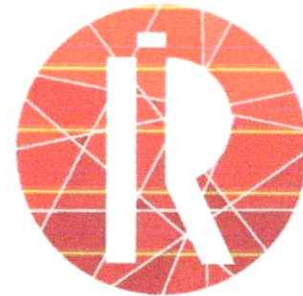


DIAGNÓSTICO HIDRAULICO



EMPRESA DE SERVICIOS
PÚBLICOS DE ACACIAS E.S.P

NIT: 822.001.833-5



RÁSTER INGENIERÍA S.A.S
NIT: 901.372.366-4
R/L: ASLEY FERNANDO
ESPEJO

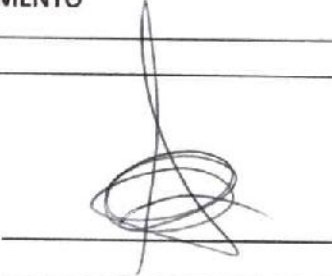
CONSULTORÍA 088 DE 2022

“ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA
DESARENADOR Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN UBICADO EN LA
QUEBRADA LAS BLANCAS DEL MUNICIPIO DE ACACIAS META”

VILLAVICENCIO – META, OCTUBRE DE 2022



REVISIÓN DE DOCUMENTO

ELABORÓ	
ASLEY FERNANDO ESPEJO DÍAZ MP. 25202-168297 CND	Firma: 
FECHA: 10/2022	

CONTROL DE VERSIÓN

VERSIÓN No.	FECHA	ELABORÓ	DESCRIPCIÓN DE LA REVISIÓN



Contenido

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	5
3.	ESTUDIO DE POBLACIÓN	6
3.1	INFORMACIÓN DE CENSOS DE POBLACIÓN	6
3.2	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN	7
3.3	DATOS COMPLEMENTARIOS	10
3.3.1	PERIODO DE DISEÑO	10
3.3.2	DOTACIÓN NETA MÁXIMA	10
3.3.3	DEMANDA	10
3.3.4	PÉRDIDAS TÉCNICAS EN EL SISTEMA	10
3.3.5	DOTACIÓN BRUTA	10
3.3.6	CAUDAL MEDIO DIARIO	11
3.3.7	CAUDAL MÁXIMO DIARIO	11
3.3.8	EL CAUDAL MÁXIMO HORARIO	12
3.4	RESULTADOS	12
4.	DIAGNOSTICO DE ESTRUCTURAS	13
4.1	DESARENADOR	13
4.2	RED	15
4.2.1	DESCRIPCIÓN DE LA RED HIDRÁULICA	16
4.2.2	DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS	16
4.2.3	FORMULACIÓN	17
4.2.4	COMBINACIONES	18
4.2.5	RESULTADOS	18
4.2.6	ENVOLVENTE	20
4.2.7	MEDICIÓN	22
5.	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	23
5.1	METODOLOGÍA DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	23
5.2	ALTERNATIVAS DE DISEÑO	25
5.2.1	RECONSTRUCCIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL DESARENADOR ACTUAL	25
5.2.2	CONSTRUCCIÓN DE DESARENADOR	25
5.3	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO	26



5.4	OTRAS ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACIÓN	27
5.4.1	OPTIMIZACIÓN LA RED ACTUAL DE CONDUCCIÓN	27
5.4.2	CONSTRUCCIÓN DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO	27
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

Índice de tablas

Tabla 1	Distribución espacial y sexo de población del municipio de Acacias - Meta	6
Tabla 2.	Datos iniciales	7
Tabla 3.	Proyección	7
Tabla 4.	Porcentaje de crecimiento de la población.....	9
Tabla 5.	Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida	10
Tabla 9.	Parámetros de cálculo de la demanda	12
Tabla 10.	Resultados demanda de los centros poblados.....	12
Tabla 4	Criterios de Selección de Alternativa	23
Tabla 5	Ponderación de Criterios de evaluación	23
Tabla 6	seleccion de alternativas	26

Índice de ilustraciones

Ilustración 1	Localización municipio.....	5
Ilustración 2	Localización zona de estudio	6
Ilustración 3	Desarenador del sistema de captación quebrada Las Blancas.....	13
Ilustración 4	Levantamiento topográfico del Desarenador	14
Ilustración 5	Vista de planta del desarenador	14
Ilustración 6	Línea de conducción de 16 pulgadas	15

Índice de gráficas

Gráfica 1	Proyección de la población del área urbana en los próximos 25 años con diferentes modelos matemáticos.....	8
Gráfica 2	Proyección de la población del área rural en los próximos 25 años con diferentes modelos matemáticos.....	8
Gráfica 3	Proyección de la población total del municipio de acacias en los próximos 25 años con diferentes modelos matemáticos.....	9
Gráfica 4	Perfil de la red de 16 pulgadas metros.....	15
Gráfica 5	Válvula de purga	16
Gráfica 6	Alternativa de diseño	26



1. INTRODUCCIÓN

El proyecto contiene la elaboración de estudios y diseños para la optimización del sistema desarenador y línea de conducción ubicado en la quebrada las Blancas del municipio de Acacias, Meta. Actualmente se encuentra una estructura, sin embargo, necesita ser reemplazada por diferentes problemáticas. Por lo tanto, el presente informe tiene como finalidad describir y analizar las condiciones actuales de la estructura y plantear las posibles alternativas con las que se puede lograr un mejoramiento en la funcionalidad del sistema.

Este presenta un diagnóstico del actual sistema, tanto de su funcionamiento como de las condiciones de la estructura; donde por medio de fotografías se justificará el presente deterioro; incluyendo los aspectos socioeconómicos de la población, localización y análisis general del sistema. Se realizará el planteamiento de las posibles alternativas que se consideran, según la viabilidad técnica, económica y funcional, las principales opciones para la correcta operación del sistema de acueducto de la quebrada Las blancas.



2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El municipio de Acacias está situado en el Departamento del Meta, en la región centro-oriental del país. Su economía se basa en el sector agropecuario, la explotación petrolera y la prestación de servicios.

El vínculo territorial, social y económico del municipio de Acacias (Meta) está directamente relacionado con la capital del departamento, Villavicencio, de quien lo separa una distancia de 28 Km. Asimismo, el municipio con esta conexión se permite tener otro sin número de relaciones económicas y sociales con Bogotá D.C. y los demás municipios que se conectan a través de la vía nacional Límites del municipio:

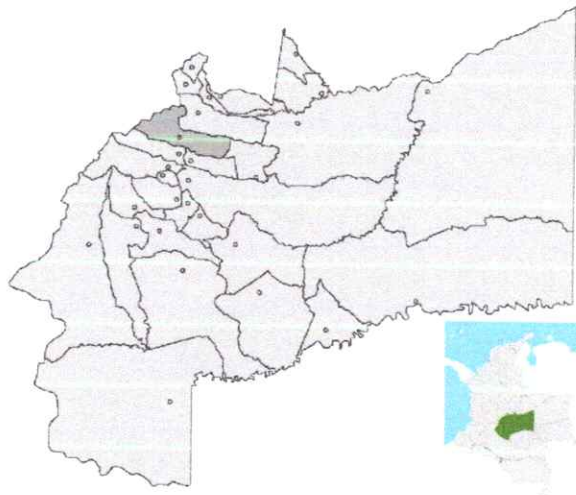
- Norte: Dpt. Cundinamarca
- Sur: Mps. de Castilla la Nueva y Guamal
- Oriente: Mpio. San Carlos de Guaroa
- Occidente: Mpio. de Guamal

Extensión total: 1.169 Km²

Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): 498 s.n.m

Temperatura media: 24 Cº C.

Ilustración 1 Localización municipio



La desarenador existente geográficamente se ubica en las coordenadas (Latitud: 4° 0'31.74"N longitud: 73°48'24.16"O) sobre la corriente de la Quebrada Las Blancas, a 7 kilómetros aproximadamente de la carrera 23, vía principal que conduce de Acacias a Villavicencio.

La planta de tratamiento de agua potable se localiza en las coordenadas 4° 0'33.83"N y 73°47'30.90"O.



Ilustración 2 Localización zona de estudio



Fuente: Google Earth

3. ESTUDIO DE POBLACIÓN

3.1 INFORMACIÓN DE CENSOS DE POBLACIÓN

De acuerdo con el Plan básico de ordenamiento territorial del municipio; Acacias (Meta) se divide en una cabecera municipal que comprende cuatro (04) Unidades de Planificación Zonal y cuarenta y ocho (48) veredas grupadas en seis (06) Unidades de Planificación Rural y su Cabecera Municipal, zonificada en cuatro Unidades de Planificación Zonal con ciento cuarenta y dos (142) barrios - representados algunos en juntas de acción comunal.

De acuerdo con el Censo Nacional de Población y Vivienda 2018- DANE, la población estimada en el municipio para el año 2021 es de 92.607 habitantes, de los cuales el 51.9% son hombres y el 48,1% mujeres.

Tabla 1 Distribución espacial y sexo de población del municipio de Acacias - Meta.

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL Y SEXO	Hombres	Mujeres
Cabecera	34.046	36.180
Centros poblados y rural dispersa	14.010	8.371
Total	48.056	44.551

Fuente: censo 2018 DANE – Proyecciones de 2018 - 2026



La mayor concentración de población en el municipio de Acacias se encuentra ubicada en la zona urbana con 70.226 habitantes que representan un 76% del total; en centros poblados y zona rural 22.381 habitantes con una participación del 24%.

3.2 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

Con base en los censos realizados por el DANE se realizó el cálculo mediante el método lineal, aritmético, geométrico, exponencial y wappaus con el fin de determinar el porcentaje de crecimiento de la población en la zona; El reglamento técnico indica que para el sector agua potable y saneamiento básico (Resolución 0330 de 2017) para el sistema de acueducto y alcantarillado la proyección debe ser de 25 años.

Tabla 2. Datos iniciales

	AÑO	CABECERA MUNICIPAL	CENTROS POBLADOS Y RURAL DISPERSO	TOTAL
DANE	2018	67.906	20.117	88.023
	2019	68.872	21.252	90.124
	2020	69.715	22.114	91.829
	2021	70.226	22.381	92.607
	2022	70.694	22.629	93.323
	2023	71.158	22.859	94.017
	2024	71.609	23.083	94.692
	2025	72.055	23.285	95.340
	2026	72.488	23.487	95.975
	2027	72.916	23.671	96.587
	2028	73.312	23.874	97.186
	2029	73.704	24.052	97.756
	2030	74.092	24.262	98.354
	2031	74.442	24.439	98.881
	2032	74.773	24.615	99.388
	2033	75.085	24.782	99.867
	2034	75.347	24.955	100.302
2035	75.613	25.106	100.719	

Fuente: censo 2018 DANE – Proyecciones de 2018 – 2026.

Tabla 3. Proyección

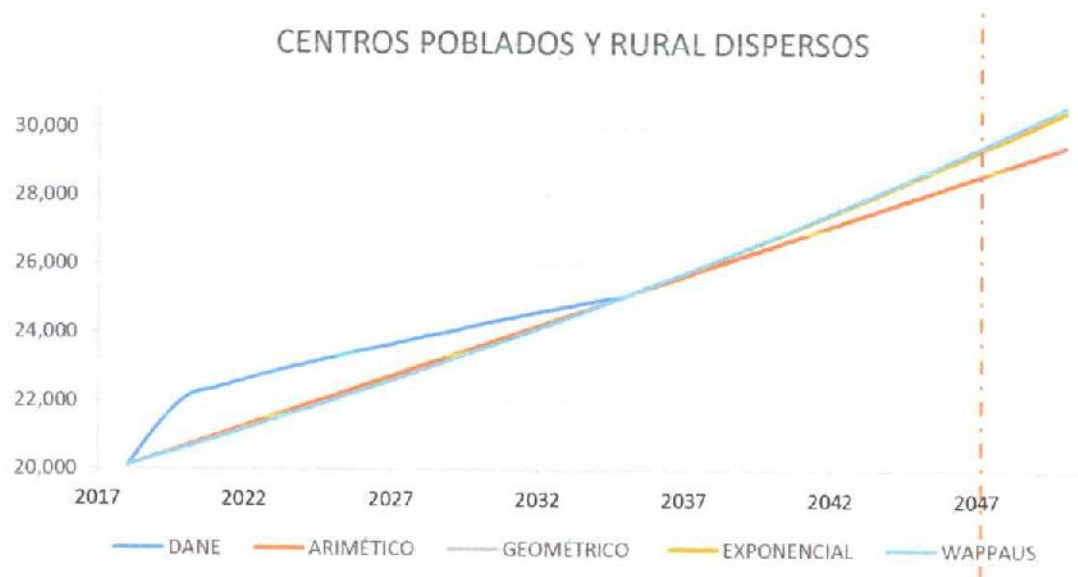
PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN 25 AÑOS						
ZONA	AÑO	MÉTODO				
		DANE (LINEAL)	ARIMÉTICO	GEOMÉTRICO	EXPONENCIAL	WAPPAUS
CABECERA MUNICIPAL	2047	81.053	80.760	81.574	81.574	81.602
CENTROS POBLADOS Y RURAL DISPERSO		28.628	28.617	29.356	29.356	29.444
TOTAL		109.681	109.377	110.930	110.930	111.046



Gráfica 1 Proyección de la población del área urbana en los próximos 25 años con diferentes modelos matemáticos.

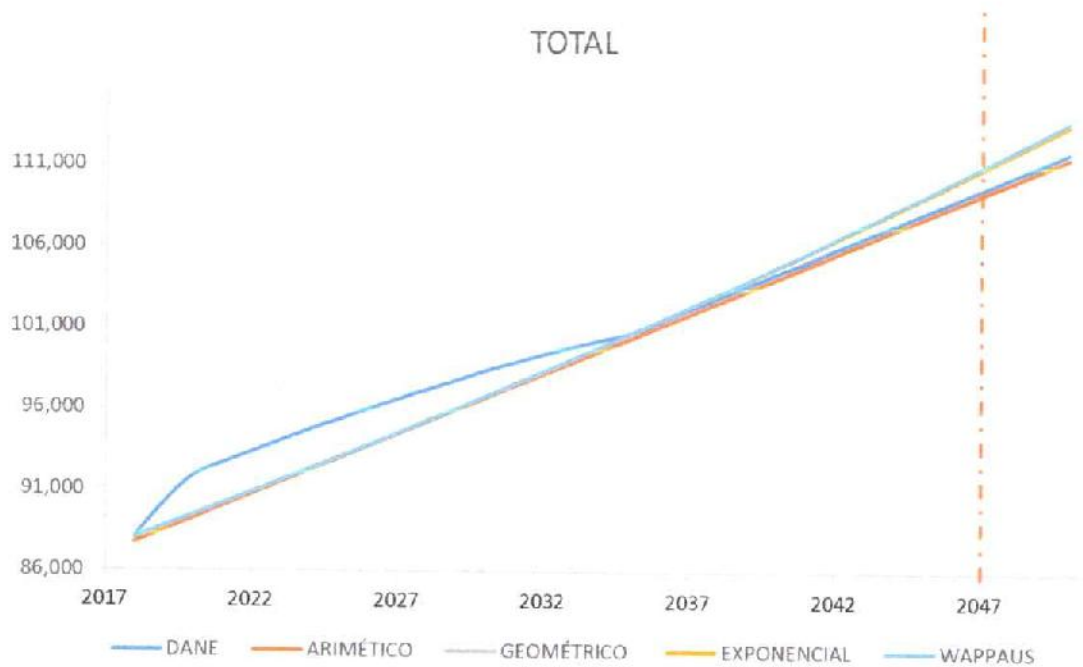


Gráfica 2 Proyección de la población del área rural en los próximos 25 años con diferentes modelos matemáticos.





Gráfica 3 Proyección de la población total del municipio de acacias en los próximos 25 años con diferentes modelos matemáticos.



En este último gráfico se refleja el crecimiento constante de la población tanto en la cabecera municipal, como en los centros poblados y rurales dispersos del municipio de Acacias; La tasa de crecimiento será en promedio de un 20% aproximadamente para el año 2047.

Tabla 4. Porcentaje de crecimiento de la población.

METODO	POBLACIÓN AÑO 2047	% DE CRECIMIENTO
LINEAL	109.681	18%
ARIMÉTICO	109.377	18%
GEOMÉTRICO	110.930	20%
EXPONENCIAL	110.930	20%
WAPPAUS	111.046	20%

Fuente: Propia.

La proyección estimada para el año 2047 es de 81.574 habitantes en la zona urbana del municipio de Acacias – Meta; El aumento significativo de la población está relacionado directamente con el aumento en la demanda en el consumo del agua potable.



3.3 DATOS COMPLEMENTARIOS

3.3.1 PERIODO DE DISEÑO

De acuerdo con lo estipulado en el reglamento técnico para el sector agua potable y saneamiento básico (Resolución 0330 de 2017) el período de diseño para todos los componentes de los sistemas de acueducto es de 25 años.

3.3.2 DOTACIÓN NETA MÁXIMA

La Dotación Neta Máxima fue establecida según lo indica el artículo 43 de la Resolución 0330 de 2017. "ARTÍCULO 43. Dotación neta máxima. La dotación neta debe determinarse haciendo uso de información histórica de los consumos de agua potable de los suscriptores, disponible por parte de la persona prestadora del servicio de acueducto o, en su defecto, recopilada en el Sistema Único de Información (SUI) de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), siempre y cuando los datos sean consistentes. En todos los casos, se deberá utilizar un valor de dotación que no supere los máximos establecidos en la Tabla."

Tabla 5. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB*DÍA)
> 2000 m.s.n.m	120
1000 – 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

Fuente: Resolución 0330 de 2017 - RAS

No se cuenta con información histórica o estudios de la población del municipio de Acacías – Meta, por tanto, se toma la dotación neta máxima como valor para cálculos de la dotación bruta. El proyecto se localiza a menos de 1000 m.s.n.m. por lo que el valor es de 140 L/Hab-día.

3.3.3 DEMANDA

Utilizando los valores anteriores de población y dotación neta máxima y perdidas se calcula el valor de dotación bruta y así la demanda en Qmd (Caudal medio diario), QMD (Caudal Máximo Diario) y QMH (Caudal Máximo Horario) los cuales se utilizan como parámetros de diseño.

3.3.4 PÉRDIDAS TÉCNICAS EN EL SISTEMA

El artículo 44 de la Resolución 0330 de 2017, plantea como "El porcentaje de pérdidas técnicas máximas en la ecuación anterior engloba el total de pérdidas esperadas en todos los componentes del sistema (como conducciones, aducciones y redes), así como las necesidades de la planta de tratamiento de agua potable, y no deberá superar el 25%".

