 100.800,00
0,2	Materiales	CHARTA	M-04	ARENA	1,00	M3	0,63	$ 110.000,00	$ 69.300,00
0,2	Materiales	CHARTA	M-05	AGUA	1,00	LT	170,00	$ 70,00	$ 11.900,00
0,2					DESPERDICIO	%	5%		$ 17.680,00
0,2	Transporte	CHARTA	TP-02	TRANSPORTE CEMENTO	0,26	TON - KM	39,50	$ 1.400,00	$ 14.378,00
0,2	Transporte	CHARTA	TP-03	TRANSPORTE TRITURADO	0,84	M3 - KM	73,40	$ 1.400,00	$ 86.318,40
0,2	Transporte	CHARTA	TP-04	TRANSPORTE ARENA	0,63	M3 -KM	73,40	$ 1.400,00	$ 64.738,80
0,2	Mano de obra	CHARTA	MO-03	AYUDANTE	6,00	DIA	4,80	$ 92.500,00	$ 115.625,00
0,2	Mano de obra	CHARTA	MO-04	OFICIAL	1,00	DIA	4,80	$ 157.250,00	$ 32.760,42
								SUBTOTAL	$ 718.272,49

ITEM	TIPO	LUGAR	INSUMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	RENDIMIENTO/DISTANCIA	TARIFA	VALOR TOTAL
0,3		CHARTA		CONCRETO 2500 PSI	1,00	M3			
0,3	Herramienta menores	CHARTA	HM	HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)	1,00	UND	1,00	$ 14.838,54	$ 14.838,54
0,3	Equipos y herramientas	CHARTA	EH-08	MEZCLADORA A GASOLINA 1 BTO	1,00	DIA	6,00	$ 110.000,00	$ 18.333,33
0,3	Materiales	CHARTA	M-02	CEMENTO GRIS	1,00	BTO	6,00	$ 33.000,00	$ 198.000,00
0,3	Materiales	CHARTA	M-03	TRITURADO	1,00	M3	0,95	$ 120.000,00	$ 114.000,00
0,3	Materiales	CHARTA	M-04	ARENA	1,00	M3	0,48	$ 110.000,00	$ 52.800,00
0,3	Materiales	CHARTA	M-05	AGUA	1,00	LT	170,00	$ 70,00	$ 11.900,00
0,3					DESPERDICIO	%	5%		$ 18.885,00
0,3	Transporte	CHARTA	TP-02	TRANSPORTE CEMENTO	0,30	TON - KM	39,50	$ 1.400,00	$ 16.590,00
0,3	Transporte	CHARTA	TP-03	TRANSPORTE TRITURADO	0,95	M3 - KM	73,40	$ 1.400,00	$ 97.622,00
0,3	Transporte	CHARTA	TP-04	TRANSPORTE ARENA	0,48	M3 -KM	73,40	$ 1.400,00	$ 49.324,80
0,3	Mano de obra	CHARTA	MO-03	AYUDANTE	6,00	DIA	4,80	$ 92.500,00	$ 115.625,00
0,3	Mano de obra	CHARTA	MO-04	OFICIAL	1,00	DIA	4,80	$ 157.250,00	$ 32.760,42
								SUBTOTAL	$ 740.629,09

ITEM	TIPO	LUGAR	INSUMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	RENDIMIENTO/DISTANCIA	TARIFA	VALOR TOTAL
0,4		CHARTA		CONCRETO 3000 PSI	1,00	M3			
0,4	Herramienta menores	CHARTA	HM	HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)	1,00	UND	1,00	$ 16.958,33	$ 16.958,33
0,4	Equipos y herramientas	CHARTA	EH-08	MEZCLADORA A GASOLINA 1 BTO	1,00	DIA	6,00	$ 110.000,00	$ 18.333,33
0,4	Materiales	CHARTA	M-02	CEMENTO GRIS	1,00	BTO	7,00	$ 33.000,00	$ 231.000,00
0,4	Materiales	CHARTA	M-03	TRITURADO	1,00	M3	0,84	$ 120.000,00	$ 100.800,00
0,4	Materiales	CHARTA	M-04	ARENA	1,00	M3	0,56	$ 110.000,00	$ 61.600,00
0,4	Materiales	CHARTA	M-05	AGUA	1,00	LT	180,00	$ 70,00	$ 12.600,00
0,4					DESPERDICIO	%	5%		$ 20.300,00
0,4	Transporte	CHARTA	TP-02	TRANSPORTE CEMENTO	0,35	TON - KM	39,50	$ 1.400,00	$ 19.355,00
0,4	Transporte	CHARTA	TP-03	TRANSPORTE TRITURADO	0,84	M3 - KM	73,40	$ 1.400,00	$ 86.318,40
0,4	Transporte	CHARTA	TP-04	TRANSPORTE ARENA	0,56	M3 -KM	73,40	$ 1.400,00	$ 57.545,60
0,4	Mano de obra	CHARTA	MO-03	AYUDANTE	6,00	DIA	4,20	$ 92.500,00	$ 132.142,86
0,4	Mano de obra	CHARTA	MO-04	OFICIAL	1,00	DIA	4,20	$ 157.250,00	$ 37.440,48
								SUBTOTAL	$ 794.394,00

ITEM	TIPO	LUGAR	INSUMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	RENDIMIENTO/DISTANCIA	TARIFA	VALOR TOTAL
0,5		CHARTA		CONCRETO 3500 PSI	1,00	M3			
0,5	Herramienta menores	CHARTA	HM	HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)	1,00	UND	1,00	$ 17.606,25	$ 17.806,25
0,5	Equipos y herramientas	CHARTA	EH-08	MEZCLADORA A GASOLINA 1 BTO	1,00	DIA	6,00	$ 110.000,00	$ 18.333,33
0,5	Materiales	CHARTA	M-02	CEMENTO GRIS	1,00	BTO	8,40	$ 33.000,00	$ 277.200,00
0,5	Materiales	CHARTA	M-03	TRITURADO	1,00	M3	0,67	$ 120.000,00	$ 80.400,00
0,5	Materiales	CHARTA	M-04	ARENA	1,00	M3	0,67	$ 110.000,00	$ 73.700,00
0,5	Materiales	CHARTA	M-05	AGUA	1,00	LT	250,00	$ 70,00	$ 17.500,00
0,5					DESPERDICIO	%	5%		$ 22.440,00
0,5	Transporte	CHARTA	TP-02	TRANSPORTE CEMENTO	0,42	TON - KM	39,50	$ 1.400,00	$ 23.226,00
0,5	Transporte	CHARTA	TP-03	TRANSPORTE TRITURADO	0,67	M3 - KM	73,40	$ 1.400,00	$ 68.849,20
0,5	Transporte	CHARTA	TP-04	TRANSPORTE ARENA	0,67	M3 -KM	73,40	$ 1.400,00	$ 68.849,20
0,5	Mano de obra	CHARTA	MO-03	AYUDANTE	6,00	DIA	4,00	$ 92.500,00	$ 138.750,00
0,5	Mano de obra	CHARTA	MO-04	OFICIAL	1,00	DIA	4,00	$ 157.250,00	$ 39.312,50
								SUBTOTAL	$ 848.368,48

ITEM	TIPO	LUGAR	INSUMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	RENDIMIENTO/DISTANCIA	TARIFA	VALOR TOTAL
0,6		CHARTA		CONCRETO 4000 PSI	1,00	M3			
0,6	Herramienta menores	CHARTA	HM	HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)	1,00	UND	1,00	$ 23.741,67	$ 23.741,67
0,6	Equipos y herramientas	CHARTA	EH-08	MEZCLADORA A GASOLINA 1 BTO	1,00	DIA	6,00	$ 110.000,00	$ 18.333,33
0,6	Materiales	CHARTA	M-02	CEMENTO GRIS	1,00	BTO	9,10	$ 33.000,00	$ 300.300,00
0,6	Materiales	CHARTA	M-03	TRITURADO	1,00	M3	0,77	$ 120.000,00	$ 92.400,00
0,6	Materiales	CHARTA	M-04	ARENA	1,00	M3	0,47	$ 110.000,00	$ 51.700,00
0,6	Materiales	CHARTA	M-05	AGUA	1,00	LT	250,00	$ 70,00	$ 17.500,00
0,6					DESPERDICIO	%	5%		$ 23.095,00
0,6	Transporte	CHARTA	TP-02	TRANSPORTE CEMENTO	0,46	TON - KM	39,50	$ 1.400,00	$ 25.161,50
0,6	Transporte	CHARTA	TP-03	TRANSPORTE TRITURADO	0,77	M3 - KM	73,40	$ 1.400,00	$ 79.125,20
0,6	Transporte	CHARTA	TP-04	TRANSPORTE ARENA	0,47	M3 -KM	73,40	$ 1.400,00	$ 48.297,20
0,6	Mano de obra	CHARTA	MO-03	AYUDANTE	6,00	DIA	3,00	$ 92.500,00	$ 185.000,00
0,6	Mano de obra	CHARTA	MO-04	OFICIAL	1,00	DIA	3,00	$ 157.250,00	$ 52.416,67
								SUBTOTAL	$ 917.070,57