3.3.5 DOTACIÓN BRUTA

La dotación bruta debe establecerse según la siguiente ecuación:



$$D_{bruta} = \frac{D_{neta}}{1 - \%p}$$

Dónde:

D bruta: Caudal de dotación Bruta (l/s)
D neta : Caudal de dotación Neta (l/s)
%p : Porcentaje de pérdidas

Entonces,

$$D_{bruta} = \frac{140}{1 - 25\%} = 186,67 \text{ L/s}$$

3.3.6 CAUDAL MEDIO DIARIO

El caudal medio calculado para la población, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada.

$$Q_{md} = \frac{(p \times d_{bruta})}{86.400}$$

Dónde:

Qmd : Caudal medio diario en l/s
p : Población proyectada en Número de habitantes
d bruta: Dotación Bruta en l/hab.-día

entonces,

$$Q_{md} = \frac{(81.574 \times 186,67)}{86.400} = 176,24 \text{ L/s}$$

3.3.7 CAUDAL MÁXIMO DIARIO

Según la Resolución 0330 de 2017 para poblaciones mayores de 12.500 habitantes, al periodo de diseño, el factor k1 no debe superar el valor de 1.2 y el k2 el valor de 1.5.

EL caudal medio diario es afectado por el coeficiente de consumo máximo k1 con valor de 1.20, el caudal máximo diario se calculó con la siguiente la ecuación:

$$Q_{MD} = Q_{md} \times K_1$$

Dónde:

QMD Caudal máximo diario el l/s
Qmd Caudal medio diario en l/s
k₁ Coeficiente de consumo máximo diario



entonces,

$$QMD = 176,24 \text{ L/s} \times 1,20 = 229,11 \text{ L/s}$$

3.3.8 EL CAUDAL MÁXIMO HORARIO

QMH corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año. Se calcula como el caudal máximo diario multiplicado por el coeficiente de consumo máximo horario, (k_2), previendo el seguro suministro del caudal en la red de distribución se tomará este k_2 de 1.50.

$$QMH = QMD \times k_2$$

Dónde:

QMH Caudal máximo horario en l/s

QMD Caudal máximo diario el l/s

k_2 Coeficiente de consumo máximo horario

entonces,

$$QMH = 229,11 \text{ L/s} \times 1,50 = 343,67 \text{ L/s}$$

3.4 RESULTADOS

Los parámetros de cálculo son:

Tabla 6. Parámetros de cálculo de la demanda

Factor	Unidad	Valor
Dotación Neta	Litros/día	140
Perdidas	%	0.25
Dotación Bruta	Litros/día	186,67

Fuente: Propia

Los resultados para la demanda para la cabecera municipal de Acacías – Meta:

Tabla 7. Resultados demanda de los centros poblados

Parámetro	Resultado	Unidad
Qmd	176,24	L/s
QMD	229,11	L/s
QMH	343,67	L/s

Fuente: Propia



4. DIAGNOSTICO DE ESTRUCTURAS

El conocimiento detallado de los componentes físicos, condiciones operativas y de las labores de mantenimiento que se están realizando en el sistema, permiten tener el soporte adecuado para la evaluación y posterior optimización de este, mirando la posibilidad de optimizarlo y aprovechar al máximo la infraestructura existente.

Primero se realizó una búsqueda de la información existente en el municipio sobre el sistema a evaluar, como planos, informes y documentos, además, se realizó un levantamiento topográfico detallado de las estructuras de aducción, conducción y desarenador.

4.1 DESARENADOR

Ilustración 3 Desarenador del sistema de captación quebrada Las Blancas



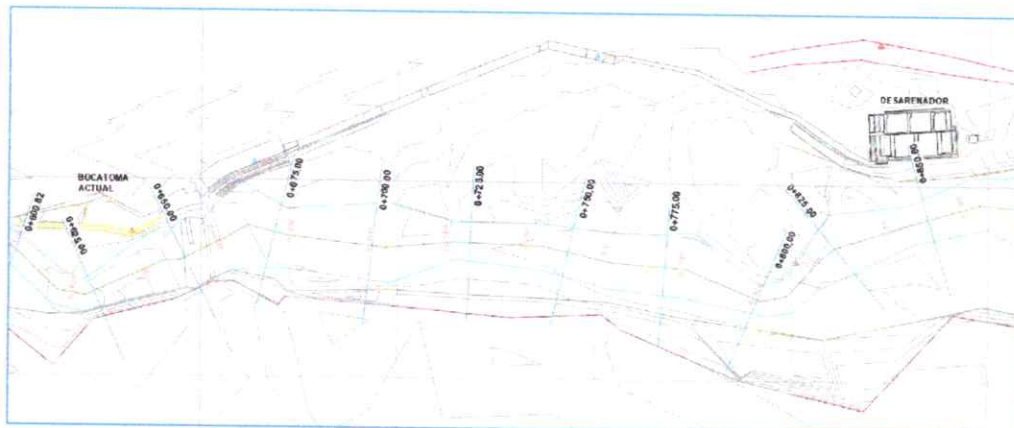
Fuente: Propia

El desarenador está ubicado en las coordenadas $4^{\circ} 0'31.47''N$, $73^{\circ}48'24.15''W$, se encuentra a una distancia de 200 m de la estructura de la bocatoma. Posee unas dimensiones de 12 metros de ancho por 21 metros de largo y 3 metros de altura. Tiene instalado tuberías de 16 pulgadas de entrada y salida, cuenta con una tubería de excesos y 3 tuberías de lavado. Está trabajando a una tasa de 200 LPS, volumen que llega a la planta de tratamiento quebrada Las Blancas.

Según el PSMV 2011 Acacias el sistema fue construido aproximadamente hace 24 años. La estructura se observa deteriorada por el paso del tiempo.



Ilustración 4 Levantamiento topográfico del Desarenador



Fuente: Propia

De acuerdo Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS (Resolución 330 de 2017), se tienen los siguientes requisitos mínimos para el diseño de desarenadores: la velocidad horizontal máxima es de 0.25 m/s, el tamaño de partículas a remover es mayor a 0.1 mm, la eficiencia de remoción debe ser mayor o igual al 80% y el tiempo de retención hidráulico mínimo de 20 min. Además, otras recomendaciones para favorecer la sedimentación de partículas livianas y evitar las corrientes transversales lo que mejora la eficiencia del desarenador: relación Largo-Ancho 3 a 5, profundidad zona de sedimentación de 1.5 a 4 metros y carga hidráulica superficial entre 15 a 80 m³/m²-dia.

El desarenador tiene una eficiencia del 75% en la remoción de partículas de 0.2 mm de diámetro (PSMV 2011), y un volumen aproximado en la zona de sedimentación de 400 m³. Por lo que no cumple en eficiencia y tamaño de remoción de partículas. Para el flujo actual (200 LPS) cumple con el tiempo de retención hidráulica necesario para la sedimentación, pero no para un mayor caudal. La relación es aproximadamente de 2 a 1 por lo que se pueden tener corrientes transversales lo cual no favorece la sedimentación.

Ilustración 5 Vista de planta del desarenador



Fuente: Propia



4.2 RED

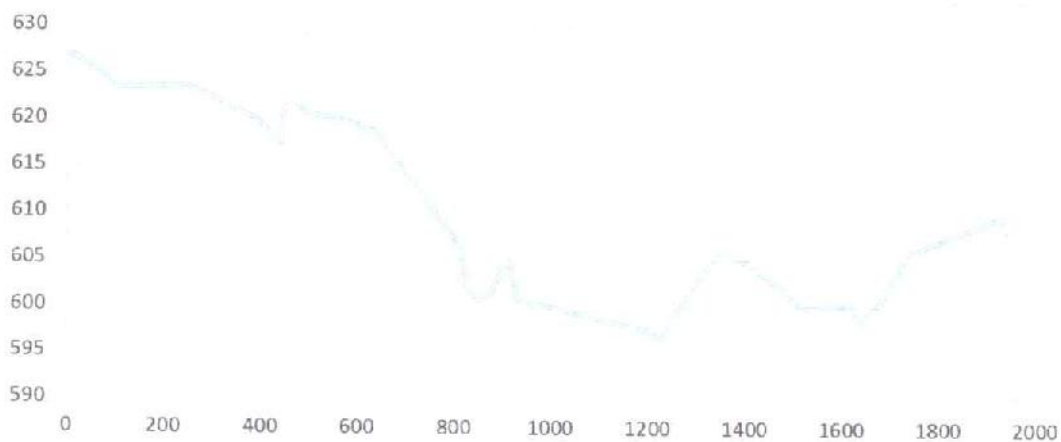
Ilustración 6 Línea de conducción de 16 pulgadas



Fuente: Propia

Se cuenta con dos líneas de conducción en Polietileno la primera en diámetro de 16 pulgadas y la segunda en diámetro 14 pulgadas, estas líneas tienen una longitud aproximada de 2 Km, además no cuentan con válvulas de purga ni ventosas (PSMV 2011). La línea de 14 pulgadas no está en uso desde hace varios años, la conducción de agua cruda actualmente de 200 LPS, se hace con la línea de 16 pulgadas desde el desarenador hacia la planta de tratamiento.

Gráfica 4 Perfil de la red de 16 pulgadas metros



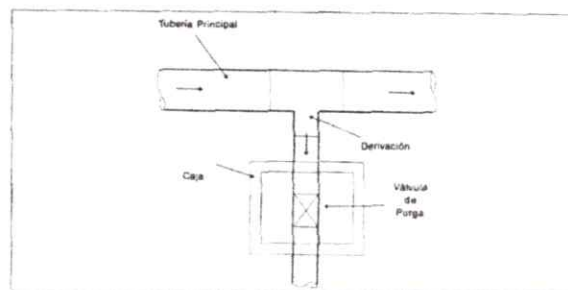
Fuente: Propia





Las válvulas de purga deben instalarse en los puntos más bajos del trazado, debido a la posibilidad de obstrucción en la sección del flujo por acumulación de sedimentos, facilitando la limpieza de la tubería. Para una tubería de 16 pulgadas se recomienda el diámetro de la válvula de purga de 4 pulgadas. En este caso los puntos más bajos en el perfil (Gráfica 4) se sugiere instalar 4 válvulas en los puntos más bajos a 441, 850, 1228 y 1637 metros de longitud.

Gráfica 5 Válvula de purga



Fuente: Elementos De Diseño Para Acueductos Y Alcantarillado - Ricardo López Cualla

Las ventosas son válvulas de expulsión o admisión de aire, de funcionamiento automático y se ubican en los puntos más altos de la conducción. Aproximadamente a 493, 918 y 1390 metros de distancia se sugiere 3 válvulas. El diámetro de la ventosa sugerido es 1 ½ pulgadas. Estas válvulas tienen diferentes funciones como: la evacuación de aire de las tuberías durante el llenado, la evacuación de aire que tiende a acumularse en puntos altos y la entrada de aire durante las operaciones de lavado que crean una presión negativa en la tubería.

Además, es necesario válvulas de control al comienzo y finalización de la conducción, y una intermedia para aislar los tramos de tubería en caso de rotura y mantenimiento.

A continuación, se realiza un análisis conducción actual de 16 pulgadas utilizando la geometría de la tubería y el programa CYPE (Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción) para conocer el caudal dando un valor máximo de 250 LPS para esta red.

4.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA RED HIDRÁULICA

- Viscosidad del fluido: $1.15000000 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- N° de Reynolds de transición: 2500.0

La velocidad de la instalación deberá quedar por encima del mínimo establecido, para evitar sedimentación, incrustaciones y estancamiento, y por debajo del máximo, para que no se produzca erosión.

4.2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

Los materiales utilizados para esta instalación son:



1A PN20 CAÑO FNCGL - Rugosidad: 0.02000 mm

Descripción	Diámetros mm
DN400	404.0

El diámetro por utilizar se calculará de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecidas para el cálculo.

4.2.3 FORMULACIÓN

La formulación utilizada se basa en la fórmula de Darcy y el factor de fricción según Colebrook-White:

$$h = f \cdot \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5}$$

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

$$f = \frac{64}{Re}$$

$$\frac{1}{(ft)^{1/2}} = -2 \cdot \log \left(\frac{K}{3.7 \cdot D} + \frac{2.51}{Re \cdot (ft)^{1/2}} \right)$$

donde:

- h es la pérdida de altura de presión en m.c.a.
- f es el factor de fricción
- L es la longitud resistente en m
- Q es el caudal en m³/s
- g es la aceleración de la gravedad
- D es el diámetro de la conducción en m
- Re es el número de Reynolds, que determina el grado de turbulencia en el flujo



- v es la velocidad del fluido en m/s
- ν_s es la viscosidad cinemática del fluido en m²/s
- f_l es el factor de fricción en régimen laminar ($Re < 2500.0$)
- f_t es el factor de fricción en régimen turbulento ($Re \geq 2500.0$)
- k es la rugosidad absoluta de la conducción en m

En cada conducción se determina el factor de fricción en función del régimen del fluido en dicha conducción, adoptando f_l o f_t según sea necesario para calcular la caída de presión.

Se utiliza como umbral de turbulencia un nº de Reynolds igual a 2500.0.

4.2.4 COMBINACIONES

A continuación, se detallan las hipótesis utilizadas en los consumos, y las combinaciones que se han realizado ponderando los valores consignados para cada hipótesis.

Combinación	Hipótesis Única
Combinación 1	1.00

4.2.5 RESULTADOS

4.2.5.1 Listado de nudos

Combinación: Combinación 1

Nudo	Cota m	Caudal dem. l/s	Alt. piez. m.c.a.	Pre. disp. m.c.a.	Coment.
NC1	607.97	250.00000	613.92	5.95	Pres. < 10 m.c.a.
SG1	626.76	-250.00137	628.76	2.00	

4.2.5.2 Listado de tramos

Valores negativos en caudal o velocidad indican que el sentido de circulación es de nudo final a nudo de inicio.

Combinaciones: Combinación 1

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s	Coment.
N1	N2	94.69	DN400	250.00003	0.72	1.95	
N1	SG1	13.72	DN400	-250.00137	-0.10	-1.95	
N2	N3	141.45	DN400	249.99976	1.08	1.95	
N3	N4	139.05	DN400	249.99977	1.06	1.95	
N4	N5	51.30	DN400	250.00045	0.39	1.95	



Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s	Coment.
N5	N6	1.80	DN400	250.00281	0.01	1.95	Vel.máx.
N6	N7	4.61	DN400	250.00214	0.04	1.95	
N7	N8	32.99	DN400	250.00076	0.25	1.95	
N8	N9	14.40	DN400	250.00133	0.11	1.95	
N9	N10	67.48	DN400	250.00026	0.51	1.95	
N10	N11	73.54	DN400	250.00020	0.56	1.95	
N11	N12	1.97	DN400	250.00275	0.02	1.95	
N12	N13	168.18	DN400	249.99964	1.28	1.95	
N13	N14	8.72	DN400	250.00169	0.07	1.95	
N14	N15	14.39	DN400	250.00133	0.11	1.95	
N15	N16	22.85	DN400	250.00101	0.17	1.95	
N16	N17	3.29	DN400	250.00238	0.03	1.95	
N17	N18	16.64	DN400	250.00123	0.13	1.95	
N18	N19	3.42	DN400	250.00235	0.03	1.95	
N19	N20	12.45	DN400	250.00144	0.09	1.95	
N20	N21	19.74	DN400	250.00111	0.15	1.95	
N21	N22	5.35	DN400	250.00203	0.04	1.95	
N22	N23	3.31	DN400	250.00237	0.03	1.95	
N23	N24	4.77	DN400	250.00211	0.04	1.95	
N24	N25	11.40	DN400	250.00150	0.09	1.95	
N25	N26	269.65	DN400	249.99932	2.06	1.95	Vel.mín.
N26	N27	29.52	DN400	250.00083	0.23	1.95	
N27	N28	32.56	DN400	250.00077	0.25	1.95	
N28	N29	13.10	DN400	250.00140	0.10	1.95	
N29	N30	66.87	DN400	250.00027	0.51	1.95	
N30	N31	36.26	DN400	250.00069	0.28	1.95	
N31	N32	13.69	DN400	250.00137	0.10	1.95	
N32	N33	14.84	DN400	250.00131	0.11	1.95	
N33	N34	112.95	DN400	249.99991	0.86	1.95	
N34	N35	100.29	DN400	249.99999	0.76	1.95	
N35	N36	19.11	DN400	250.00114	0.15	1.95	
N36	N37	45.22	DN400	250.00054	0.34	1.95	
N37	N38	24.26	DN400	250.00097	0.18	1.95	
N38	N39	27.68	DN400	250.00088	0.21	1.95	
N39	N40	16.88	DN400	250.00122	0.13	1.95	
N40	N41	177.29	DN400	249.99960	1.35	1.95	



Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s	Coment.
N41	NC1	14.67	DN400	250.00132	0.11	1.95	

4.2.6 ENVOLVENTE

Se indican los máximos de los valores absolutos.

Envolvente de máximos

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s
N1	N2	94.69	DN400	250.00003	0.72	1.95
N1	SG1	13.72	DN400	250.00137	0.10	1.95
N2	N3	141.45	DN400	249.99976	1.08	1.95
N3	N4	139.05	DN400	249.99977	1.06	1.95
N4	N5	51.30	DN400	250.00045	0.39	1.95
N5	N6	1.80	DN400	250.00281	0.01	1.95
N6	N7	4.61	DN400	250.00214	0.04	1.95
N7	N8	32.99	DN400	250.00076	0.25	1.95
N8	N9	14.40	DN400	250.00133	0.11	1.95
N9	N10	67.48	DN400	250.00026	0.51	1.95
N10	N11	73.54	DN400	250.00020	0.56	1.95
N11	N12	1.97	DN400	250.00275	0.02	1.95
N12	N13	168.18	DN400	249.99964	1.28	1.95
N13	N14	8.72	DN400	250.00169	0.07	1.95
N14	N15	14.39	DN400	250.00133	0.11	1.95
N15	N16	22.85	DN400	250.00101	0.17	1.95
N16	N17	3.29	DN400	250.00238	0.03	1.95
N17	N18	16.64	DN400	250.00123	0.13	1.95
N18	N19	3.42	DN400	250.00235	0.03	1.95
N19	N20	12.45	DN400	250.00144	0.09	1.95
N20	N21	19.74	DN400	250.00111	0.15	1.95
N21	N22	5.35	DN400	250.00203	0.04	1.95
N22	N23	3.31	DN400	250.00237	0.03	1.95
N23	N24	4.77	DN400	250.00211	0.04	1.95
N24	N25	11.40	DN400	250.00150	0.09	1.95
N25	N26	269.65	DN400	249.99932	2.06	1.95
N26	N27	29.52	DN400	250.00083	0.23	1.95
N27	N28	32.56	DN400	250.00077	0.25	1.95



Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s
N28	N29	13.10	DN400	250.00140	0.10	1.95
N29	N30	66.87	DN400	250.00027	0.51	1.95
N30	N31	36.26	DN400	250.00069	0.28	1.95
N31	N32	13.69	DN400	250.00137	0.10	1.95
N32	N33	14.84	DN400	250.00131	0.11	1.95
N33	N34	112.95	DN400	249.99991	0.86	1.95
N34	N35	100.29	DN400	249.99999	0.76	1.95
N35	N36	19.11	DN400	250.00114	0.15	1.95
N36	N37	45.22	DN400	250.00054	0.34	1.95
N37	N38	24.26	DN400	250.00097	0.18	1.95
N38	N39	27.68	DN400	250.00088	0.21	1.95
N39	N40	16.88	DN400	250.00122	0.13	1.95
N40	N41	177.29	DN400	249.99960	1.35	1.95
N41	NC1	14.67	DN400	250.00132	0.11	1.95

Se indican los mínimos de los valores absolutos.

Envolvente de mínimos

Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s
N1	N2	94.69	DN400	250.00003	0.72	1.95
N1	SG1	13.72	DN400	250.00137	0.10	1.95
N2	N3	141.45	DN400	249.99976	1.08	1.95
N3	N4	139.05	DN400	249.99977	1.06	1.95
N4	N5	51.30	DN400	250.00045	0.39	1.95
N5	N6	1.80	DN400	250.00281	0.01	1.95
N6	N7	4.61	DN400	250.00214	0.04	1.95
N7	N8	32.99	DN400	250.00076	0.25	1.95
N8	N9	14.40	DN400	250.00133	0.11	1.95
N9	N10	67.48	DN400	250.00026	0.51	1.95
N10	N11	73.54	DN400	250.00020	0.56	1.95
N11	N12	1.97	DN400	250.00275	0.02	1.95
N12	N13	168.18	DN400	249.99964	1.28	1.95
N13	N14	8.72	DN400	250.00169	0.07	1.95
N14	N15	14.39	DN400	250.00133	0.11	1.95
N15	N16	22.85	DN400	250.00101	0.17	1.95



Inicio	Final	Longitud m	Diámetros mm	Caudal l/s	Péridid. m.c.a.	Velocidad m/s
N16	N17	3.29	DN400	250.00238	0.03	1.95
N17	N18	16.64	DN400	250.00123	0.13	1.95
N18	N19	3.42	DN400	250.00235	0.03	1.95
N19	N20	12.45	DN400	250.00144	0.09	1.95
N20	N21	19.74	DN400	250.00111	0.15	1.95
N21	N22	5.35	DN400	250.00203	0.04	1.95
N22	N23	3.31	DN400	250.00237	0.03	1.95
N23	N24	4.77	DN400	250.00211	0.04	1.95
N24	N25	11.40	DN400	250.00150	0.09	1.95
N25	N26	269.65	DN400	249.99932	2.06	1.95
N26	N27	29.52	DN400	250.00083	0.23	1.95
N27	N28	32.56	DN400	250.00077	0.25	1.95
N28	N29	13.10	DN400	250.00140	0.10	1.95
N29	N30	66.87	DN400	250.00027	0.51	1.95
N30	N31	36.26	DN400	250.00069	0.28	1.95
N31	N32	13.69	DN400	250.00137	0.10	1.95
N32	N33	14.84	DN400	250.00131	0.11	1.95
N33	N34	112.95	DN400	249.99991	0.86	1.95
N34	N35	100.29	DN400	249.99999	0.76	1.95
N35	N36	19.11	DN400	250.00114	0.15	1.95
N36	N37	45.22	DN400	250.00054	0.34	1.95
N37	N38	24.26	DN400	250.00097	0.18	1.95
N38	N39	27.68	DN400	250.00088	0.21	1.95
N39	N40	16.88	DN400	250.00122	0.13	1.95
N40	N41	177.29	DN400	249.99960	1.35	1.95
N41	NC1	14.67	DN400	250.00132	0.11	1.95

4.2.7 MEDICIÓN

A continuación, se detallan las longitudes totales de los materiales utilizados en la red.

1A PN20 CAÑO FNCGL

Descripción	Longitud m	Long. mayorada m
DN400	1946.36	2335.64



Se emplea un coeficiente de mayoración en las longitudes del 20.0 % para simular en el cálculo las pérdidas en elementos especiales no tenidos en cuenta en el diseño.

5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

5.1 METODOLOGÍA DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Para la definición de los objetivos, criterios e indicadores, se tomó como referencia la investigación realizada por Perpiñan Guerra, A. A. (2013) dónde se establece el conjunto de objetivos e indicadores enunciados en la siguiente tabla:

Tabla 8 Criterios de Selección de Alternativa

OBJETIVO	CRITERIOS
AMBIENTAL	C1 Maximizar el aprovechamiento de fuentes alternas de suministro de agua en el territorio
	C2 Minimizar el consumo de energía eléctrica
	C3 Minimizar el impacto ambiental asociado al uso del recurso
ECONÓMICO	C4 Minimizar los costos de sostenibilidad (operación y mantenimiento)
	C5 Maximizar la rentabilidad financiera
SOCIAL	C6 Minimizar contaminación de la fuente de abastecimiento
	C7 Minimizar edad del Estado de la red de distribución
TÉCNICO	C9 Maximizar la continuidad del servicio
	C10 Maximizar la frecuencia de mantenimiento
TECNOLÓGICO	C12 Minimizar Probabilidad de fallo de las tecnologías

Una vez establecidos los objetivos, se debe proceder a la asignación de factores de ponderación para cada uno de los mismos, considerando las características y estructuras de preferencias del centro decisor.

Tabla 9 Ponderación de Criterios de evaluación

OBJETIVO	CRITERIOS	CALIFICACIÓN
AMBIENTAL	C1 Maximizar el aprovechamiento de fuentes alternas de suministro de agua en el territorio	
	Fuente Existente	1
	Fuente Alterna	10
	C2 Minimizar el consumo de energía eléctrica	
	Bajo Consumo	10



OBJETIVO	CRITERIOS	CALIFICACIÓN
	Medio Consumo	5
	Alto Consumo	1
	C3 Minimizar el impacto ambiental asociado al uso del recurso	
	Bajo Impacto	10
	Medio Impacto	5
	Alto Impacto	1
ECONÓMICO	C4 Minimizar los costos de sostenibilidad (operación y mantenimiento)	
	Bajo Impacto	10
	Medio Impacto	5
	Alto Impacto	1
	C5 Maximizar la rentabilidad financiera	
	Bajo Impacto	10
	Medio Impacto	5
Alto Impacto	1	
SOCIAL	C6 Minimizar contaminación de la fuente de abastecimiento	
	Aguas negras	1
	Agua superficial de calidad deficiente	2
	Agua de mar	4
	Aguas subterráneas urbanas	4
	Aguas lluvias	6
	Agua superficial con calidad natural	8
	Acueducto municipal	10
	C7 Minimizar edad del Estado de la red de distribución	
	Red de distribución con presencia recurrente de fugas de agua potable (3 o más fugas promedio año).	2
	Red con edad de operación superior a 30 años	6
	Red con edad entre 10 a 30 años de operación	8
Red con edad menor a 10 años	10	
TÉCNICO	C9 Maximizar la continuidad del servicio	
	Continuidad a Largo Plazo	10
	Continuidad a Mediano Plazo	5
	Continuidad a Corto Plazo	1
	C10 Maximizar la frecuencia de mantenimiento	
	Mantenimiento a Largo Plazo	10
	Mantenimiento a Mediano Plazo	5
Mantenimiento a Corto Plazo	1	
TECNOLÓGICO	C11 Maximizar Disponibilidad de agua en la fuente de suministro	
	Agua de mar	10



OBJETIVO	CRITERIOS	CALIFICACIÓN
	Aguas subterráneas urbanas	8
	Aguas lluvias	4
	Agua superficial con calidad natural	6
	Acueducto municipal	10
	C12 Minimizar Probabilidad de fallo de las tecnologías	
	Tecnología Mecánica	2
	Tecnología Electromecánica	6
	Tecnología Electrónica	8

5.2 ALTERNATIVAS DE DISEÑO

5.2.1 RECONSTRUCCIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL DESARENADOR ACTUAL

Se plantea la posibilidad de realizar la reconstrucción del desarenador existente para el manejo de un mayor flujo y eficiencia en la remoción de sólidos. Sin embargo, se analizan las siguientes ventajas y desventajas

Ventajas:

- Aprovechamiento de la estructura existente de la línea de aducción y conducción.

Desventajas:

- Mayores costos en la operación y mantenimiento de las estructuras
- Menor viabilidad técnica (RAS - Resolución 330 de 2017)
- Fallas en la continuidad de la prestación del servicio.
- Dificultad en la adecuación de la estructura por su estado, debido al paso del tiempo.

5.2.2 CONSTRUCCIÓN DE DESARENADOR

En esta alternativa se plantea la construcción de un sistema de dos desarenadores en paralelo para mantener el flujo constante hacia la planta, utilizando la red de aducción actual, a un periodo de diseño de 25 años con un caudal de 230 LPS cada uno.

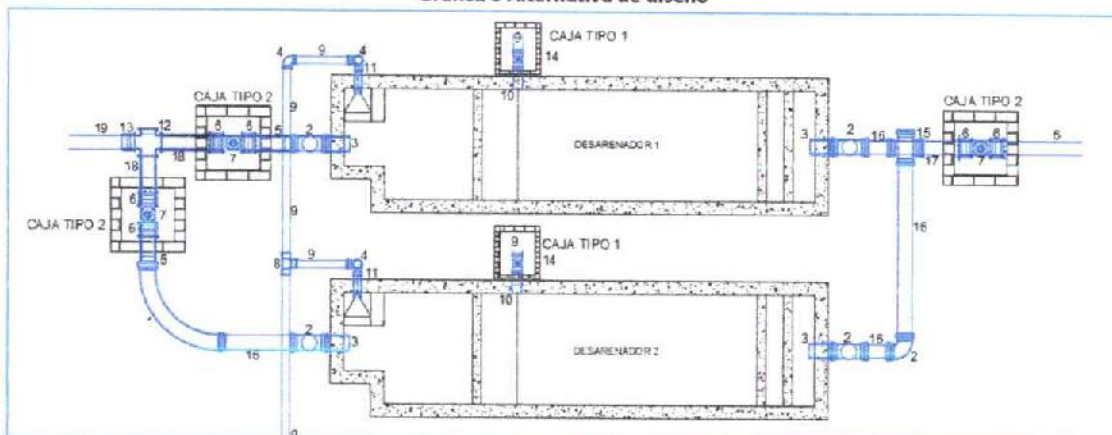
Ventajas:

- Aprovechamiento de la estructura existente de la línea de aducción y conducción.
- Mayor viabilidad técnica (RAS - Resolución 330 de 2017)
- Prestación continua del servicio de acueducto
- Menores costos en la operación y mantenimiento del sistema.
- Facilidad de limpieza y mantenimiento debido a las 2 unidades.
- Mayor seguridad ante el daño de las estructuras.

Desventajas:

- Dificultad en la construcción por el tamaño y ubicación del sistema de desarenadores.

Gráfica 6 Alternativa de diseño



Fuente: Propia

5.3 SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO

La evaluación de las alternativas se observa a continuación:

Tabla 10 seleccion de alternativas

OBJETIVO	CRITERIOS	ALTERNATIVAS	
		1	2
AMBIENTAL	C1 Maximizar el aprovechamiento de fuentes alternas de suministro de agua en el territorio	10	10
	C2 Minimizar el consumo de energía eléctrica	10	10
	C3 Minimizar el impacto ambiental asociado al uso del recurso	10	10
ECONÓMICO	C4 Minimizar los costos de sostenibilidad (operación y mantenimiento)	1	10
	C5 Maximizar la rentabilidad financiera	1	5
SOCIAL	C6 Minimizar contaminación de la fuente de abastecimiento	10	10
	C7 Minimizar edad del Estado de la red de distribución	8	8
TÉCNICO	C9 Maximizar la continuidad del servicio	1	10
	C10 Maximizar la frecuencia de mantenimiento	1	10



	C12 Minimizar Probabilidad de fallo de las tecnologías	2	8
	CALIFICACIÓN PROMEDIO	54	92

Una vez identificadas las ventajas y desventajas de las alternativas enunciadas anteriormente se selecciona como alternativa de diseño la numero 2. CONSTRUCCIÓN DE DESARENADOR, por ser la que contiene más factores favorables y mejora la prestación del servicio de acueducto del municipio.

5.4 OTRAS ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACIÓN

5.4.1 OPTIMIZACIÓN LA RED ACTUAL DE CONDUCCIÓN

Se observa que la línea actual de conducción no cuenta con las válvulas de purga, control y ventosas. Se propone la instalación de 4 válvulas de purga de 4 pulgadas en los puntos ya indicados en la sección 4. Además, la instalación de 3 válvulas de control, al comienzo y final de la conducción y 3 ventosas de 1 ½ pulgadas en los puntos mas altos de la red. Con lo cual se espera una mejora en la eficiencia de la conducción y facilitar el mantenimiento.

5.4.2 CONSTRUCCIÓN DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Al final de la conducción se propone la construcción de un tanque de almacenamiento y regulación de caudal del agua antes del tratamiento, de una primera fase de 1200 m³. Lo cual tendrá las siguientes ventajas:

- Si es necesario algún cambio o mantenimiento en la línea de conducción o al sistema de captación, la planta continuará con la disponibilidad de agua por un tiempo definido y no será necesario un corte del suministro.
- Ocasionalmente se observa que cuando hay crecientes del río el agua empieza a llegar con niveles de turbidez muy altas difícil de tratar debido al sistema convencional de la planta, por lo cual se podría utilizar el volumen almacenado mientras se estabilizan las propiedades del agua.
- Regular el caudal que entra a la planta, ya que la conducción y el sistema de captación y desarenador se encuentran a una larga distancia y pueden presentar variación de flujo.



6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se realiza un diagnóstico del sistema actual de sistema de desarenador y línea de conducción de quebrada las Blancas del municipio de Acacias Meta, el cual necesita una ampliación y cambio de estructuras por lo que se plantea alternativas.

Se realiza el estudio de población al período de diseño obteniendo un Caudal Máximo Diario de 230 LPS para una población de 86400 habitantes en el casco urbano.

Se recomienda revisar el caudal concesionado, porque según el PBOT habría un déficit de caudal para el año 2044.

El desarenador actual no cumple con las determinaciones de el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (Resolución 330 de 2017) en cuanto a eficiencia y tamaño de partícula, además ya cumplió con el periodo de 25 años desde su construcción.

Se plantea la construcción de un sistema de dos desarenadores en paralelo para mantener el flujo constante hacia la planta, además de facilidad de limpieza y mantenimiento.

Según el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (Resolución 330 de 2017) se debe contemplar sitios de salida para medición de caudal y presión en la entrada y salida de la conducción y para este caso en la mitad del tramo.

En la conducción se recomienda la instalación de 4 válvulas de purga, 3 válvulas de control y 3 ventosas, con lo cual se espera una mejora en la eficiencia y facilitar el mantenimiento.

Se propone la construcción de un tanque de almacenamiento y regulación de caudal del agua de capacidad 1200 m³, antes de la entrada de agua a la planta de tratamiento.



7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DANE. Demografía y población. (s. f.). <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion>
- Documento diagnóstico, revisión y ajuste del plan básico de ordenamiento territorial 2020, Secretaría de Planeación y Vivienda Acacias –Meta. <https://www.acacias.gov.co/documentos/1267/pbot/>
- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS | Minvivienda. (s. f.). <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/reglamento-tecnico-sector/reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable-y-saneamiento-basico-ras>
- Plan de saneamiento y manejo de vertimientos municipales de Acacias – Meta, PSMV 2011. <https://es.scribd.com/document/382620221/psmv>
- Perpiñan Guerra, A. A. (2013). Metodología para la evaluación y selección de alternativas de aprovechamiento, ahorro y uso eficiente del agua en el sector Institucional. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/20942>
- R. A. López Cualla, Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado, Bogotá: Escuela colombiana de ingenieros, 2003.

Villavicencio, octubre de 2022



MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **ASLEY FERNANDO ESPEJO DIAZ**, ingeniero civil especialista en recursos hídricos; con matrícula profesional vigente 25202-168297 CND, e identificado con C.C. N° 80882602 de Bogotá, hago constar que el **DIAGNOSTICO HIDRAULICO**, fue elaborado en cumplimiento a los requisitos y normas aplicados a este tipo de actividades, para el proyecto **“ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DESARENADOR Y LA LINEA DE CONDUCCION UBICADO EN LA QUEBRADA LAS BLANCAS DEL MUNICIPIO DE ACACIAS META”**

En consecuencia, asumo la responsabilidad del presente estudio, en cualquier tipo de caso, situación o eventualidad que pudiera presentarse, en que la obra a que hace referencia el proyecto no se ejecute conforme a lo estipulado por el estudio, no asumiré responsabilidad civil ni penal alguna.

Atentamente,

ASLEY FERNANDO ESPEJO DÍAZ
ING. CIVIL ESP. EN RECURSOS HÍDRICOS
M.P 25202-168297 CND

REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA

MATRÍCULA PROFESIONAL No.
25202168297CND
INGENIERO CIVIL

DE FECHA **23/04/2009**
ASLEY FERNANDO
ESPEJO DIAZ
C.C. 80882602
UNIVERSIDAD NACIONAL DE
COLOMBIA



PRESIDENTE DEL CONSEJO

Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003, que autoriza a su titular para ejercer como Ingeniero en todo el Territorio Nacional.

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA

Calle 78 No. 9 - 57 Oficina 1301 Tel. 3220102 Bogotá D.C.

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
80.882.602

NOMBRE
ESPEJO DIAZ
NOMBRE
ASLEY FERNANDO
FIRMAS




FECHA DE NACIMIENTO 24-OCT-1985
TUNJA
(BOYACA)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.75 O+ M
ESTATURA G.S. RH SEXO
19-DIC-2003 BOGOTA D.C.
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION



4-1500113-45154032-M0000000002-20070102 07909-00105A (02 215013044



**CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA**

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que ASLEY FERNANDO ESPEJO DIAZ, identificado(a) con Cedula de Ciudadanía 80882602, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25202-168297 desde el 23 de Abril de 2009, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 449.
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 veinticuatro (24) días del mes de Febrero del año dos mil veintitres (2023).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firma 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.

REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA



CONFIERE EL TÍTULO DE

Ingeniero Civil

A

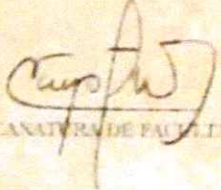
Asley Fernando Espejo Díaz

C.C. No. 80882602 Expedida en Bogotá

QUIEN CUMPLIÓ SATISFACTORIAMENTE LOS REQUISITOS ACADÉMICOS EXIGIDOS,
EN TESTIMONIO DE ELLO, Y PREVIO AL JURAMENTO DE RIGOR, OTORGA EL PRESENTE

DIPLOMA

EN LA CIUDAD DE Bogotá D.C., a los 25 días del mes de Marzo de 2009


DECANATO DE FACULTAD


RECTORÍA


SECRETARÍA GENERAL

REGISTRO No. 8354 del Libro de Diplomas No. 89
DE LA SEDE DE Bogotá FACULTAD DE Ingeniería

0112658



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia

ACTA DE POSTGRADO No. 120-CHR-2015

En la ciudad de Bogotá D.C., a los Diez (10) días del mes de Abril del año Dos Mil Quince (2015), presidida por el Señor RECTOR se realizó la ceremonia de grado del alumno ASLEY FERNANDO ESPEJO DÍAZ con cédula de ciudadanía No. 80882602 de BOGOTÁ D.C, conforme a los Estatutos y al registro SNIES No. 8697, se le hizo entrega del diploma 16690 confiriéndole el título de:

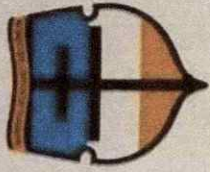
**ESPECIALISTA
EN:
RECURSOS HIDRICOS**

En fe de lo anterior, se firma la presente acta.

(FDO.) Rector, FRANCISCO JOSÉ GÓMEZ ORTIZ
(FDO.) Secretario General, SERGIO ALBERTO MARTÍNEZ LONDOÑO
(FDO.) Decano, CARLOS ALBERTO GONZÁLEZ CAMARGO
(FDO.) Director del Posgrado, JORGE ALBERTO VALERO FANDIÑO

*Es fiel copia tomada de su original
Bogotá D.C., 10 de Abril de 2015*

SERGIO ALBERTO MARTÍNEZ LONDOÑO
SECRETARIO GENERAL



Universidad Católica de Colombia

Presidencia Académica No. 2271 de Julio 7 de 1979. Ministerio de Justicia

Considerando que:

Asley Fernando Espejo Díaz

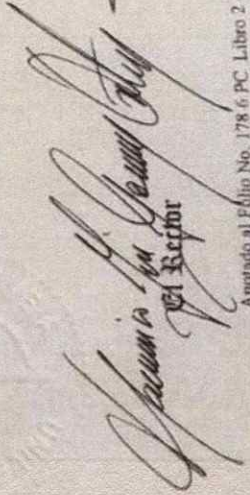
C.C. 80882602 Bogotá D.C.

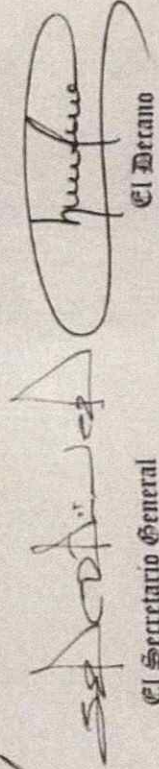
Aprobó los estudios de posgrado programados por la Universidad y cumplió con los requisitos exigidos por la Ley y los reglamentos, le confiere el título de

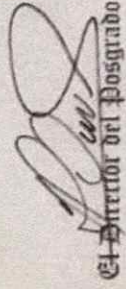
Especialista en Recursos Hídricos

En testimonio de lo expuesto se expide el presente diploma, en Bogotá, D.C.

a los 10 días del mes de abril del año dos mil quince (2015)

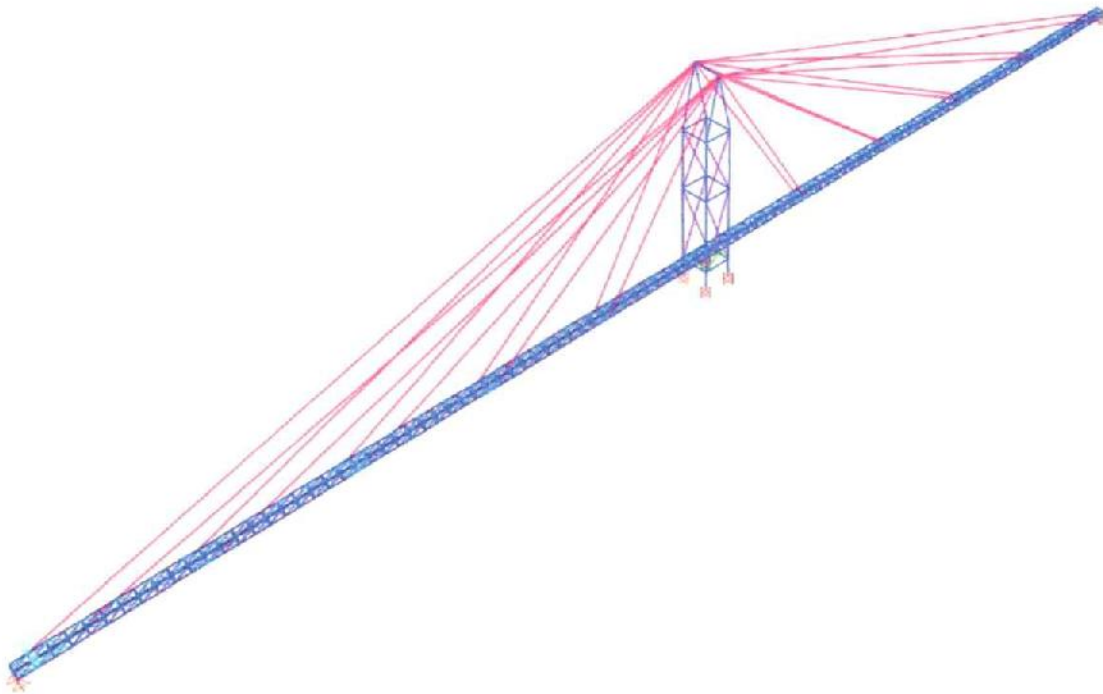

El Rector


El Secretario General


El Director del Posgrado

**INFORME DE REVISIÓN ESTRUCTURAL
VIADUCTO ATIRANTADO**

REVISIÓN ESTRUCTURAL DEL VIADUCTO PARA PASO DE TUBERÍA PARA EL SISTEMA
DE CAPTACIÓN DEL ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE ACACÍAS, EN EL DEPARTAMENTO
DEL META



Ing. JUAN FERNANDO LOZANO SEPÚLVEDA
M. Sc. ESTRUCTURAS

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	OBJETIVOS.....	8
2.1	OBJETIVO PRINCIPAL.....	8
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
3	ALCANCE.....	9
4	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	10
5	VISITA DE CAMPO.....	11
6	NORMAS Y CÓDIGOS DE DISEÑO EMPLEADOS.....	12
7	PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS EMPLEADO.....	13
8	CARGAS.....	13
8.1	CARGAS MUERTAS.....	13
8.2	CARGAS VIVAS.....	13
8.3	CARGAS DE SISMO.....	14
9	DATOS DE ENTRADA DEL MODELO MATEMÁTICO.....	15
10	REVISIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	35
10.1	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL.....	35
10.2	CABLES.....	36
10.3	TORRES.....	39
10.4	VIGA DE RIGIDEZ – CERCHA.....	40
11	CONCLUSIONES.....	41

TABLA DE IMÁGENES

Imagen 1. Modelo matemático del viaducto	5
Imagen 2. Geometría general del viaducto	6
Imagen 3. Sección transversal típica de la cercha de rigidez de viaducto	6
Imagen 4. Geometría general de la torre central	7
Imagen 5. Localización del municipio de Acacías	10
Imagen 6. Localización del viaducto atirantado con respecto al municipio de Acacías	10
Imagen 7. Espectro elástico de aceleraciones según CCP-14	14
Imagen 8. Aplicación de cargas muertas	34
Imagen 9. Aplicación de cargas vivas	34
Imagen 10. Identificación de elementos tipo cable	36
Imagen 11. Relación de eficiencia de los elementos de la torre	39
Imagen 12. Elementos con sobre esfuerzo en la cercha	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Registro fotográfico de la visita al sitio de localización del viaducto 11
Tabla 2. Fuerzas en cables 37
Tabla 3. Revisión de la tensión en los cables principales..... 38

1 INTRODUCCIÓN

A continuación, se presenta el informe de la revisión estructural del viaducto compuesto por un sistema atirantado.

El trabajo realizado consistió básicamente en la elaboración de un modelo matemático, representativo de la estructura. Para ello, se empleó un modelo tridimensional de análisis y sobre este se aplicaron las cargas permanentes y transitorias, además de las fuerzas producidas por eventos extremos, como las fuerzas de sismo y las fuerzas de viento, entre otras. Cabe resaltar que, el proceso realizado se basó en lo establecido en CCP-14. Una vez aplicadas las fuerzas sobre la estructura, se evaluó el comportamiento de estas, basándose en los principios de la mecánica de estructuras. Estas fuerzas fueron evaluadas en el modelo matemático y comparadas con los valores máximos consignados en los códigos y reglamentos de diseño vigentes.

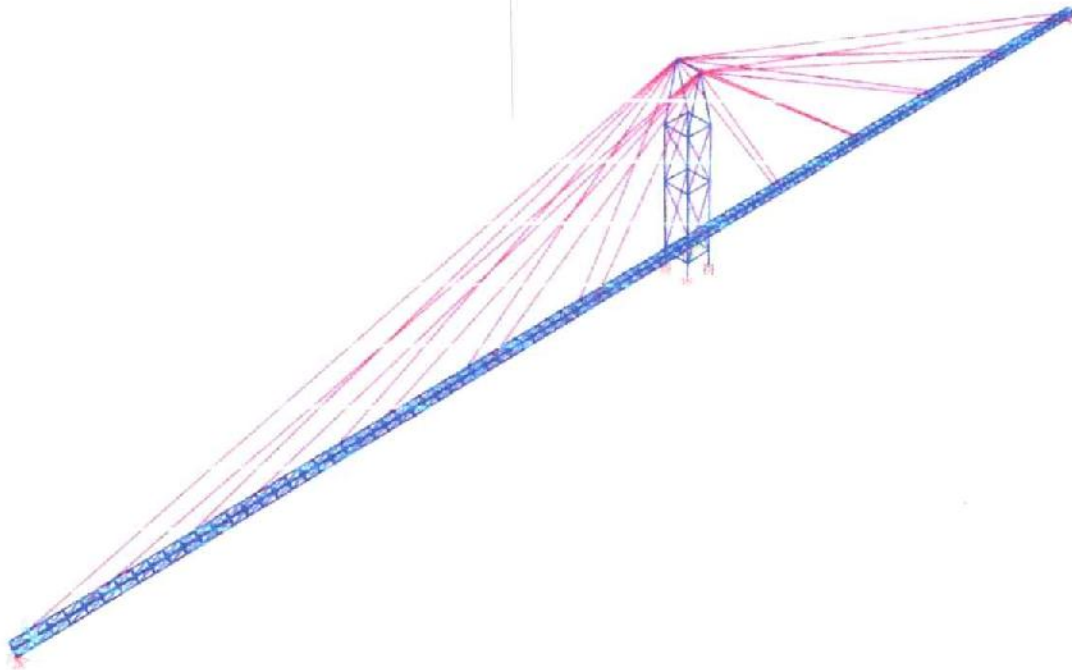


Imagen 1. Modelo matemático del viaducto

En el documento se describen los procedimientos empleados de análisis y de diseño y se hacen los respectivos análisis y comentarios que se consideran relevantes. Se muestran tablas y cálculos que resumen los valores de las fuerzas aplicadas en la estructura, las fuerzas resultantes obtenidas en los elementos ante la aplicación de cargas externas, los desplazamientos de la estructura, entre otras variables de especial interés. Al final del documento, se escriben las conclusiones y comentarios.

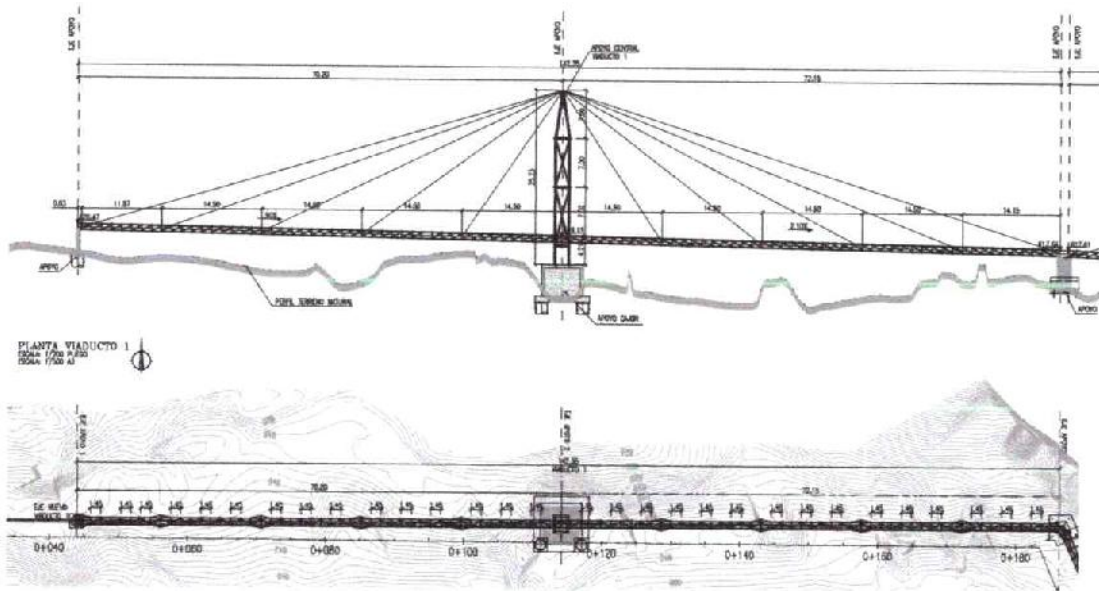


Imagen 2. Geometría general del viaducto

La siguiente imagen, obedece a la sección transversal típica de la cercha que soporta directamente la tubería del acueducto:

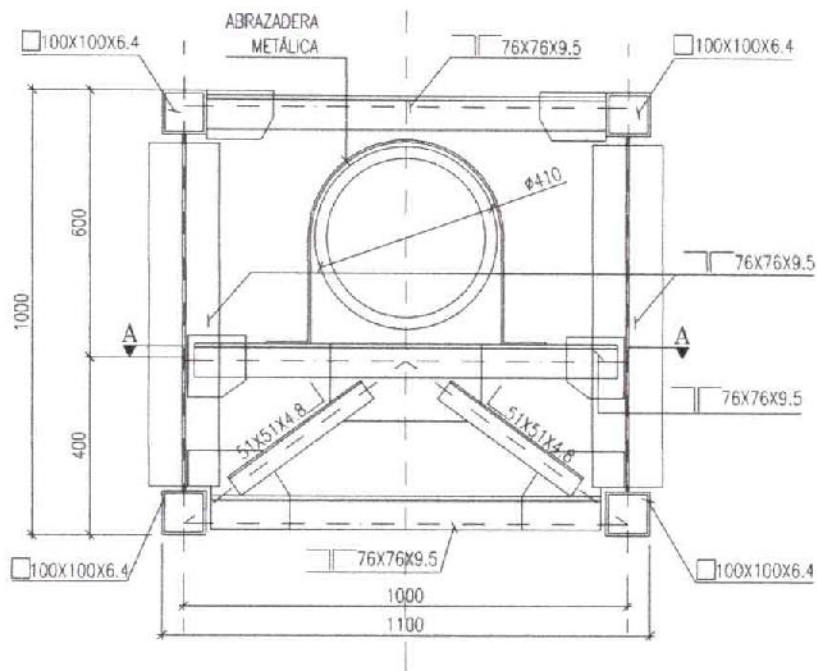


Imagen 3. Sección transversal típica de la cercha de rigidez de viaducto

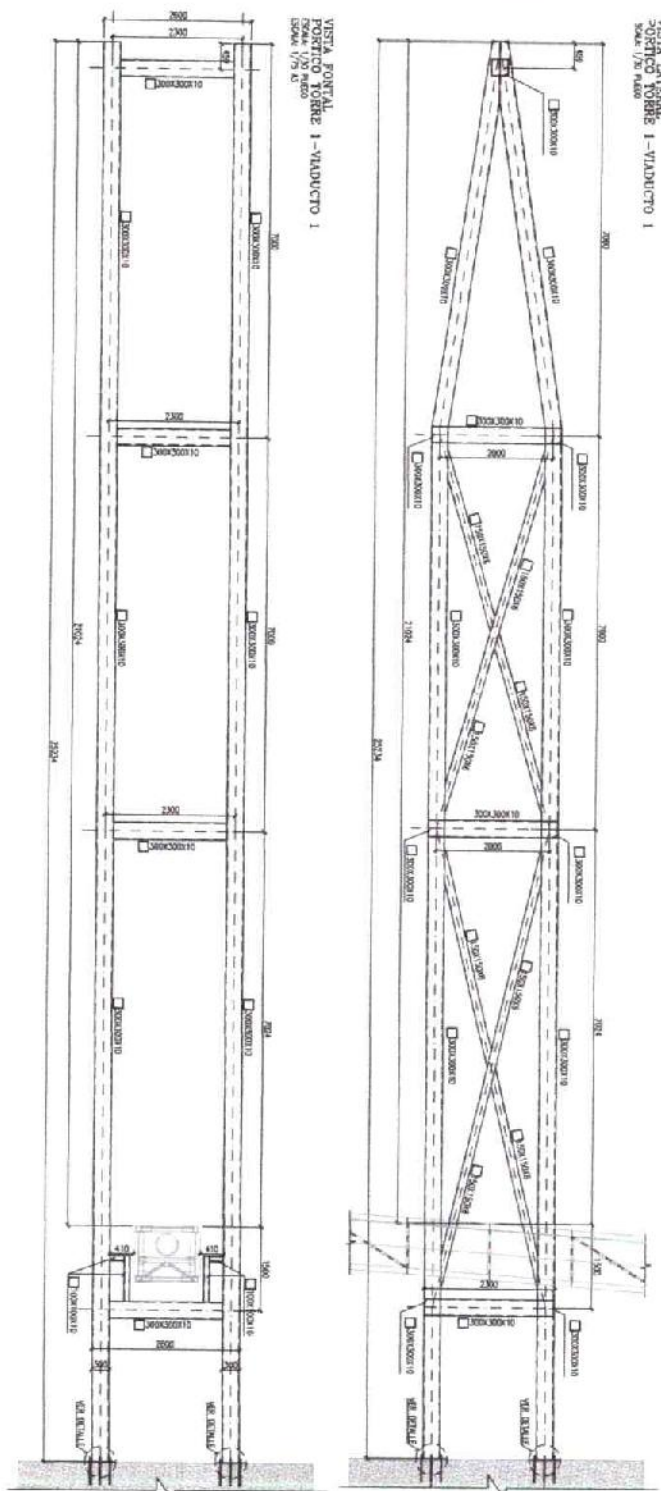


Imagen 4. Geometría general de la torre central

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Realizar la "REVISIÓN ESTRUCTURAL DEL VIADUCTO DE 72 m DE LONGITUD, PARA PASO DE TUBERÍA DE 410 mm DE DIÁMETRO PARA EL SISTEMA DE CAPTACIÓN DEL ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE ACACÍAS, EN EL DEPARTAMENTO DEL META".