MORTEROS

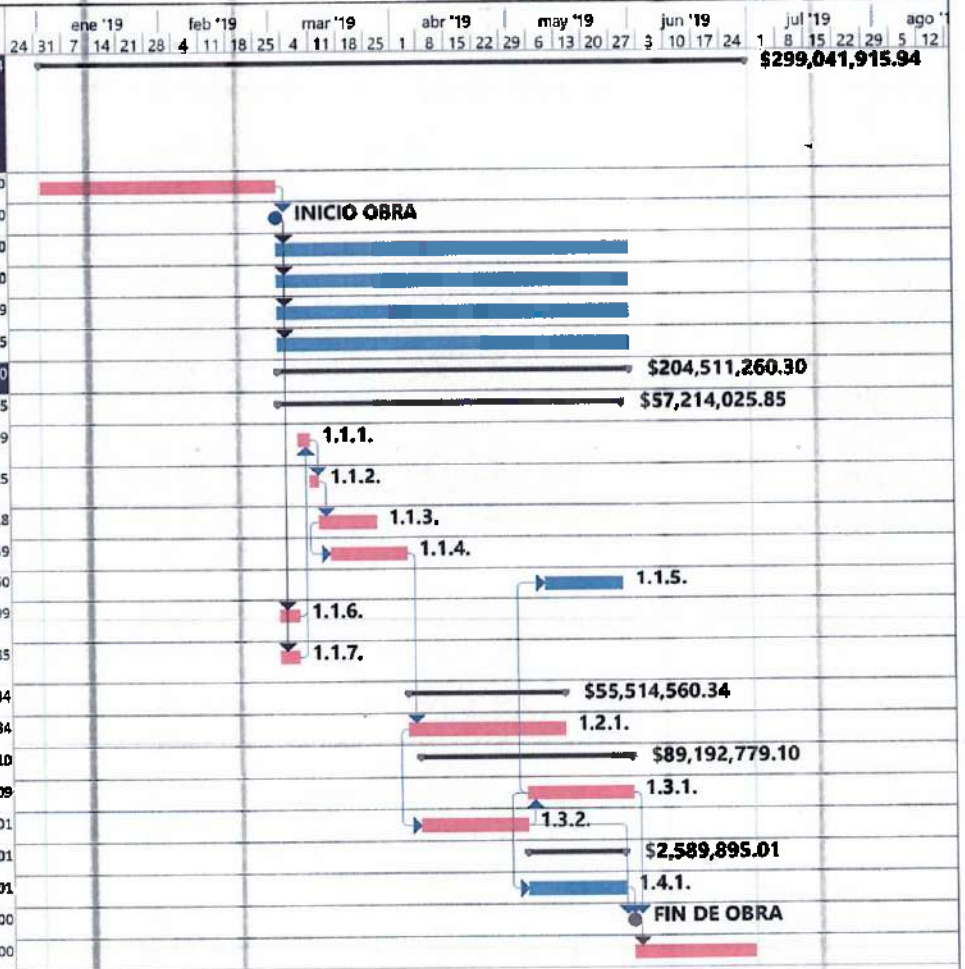
ITEM	TIPO	LUGAR	INSUMO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	RENDIMIENTO/DISTANCIA	TARIFA	VALOR TOTAL
0,7		CHARTA		MORTERO 1:3	1,00	M3			
0,7	Herramienta menores	CHARTA	HM	HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)	1,00	UND	1,00	$ 12.395,00	$ 12.395,00
0,7	Materiales	CHARTA	M-02	CEMENTO GRIS	1,00	BTO	9,08	$ 33.000,00	$ 299.640,00
0,7	Materiales	CHARTA	M-07	ARENA DE PEÑA	1,00	M3	1,10	$ 120.000,00	$ 132.000,00
0,7	Materiales	CHARTA	M-05	AGUA	1,00	LT	185,00	$ 70,00	$ 12.950,00
0,7					DESPERDICIO	%	5%		$ 22.229,50
0,7	Transporte	CHARTA	TP-02	TRANSPORTE CEMENTO	0,45	TON - KM	39,50	$ 1.400,00	$ 25.106,20
0,7	Transporte	CHARTA	TP-04	TRANSPORTE ARENA	1,10	M3 -KM	73,40	$ 1.400,00	$ 113.036,00
0,7	Mano de obra	CHARTA	MO-03	AYUDANTE	5,00	DIA	5,00	$ 92.500,00	$ 92.500,00
0,7	Mano de obra	CHARTA	MO-04	OFICIAL	1,00	DIA	5,00	$ 157.250,00	$ 31.450,00
								SUBTOTAL	$ 741.306,70

REPÚBLICA DE COLOMBIA	BASE DE DATOS COTIZADA EN FEBRERO DE 2023	
OBJETO: "CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"		
MUNICIPIO DE CHARTA - DEPARTAMENTO DE SANTANDER	PLAZO	3 MESES

CODIGO	MUNICIPIO	LUGAR	ITEM	UNIDAD	RENDIMIENTO/DISTANCIAS	VALOR UNITARIO	VALOR SIN PRESTACIONES	FACTOR PRESTACIONAL
MO			MANO DE OBRA					
MO-01	CHARTA	-	CADENERO	DIA	1,00	$ 101.750,00	$ 55.000,00	1,85
MO-02	CHARTA	-	TOPOGRAFO	DIA	1,00	$ 138.750,00	$ 75.000,00	1,85
MO-03	CHARTA	-	AYUDANTE	DIA	1,00	$ 92.500,00	$ 50.000,00	1,85
MO-04	CHARTA	-	OFICIAL	DIA	1,00	$ 157.250,00	$ 85.000,00	1,85
TP			TRANSPORTE					
TP-01	CHARTA	-	RETIRO A BOTADERO AUTORIZADO	M3 - KM	10,00	$ 1.400,00		
TP-02	CHARTA	-	TRANSPORTE CEMENTO	TON - KM	39,50	$ 1.400,00		
TP-03	CHARTA	-	TRANSPORTE TRITURADO	M3 - KM	73,40	$ 1.400,00		
TP-04	CHARTA	-	TRANSPORTE ARENA	M3 - KM	73,40	$ 1.400,00		
TP-05	CHARTA	-	TRANSPORTE ACERO DE REFUERZO	KG - KM	39,50	$ 14,00		
TP-06	CHARTA	-	TRANSPORTE MATERIAL DE PRESTAMO	M3- KM	12,00	$ 1.400,00		
TP-07	CHARTA	-	TRANSPORTE PIEDRA	TON-KM	73,40	$ 1.400,00		
TP-08	CHARTA	-	TRANSPORTE BASE GRANULAR	M3- KM	73,40	$ 1.400,00		
EH			EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
HM	GENERAL	-	HERRAMIENTA MENOR (10% M.O.)	UND	1,00	-		
EH-01	CHARTA	-	VIBROCOMPACTADOR (RANA)	HORA	1,00	$ 60.000,00		
EH-02	CHARTA	-	COMPRESOR CON MARTILLO	DIA	1,00	$ 95.000,00		
EH-03	CHARTA	-	RETROEXCAVADORA	HORA	1,00	$ 140.000,00		
EH-07	CHARTA	-	VIBRADOR DE CONCRETO	DIA	1,00	$ 95.000,00		
EH-08	CHARTA	-	MEZCLADORA A GASOLINA 1 BTO	DIA	1,00	$ 110.000,00		
EH-10	CHARTA	-	EQUIPO DE TOPOGRAFIA	DIA	1,00	$ 170.000,00		
EH-15	CHARTA	-	CINTA Y JALONES	UND	1,00	$ 3.800,00		
CO			CONCRETOS					
CO-01	CHARTA	-	CONCRETO 2000 PSI	M3	1,00	$ 718.272,49		
CO-02	CHARTA	-	CONCRETO 2500 PSI	M3	1,00	$ 740.629,09		
CO-03	CHARTA	-	CONCRETO 3000 PSI	M3	1,00	$ 794.394,00		
CO-04	CHARTA	-	CONCRETO 3500 PSI	M3	1,00	$ 846.366,48		
CO-05	CHARTA	-	CONCRETO 4000 PSI	M3	1,00	$ 917.070,57		
MR			MORTEROS					
MR-01	CHARTA	-	MORTERO 1:3	M3	1,00	$ 741.306,70		
M			MATERIALES					
M-01	CHARTA	-	FORMALETA	M2	1,00	$ 8.000,00		
M-02	CHARTA	-	CEMENTO GRIS	BTO	1,00	$ 33.000,00		
M-03	CHARTA	-	TRITURADO	M3	1,00	$ 120.000,00		
M-04	CHARTA	-	ARENA	M3	1,00	$ 110.000,00		
M-05	CHARTA	-	AGUA	LT	1,00	$ 70,00		
M-06	CHARTA	-	PIEDRA BOLO DE RIO	M3	1,00	$ 80.000,00		
M-07	CHARTA	-	ARENA DE PEÑA	M3	1,00	$ 120.000,00		
M-08	CHARTA	-	MATERIAL DE PRESTAMO	M3	1,00	$ 40.000,00		
M-10	CHARTA	-	ESTACAS, PUNTILLAS, LIENZA	UND	1,00	$ 2.500,00		
M-11	CHARTA	-	ACERO DE REFUERZO	KG	1,00	$ 6.800,00		
M-12	CHARTA	-	ALAMBRE NEGRO	KG	1,00	$ 10.000,00		
M-32	CHARTA	-	TUBERIA PVC DE 3"	ML	1,00	$ 18.500,00		
M-37	CHARTA	-	MADERA ROLLIZA D=0.15 M	UND	1,00	$ 25.000,00		
M-38	CHARTA	-	TELA CERRAMIENTO OBRA (VERDE)	ML	1,00	$ 5.300,00		
M-39	CHARTA	-	PUNTILLAS	LIBRA	1,00	$ 7.800,00		
M-61	CHARTA	-	SOLDADURA 1/8" GLN	UND	1,00	$ 85.000,00		
M-72	CHARTA	-	LIMPIADOR 1/8" GLN	UND	1,00	$ 25.300,00		