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el modelo matemático del viaducto, con el fin de analizar y evaluar el comportamiento de la estructura ante diferentes cargas y sus combinaciones, de manera simultánea, ante las condiciones a las que pueda verse sometida a lo largo de la vida útil de la estructura.
- Aplicar en el modelo matemático, representativo de la estructura, las cargas o fuerzas de diseño, de acuerdo con los requisitos del código CCP-14.
- Analizar la estructura teniendo en cuenta que las cargas pueden presentarse de manera simultánea, en concordancia con lo establecido en la estructura y revisar el comportamiento ante las solicitaciones sobre impuestas, teniendo en cuenta que estas se evalúan con el objetivo de revisar si la estructura, con las condiciones actuales, es capaz de soportar dichas cargas.
- Presentar la memoria de cálculo de la evaluación realizada y que sea el sustento de las conclusiones presentadas a final de este trabajo.

3 ALCANCE

El presente trabajo corresponde a la revisión estructural de la superestructura del viaducto y la evaluación de su capacidad. Por lo tanto, no forma parte del propósito de este documento medir la capacidad de la cimentación.

Uno de los principales propósitos de el trabajo presentado en este documento, corresponde a la evaluación de la capacidad estructural del viaducto, teniendo en cuenta que sobre el se proyecta la circulación de personal de trabajo y comparar si con las condiciones actuales, la estructura es capaz de resistir las cargas sobreimpuestas proyectadas.

Se presentan tablas y comentarios explicativos que describen el proceso de análisis empleado en el desarrollo del documento.

4 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El Viaducto se encuentra localizado en el municipio de Acacías, en el departamento del Meta.

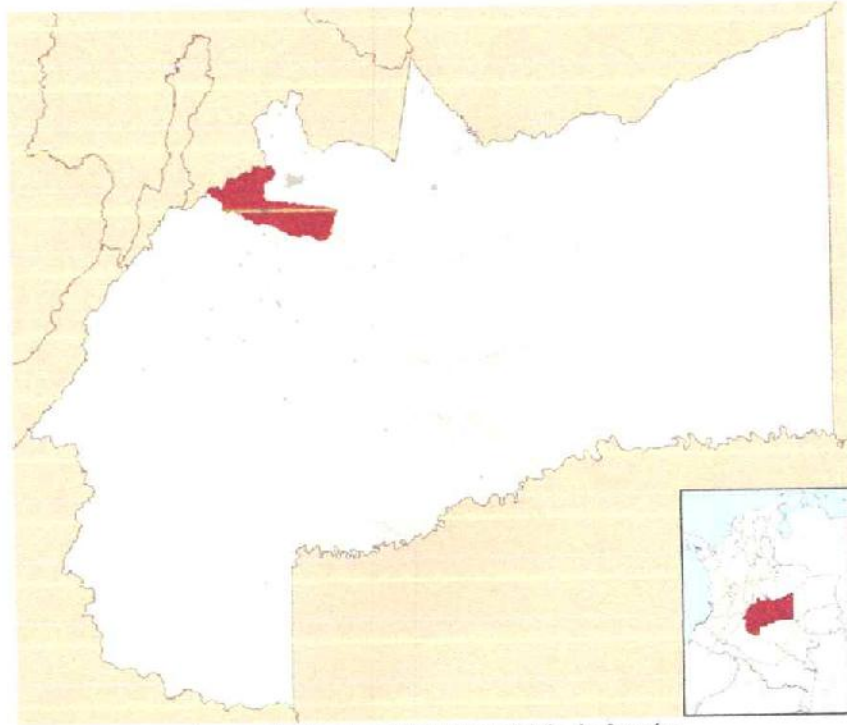


Imagen 5. Localización del municipio de Acacías

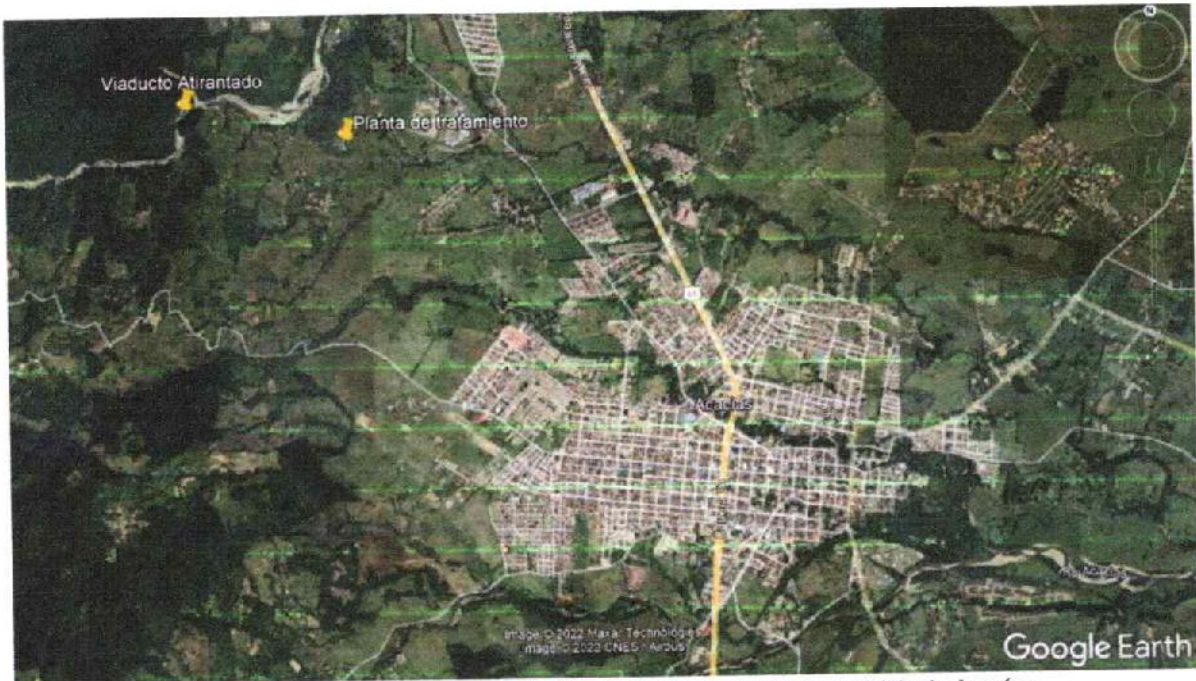


Imagen 6. Localización del viaducto atirantado con respecto al municipio de Acacías

5 VISITA DE CAMPO

A continuación, se presenta un registro fotográfico general del viaducto y su estado actual:



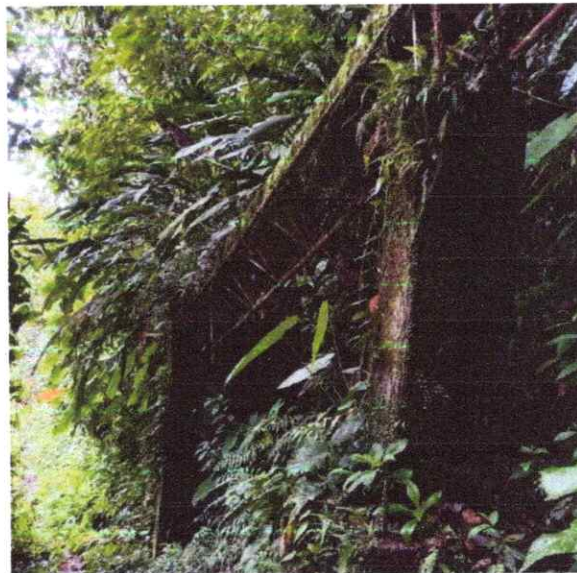
Vista general del viaducto, con un sistema atirantado, compuesto por una torre central y un sistema simétrico, con luces a lado y lado de la torre de aproximadamente 72.00 m de longitud.



Estado general de elementos adyacentes al sistema principal y que sirven como viaducto para la conducción de la tubería. Presentan una avanzada cobertura vegetal.



Detalle de la torre y de las conexiones de los cables principales, unidos a la viga de rigidez, mediante elementos tipo ángulos, ubicados en las caras laterales de la cercha.



Presencia de cobertura vegetal en elementos de concreto de la infraestructura y de los elementos de acero en la viga de rigidez.

Tabla 1. Registro fotográfico de la visita al sitio de localización del viaducto

6 NORMAS Y CÓDIGOS DE DISEÑO EMPLEADOS

Para la revisión, se emplearon principalmente las siguientes normas, reglamentos y códigos de diseño:

- CCP-14
- NSR-10

7 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS EMPLEADO

Se realizó modelo matemático con base en las secciones existentes en los planos estructurales. El modelo fue realizado mediante análisis matricial. Una vez fueron definidas las secciones estructurales de los elementos y sus respectivos materiales, se procedió con el análisis de cargas. Para ello, fueron evaluadas las cargas gravitacionales, como las cargas muertas y vivas y las cargas horizontales, con las fuerzas de sismo y las fuerzas de viento. En general, el proceso de creación del modelo matemático tridimensional del viaducto y su respectivo análisis y diseño, fueron elaborados principalmente con base en lo descrito en CCP-14, pues dicho código se deriva de la AASHTO y esta última contiene criterios más conservadores y evalúa un número mayor de estados límite.

8 CARGAS

8.1 CARGAS MUERTAS

Se consideró como carga muerta el peso producido por una lámina con el propósito para la circulación de personas. Esta lámina tiene un peso de 50 kg/m².

La carga muerta producida por el peso del tubo (vacío), es, según el fabricante, aproximadamente igual a 50 kg/m.

Se considera una carga adicional de 50 kg/m correspondiente a barandas. Adicionalmente, se considera un 25 % correspondiente a las respectivas conexiones.

Estas cargas se distribuyen en cada uno de los nodos de la cercha, teniendo en cuenta que las cargas antes descritas, obedecen a una carga uniformemente repartida por unidad de área, por lo tanto, fue necesario convertir dichas cargas a fuerzas puntuales para posteriormente, aplicarlos sobre los nodos de la cercha de rigidez, que soporta directamente la tubería.

8.2 CARGAS VIVAS

El peso del agua se consideró a tubo con un diámetro de 410 mm, por lo tanto:

$$w_{agua} = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \times \gamma_{agua} = 1.32 \text{ kN/m}$$

Adicionalmente, se considera una carga de impacto debido al comportamiento dinámico del agua. Con el propósito de ser conservadores y por tratarse de una estructura existente. Para ello, se considera un porcentaje del 30 %, por lo tanto:

$$w_{agua+impacto} = 1.72 \text{ kN/m}$$

Se empleó una carga de 50 kg/m² correspondiente a una carga viva de trabajo. Adicionalmente, se consideró una carga de 100 kg transitoria.

8.3 CARGAS DE SISMO

El movimiento sísmico empleado para el diseño de la estructura obedece al espectro elástico de aceleraciones de CCP-14.

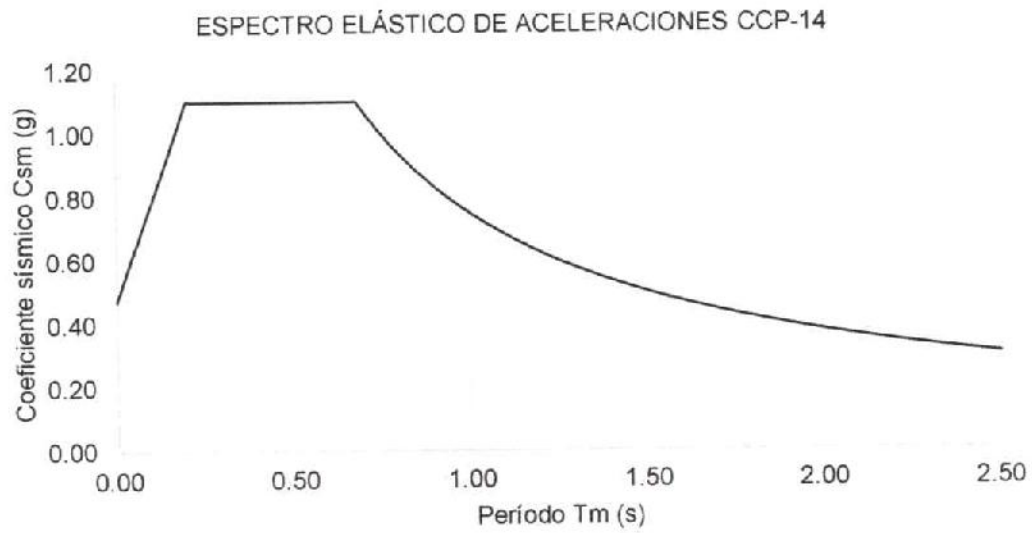


Imagen 7. Espectro elástico de aceleraciones según CCP-14

9 DATOS DE ENTRADA DEL MODELO MATEMÁTICO

Table: Cable Section Definitions, Part 1 of 3

Table: Cable Section Definitions, Part 1 of 3

CableSect	Material	Specify	Diameter m	Area m2	TorsConst m4	I m4	AS m2	Color
CAB1	A416Gr27 0	Diameter	0.0127	0.000127	2.554E-09	1.277E-09	0.000114	8388863

Table: Cable Section Definitions, Part 2 of 3

Table: Cable Section Definitions, Part 2 of 3

CableSect	TotalWt KN	TotalMass KN-s2/m	AMod	A2Mod	A3Mod	JMod	I2Mod	I3Mod
CAB1	9.677	0.99	1.	1.	1.	1.	1.	1.

Table: Cable Section Definitions, Part 3 of 3

Table: Cable Section Definitions, Part 3 of 3

CableSect	MMod	WMod	GUID	Notes
CAB1	1.	1.		Added 10/10/2022 10:23:34 a. m.

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 1 of 7

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 1 of 7

SectionName	Material	Shape	t3 m	t2 m	tf m	tw m
2C 250X150X3	A36	Box/Tube	0.25	0.15	0.003	0.003
2L 2X2X1/4	A36	Double Angle	0.0508	0.108	0.00635	0.00635
2L 3X3X1/2	A36	Double Angle	0.0762	0.1588	0.0127	0.0127
2L 3X3X1/4	A36	Double Angle	0.0762	0.1588	0.00635	0.00635
2L 3X3X3/8	A36	Double Angle	0.0762	0.1588	0.009525	0.009525
C 250X75X2	A653SQGr50	Cold Formed C	0.25	0.075		0.0025
COL 450X450	4000Psi	Rectangular	0.45	0.45		
COL 50X50	4000Psi	Rectangular	0.5	0.5		
COL 65X110	4000Psi	Rectangular	0.65	1.1		
HSS 100X100X2	A500GrC	Box/Tube	0.1	0.1	0.002	0.002
HSS 100X100X3	A500GrC	Box/Tube	0.1	0.1	0.003	0.003
HSS 100X100X4	A500GrC	Box/Tube	0.1	0.1	0.004	0.004
HSS 100X100X6	A500GrC	Box/Tube	0.1	0.1	0.006	0.006
HSS 120X60X2	A500GrC	Box/Tube	0.12	0.06	0.002	0.002
HSS 120X60X3	A500GrC	Box/Tube	0.12	0.06	0.003	0.003
HSS 135X135X6	A500GrC	Box/Tube	0.135	0.135	0.006	0.006

INFORME DE REVISIÓN ESTRUCTURAL DE VIADUCTO ATIRANTADO
ING. JUAN FERNANDO LOZANO SEPÚLVEDA
M. Sc. ESTRUCTURAS

logo

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 1 of 7

SectionName	Material	Shape	t3 m	t2 m	tf m	tw m
HSS 150X150X4	A500GrC	Box/Tube	0.15	0.15	0.004	0.004
HSS 150X150X6	A500GrC	Box/Tube	0.15	0.15	0.006	0.006
HSS 150X50X3	A500GrC	Box/Tube	0.15	0.05	0.003	0.003
HSS 250X250X10	A500GrC	Box/Tube	0.25	0.25	0.01	0.01
HSS 250X250X10 R	A500GrC	SD Section				
HSS 300X300X10	A500GrC	Box/Tube	0.3	0.3	0.01	0.01
HSS 300X300X12	A500GrC	Box/Tube	0.3	0.3	0.012	0.012
HSS 300X300X12 F	3000Psi	SD Section				
HSS 40X40X1.5	A500GrC	Box/Tube	0.04	0.04	0.0015	0.0015
HSS 450X400X22	A572Gr50	Box/Tube	0.45	0.4	0.022	0.022
HSS 450X400X22 F	3000Psi	SD Section				
HSS 50X50X1.5	A500GrC	Box/Tube	0.05	0.05	0.0015	0.0015
HSS 50X50X3	A500GrC	Box/Tube	0.05	0.05	0.003	0.003
HSS 60X60X1.5	A500GrC	Box/Tube	0.06	0.06	0.0015	0.0015
HSS 60X60X2	A500GrC	Box/Tube	0.06	0.06	0.002	0.002
HSS 60X60X3	A500GrC	Box/Tube	0.06	0.06	0.003	0.003
HSS 70X70X1.5	A500GrC	Box/Tube	0.07	0.07	0.0015	0.0015
HSS 70X70X3	A500GrC	Box/Tube	0.07	0.07	0.003	0.003
HSS 75X75X3	A500GrC	Box/Tube	0.075	0.075	0.003	0.003
HSS 90X90X2	A500GrC	Box/Tube	0.09	0.09	0.002	0.002
IPE100	A572Gr50	I/Wide Flange	0.1	0.055	0.0057	0.0041
IPE120	A572Gr50	I/Wide Flange	0.12	0.064	0.0063	0.0044
IPE140	A572Gr50	I/Wide Flange	0.14	0.073	0.0069	0.0047
IPE160	A572Gr50	I/Wide Flange	0.16	0.082	0.0074	0.005
IPE180	A572Gr50	I/Wide Flange	0.18	0.091	0.008	0.0053
IPE200	A572Gr50	I/Wide Flange	0.2	0.1	0.0085	0.0056
IPE220	A572Gr50	I/Wide Flange	0.22	0.11	0.0092	0.0059
IPE240	A572Gr50	I/Wide Flange	0.24	0.12	0.0098	0.0062
IPE270	A572Gr50	I/Wide Flange	0.27	0.135	0.0102	0.0066
IPE300	A572Gr50	I/Wide Flange	0.3	0.15	0.0107	0.0071
IPE330	A572Gr50	I/Wide Flange	0.33	0.16	0.0115	0.0075
IPE360	A572Gr50	I/Wide Flange	0.36	0.17	0.0127	0.008
TENSOR 5/8"	A706Gr60	Circle	0.0159			
VG 25X35	3000Psi	Rectangular	0.35	0.25		
VG 40X50	4000Psi	Rectangular	0.5	0.4		

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 1 of 7

SectionName	Material	Shape	t3 m	t2 m	tf m	tw m
VG 50X70	4000Psi	Rectangular	0.7	0.5		
VG 50X80	4000Psi	Rectangular	0.8	0.5		
VG 60X80	4000Psi	Rectangular	0.8	0.6		
W12x16	A572Gr50	I/Wide Flange	0.304546	0.101346	0.006731	0.005588
W14x22	A572Gr50	I/Wide Flange	0.348996	0.127	0.008509	0.005842
W16x26	A572Gr50	I/Wide Flange	0.398526	0.1397	0.008763	0.00635
W18X35	A992Fy50	I/Wide Flange	0.44958	0.1524	0.010795	0.00762

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 2 of 7

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 2 of 7

SectionName	t2b m	tfb m	dis m	Radius m	LipDepth m	Area m2	TorsConst m4
2C 250X150X3						0.002364	0.00002
2L 2X2X1/4			0.00635			0.00121	1.547E-08
2L 3X3X1/2			0.00635			0.003549	1.781E-07
2L 3X3X1/4			0.00635			0.001855	2.414E-08
2L 3X3X3/8			0.00635			0.002722	7.829E-08
C 250X75X2				0.005	0.025	0.001073	2.236E-09
COL 450X450						0.2025	0.005775
COL 50X50						0.25	0.008802
COL 65X110						0.715	0.06359
HSS 100X100X2						0.000784	1.882E-06
HSS 100X100X3						0.001164	2.738E-06
HSS 100X100X4						0.001536	3.539E-06
HSS 100X100X6						0.002256	4.984E-06
HSS 120X60X2						0.000704	1.065E-06
HSS 120X60X3						0.001044	1.534E-06
HSS 135X135X6						0.003096	0.000013
HSS 150X150X4						0.002336	0.000012
HSS 150X150X6						0.003456	0.000018
HSS 150X50X3						0.001164	1.476E-06
HSS 250X250X10						0.0096	0.000138
HSS 250X250X10 R						0.016176	0.000202
HSS 300X300X10						0.0116	0.000244
HSS 300X300X12						0.013824	0.000287
HSS 300X300X12 F						0.142073	0.001666

INFORME DE REVISIÓN ESTRUCTURAL DE VIADUCTO ATIRANTADO
ING. JUAN FERNANDO LOZANO SEPÚLVEDA
M. Sc. ESTRUCTURAS

logo

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 2 of 7

SectionName	t2b	tfb	dis	Radius	LipDepth	Area	TorsConst
	m	m	m	m	m	m2	m4
HSS 40X40X1.5						0.000231	8.560E-08
HSS						0.035464	0.001429
450X400X22							
HSS						0.496316	0.016541
450X400X22 F							
HSS 50X50X1.5						0.000291	1.711E-07
HSS 50X50X3						0.000564	3.115E-07
HSS 60X60X1.5						0.000351	3.003E-07
HSS 60X60X2						0.000464	3.902E-07
HSS 60X60X3						0.000684	5.556E-07
HSS 70X70X1.5						0.000411	4.821E-07
HSS 70X70X3						0.000804	9.023E-07
HSS 75X75X3						0.000864	1.120E-06
HSS 90X90X2						0.000704	1.363E-06
IPE100	0.055	0.0057				0.00103	1.160E-08
IPE120	0.064	0.0063				0.00132	1.690E-08
IPE140	0.073	0.0069				0.00164	2.400E-08
IPE160	0.082	0.0074				0.00201	3.540E-08
IPE180	0.091	0.008				0.00239	4.730E-08
IPE200	0.1	0.0085				0.00285	6.920E-08
IPE220	0.11	0.0092				0.00334	9.030E-08
IPE240	0.12	0.0098				0.00391	1.300E-07
IPE270	0.135	0.0102				0.00459	1.590E-07
IPE300	0.15	0.0107				0.00538	1.990E-07
IPE330	0.16	0.0115				0.00626	2.810E-07
IPE360	0.17	0.0127				0.00727	3.740E-07
TENSOR 5/8"						0.000199	6.275E-09
VG 25X35						0.0875	0.00102
VG 40X50						0.2	0.005474
VG 50X70						0.35	0.016326
VG 50X80						0.4	0.020375
VG 60X80						0.48	0.031102
W12x16	0.101346	0.006731				0.003039	4.162E-08
W14x22	0.127	0.008509				0.004187	8.741E-08
W16x26	0.1397	0.008763				0.004955	1.082E-07
W18X35	0.1524	0.010795				0.006645	2.106E-07

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 3 of 7

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 3 of 7

SectionName	I33 m4	I22 m4	I23 m4	AS2 m2	AS3 m2	S33 m3	S22 m3
2C 250X150X3	0.000021	9.597E-06	0.	0.0015	0.0009	0.000168	0.000128
2L 2X2X1/4	2.894E-07	6.911E-07	0.	0.000645	0.000645	8.090E-06	0.000013
2L 3X3X1/2	1.845E-06	4.406E-06	0.	0.001935	0.001936	0.000035	0.000055
2L 3X3X1/4	1.036E-06	2.158E-06	0.	0.000968	0.000968	0.000019	0.000027
2L 3X3X3/8	1.465E-06	3.268E-06	0.	0.001452	0.001452	0.000027	0.000041
C 250X75X2	9.786E-06	7.846E-07	0.	0.000588	0.0003	0.000078	0.000014
COL 450X450	0.003417	0.003417	0.	0.16875	0.16875	0.015188	0.015188
COL 50X50	0.005208	0.005208	0.	0.208333	0.208333	0.020833	0.020833
COL 65X110	0.025174	0.072096	0.	0.595833	0.595833	0.077458	0.131083
HSS 100X100X2	1.255E-06	1.255E-06	0.	0.0004	0.0004	0.000025	0.000025
HSS 100X100X3	1.827E-06	1.827E-06	0.	0.0006	0.0006	0.000037	0.000037
HSS 100X100X4	2.363E-06	2.363E-06	0.	0.0008	0.0008	0.000047	0.000047
HSS 100X100X6	3.336E-06	3.336E-06	0.	0.0012	0.0012	0.000067	0.000067
HSS 120X60X2	1.356E-06	4.624E-07	0.	0.00048	0.00024	0.000023	0.000015
HSS 120X60X3	1.973E-06	6.641E-07	0.	0.00072	0.00036	0.000033	0.000022
HSS 135X135X6	8.605E-06	8.605E-06	0.	0.00162	0.00162	0.000127	0.000127
HSS 150X150X4	8.305E-06	8.305E-06	0.	0.0012	0.0012	0.000111	0.000111
HSS 150X150X6	0.000012	0.000012	0.	0.0018	0.0018	0.00016	0.00016
HSS 150X50X3	3.114E-06	5.403E-07	0.	0.0009	0.0003	0.000042	0.000022
HSS 250X250X10	0.000092	0.000092	0.	0.005	0.005	0.000739	0.000739
HSS	0.000121	0.000121	0.	0.011399	0.011399	0.00097	0.00097
250X250X10 R							
HSS	0.000163	0.000163	0.	0.006	0.006	0.001085	0.001085
300X300X10							
HSS	0.000191	0.000191	0.	0.0072	0.0072	0.001276	0.001276
300X300X12							
HSS	0.001091	0.001091	0.	0.098011	0.098011	0.008726	0.008726
300X300X12 F							
HSS 40X40X1.5	5.715E-08	5.715E-08	0.	0.00012	0.00012	2.858E-06	2.858E-06
HSS	0.001052	0.000874	0.	0.0198	0.0176	0.004676	0.004368
450X400X22							
HSS	0.012065	0.009877	0.	0.345656	0.331029	0.053624	0.049383
450X400X22 F							
HSS 50X50X1.5	1.142E-07	1.142E-07	0.	0.00015	0.00015	4.568E-06	4.568E-06
HSS 50X50X3	2.085E-07	2.085E-07	0.	0.0003	0.0003	8.340E-06	8.340E-06
HSS 60X60X1.5	2.003E-07	2.003E-07	0.	0.00018	0.00018	6.678E-06	6.678E-06
HSS 60X60X2	2.605E-07	2.605E-07	0.	0.00024	0.00024	8.682E-06	8.682E-06
HSS 60X60X3	3.714E-07	3.714E-07	0.	0.00036	0.00036	0.000012	0.000012
HSS 70X70X1.5	3.216E-07	3.216E-07	0.	0.00021	0.00021	9.188E-06	9.188E-06
HSS 70X70X3	6.027E-07	6.027E-07	0.	0.00042	0.00042	0.000017	0.000017

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 3 of 7

SectionName	I33 m4	I22 m4	I23 m4	AS2 m2	AS3 m2	S33 m3	S22 m3
HSS 75X75X3	7.478E-07	7.478E-07	0.	0.00045	0.00045	0.00002	0.00002
HSS 90X90X2	9.091E-07	9.091E-07	0.	0.00036	0.00036	0.00002	0.00002
IPE100	1.710E-06	1.590E-07	0.	0.00041	0.000523	0.000034	5.782E-06
IPE120	3.180E-06	2.770E-07	0.	0.000528	0.000672	0.000053	8.656E-06
IPE140	5.410E-06	4.490E-07	0.	0.000658	0.00084	0.000077	0.000012
IPE160	8.690E-06	6.830E-07	0.	0.0008	0.001011	0.000109	0.000017
IPE180	0.000013	1.010E-06	0.	0.000954	0.001213	0.000146	0.000022
IPE200	0.000019	1.420E-06	0.	0.00112	0.001417	0.000194	0.000028
IPE220	0.000028	2.050E-06	0.	0.001298	0.001687	0.000252	0.000037
IPE240	0.000039	2.840E-06	0.	0.001488	0.00196	0.000324	0.000047
IPE270	0.000058	4.200E-06	0.	0.001782	0.002295	0.000429	0.000062
IPE300	0.000084	6.040E-06	0.	0.00213	0.002675	0.000557	0.000081
IPE330	0.000118	7.880E-06	0.	0.002475	0.003067	0.000713	0.000099
IPE360	0.000163	0.00001	0.	0.00288	0.003598	0.000904	0.000123
Tensor 5/8"	3.137E-09	3.137E-09	0.	0.000179	0.000179	3.946E-07	3.946E-07
VG 25X35	0.000893	0.000456	0.	0.072917	0.072917	0.005104	0.003646
VG 40X50	0.004167	0.002667	0.	0.166667	0.166667	0.016667	0.013333
VG 50X70	0.014292	0.007292	0.	0.291667	0.291667	0.040833	0.029167
VG 50X80	0.021333	0.008333	0.	0.333333	0.333333	0.053333	0.033333
VG 60X80	0.0256	0.0144	0.	0.4	0.4	0.064	0.048
W12x16	0.000043	1.174E-06	0.	0.001702	0.001137	0.000282	0.000023
W14x22	0.000083	2.914E-06	0.	0.002039	0.001801	0.000475	0.000046
W16x26	0.000125	3.992E-06	0.	0.002531	0.00204	0.000629	0.000057
W18X35	0.000212	6.368E-06	0.	0.003426	0.002742	0.000944	0.000084

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 4 of 7

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 4 of 7

SectionName	Z33 m3	Z22 m3	R33 m	R22 m	ConcCol	ConcBea m	Color
2C 250X150X3	0.0002	0.000141	0.094231	0.063717	No	No	Green
2L 2X2X1/4	0.000015	0.000022	0.015465	0.023899	No	No	16744448
2L 3X3X1/2	0.000063	0.000095	0.022802	0.035234	No	No	Green
2L 3X3X1/4	0.000034	0.000046	0.02363	0.034104	No	No	16711808
2L 3X3X3/8	0.000049	0.00007	0.023198	0.034648	No	No	Blue
C 250X75X2	0.000078	0.000014	0.095494	0.027039	No	No	Green
COL 450X450	0.022781	0.022781	0.129904	0.129904	Yes	No	Orange
COL 50X50	0.03125	0.03125	0.144338	0.144338	Yes	No	Blue
COL 65X110	0.116188	0.196625	0.187639	0.317543	Yes	No	16711808
HSS 100X100X2	0.000029	0.000029	0.040017	0.040017	No	No	Magenta

INFORME DE REVISIÓN ESTRUCTURAL DE VIADUCTO ATIRANTADO
 ING. JUAN FERNANDO LOZANO SEPÚLVEDA
 M. Sc. ESTRUCTURAS

logo

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 4 of 7

SectionName	Z33	Z22	R33	R22	ConcCol	ConcBea m	Color
	m3	m3	m	m			
HSS 100X100X3	0.000042	0.000042	0.039619	0.039619	No	No	Orange
HSS 100X100X4	0.000055	0.000055	0.039226	0.039226	No	No	Blue
HSS 100X100X6	0.00008	0.00008	0.038453	0.038453	No	No	DarkBlue
HSS 120X60X2	0.000028	0.000017	0.043885	0.025628	No	No	8388863
HSS 120X60X3	0.000041	0.000025	0.043473	0.025221	No	No	16711808
HSS 135X135X6	0.00015	0.00015	0.052721	0.052721	No	No	14884008
HSS 150X150X4	0.000128	0.000128	0.059627	0.059627	No	No	8388863
HSS 150X150X6	0.000187	0.000187	0.058839	0.058839	No	No	16711808
HSS 150X50X3	0.000053	0.000024	0.051722	0.021545	No	No	Green
HSS 250X250X10	0.000865	0.000865	0.098065	0.098065	No	No	Green
HSS 250X250X10 R	0.001108	0.001108	0.086599	0.086599	No	No	Cyan
HSS 300X300X10	0.001262	0.001262	0.118462	0.118462	No	No	Blue
HSS 300X300X12	0.001494	0.001494	0.117678	0.117678	No	No	Blue
HSS 300X300X12 F	0.01745	0.01745	0.087621	0.087621	No	No	Yellow
HSS 40X40X1.5	3.337E-06	3.337E-06	0.015729	0.015729	No	No	Blue
HSS 450X400X22	0.00558	0.005136	0.172241	0.156942	No	No	Cyan
HSS 450X400X22 F	0.112554	0.102757	0.155916	0.141066	No	No	Blue
HSS 50X50X1.5	5.294E-06	5.294E-06	0.01981	0.01981	No	No	Magenta
HSS 50X50X3	9.954E-06	9.954E-06	0.019227	0.019227	No	No	Green
HSS 60X60X1.5	7.702E-06	7.702E-06	0.02389	0.02389	No	No	Green
HSS 60X60X2	0.00001	0.00001	0.023692	0.023692	No	No	DarkGreen
HSS 60X60X3	0.000015	0.000015	0.023302	0.023302	No	No	12615935
HSS 70X70X1.5	0.000011	0.000011	0.027972	0.027972	No	No	16744576
HSS 70X70X3	0.00002	0.00002	0.02738	0.02738	No	No	Orange
HSS 75X75X3	0.000023	0.000023	0.029419	0.029419	No	No	16711808
HSS 90X90X2	0.000023	0.000023	0.035935	0.035935	No	No	8421440
IPE100	0.000039	9.150E-06	0.040745	0.012425	No	No	Cyan
IPE120	0.000061	0.000014	0.049082	0.014486	No	No	Red
IPE140	0.000088	0.000019	0.057435	0.016546	No	No	Magenta
IPE160	0.000124	0.000026	0.065752	0.018434	No	No	Blue
IPE180	0.000166	0.000035	0.074232	0.020557	No	No	Gray8Dark
IPE200	0.000221	0.000045	0.082568	0.022321	No	No	Blue

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 4 of 7

SectionName	Z33	Z22	R33	R22	ConcCol	ConcBea m	Color
	m3	m3	m	m			
IPE220	0.000285	0.000058	0.091101	0.024774	No	No	Green
IPE240	0.000367	0.000074	0.09977	0.026951	No	No	Orange
IPE270	0.000484	0.000097	0.112314	0.03025	No	No	8388863
IPE300	0.000628	0.000125	0.124626	0.033506	No	No	Magenta
IPE330	0.000804	0.000154	0.13712	0.035479	No	No	Yellow
IPE360	0.001019	0.000191	0.149598	0.037877	No	No	Green
SENSOR 5/8"	6.699E-07	6.699E-07	0.003975	0.003975	No	No	16711808
VG 25X35	0.007656	0.005469	0.101036	0.072169	No	Yes	Blue
VG 40X50	0.025	0.02	0.144338	0.11547	No	Yes	Blue
VG 50X70	0.06125	0.04375	0.202073	0.144338	No	Yes	8388863
VG 50X80	0.08	0.05	0.23094	0.144338	No	Yes	DarkMagenta
VG 60X80	0.096	0.072	0.23094	0.173205	No	Yes	Magenta
W12x16	0.000329	0.000037	0.11878	0.019654	No	No	Green
W14x22	0.000544	0.000072	0.140649	0.026379	No	No	Yellow
W16x26	0.000724	0.00009	0.159014	0.028383	No	No	Magenta
W18X35	0.00109	0.000132	0.178731	0.030957	No	No	Cyan

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 5 of 7

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 5 of 7

SectionName	TotalWt KN	TotalMass KN-s2/m	FromFile	AMod	A2Mod	A3Mod	JMod
2C 250X150X3	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
2L 2X2X1/4	41.866	4.27	No	1.	1.	1.	1.
2L 3X3X1/2	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
2L 3X3X1/4	49.467	5.04	No	1.	1.	1.	1.
2L 3X3X3/8	103.596	10.56	No	1.	1.	1.	1.
C 250X75X2	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
COL 450X450	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
COL 50X50	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
COL 65X110	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 100X100X2	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 100X100X3	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 100X100X4	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 100X100X6	102.023	10.4	No	1.	1.	1.	1.
HSS 120X60X2	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 120X60X3	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 135X135X6	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 150X150X4	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 150X150X6	18.435	1.88	No	1.	1.	1.	1.