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Id	Item	Nombre de tarea	UND	CANT	Duración	Costo directo
1		"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"			180 días	$299,041,915.94
2		ETAPA PRECONTRACTUAL			60 días	$0.00
3		INICIO OBRA			0 días	$0.00
4		PMA			90 días	$8,365,000.00
5		PMT			90 días	$9,988,000.00
6		AJUSTE A ESTUDIOS Y DISEÑOS			90 días	$17,124,447.09
7		INTERVENTORIA			90 días	$59,053,208.55
8	1	MURO DE CONTENCION			90 días	$204,511,260.30
9	1.1.	PRELIMINARES Y MOVIMIENTOS DE TIERRA			88 días	$57,214,025.85
10	1.1.1.	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO DE OBRA (INCLUYE EQUIPOS DE TOPOGRAFÍA)	M2	98.90	9 días	$497,305.99
11	1.1.2.	CERRAMIENTO EN VARA ROLLIZA Y LONA H=2.00 M. DISTANCIA ENTRE POSTES 2 M	ML	50	2 días	$2,182,916.25
12	1.1.3.	DESCAPOTE MANUAL (INCL. RETIRO)	M2	98.90	15 días	$1,117,001.18
13	1.1.4.	EXCAVACIÓN MECANICA (INCL. RETIRO)	M3	391.55	20 días	$9,887,819.59
14	1.1.5.	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	M3	116.70	20 días	$16,709,813.50
15	1.1.6.	DEMOLICIÓN DE MURO EN GAVION (INCL. RETIRO)	M3	19.58	5 días	$1,076,634.99
16	1.1.7.	ACARREO LIBRE. CARGUE, RETIRO Y DISPOSICION FINAL	M3	490.45	5 días	$25,742,534.35
17	1.2.	REFUERZO GENERAL			40 días	$55,514,560.34
18	1.2.1.	ACERO DE REFUERZO PDR 60	KG	4425.44	40 días	$55,514,560.34
19	1.3.	ESTRUCTURAS EN CONCRETO			54 días	$89,192,779.10
20	1.3.1.	CONCRETO DE 3500 PSI PARA VASTAGO	M3	30.29	27 días	$41,191,289.09
21	1.3.2.	CONCRETO DE 4000 PSI PARA ZARPA	M3	33.12	27 días	$48,001,490.01
22	1.4.	OBRAS COMPLEMENTARIAS			25 días	$2,589,895.01
23	1.4.1.	TUBO DE 3" PARA DRENAJE	ML	51.40	25 días	$2,589,895.01
24		FIN DE OBRA			0 días	$0.00
25		ETAPA DE LIQUIDACION			30 días	$0.00



Proyecto: .
Fecha: 2/03/2023

División crítica		solo fin	
Tarea		Tarea de resumen de sucesor controlado de ruta de a	
Hito		Tarea normal de sucesor controlado de ruta de acces	
Resumen		Tarea hito de predecesor controlador de ruta de acc	
Resumen del proyecto		Tarea de resumen de predecesor controlador de ruta	
Tarea inactiva		Tarea normal de predecesor controlador de ruta de a	
Informe de resumen manual		Tareas críticas	

"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"							
DESCRIPCION	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	TOTAL
PMA	$ -	$ -	$ 2.765.097,22	$ 2.788.333,33	$ 2.811.569,44	$ -	$ 8.364.999,99
PMT	$ -	$ -	$ 3.301.588,89	$ 3.329.333,33	$ 3.357.077,78	$ -	$ 9.988.000,00
AJUSTE A ESTUDIOS Y DISEÑOS	$ -	$ -	$ 5.660.581,12	$ 5.708.149,03	$ 5.755.716,94	$ -	$ 17.124.447,09
INTERVENTORIA	$ -	$ -	$ 19.520.366,16	$ 19.684.402,85	$ 19.848.439,54	$ -	$ 59.053.208,55
PRELIMINARES Y MOVIMIENTOS DE TIERRA	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO DE OBRA (INCLUYE EQUIPOS DE TOPOGRAFÍA)	$ -	$ -	$ 497.305,99	$ -	$ -	$ -	$ 497.305,99
CERRAMIENTO EN VARA ROLLIZA Y LONA H=2.00 M. DISTANCIA ENTRE POSTES 2 M	$ -	$ -	$ 2.182.916,25	$ -	$ -	$ -	$ 2.182.916,25
DESCAPOTE MANUAL (INCL. RETIRO)	$ -	$ -	$ 1.117.001,18	$ -	$ -	$ -	$ 1.117.001,18
EXCAVACIÓN MECANICA (INCL. RETIRO)	$ -	$ -	$ 8.281.048,91	$ 1.606.770,68	$ -	$ -	$ 9.887.819,59
RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 16.709.813,51	$ -	$ 16.709.813,51
DEMOLICIÓN DE MURO EN GAVION (INCL. RETIRO)	$ -	$ -	$ 1.076.634,99	$ -	$ -	$ -	$ 1.076.634,99
ACARREO LIBRE. CARGUE, RETIRO Y	$ -	$ -	$ 25.742.534,35	$ -	$ -	$ -	$ 25.742.534,35
REFUERZO GENERAL	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
ACERO DE REFUERZO PDR 60	$ -	$ -	$ -	$ 37.125.362,23	$ 18.389.198,11	$ -	$ 55.514.560,34
ESTRUCTURAS EN CONCRETO	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
CONCRETO DE 3500 PSI PARA VASTAGO	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 41.191.289,09	$ -	$ 41.191.289,09
CONCRETO DE 4000 PSI PARA ZARPA	$ -	$ -	$ -	$ 42.223.532,88	$ 5.777.957,13	$ -	$ 48.001.490,01
OBRAS COMPLEMENTARIAS	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
TUBO DE 3" PARA DRENAJE	$ -	$ -	$ -	$ -	$ 2.589.895,01	$ -	$ 2.589.895,01
Total general	$ -	$ -	$ 70.145.075,06	$ 112.465.884,33	$ 116.430.956,55	$ -	$ 299.041.915,94
% Mensual	0,00%	0,00%	23,46%	37,61%	38,93%	0,00%	
% Acumulado Mensual	0,00%	0,00%	23,46%	61,07%	100,00%	100,00%	