INFORME DE REVISIÓN ESTRUCTURAL DE VIADUCTO ATIRANTADO
ING. JUAN FERNANDO LOZANO SEPÚLVEDA
M. Sc. ESTRUCTURAS

logo

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 5 of 7

SectionName	TotalWt KN	TotalMass KN-s2/m	FromFile	AMod	A2Mod	A3Mod	JMod
HSS 150X50X3	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 250X250X10	8.686	0.89	No	1.	1.	1.	1.
HSS 250X250X10 R	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 300X300X10	117.296	11.96	No	1.	1.	1.	1.
HSS 300X300X12	13.088	1.33	No	1.	1.	1.	1.
HSS 300X300X12 F	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 40X40X1.5	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 450X400X22	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 450X400X22 F	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 50X50X1.5	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 50X50X3	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 60X60X1.5	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 60X60X2	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 60X60X3	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 70X70X1.5	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 70X70X3	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 75X75X3	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
HSS 90X90X2	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
IPE100	0.	0.	Yes	1.	1.	1.	1.
IPE120	0.	0.	Yes	1.	1.	1.	1.
IPE140	0.	0.	Yes	1.	1.	1.	1.
IPE160	0.	0.	Yes	1.	1.	1.	1.
IPE180	0.	0.	Yes	1.	1.	1.	1.
IPE200	0.	0.	Yes	1.	1.	1.	1.
IPE220	0.	0.	Yes	1.	1.	1.	1.
IPE240	0.	0.	Yes	1.	1.	1.	1.
IPE270	0.	0.	Yes	1.	1.	1.	1.
IPE300	0.	0.	Yes	1.	1.	1.	1.
IPE330	0.	0.	Yes	1.	1.	1.	1.
IPE360	0.	0.	Yes	1.	1.	1.	1.
TENSOR 5/8"	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
VG 25X35	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
VG 40X50	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
VG 50X70	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
VG 50X80	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 5 of 7

SectionName	TotalWt KN	TotalMass KN-s2/m	FromFile	AMod	A2Mod	A3Mod	JMod
VG 60X80	0.	0.	No	1.	1.	1.	1.
W12x16	0.	0.	Yes	1.	1.	1.	1.
W14x22	0.	0.	Yes	1.	1.	1.	1.
W16x26	0.	0.	Yes	1.	1.	1.	1.
W18X35	0.	0.	Yes	1.	1.	1.	1.

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 6 of 7

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 6 of 7

SectionName	I2Mod	I3Mod	MMod	WMod	SectInFile
2C 250X150X3	1.	1.	1.	1.	
2L 2X2X1/4	1.	1.	1.	1.	
2L 3X3X1/2	1.	1.	1.	1.	
2L 3X3X1/4	1.	1.	1.	1.	
2L 3X3X3/8	1.	1.	1.	1.	
C 250X75X2	1.	1.	1.	1.	
COL 450X450	1.	1.	1.	1.	
COL 50X50	1.	1.	1.	1.	
COL 65X110	1.	1.	1.	1.	
HSS 100X100X2	1.	1.	1.	1.	
HSS 100X100X3	1.	1.	1.	1.	
HSS 100X100X4	1.	1.	1.	1.	
HSS 100X100X6	1.	1.	1.	1.	
HSS 120X60X2	1.	1.	1.	1.	
HSS 120X60X3	1.	1.	1.	1.	
HSS 135X135X6	1.	1.	1.	1.	
HSS 150X150X4	1.	1.	1.	1.	
HSS 150X150X6	1.	1.	1.	1.	
HSS 150X50X3	1.	1.	1.	1.	
HSS 250X250X10	1.	1.	1.	1.	
HSS 250X250X10 R	1.	1.	1.	1.	
HSS 300X300X10	1.	1.	1.	1.	
HSS 300X300X12	1.	1.	1.	1.	
HSS 300X300X12 F	1.	1.	1.	1.	
HSS 40X40X1.5	1.	1.	1.	1.	

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 6 of 7

SectionName	I2Mod	I3Mod	MMod	WMod	SectInFile
HSS 450X400X22	1.	1.	1.	1.	
HSS 450X400X22 F	1.	1.	1.	1.	
HSS 50X50X1.5	1.	1.	1.	1.	
HSS 50X50X3	1.	1.	1.	1.	
HSS 60X60X1.5	1.	1.	1.	1.	
HSS 60X60X2	1.	1.	1.	1.	
HSS 60X60X3	1.	1.	1.	1.	
HSS 70X70X1.5	1.	1.	1.	1.	
HSS 70X70X3	1.	1.	1.	1.	
HSS 75X75X3	1.	1.	1.	1.	
HSS 90X90X2	1.	1.	1.	1.	
IPE100	1.	1.	1.	1.	IPE100
IPE120	1.	1.	1.	1.	IPE120
IPE140	1.	1.	1.	1.	IPE140
IPE160	1.	1.	1.	1.	IPE160
IPE180	1.	1.	1.	1.	IPE180
IPE200	1.	1.	1.	1.	IPE200
IPE220	1.	1.	1.	1.	IPE220
IPE240	1.	1.	1.	1.	IPE240
IPE270	1.	1.	1.	1.	IPE270
IPE300	1.	1.	1.	1.	IPE300
IPE330	1.	1.	1.	1.	IPE330
IPE360	1.	1.	1.	1.	IPE360
TENSOR 5/8"	1.	1.	0.	0.	
VG 25X35	1.	1.	1.	1.	
VG 40X50	1.	1.	1.	1.	
VG 50X70	1.	1.	1.	1.	
VG 50X80	1.	1.	1.	1.	
VG 60X80	1.	1.	1.	1.	
W12x16	1.	1.	1.	1.	W12x16
W14x22	1.	1.	1.	1.	W14x22
W16x26	1.	1.	1.	1.	W16x26
W18X35	1.	1.	1.	1.	W18X35

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 7 of 7

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 7 of 7

SectionName	FileName	GUID	Notes
2C 250X150X3			Added 24/05/2022 1:32:39 p. m.
2L 2X2X1/4			Added 10/10/2022 11:41:58 a. m.
2L 3X3X1/2			Added 16/05/2022 6:54:20 p. m.
2L 3X3X1/4			Added 16/05/2022 3:41:12 p. m.
2L 3X3X3/8			Added 16/05/2022 3:47:45 p. m.
C 250X75X2			Added 24/05/2022 1:31:00 p. m.
COL 450X450			Added 4/05/2022 7:08:10 p. m.
COL 50X50			Added 2/10/2022 9:02:55 a. m.
COL 65X110			Added 6/10/2022 7:21:33 p. m.
HSS 100X100X2			Added 13/04/2022 10:54:12 a. m.
HSS 100X100X3			Added 13/04/2022 10:53:23 a. m.
HSS 100X100X4			Added 13/04/2022 11:28:56 p. m.
HSS 100X100X6			Added 13/04/2022 11:16:58 a. m.
HSS 120X60X2			Added 13/04/2022 10:36:04 a. m.
HSS 120X60X3			Added 24/05/2022 1:00:00 p. m.
HSS 135X135X6			Added 4/05/2022 10:12:21 a. m.
HSS 150X150X4			Added 24/05/2022 1:10:30 p. m.
HSS 150X150X6			Added 10/10/2022 11:10:06 a. m.
HSS 150X50X3			Added 16/05/2022 12:09:09 a. m.
HSS 250X250X10			Added 13/04/2022 10:24:55 a. m.
HSS 250X250X10 R			Added 15/05/2022 10:24:03 p. m.

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 7 of 7

SectionName	FileName	GUID	Notes
HSS 300X300X10			Added 10/10/2022 11:20:02 a. m.
HSS 300X300X12			Added 1/05/2022 8:39:22 p. m.
HSS 300X300X12 F			Added 4/05/2022 6:58:23 a. m.
HSS 40X40X1.5			Added 18/04/2022 12:32:48 a. m.
HSS 450X400X22			Added 4/05/2022 7:03:16 a. m.
HSS 450X400X22 F			Added 4/05/2022 6:59:45 a. m.
HSS 50X50X1.5			Added 13/04/2022 10:41:38 a. m.
HSS 50X50X3			Added 18/04/2022 12:37:23 a. m.
HSS 60X60X1.5			Added 13/04/2022 10:56:20 a. m.
HSS 60X60X2			Added 13/04/2022 10:55:20 a. m.
HSS 60X60X3			Added 13/04/2022 11:20:04 a. m.
HSS 70X70X1.5			Added 13/04/2022 10:40:47 a. m.
HSS 70X70X3			Added 18/04/2022 12:36:40 a. m.
HSS 75X75X3			Added 13/04/2022 11:19:01 a. m.
HSS 90X90X2			Added 13/04/2022 11:26:13 a. m.
IPE100	c:\program files\computers and structures\sap2000 22\euro.pro		Imported 13/04/2022 10:39:16 a. m. from Euro.pro
IPE120	c:\program files\computers and structures\sap2000 22\euro.pro		Imported 13/04/2022 10:39:16 a. m. from Euro.pro
IPE140	c:\program files\computers and structures\sap2000 22\euro.pro		Imported 13/04/2022 10:39:16 a. m. from Euro.pro
IPE160	c:\program files\computers and structures\sap2000 22\euro.pro		Imported 13/04/2022 10:39:16 a. m. from Euro.pro
IPE180	c:\program files\computers and structures\sap2000 22\euro.pro		Imported 13/04/2022 10:39:16 a. m. from Euro.pro

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 7 of 7

SectionName	FileName	GUID	Notes
IPE200	c:\program files\computers and structures\sap2000 22\euro.pro		Imported 13/04/2022 10:39:16 a. m. from Euro.pro
IPE220	c:\program files\computers and structures\sap2000 22\euro.pro		Imported 13/04/2022 10:39:16 a. m. from Euro.pro
IPE240	c:\program files\computers and structures\sap2000 22\euro.pro		Imported 13/04/2022 10:39:16 a. m. from Euro.pro
IPE270	c:\program files\computers and structures\sap2000 22\euro.pro		Imported 13/04/2022 10:39:16 a. m. from Euro.pro
IPE300	c:\program files\computers and structures\sap2000 22\euro.pro		Imported 13/04/2022 10:39:16 a. m. from Euro.pro
IPE330	c:\program files\computers and structures\sap2000 22\euro.pro		Imported 13/04/2022 10:39:16 a. m. from Euro.pro
IPE360	c:\program files\computers and structures\sap2000 22\euro.pro		Imported 13/04/2022 10:39:16 a. m. from Euro.pro
TENSOR 5/8"			Added 13/04/2022 10:46:13 a. m.
VG 25X35			Added 4/05/2022 7:17:14 p. m.
VG 40X50			Added 2/10/2022 9:05:11 a. m.
VG 50X70			Added 6/10/2022 8:17:15 p. m.
VG 50X80			Added 6/10/2022 8:31:24 p. m.
VG 60X80			Added 10/10/2022 9:02:21 a. m.
W12x16	c:\program files\computers and structures\sap2000 22\aisc.pro		Imported 1/05/2022 8:30:01 p. m. from AISC.PRO
W14x22	c:\program files\computers and structures\sap2000 22\aisc.pro		Imported 16/05/2022 5:43:29 p. m. from AISC.PRO
W16x26	c:\program files\computers and structures\sap2000 22\aisc.pro		Imported 16/05/2022 5:43:29 p. m. from AISC.PRO
W18X35	C:\Program Files\Computers and Structures\SAP2000 22\Sections8.pro		

Table: Load Pattern Definitions

Table: Load Pattern Definitions

LoadPat	DesignType	SelfWtMult	AutoLoad	GUID	Notes
PESOPROPIO	Dead	1.		5e5ccfe4-410f-4d88-84f9-eadc153bd627	
MUERTA	Dead	0.		d0d07cfe-8cc4-40d3-b0a6-8348fea12614	Added 13/04/2022 11:07:48 a. m.
VIVA	Live	0.		be9b27a9-0fb7-4e73-9edd-7f9d8c0da52f	Added 13/04/2022 11:07:54 a. m.
VIVACUB	Roof Live	0.		a0cd5c86-81b5-4ee1-a363-c45e46418d76	Added 13/04/2022 11:08:00 a. m.
SISMOX	Quake	0.	USER COEFF	c9d1a457-c836-4215-be76-a335ce22b7ab	Added 13/04/2022 11:08:13 a. m.
SISMOY	Quake	0.	USER COEFF	f03243fb-34a1-49d8-a309-6683e4a806e0	Added 13/04/2022 11:08:16 a. m.
VIENTO	Wind	0.	None	91714cf6-a060-4baa-b0d8-008e84f2b4bb	Added 13/04/2022 12:13:39 p. m.
FLUIDOS	Other	0.		09e8abf2-2f0d-4c12-8cda-465b39566431	Added 13/04/2022 4:26:52 p. m.
EMPUJETERRENO	Other	0.		6a19479f-9f7c-4203-9d38-69e49a891136	Added 13/04/2022 4:27:03 p. m.
TEMPERATURA	Temperature	0.		b2b38a43-e4f3-4d95-b6c5-27ec10744fe9	Added 13/04/2022 4:27:13 p. m.
GRANIZO	Other	0.		8c92ead4-4f67-4e78-85e7-f55ef38ab570	Added 13/04/2022 4:27:25 p. m.
EMPOZAMIENTO	Other	0.		2aba51da-7549-4f47-980a-eb9bc00b7d76	Added 13/04/2022 4:27:37 p. m.

Table: Material Properties 01 - General, Part 1 of 2

Table: Material Properties 01 - General, Part 1 of 2

Material	Type	Grade	SymType	TempDep end	Color	GUID
3000Psi	Concrete	f'c 3000 psi	Isotropic	No	Red	82d85603-af48-459e-a383-c29025f7b35c
4000Psi	Concrete	f'c 4000 psi	Isotropic	No	Blue	b461f715-f4a9-4ec9-943a-ed52ac7a0d57
5000Psi	Concrete	f'c 5000 psi	Isotropic	No	Blue	0abd6ded-c2c4-4387-9dd3-5b306b103ed9
A36	Steel	Grade 36	Isotropic	No	Magenta	847e66b4-5f18-4539-a1bb-62e08f2a4cd5
A416Gr270	Tendon	Grade 270	Uniaxial	No	Gray8Dark	b0cd0773-3a09-4970-9c10-77237d4e75d8
A500GrC	Steel	Grade C	Isotropic	No	Yellow	a9332413-12cc-439d-a846-4cab804f88ba
A572Gr50	Steel	Grade 50	Isotropic	No	Gray8Dark	a9e9cd77-d576-4da4-90c1-51488ddd30fa
A653SQGr50	ColdFormed	SQ Grade 50	Isotropic	No	Magenta	9a8ddd8a-8764-42b2-8393-dae1277a6adc
A706Gr60	Rebar	Grade 60	Uniaxial	No	Gray8Dark	3284cadf-2397-4f44-b018-ea3ca9dbf3b1
A992Fy50	Steel	Grade 50	Isotropic	No	Gray8Dark	

Table: Material Properties 01 - General, Part 2 of 2

Table: Material Properties 01 - General,
Part 2 of 2

Material	Notes
3000Psi	United States Customary f'c 3000 psi added 13/04/2022 10:22:11 a. m.
4000Psi	Customary f'c 4000 psi 13/04/2022 10:20:36 a. m.

Table: Material Properties 01 - General,
 Part 2 of 2

Material	Notes
5000Psi	United States Customary fc 5000 psi added 6/10/2022 7:52:50 p. m.
A36	United States ASTM A36 Grade 36 added 13/04/2022 10:22:17 a. m.
A416Gr27 0	ASTM A416 Grade 270 13/04/2022 10:27:41 a. m.
A500GrC	United States ASTM A500 Grade C added 13/04/2022 10:23:22 a. m.
A572Gr50	United States ASTM A572 Grade 50 added 13/04/2022 10:23:29 a. m.
A653SQG r50	United States ASTM A653 SQ Grade 50 added 15/05/2022 11:44:14 p. m.
A706Gr60	United States ASTM A706 Grade 60 added 13/04/2022 10:46:29 a. m.
A992Fy50	ASTM A992 Grade 50 13/04/2022 10:20:36 a. m.