ARQ. JUAN CARLOS GOMEZ CASTRO
SECRETARIO DE PLANEACIÓN E INFRAESTRUCTURA

PROYECTO:
"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"





MUNICIPIO DE CHARTA
DEPARTAMENTO DE SANTANDER

DR. ALVARO ROJAS TOLOZA
Alcalde Municipal 2020 – 2023

ARQ. JUAN CARLOS GOMEZ CASTRO
Secretario de Planeación

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

2023

"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ELABORADO POR:

OSCAR MAURICIO ROJAS CAMARGO
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN INGENIERIA AMBIENTAL
T.P.N° 68202 – 089972 STD

PRESENTADO POR:

ALCALDÍA DEL MUNICIPIO DE CHARTA

CHARTA – SANTANDER

MARZO 2023

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

A continuación, se presentan las especificaciones técnicas del proyecto que tiene como objeto **"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER".**

1.1. PRELIMINARES Y MOVIMIENTOS DE TIERRA

1. ITEM No 1.1.1.	**2. LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO DE OBRA (INCLUYE EQUIPOS DE TOPOGRAFÍA)**
3. UNIDAD DE MEDIDA:	**M²: Metro Cuadrado**
4. DESCRIPCION Comprende la localización, trazado y replanteo, tanto a nivel horizontal como vertical de las áreas a construir del proyecto; las cuales las debe desarrollar el contratista con personal calificado y con matrícula para ejercer dicha profesión, usando equipos de precisión adecuada, confiables y con buen mantenimiento, de forma que pueda ubicar cada sitio de la obra, construcciones, etc. Incluye demarcación con pintura, líneas de trazado, estacas, niveles de piso, libretas, planos y referencias.	
5. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION • Determinar como referencia planimétrica el sistema de coordenadas empleado en el levantamiento topográfico. • Determinar como referencia altimétrica el BM empleado en el levantamiento topográfico. • Verificar linderos, cabida del lote y aislamientos. • Identificar ejes extremos del proyecto. • Localizar ejes estructurales. • Demarcar, identificar y referenciar convenientemente cada eje. • Establecer y conservar los sistemas de referencia planimetría y altimétrica. • Establecer el nivel N = 0.00 arquitectónico del proyecto. • Determinar ángulos principales. Precisión 20". • Emplear nivel de precisión para obras de excavación. • Emplear nivel de manguera para trabajos de albañilería.	
6. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION • Las determinadas en el numeral 5.	
7. ENSAYOS A REALIZAR No aplica	
8. MATERIALES	

- cinta y jalones

9. EQUIPO

- Herramienta menor
- Teodolito o estación

10. DESPERDICIOS			**11. MANO DE OBRA**		
Incluidos	**Sí** ☒	**No**	Incluida	**Sí** ☒	**No**

- **REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES**

Levantamiento topográfico, planos Arquitectónicos, planos Estructurales.

13. MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y pagará por metros cuadrados (m²) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre Planos Arquitectónicos. Esta medida se tomará sobre los ejes de construcción determinados. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato e incluye:

- Materiales descritos en el numeral 8
- Equipos y herramientas descritos en el numeral 9.
- Mano de obra.

Transportes dentro y fuera de la obra.

14. NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

1. ITEM No	**1.1.2.**	**2. CERRAMIENTO EN VARA ROLLIZA Y LONA H=2.00 M. DISTANCIA ENTRE POSTES 2 M**

3. UNIDAD DE MEDIDA: **ML: Metro Lineal**

4. DESCRIPCION

Ejecución de cerramientos provisionales y perimetrales en vara rolliza y lona de h=2,0 m para facilitar el control del predio y las labores de obra. El cerramiento deberá ser fácilmente desmontable para facilitar el ingreso de materiales.

5. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

- Estudiar y aplicar normas municipales sobre manejo del espacio público.
- Prever zonas de excavación y taludes.
- Instalar la lona de cerramiento y la vara rolliza perimetralmente a la zona de trabajo
- Localizar peatonales.
- Instalar puertas peatonales.

6. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION

- Las determinadas en el numeral 5.

7. ENSAYOS A REALIZAR

Ensayos contemplados por la (NSR 10) y especificados en la (NTC).

9. MATERIALES

- madera rolliza d=0.15 m
- alambre negro
- tela cerramiento obra (verde)
- puntillas

10. EQUIPO

Herramienta menor

11. DESPERDICIOS			**12. MANO DE OBRA**		
Incluidos	**Sí** ☒	**No**	Incluida	**Sí** ☒	**No**

13.REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES

- Norma NSR-10
- ASTM - A112.
- NTC-14

14. MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y pagará por metros lineales (ml) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre Planos Arquitectónicos. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato e incluye:

- Materiales descritos en el numeral 8.
- Mano de obra.
- Transportes dentro y fuera de
- Demolición y remoción del cerramiento al final de la obra

14. NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

1. ITEM No 1.1.3.	**2. DESCAPOTE MANUAL (INCL. RETIRO)**
3. UNIDAD DE MEDIDA	**M2- Metro Cuadrado**

4. DESCRIPCION

Este ítem se refiere a la remoción de la capa vegetal superficial, además de la extracción de todas las raíces y demás objetos que en concepto del interventor sean inconvenientes para la ejecución de las obras, el descapote se ejecutará de acuerdo a lo definido en la localización como área a construir; La disposición del material retirado deberá realizarse en sitios previamente autorizados.

5. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

- Determinar áreas a descapotar.
- Retirar capa vegetal, escombros y material orgánico superficial.
- Seleccionar materiales removidos si es del caso.
- Apilar materiales seleccionados si es del caso.
- Retirar material sobrante a botaderos debidamente autorizados. Las multas y sanciones ocasionadas por mal manejo de sobrantes correrán por cuenta del Constructor.

5. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION

Cumplir las inspecciones visuales del terreno

7.ENSAYOS A REALIZAR

No aplica

8.MATERIALES

No aplica

9.EQUIPO

- Herramientas menores

10. DESPERDICIOS			11. MANO DE OBRA		
Incluidos	Sí ☒	No	Incluida	Sí ☒	No

12.REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES

- Recomendaciones del estudio de suelos

13.MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y pagará por metro cuadrado (m2) debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre Planos Arquitectónicos, la cantidad presupuestada se encuentra en las memorias de cálculo de cantidades. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato e incluye:

- Equipos y herramientas descritos en el numeral 8 y 9.
- Mano de obra.

Transportes dentro y fuera de la obra.

14. NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

1.ITEM No 1.1.4.	2. EXCAVACIÓN MECANICA (INCL. RETIRO)
3.UNIDAD DE MEDIDA	m^3 - Metro Cúbico

4.DESCRIPCION

Comprende el conjunto de actividades de excavación mecánica de las zonas requeridas por los diseños, es decir en las del terreno donde se consolidarán las terrazas de acuerdo con las líneas, pendientes y profundidades indicadas en los planos o requeridas durante el proceso constructivo. Las excavaciones deberán ejecutarse por métodos mecánicos de acuerdo con las normas establecidas o las indicaciones de la Interventoría.

5.PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

- Consultar las especificaciones aplicables a esta actividad.
- Adelantar visitas al sitio de los trabajos para realizar las verificaciones en campo que aseguren la factibilidad de realizar los trabajos de excavación.

- Instalar señales, protecciones para equipos en operación, construcción de pasos temporales para peatones, vallas de identificación.
- Definir los límites de excavación según los planos arquitectónicos y estructurales.
- Realizar el replanteo topográfico, demarcando y referenciando el área de excavación en planta y en elevación.
- Evitar durante la excavación generar daños a trabajadores e instalaciones existentes.
- Excavar mediante medio mecánico hasta los límites que la excavación lo permita de ahí en adelante se deberá contemplar una excavación manual para evitar posibles daños.
- Proteger la excavación de posibles deslizamientos.
- Cuantificar la cantidad de metros cúbicos de excavación a realizar.
- Retirar el material acumulado de la excavación mediante medios mecánicos (volqueta y cargador).
- Verificar niveles finales.

6.TOLERANCIAS PARA ACEPTACION

No aplica

7.ENSAYOS A REALIZAR

No aplica

8.MATERIALES

No aplica

9.EQUIPO

- Equipo mecánico para excavación (retroexcavadora)
- Entibados
- Equipo de topografía cuando se requiera

10.DESPERDICIOS			**11. MANO DE OBRA**		
Incluidos	**Sí☒**	**No**	Incluida	**Sí ☒**	**No**

12.REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES

N/A

13.MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y se pagará por metro cúbico (m3), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado mecánicamente en su posición original, de acuerdo con los alineamientos, pendientes, cotas y dimensiones indicadas en los planos o autorizadas por la Interventoría. Los precios para excavaciones deberán incluir, además de la excavación misma, el trasiego, retiro, el control de aguas lluvias, de infiltraciones y servidas, el costo de los equipos, herramientas, materiales, mano de obra y los demás costos directos e indirectos necesarios para ejecutar las excavaciones de acuerdo con estas especificaciones.

El valor será el precio unitario estipulado en el contrato y su costo incluye:

- Equipos
- Mano de Obra

Otros costos directos e indirectos que el contratista estime necesarios para la realización de esta actividad.

14.NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

1. ITEM No	**1.1.5.**	**2. RELLENO EN MATERIAL SELECCIONADO**
3. UNIDAD DE MEDIDA:		**M³: Metro Cubico**

4. DESCRIPCION

Este ítem se refiere a la selección, transporte interno, disposición, conformación y compactación manual por capas, de los materiales autorizados por la interventoría para la realización del relleno de zanjas y de excavaciones para estructuras o también para la ejecución de terraplenes, cuyas fundaciones e instalaciones subterráneas hayan sido previamente revisadas y aprobadas por la interventoría.

5. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

- Verificar niveles para terraplenes y rellenos.
- Verificar alineamientos, cotas, pendientes y secciones transversales incluidas en los planos generales.
- Aprobar y seleccionar el material proveniente de las excavaciones.
- Aprobar métodos para colocación y compactación del material.
- Aplicar y extender el material en capas horizontales de 10cms.
- Regar el material con agua para alcanzar el grado de humedad previsto.
- Compactar por medio de equipos mecánicos.
- Verificar condiciones finales de compactación y niveles definitivos.

6. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION

Cumplir la geometría y las cotas indicadas en los planos. Criterio, previamente concertado con el interventor.

7. ENSAYOS A REALIZAR

- Ensayo de densidades

8.MATERIALES

- Material de relleno seleccionado, previamente aprobado por la interventoria.
- Agua

9.EQUIPO

- Herramientas menores.
- Compactador tipo rana.

10. DESPERDICIOS			11. MANO DE OBRA		
Incluidos	Sí ☒	No	Incluida	Sí ☒	No

12.REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES

Recomendaciones del Estudio de Suelos

13.MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y se pagará por metros cúbicos (m^3) de rellenos compactados; el cálculo se hará con base en los levantamientos topográficos realizados antes y después de la ejecución de la actividad.

El pago se hará de acuerdo con los precios unitarios establecidos en el contrato e incluye:

- Equipos descritos en el numeral 9.
- Mano de obra.

Transportes dentro y fuera de la obra. El valor será el precio unitario estipulado en el contrato y su costo incluye:

- Equipos
- Mano de Obra

14. NO CONFORMIDAD

Este ítem se refiere a la selección, transporte interno, disposición, conformación y compactación manual por capas, de los materiales autorizados por la interventoría para la realización del relleno de zanjas y de excavaciones para estructuras o también para la ejecución de terraplenes, cuyas fundaciones e instalaciones subterráneas hayan sido previamente revisadas y aprobadas por la interventoría.

1.ITEM No 1.1.6.	2. DEMOLICIÓN DE MURO EN GAVION (INCL. RETIRO)
3. UNIDAD DE MEDIDA:	M3: Metro Cúbico

4. DESCRIPCION

Esta actividad comprende la demolición total del muro de gavión existente dentro del área de intervención del proyecto y/o sobre los bordes de la vía, de acuerdo a los planos aprobados, en forma manual y a máquina. Este ítem incluye la remoción, cargue, transporte, descargue y disposición final de los materiales provenientes de la demolición en las áreas aprobadas por la Interventoría.

5. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

- Previo al inicio de las actividades el constructor deberá elaborar un estudio de demolición el cual deberá ser aprobado por el interventor.
- Instalar señales, protecciones para equipos en operación, construcción de pasos temporales para peatones, vallas de identificación.
- Los trabajos se deberán realizar de tal forma que produzcan la menor molestia posible a los habitantes de las zonas próximas a la obra y a los usuarios de la vía, cuando ésta permanezca abierta al tránsito durante la construcción.
- En áreas donde se remuevan andenes deberán ser mantenidas libres de escombros, con el objetivo de que la circulación de los peatones permanezca expedita y segura.
- Al finalizar cada jornada de trabajo no deberán quedar elementos de la obra en estado inestable o peligroso.
- En caso de que resultara dañada o removida una superficie mayor que la proyectada, será a cargo del Contratista la reposición de ella a entera satisfacción de la Interventoría.

6. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION

- Tolerancias para colocación del refuerzo.
- Diámetros mínimos de doblamiento.

7. ENSAYOS A REALIZAR

No aplica

8.MATERIALES

No aplica

9.EQUIPO

- Herramienta Menor
- Retroexcavadora

10. DESPERDICIOS			**11. MANO DE OBRA**		
Incluidos	**Sí ☒**	**No**	Incluida	**Sí ☒**	**No**

12.REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES

No aplica

13.MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La medida para la demolición y remoción, ejecutada de acuerdo con los planos, la presente especificación, y las instrucciones del Interventor, se hará por metro cúbico (m3), aproximado al entero. el pago se hará a los precios unitarios respectivos, estipulados en el contrato según la unidad de medida, por todo trabajo ejecutado satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptado por el Interventor e incluye:

- Equipos descritos en el numeral 9.
- Mano de obra.

Transportes dentro y fuera de la obra.

14. NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

1.2. REFUERZO GENERAL

1. ITEM No 1.2.1.	**2. ACERO DE REFUERZO PDR 60**
3. UNIDAD DE MEDIDA:	**KG: Kilógramo**

4. DESCRIPCION

Consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, corte, doblamiento y colocación de barras de acero en estructuras de concreto, en concordancia con los planos del proyecto (tanto losas, sumideros y alzado de pozos); de esta especificación y de las instrucciones y recomendaciones dadas por el Interventor. Deberán cumplir las que sean pertinentes de las siguientes normas, según se establezcan en los planos del proyecto: NTC 161, 248 y 2289; AASHTO M-31 y ASTM A-706

5. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

- Almacenar el acero de refuerzo protegido de la intemperie y evitando esfuerzos y deformaciones.
- Consultar refuerzos de acero en Planos Estructurales.
- Verificar medidas, cantidades y despieces.
- Notificar a la Interventoría las inconsistencias y solicitar correcciones.
- Cumplir con las especificaciones de los Planos Estructurales en cuanto a figura, longitud, traslapos, calibres y resistencias especificadas.
- Colocar y amarrar el acero de refuerzo por medio de alambre negro.
- Proteger el acero de refuerzo contra sustancias que puedan afectar la adherencia del concreto tales como aceites, grasas, polvo, barro, etc.

- Verificar la correspondencia del acero de refuerzo colocado con los despieces de elementos estructurales, por lo que debe estar colocado en su sitio con 24 horas de anticipación al vaciado de concreto.

6. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION

- Tolerancias para colocación del refuerzo.
- Diámetros mínimos de doblamiento.

7. ENSAYOS A REALIZAR

- Ensayo de doblamiento para producto metálico. (NTC 1 – ASTM A370)
- Ensayo de tracción para productos de acero. (NTC 2 – ASTM A370)

8.MATERIALES

- Acero de refuerzo
- Alambre negro

9.EQUIPO

- Herramienta Menor para corte, figuración y amarre del refuerzo

10. DESPERDICIOS			**11. MANO DE OBRA**		
Incluidos	**Sí ☒**	**No**	Incluida	**Sí ☒**	**No**

12.REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES

- Norma NSR 10

13.MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y se pagará por kilogramos (kg) de acero de refuerzo debidamente colocado, figurado e instalado. La medida se efectuará sobre los Planos Estructurales y los pesos se determinarán de acuerdo con la norma NSR 10. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato e incluye:

- Materiales descritos en el numeral 8.
- Equipos descritos en el numeral 9.
- Mano de obra.

Transportes dentro y fuera de la obra.

14. NO CONFORMIDAD
En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

1.3. ESTRUCTURAS EN CONCRETO

1. ITEM No 1.3.1.	**2. CONCRETO DE 3500 PSI PARA VASTAGO**
3. UNIDAD DE MEDIDA:	**M3: Metro Cúbico**

4. DESCRIPCION
Ejecución del vástago para la conformación del muro en concreto reforzado en aquellos sitios determinados dentro del Proyecto Arquitectónico y en los Planos Estructurales. El concreto premezclado será de f'c=3.500 PSI.

5. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

- Consultar Estudio de Suelos.
- Consultar Cimentación en Planos Estructurales.
- Verificar excavaciones.
- Verificar cotas de cimentación.
- Verificar excavación y concreto de limpieza y/o ciclópeos.
- Verificar localización y dimensiones.
- Verificar nivel superior del concreto de limpieza.
- Colocar y revisar refuerzo de acero.
- Colocar soportes y espaciadores para el refuerzo.
- Colocar refuerzo para vástago
- Verificar refuerzos y recubrimientos.
- Verificar plomos, alineamientos y dimensiones.
- Vaciar concreto progresivamente.
- Vibrar el concreto por medios manuales y mecánicos.
- Curar concreto.
- Verificar niveles finales para aceptación.

6. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION

- Tolerancia elementos en concreto
- Recubrimientos del refuerzo
- Contenido mínimo de cemento en la mezcla.
- Tiempos mínimos de curado.

7. ENSAYOS A REALIZAR

Ensayos contemplados por la (NSR 10) y especificados en la (NTC), o cualquier revisión de aspectos particulares que deban ser tenidos en cuenta para garantizar la calidad final del concreto

8.MATERIALES

- Concreto de 3.500 PSI.
- formaleta

9.EQUIPO

- Herramienta Menor
- Vibrador de concreto

10. DESPERDICIOS			**11. MANO DE OBRA**		
Incluidos	**Sí ☒**	**No**	Incluida	**Sí ☒**	**No**

12.REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES

- Norma NSR 10
- Normas NTC y ASTM

13.MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y se pagará por metro cúbico (m^3) de concreto debidamente ejecutado y aprobado por la Interventoría, previa verificación de los resultados de los ensayos el cumplimiento de las tolerancias para aceptación y de los requisitos mínimos de acabados.

La medida será el resultado de cálculos realizados sobre los planos estructurales. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:

- Materiales descritos en el numeral 8.
- Equipos descritos en el numeral 9.
- Mano de Obra.

Transporte dentro y fuera de la obra.

14. NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

1.ITEM No 1.3.2.	2. . CONCRETO DE 4000 PSI PARA ZARPA
3. UNIDAD DE MEDIDA:	M3: Metro Cúbico

4. DESCRIPCION

Ejecución de la zarpa para la conformación del muro en concreto reforzado en aquellos sitios determinados dentro del Proyecto Arquitectónico y en los Planos Estructurales. El concreto premezclado será de f'c=3.500 PSI.

5. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

- Consultar Estudio de Suelos.
- Consultar Cimentación en Planos Estructurales.
- Verificar excavaciones.
- Verificar cotas de cimentación.
- Verificar excavación y concreto de limpieza y/o ciclópeos.
- Verificar localización y dimensiones.
- Verificar nivel superior del concreto de limpieza.
- Colocar y revisar refuerzo de acero.
- Colocar soportes y espaciadores para el refuerzo.
- Colocar refuerzo para zarpa
- Verificar refuerzos y recubrimientos.
- Verificar plomos, alineamientos y dimensiones.
- Vaciar concreto progresivamente.
- Vibrar el concreto por medios manuales y mecánicos.
- Curar concreto.
- Verificar niveles finales para aceptación.

6. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION

- Tolerancia elementos en concreto
- Recubrimientos del refuerzo
- Contenido mínimo de cemento en la mezcla.
- Tiempos mínimos de curado.

7. ENSAYOS A REALIZAR

Ensayos contemplados por la (NSR 10) y especificados en la (NTC), o cualquier revisión de aspectos particulares que deban ser tenidos en cuenta para garantizar la calidad final del concreto

8.MATERIALES

Concreto de 4000 PSI.

- formaleta

9.EQUIPO

- Herramienta Menor
- Vibrador de concreto

10. DESPERDICIOS			**11. MANO DE OBRA**		
Incluidos	**Sí ☒**	**No**	Incluida	**Sí ☒**	**No**

12.REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES

Norma NSR 10
Normas NTC y ASTM

13.MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y se pagará por metro cúbico (m^3) de concreto debidamente ejecutado y aprobado por la Interventoría, previa verificación de los resultados de los ensayos el cumplimiento de las tolerancias para aceptación y de los requisitos mínimos de acabados.

La medida será el resultado de cálculos realizados sobre los planos estructurales. El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato y su costo incluye:

- Materiales descritos en el numeral 8.
- Equipos descritos en el numeral 9.
- Mano de Obra.

Transporte dentro y fuera de la obra.

14. NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

1.4. OBRAS COMPLEMENTARIAS

1. ITEM No	**1.4.1.**	**2. ASEO GENERAL**
3. UNIDAD DE MEDIDA:		**DIA: Dia**

4. DESCRIPCION

Este ítem se refiere al suministro de personal, equipos y materiales para hacer la limpieza de todas las áreas que fueron intervenidas en la construcción de la obra, día a día.

5. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

- Organizar logísticamente al personal que ejecutará la actividad.
- Revisar los puntos de conexión de los equipos a emplear.
- Acopiar los materiales necesarios para ejecutar la actividad.
- Tomar las medidas de seguridad necesarias como avisos, elementos de protección personal, etc.
- Se deberá tener especial cuidado en no dañar algún elemento de la construcción en el momento de ejecutar la actividad.

6. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION

- Entregar totalmente limpio el lugar de la ejecución de la obra.

7. ENSAYOS A REALIZAR

- No aplica

8.MATERIALES

Los necesarios para llevar a cabo la adecuada limpieza según se indique .

9.EQUIPO

- Herramienta Menor

10. DESPERDICIOS			**11. MANO DE OBRA**		
Incluidos	**Sí ☒**	**No**	Incluida	**Sí ☒**	**No**

12.REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES

No aplica

13.MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y se pagará por día laborado don se cumpla debidamente con dicha tarea.

14. NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

1.ITEM No 1.4.2.	2. TUBO DE 2" PARA DRENAJE

3. UNIDAD DE MEDIDA: ML: Metro Lineal

4. DESCRIPCION

Esta especificación corresponde al suministro e instalación de tubo de 2" para el respectivo drenaje del muro.

5. PROCEDIMIENTO DE EJECUCION

- Consultar NTC 1500.
- Consultar Planos donde se encuentre la ubicación de dicha tubería.
- Consultar especificaciones y recomendaciones del diseñador.
- Localizar las tuberías en campo de acuerdo con los diseños
- Ubicar niveles y pendientes para la tubería.
- Cumplir, durante todo el proceso de instalación con las recomendaciones contenidas en los catálogos de los fabricantes.
- Cumplir con lo determinado y regulado por la norma NSR-10.
- Cumplir con todas las especificaciones dadas por el diseñador.

6. TOLERANCIAS PARA ACEPTACION

- Tubería instalada según las longitudes, diámetros y localización, indicadas en planos.
- Los materiales deberán contar con certificado de calidad del fabricante.

5. ENSAYOS A REALIZAR

No aplica

8.MATERIALES

- Tubería PVC de 2"
- Limpiador 1/8 GLN
- Soladura 1/8 GLN

9.EQUIPO

Herramienta Menor

10. DESPERDICIOS			11. MANO DE OBRA		
Incluidos	Si ☒	No	Incluida	Si ☒	No

12.REFERENCIAS Y OTRAS ESPECIFICACIONES

Norma NSR 10
Normas NTC y ASTM

13.MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y se pagará por metro lineal (ml) de acuerdo con las especificaciones y aceptados por la interventoría y/o supervisión.

14. NO CONFORMIDAD

En caso de no conformidad con estas especificaciones, durante su ejecución o a su terminación, las obras se considerarán como mal ejecutadas. En este evento, el Constructor deberá reconstruirlas a su costo y sin que implique modificaciones y/o adiciones en el plazo y en el valor del contrato.

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **OSCAR MAURICIO ROJAS CAMARGO**, Ingeniero Civil, con Matricula Profesional No. MP: 68202089972 STD del Consejo Profesional Nacional de Ingeniería COPNIA SANTANDER.

CERTIFICO:

Que realicé las especificaciones técnicas del proyecto denominado: **"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER",** e igualmente estipulo que los diseños presentados se donan al municipio de Charta, Santander.

Declaro que todo el documento está cumpliendo con la Normatividad INVIAS y la NSR 10 especificamente, y exonero a la oficina de Planeación Municipal por los daños y perjuicios que de estos estudios pudieran derivarse, Aclaro que me responsabilizo por la información descrita en él estudio.

Atentamente

ING. OSCAR MAURICIO ROJAS CAMARGO
MP: 68202089972 STD

REPUBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
Y SUS PROFESIONES AUXILIARES



MATRICULA No. **68202089972STD**
INGENIERO CIVIL
DE FECHA **17/01/2002**
APELLIDOS
ROJAS CAMARGO
NOMBRES
OSCAR MAURICIO
C.C. 13.722.007
UNIVERSIDAD
INDUSTR. DE SANTANDER

Presidente del Consejo

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2023-1888284

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que OSCAR MAURICIO ROJAS CAMARGO, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 13722007, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 68202-089972 desde el 17 de Enero de 2002, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 2776.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los uno (01) días del mes de Marzo del año dos mil veintitres (2023).

Rubén Darío Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
NUMERO 13.722.007
ROJAS CAMARGO
APELLIDOS
OSCAR MAURICIO
NOMBRES
FIRMA


FECHA DE NACIMIENTO 07-JUN-1977
BUCARAMANGA
(SANTANDER)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.70
ESTATURA
O-
G.S. RH
M
SEXO
30-SEP-1997 BUCARAMANGA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION
REGISTRADOR NACIONAL
INDICE DERECHO
A-2709100-00340517-M-0013722007-20111014 0028280252A 1

República de Colombia
Departamento de Santander
Alcaldía Municipal
CHARTA
Rincón Florido de Santander
Nit. 890.206.724-9

EL ALCALDE DEL MUNICIPIO DE CHARTA DEPARTAMENTO DE SANTANDER

CERTIFICA

Qué las actividades que se pretenden financiar con recursos de la Gobernación de Santander del proyecto de inversión **"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER",** no están siendo, ni han sido financiadas con otras fuentes de recursos.

Dada en el municipio de Charta a los tres (03) días del mes de Marzo del año dos mil veintitrés (2023).

ALVARO ROJAS TOLOZA
Alcalde Municipal

	Nombres y Apellidos	Firma	Fecha
Proyectó	Ing. Luis Alfonso Gomez Mancilla		03/03/2023
Elaboró	Ing. Luis Alfonso Gomez Mancilla		03/03/2023
Revisó y Aprobó	Arq. Juan Carlos Gómez Castro		03/03/2023
Los arriba Firmantes declaramos que hemos revisado el documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales vigentes y por lo tanto, bajo nuestra responsabilidad lo presentamos para firma.			

EL ALCALDE DEL MUNICIPIO DE CHARTA DEPARTAMENTO DE SANTANDER

CERTIFICA

Que el Municipio garantizará la operación y funcionamiento de los bienes o servicios entregados con ingresos de naturaleza permanente para el proyecto de inversión **"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER".**

Dada en el municipio de Charta a los tres (03) días del mes de Marzo del año dos mil veintitrés (2023).

ALVARO ROJAS TOLOZA
Alcalde Municipal

	Nombres y Apellidos	Firma	Fecha
Proyectó	Ing. Luis Alfonso Gomez Mancilla		03/03/2023
Elaboró	Ing. Luis Alfonso Gomez Mancilla		03/03/2023
Revisó y Aprobó	Arq. Juan Carlos Gómez Castro		03/03/2023
Los arriba Firmantes declaramos que hemos revisado el documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales vigentes y por lo tanto, bajo nuestra responsabilidad lo presentamos para firma.			

EL SUSCRITO SECRETARIO DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA DEL MUNICIPIO DE CHARTA DEPARTAMENTO DE SANTANDER

CERTIFICA

Que el proyecto denominado **"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"**, NO están siendo intervenidas con otro tipo de obras.

Dada en el municipio de Charta a los tres (03) días del mes de Marzo del año dos mil veintitrés (2023).

ARQ. JUAN CARLOS GÓMEZ CASTRO
Secretario de Planeación e Infraestructura Municipal

	Nombres y Apellidos	Firma	Fecha
Proyectó	Ing. Luis Alfonso Gomez Mancilla		03/03/2023
Elaboró	Ing. Luis Alfonso Gomez Mancilla		03/03/2023
Revisó y Aprobó	Arq. Juan Carlos Gómez Castro		03/03/2023
Los arriba Firmantes declaramos que hemos revisado el documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales vigentes y por lo tanto, bajo nuestra responsabilidad lo presentamos para firma.			

EL SUSCRITO SECRETARIO DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA DEL MUNICIPIO DE CHARTA DEPARTAMENTO DE SANTANDER

CERTIFICA

Que el proyecto de inversión **"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"**, no se encuentra localizado en zona que presente alto riesgo no mitigable y es acorde con las normas del Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT), de conformidad con lo establecido en el Decreto 1077 de 2015.

Los análisis específicos de riesgo que de conformidad con la Ley 1523 de 2012 y el Decreto 2157 de 2017- artículo 2.3.1.5.1.1.2, han considerado los posibles efectos de eventos de origen natural, socio-natural, tecnológico, biosanitario o humano no intencional, sobre la infraestructura expuesta y aquellos que se deriven de los daños de la misma en su área de influencia de posible afectación , así como de su operación que puedan generar una alteración intensa, grave y extendida en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad.

Dada en el municipio de Charta a los tres (03) días del mes de Marzo del año dos mil veintitrés (2023).

ARQ. JUAN CARLOS GOMEZ CASTRO
Secretario de Planeación e Infraestructura Municipal

	Nombres y Apellidos	Firma	Fecha
Proyectó	Ing. Luis Alfonso Gomez Mancilla		03/03/2023
Elaboró	Ing. Luis Alfonso Gomez Mancilla		03/03/2023
Revisó y Aprobó	Arq. Juan Carlos Gómez Castro		03/03/2023
Los arriba Firmantes declaramos que hemos revisado el documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales vigentes y por lo tanto, bajo nuestra responsabilidad lo presentamos para firma.			

República de Colombia
Departamento de Santander
Alcaldía Municipal
CHARTA
Rincón Floridо de Santander
Nit. 890.206.724-9

EL SUSCRITO SECRETARIO DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA DEL MUNICIPIO DE CHARTA DEPARTAMENTO DE SANTANDER

CERTIFICA

Que el proyecto de inversión **"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"**, cumple con todas las Normas Técnicas Colombianas (NTC) aplicables, así como las normas que establecen mecanismos de integración para las personas con movilidad reducida.

Dada en el municipio de Charta a los tres (03) días del mes de Marzo del año dos mil veintitrés (2023).

ARQ. JUAN CARLOS GÓMEZ CASTRO
Secretario de Planeación e Infraestructura Municipal

	Nombres y Apellidos	Firma	Fecha
Proyectó	Ing. Luis Alfonso Gomez Mancilla		03/03/2023
Elaboró	Ing. Luis Alfonso Gomez Mancilla		03/03/2023
Revisó y Aprobó	Arq. Juan Carlos Gómez Castro		03/03/2023
Los arriba Firmantes declaramos que hemos revisado el documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales vigentes y por lo tanto, bajo nuestra responsabilidad lo presentamos para firma.			

EL SUSCRITO SECRETARIO DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA DEL MUNICIPIO DE CHARTA DEPARTAMENTO DE SANTANDER

CERTIFICA

Que el proyecto de inversión **"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"**, está acorde al Plan de Desarrollo Municipal denominado "DESARROLLO CON RESPONSABILIDAD 2020-2023"

Dada en el municipio de Charta a los tres (03) días del mes de Marzo del año dos mil veintitrés (2023).

ARQ. JUAN CARLOS GÓMEZ CASTRO
Secretario de Planeación e Infraestructura Municipal

	Nombres y Apellidos	Firma	Fecha
Proyectó	Ing. Luis Alfonso Gomez Mancilla		03/03/2023
Elaboró	Ing. Luis Alfonso Gomez Mancilla		03/03/2023
Revisó y Aprobó	Arq. Juan Carlos Gómez Castro		03/03/2023
Los arriba Firmantes declaramos que hemos revisado el documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales vigentes y por lo tanto, bajo nuestra responsabilidad lo presentamos para firma.			

República de Colombia
Departamento de Santander
Alcaldía Municipal
CHARTA
Rincón Florido de Santander
Nit. 890.206.724-9

EL SUSCRITO SECRETARIO DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA DEL MUNICIPIO DE CHARTA DEPARTAMENTO DE SANTANDER

CERTIFICA

Que los precios unitarios corresponden al promedio de la región y que son los utilizados para el tipo de actividades contempladas en el proyecto de inversión **"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER".**

Dada en el municipio de Charta a los tres (03) días del mes de Marzo del año dos mil veintitrés (2023).

ARQ. JUAN CARLOS GÓMEZ CASTRO
Secretario de Planeación e Infraestructura Municipal

	Nombres y Apellidos	Firma	Fecha
Proyectó	Ing. Luis Alfonso Gomez Mancilla		03/03/2023
Elaboró	Ing. Luis Alfonso Gomez Mancilla		03/03/2023
Revisó y Aprobó	Arq. Juan Carlos Gómez Castro		03/03/2023
Los arriba Firmantes declaramos que hemos revisado el documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales vigentes y por lo tanto, bajo nuestra responsabilidad lo presentamos para firma.			

República de Colombia
Departamento de Santander
Alcaldía Municipal
CHARTA
Rincón Florido de Santander
Nit. 890.206.724-9

EL SUSCRITO SECRETARIO DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA DEL MUNICIPIO DE CHARTA DEPARTAMENTO DE SANTANDER

CERTIFICA:

Que el proyecto de inversión **"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"**, no requiere certificación suscrito por los prestadores de servicios públicos domiciliarios en el cual coste que los predios cuenta con disponibilidad de servicios públicos debido a la naturaleza del proyecto.

Dada en el municipio de Charta a los tres (03) días del mes de Marzo del año dos mil veintitrés (2023).

ARQ. JUAN CARLOS GOMEZ CASTRO
Secretario de Planeación e Infraestructura Municipal

	Nombres y Apellidos	Firma	Fecha
Proyectó	Ing. Luis Alfonso Gomez Mancilla		03/03/2023
Elaboró	Ing. Luis Alfonso Gomez Mancilla		03/03/2023
Revisó y Aprobó	Arq. Juan Carlos Gómez Castro		03/03/2023

Los arriba Firmantes declaramos que hemos revisado el documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales vigentes y por lo tanto, bajo nuestra responsabilidad lo presentamos para firma.

República de Colombia
Departamento de Santander
Alcaldía Municipal
CHARTA
Rincón Floridо de Santander
Nit. 890.206.724-9

EL SUSCRITO SECRETARIO DE PLANEACION E INFRAESTRUCTURA DEL MUNICIPIO DE CHARTA DEPARTAMENTO DE SANTANDER

CERTIFICA

Las canteras que se utilizan para el traslado de material para la ejecución de obras del proyecto denominado **"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"** son traídas de las siguientes fuentes y se garantiza el suministro.

Lugar	Destino	Tipo de insumo	Kilómetros de distancia
Cantera INGESAN vía Matanza	Vereda Centro Sector Rio arriba– Charta Santander	Material de arrastre: Arena – sub base granular, piedra bolo, triturado, hierro.	12.4 km
Bucaramanga - Ferreterías	Vereda Centro Sector Rio arriba– Charta Santander	Insumos contemplados en el presupuesto general.	39,5 km

Dada en el municipio de Charta a los tres (03) días del mes de Marzo del año dos mil veintitrés (2023).

ARQ. JUAN CARLOS GÓMEZ CASTRO
Secretario de Planeación e Infraestructura Municipal

	Nombres y Apellidos	Firma	Fecha
Proyectó	Ing. Luis Alfonso Gomez Mancilla		03/03/2023
Elaboró	Ing. Luis Alfonso Gomez Mancilla		03/03/2023
Revisó y Aprobó	Arq. Juan Carlos Gómez Castro		03/03/2023
Los arriba Firmantes declaramos que hemos revisado el documento y lo encontramos ajustado a las normas y disposiciones legales vigentes y por lo tanto, bajo nuestra responsabilidad lo presentamos para firma.			

ACTA DE CONCERTACIÓN ENTRE EL MUNICIPIO DE CHARTA Y LA COMUNIDAD DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO DE CHARTA.

Nosotros, los aquí firmantes, en representación de la comunidad del casco urbano del Municipio de Charta, Departamento de Santander, dejamos constancia que concertamos con el Municipio de Charta, el día 03 de Marzo de 2023 el proyecto: ***"CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN MEDIANTE MURO DE CONTENCIÓN EN LA QUEBRADA MONTECHIQUITO VIA A LA VEREDA CENTRO SECTOR RIO ARRIBA DEL MUNICIPIO DE CHARTA, DEPARTAMENTO DE SANTANDER"***. El cual fue elegido como prioritario para los habitantes del casco urbano del Municipio de Charta – Santander.

Firma: ANDREA TOLOZA
Nombre: Andrea Tolosa Tolosa.
Cédula: 1099622716.
Dirección: Cra 3 # 5-40
Ocupación: Estudiante.

Firma: Diana Jerez G
Nombre: Diana Jerez G.
Cédula: 1030681550
Dirección: Carrera 7 #6 36 Charta
Ocupación: Contratista

Firma:
Nombre: Martha Vilma Villamizar H.
Cédula: 28.105.075.
Dirección: calle 5 # 3- 48 charta.
Ocupación: ama de casa

Firma: JOSE A G Z
Nombre: José A G Z
Cédula: Cc 2.057.45
Dirección: Calle 4 # 2-20
Ocupación: Agricultor

Firma:
Nombre: Mayerly García Rojas
Cédula: 1099622519
Dirección: Cll 4 #2-20
Ocupación: Docente

Firma: Ana Doris Villabona
Nombre: Ana Doris Villabona
Cédula: 28704799
Dirección: Charta
Ocupación: comerciante

Firma: Miryam Portilla Mendoza
Nombre: Miryam Portilla Mendoza
Cédula: 28105322
Dirección: Vereda centro
Ocupación: ama de casa

Firma: Jose Luis Pabon
Nombre: Jose luis pabon
Cédula: 1099 622 684
Dirección: vereda centro
Ocupación: conductor.

Firma: Jhon Alcaraca
Nombre: Jhon Dairo Alcaraca C.
Cédula: 1.099.622.369
Dirección: Casco Urbano Charta.
Ocupación: Aux. Administrativo.

Firma: Carlos A Florez Calderon

República de Colombia
Departamento de Santander
Alcaldía Municipal
CHARTA
Rincón Florido de Santander
Nit. 890.206.724-9

Nombre: Carlos A Florez Caldera
Cédula: 1005323082
Dirección: Charta
Ocupación: Docente

Firma: Derlwin Rolando Tolosa Tolosa
Nombre: Derlwin Rolando Tolosa Tolosa
Cédula: 91477 508 Bga.
Dirección: Charta
Ocupación: Guarda Seguridad.

Firma: Diana Jaimes
Nombre: Diana Maria Jaimes Hernandez
Cédula: 1.102384440
Dirección: Carrera 7 # 6-36 Charta
Ocupación: Psicologa.

Firma: Luis A Gomez H
Nombre: Luis Alfonso Gómez Hancilla
Cédula: 1098762714
Dirección: Carrera 4 #4 - 25
Ocupación: Ingeniero Civil.

Firma: Omaira Rojas
Nombre: Omaira Rojas
Cédula: 28104962
Dirección: Charta
Ocupación: ama de casa