Table: Material Properties 02 - Basic Mechanical Properties

Table: Material Properties 02 - Basic Mechanical Properties

Material	UnitWeigh t	UnitMass	E1	G12	U12	A1
	KN/m3	KN-s2/m4	KN/m2	KN/m2		1/C
3000Psi	2.3563E+01	2.4028E+00	21525562.37	8968984.32	0.2	9.9000E-06
4000Psi	2.3563E+01	2.4028E+00	24855578.06	10356490.86	0.2	9.9000E-06
5000Psi	2.3563E+01	2.4028E+00	27789381.66	11578909.02	0.2	9.9000E-06
A36	7.6973E+01	7.8490E+00	19994797.88	76903068.77	0.3	1.1700E-05
A416Gr27 0	7.6973E+01	7.8490E+00	19650059.99			1.1700E-05
A500GrC	7.6973E+01	7.8490E+00	19994797.88	76903068.77	0.3	1.1700E-05
A572Gr50	7.6973E+01	7.8490E+00	19994797.88	76903068.77	0.3	1.1700E-05

Table: Material Properties 02 - Basic Mechanical Properties

Material	UnitWeigh t KN/m3	UnitMass KN-s2/m4	E1 KN/m2	G12 KN/m2	U12	A1 1/C
A653SQGr50	7.6973E+01	7.8490E+00	203395357.7	78228983.75	0.3	1.1700E-05
A706Gr60	7.6973E+01	7.8490E+00	199947978.8			1.1700E-05
A992Fy50	7.6973E+01	7.8490E+00	199947978.8	76903068.77	0.3	1.1700E-05

Table: Material Properties 03a - Steel Data, Part 1 of 2

Table: Material Properties 03a - Steel Data, Part 1 of 2

Material	Fy KN/m2	Fu KN/m2	EffFy KN/m2	EffFu KN/m2	SSCurve Opt	SSHysType	SHard	SMax
A36	248211.28	399895.96	372316.93	439885.55	Simple	Kinematic	0.02	0.14
A500GrC	344737.89	427474.99	379211.68	470222.49	Simple	Kinematic	0.018	0.12
A572Gr50	344737.89	448159.26	379211.68	492975.19	Simple	Kinematic	0.015	0.11
A992Fy50	344737.89	448159.26	379211.68	492975.19	Simple	Kinematic	0.015	0.11

Table: Material Properties 03a - Steel Data, Part 2 of 2

Table: Material Properties 03a - Steel Data, Part 2 of 2

Material	SRup	FinalSlope	CoupMod Type
A36	0.2	-0.1	Von Mises
A500GrC	0.18	-0.1	Von Mises
A572Gr50	0.17	-0.1	Von Mises
A992Fy50	0.17	-0.1	Von Mises

Table: Program Control, Part 1 of 2

Table: Program Control, Part 1 of 2

ProgramName	Version	ProgLevel	LicenseNum	LicenseO	LicenseS	LicenseH	CurrUnits
			m	S	C	T	
SAP2000	22.1.0	Ultimate	3010*155 SFABV59 ATKBM	Yes	Yes	No	KN, m, C

Table: Program Control, Part 2 of 2

Table: Program Control, Part 2 of 2

SteelCode	ConcCode	AlumCode	ColdCode	RegenHinge
AISC 360-16	ACI 318-14	AA-ASD 2000	AISI-ASD96	Yes

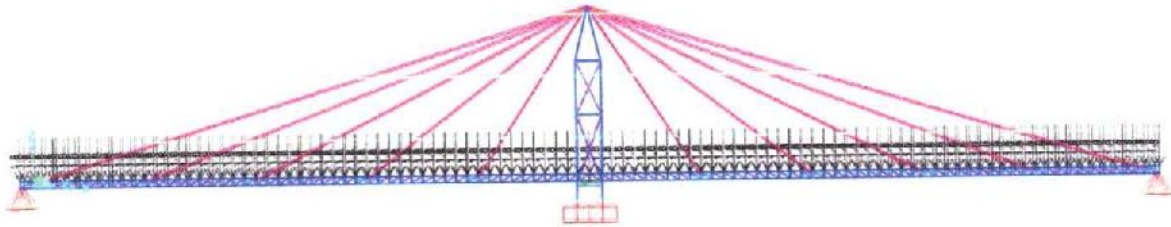


Imagen 8. Aplicación de cargas muertas

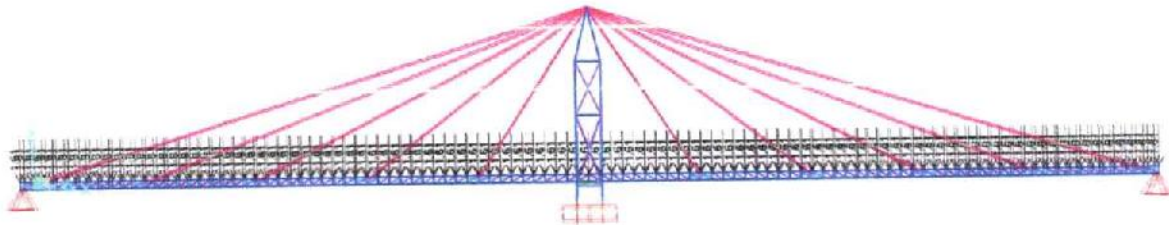


Imagen 9. Aplicación de cargas vivas

10 REVISIÓN DE LA ESTRUCTURA

10.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

La estructura revisada obedece a un viaducto con tipología de viaducto atirantado. Consta de una torre central en estructura metálica, en celosía, en cuyo extremo superior, se presenta un arreglo de cables tipo abanico. A partir de este arreglo, se desprenden los cables principales del sistema, que soportan la cercha y el peso de la tubería, el agua contenida y otros elementos secundarios y transportan dicha carga hasta la torre.

La tubería tiene un diámetro de 410 mm y es soportada al interior de la cercha de rigidez, que está construida mediante una combinación de cordones tipo HSS y diagonales, montantes y otros elementos mediante ángulos simples.

10.2 CABLES

Las características de los cables fueron obtenidas de acuerdo con los planos estructurales del proyecto.

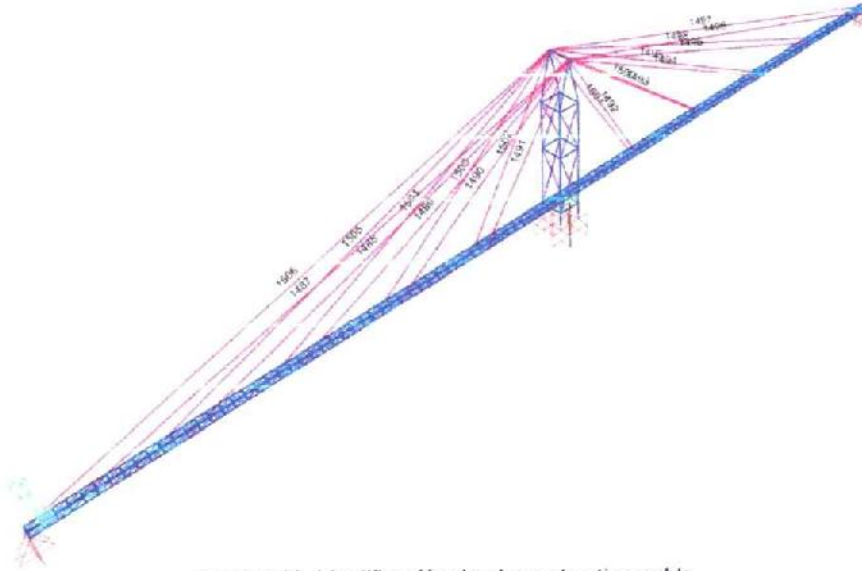


Imagen 10. Identificación de elementos tipo cable

Los datos correspondientes a la configuración del cable y propiedades mecánicas de los materiales, fue extraída de los planos estructurales del proyecto, haciendo lectura de los mismos. En dicho plano, se presenta la sección transversal de los cables y con base en dicha descripción,

La siguiente tabla muestra los valores de las fuerzas obtenidas en los cables, para evaluando el ESTADO LÍMITE DE RESISTENCIA, para la combinación más desfavorable:

Numeración elemento	Coordenada m	Combinación	P	V2	V3	T	M2	M3
			KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
1487	0.000	E.L.R. I	-0.951	-0.548	0.000	0.000	0.000	-6.883
1487	75.304	E.L.R. I	-0.615	0.549	0.000	0.000	0.000	-6.885
1488	0.000	E.L.R. I	102.967	-0.439	0.000	0.000	0.000	-4.510
1488	61.681	E.L.R. I	103.303	0.439	0.000	0.000	0.000	-4.512
1489	0.000	E.L.R. I	179.174	-0.329	0.000	0.000	0.000	-2.661
1489	48.508	E.L.R. I	179.510	0.329	0.000	0.000	0.000	-2.661
1490	0.000	E.L.R. I	179.453	-0.219	0.000	0.000	0.000	-1.327
1490	36.280	E.L.R. I	179.788	0.219	0.000	0.000	0.000	-1.327
1491	0.000	E.L.R. I	98.992	-0.110	0.000	0.000	0.000	-0.483
1491	26.346	E.L.R. I	99.328	0.110	0.000	0.000	0.000	-0.482
1492	0.000	E.L.R. I	97.826	-0.110	0.000	0.000	0.000	-0.483
1492	26.346	E.L.R. I	98.162	0.110	0.000	0.000	0.000	-0.482
1493	0.000	E.L.R. I	179.025	-0.219	0.000	0.000	0.000	-1.327
1493	36.280	E.L.R. I	179.361	0.219	0.000	0.000	0.000	-1.327
1494	0.000	E.L.R. I	178.807	-0.329	0.000	0.000	0.000	-2.661
1494	48.508	E.L.R. I	179.142	0.329	0.000	0.000	0.000	-2.661
1495	0.000	E.L.R. I	102.891	-0.439	0.000	0.000	0.000	-4.510
1495	61.681	E.L.R. I	103.227	0.439	0.000	0.000	0.000	-4.512
1496	0.000	E.L.R. I	-0.297	-0.548	0.000	0.000	0.000	-6.883
1496	75.304	E.L.R. I	0.039	0.549	0.000	0.000	0.000	-6.885
1497	0.000	E.L.R. I	-0.230	-0.548	0.000	0.000	0.000	-6.883
1497	75.304	E.L.R. I	0.106	0.549	0.000	0.000	0.000	-6.885
1498	0.000	E.L.R. I	102.708	-0.439	0.000	0.000	0.000	-4.510
1498	61.681	E.L.R. I	103.044	0.439	0.000	0.000	0.000	-4.512
1499	0.000	E.L.R. I	178.771	-0.329	0.000	0.000	0.000	-2.661
1499	48.508	E.L.R. I	179.107	0.329	0.000	0.000	0.000	-2.661
1500	0.000	E.L.R. I	179.573	-0.219	0.000	0.000	0.000	-1.327
1500	36.280	E.L.R. I	179.909	0.219	0.000	0.000	0.000	-1.327
1501	0.000	E.L.R. I	99.096	-0.110	0.000	0.000	0.000	-0.483
1501	26.346	E.L.R. I	99.432	0.110	0.000	0.000	0.000	-0.482
1502	0.000	E.L.R. I	100.009	-0.110	0.000	0.000	0.000	-0.483
1502	26.346	E.L.R. I	100.345	0.110	0.000	0.000	0.000	-0.482
1503	0.000	E.L.R. I	179.737	-0.219	0.000	0.000	0.000	-1.327
1503	36.280	E.L.R. I	180.073	0.219	0.000	0.000	0.000	-1.327
1504	0.000	E.L.R. I	178.901	-0.329	0.000	0.000	0.000	-2.661
1504	48.508	E.L.R. I	179.237	0.329	0.000	0.000	0.000	-2.661
1505	0.000	E.L.R. I	102.573	-0.439	0.000	0.000	0.000	-4.510
1505	61.681	E.L.R. I	102.909	0.439	0.000	0.000	0.000	-4.512
1506	0.000	E.L.R. I	-1.073	-0.548	0.000	0.000	0.000	-6.883
1506	75.304	E.L.R. I	-0.737	0.549	0.000	0.000	0.000	-6.885

Tabla 2. Fuerzas en cables

Como puede notarse, el valor máximo de la tensión es:

$$T_u = 180 \text{ kN}$$

Al realizar la verificación del cable, se evidencia que este presenta sobre esfuerzos para la condición estudiada. La siguiente tabla muestra un resumen del análisis. Cabe resaltar que, para este tipo de estructuras, el factor de seguridad que debe cumplirse, es igual o superior a 5.00, sin embargo, como puede notarse, este valor es insuficiente:

T (kN)	180.000	Fuerza de tensión máxima
ϕ (mm)	12.70	Diámetro del cable
F _u (N/mm ²)	1,570.000	Resistencia a la rotura por tracción
Φ	0.750	Coefficiente de reducción de resistencia
A _{cable} (mm ²)	126.677	Área necesaria del cable
N	3	Cantidad de cables suministrados
A _s (mm ²)	380.031	Área de acero a tracción
ϕT_n (kN)	596.648	Fuerza de tensión nominal en el cable
T _u (kN)	596.648	Fuerza de tensión última que resiste el cable
U	3.315	Factor de carga
F.S.	4.420	Factor de seguridad de diseño

Tabla 3. Revisión de la tensión en los cables principales

10.3 TORRES

Al realizar la revisión estructural del viaducto y de cada uno de los elementos que lo componen, se evidenció que la torre, o pilón, es la parte de la estructura que menos afectación tiene y se comprueba su suficiencia y capacidad para resistir las cargas sobre impuestas (cargas adicionales), que se proyectan al analizar la estructura para unas condiciones de carga mayores a las previstas inicialmente.

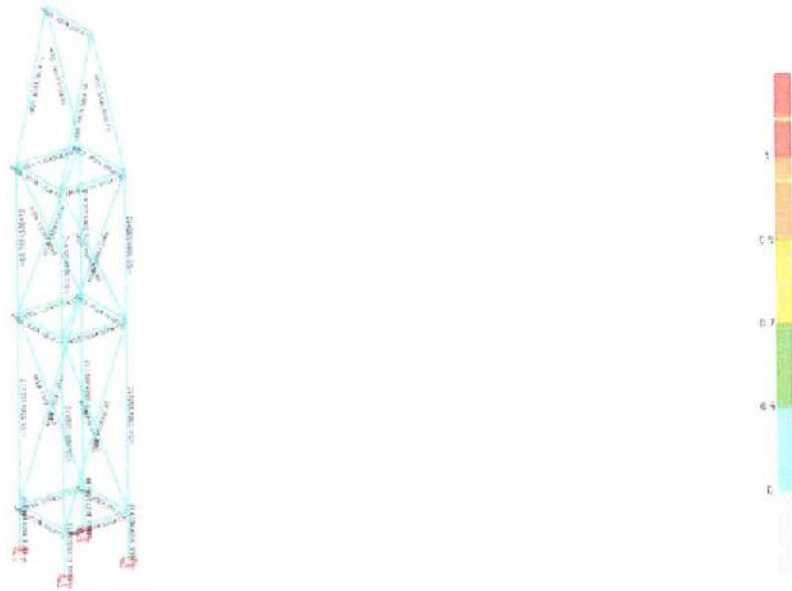


Imagen 11. Relación de eficiencia de los elementos de la torre

10.4 VIGA DE RIGIDEZ – CERCHA

Una vez analizada la estructura, se verificó el comportamiento de los elementos de la cercha ante las cargas sobrepuestas. Se evidenció que una porción importante del cordón superior presenta sobre esfuerzos para la condición estudiada.

Adicionalmente, se presenta sobre esfuerzo también en la parte central de la cercha, así como en los arreglos en donde se realizan las uniones con los cables principales y aquellos elementos adyacentes a dichos arreglos.

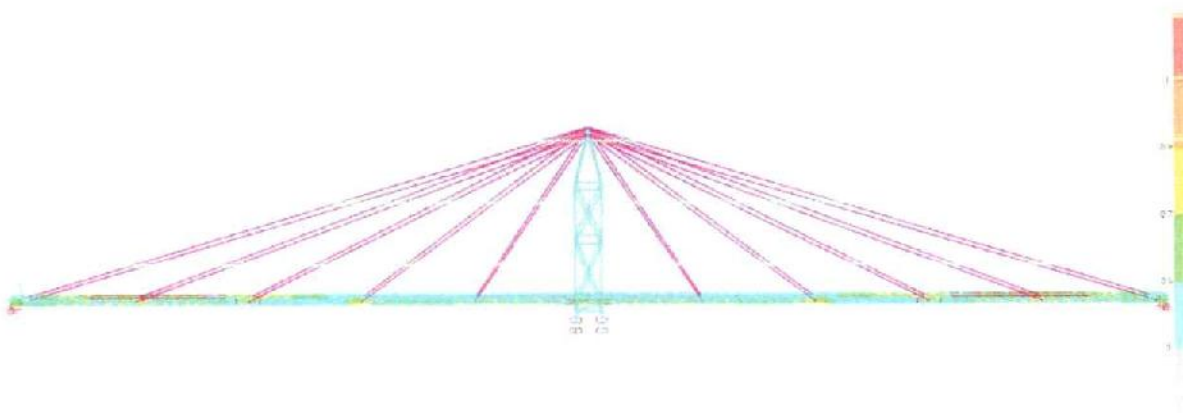


Imagen 12. Elementos con sobre esfuerzo en la cercha

Villavicencio, octubre de 2022

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **JUAN FERNANDO LOZANO SEPULVEDA**, ingeniero civil; con matrícula profesional vigente 25202-323109 CND, e identificado con C.C. N° 1.121.865.618 de Villavicencio - Meta, hago constar que el DIAGNOSTICO ESTRUCTURAL, fue elaborado en cumplimiento a los requisitos y normas aplicados a este tipo de actividades, para el proyecto **“ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DESARENADOR Y LA LINEA DE CONDUCCION UBICADO EN LA QUEBRADA LAS BLANCAS DEL MUNICIPIO DE ACACIAS META”**

En consecuencia, asumo la responsabilidad del presente estudio, en cualquier tipo de caso, situación o eventualidad que pudiera presentarse, en que la obra a que hace referencia el proyecto no se ejecute conforme a lo estipulado por el estudio, no asumiré responsabilidad civil ni penal alguna.

Atentamente,



JUAN FERNANDO LOZANO SEPULVEDA
ING. CIVIL ESP. EN ESTRUCTURAS
M.P. 25202-323109 CND

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO **1.121.865.518**

APELLIDOS **LOZANO SEPULVEDA**

NOMBRES **JUAN FERNANDO**

REPUBLICA DE COLOMBIA



REPUBLICA DE COLOMBIA

INDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO **28-MAY-1990**

VILLAVICENCIO
(META)

LUGAR DE NACIMIENTO

1.72 **O+** **M**

ESTATURA G.S. RH SEXO

07-JUL-2008 VILLAVICENCIO

FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION *Carlos Abel Sanchez Torres*

REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ABEL SANCHEZ TORRES



P 5200100-00091984-M-1121865618-20081010 0004164895A 1 24839359



REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Matrícula Profesional No.
25202-323109 CND
Fecha de Expedición: **12/02/2016**

Nombre:

**JUAN FERNANDO
LOZANO SEPULVEDA**

Cédula:

C.C. 1121865618

Profesión:

INGENIERO CIVIL

Institución:

**CORPORACION UNIVERSITARIA
DEL META**





**CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA**

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que JUAN FERNANDO LOZANO SEPULVEDA, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1121865618, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25202-323109 desde el 12 de Febrero de 2016, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 171.
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 siete (07) 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.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MANIZALES

FACULTAD DE
Ingeniería y Arquitectura

ACTA DE GRADO NÚMERO 1674

El Consejo de Facultad en su sesión del día 25 de julio de 2018 - Acta No. 24

CONSIDERANDO QUE

Juan Fernando Lozano Sepúlveda

C.C. 1.121.865.618 de Villavicencio

Cumplió satisfactoriamente con los requisitos exigidos por los Acuerdos y Reglamentos de la Universidad, resuelve otorgarle el título de

Especialista en Estructuras

en convenio con la Universidad de los Llanos

En nombre y representación de la República de Colombia y de la Universidad Nacional de Colombia se expide el Diploma Número 54115 consignado en el Registro No. 1676, Folio 12 del Libro No. 3

En testimonio de lo anterior se firma la presente Acta de Grado en la ciudad de Manizales, a los 25 días del mes de julio de 2018


PRESIDENCIA
Consejo de Facultad


SECRETARÍA
Consejo de Facultad



DOCUMENTO

Acta de Grado N° 4947

El Consejo Superior de la Corporación Universitaria del Meta, en su sesión ordinaria del día 11 de Diciembre de 2015, Acta N° 283, considerando que:

JUAN FERNANDO LOZANO SEPÚLVEDA

Con cédula de ciudadanía No. 1.121.865.618 de Villavicencio y natural de Villavicencio (Meta)

Cumplió satisfactoriamente todos los requisitos exigidos por la Ley, los estatutos y los reglamentos de la Universidad, resuelve otorgarle el título de:

INGENIERO CIVIL

En nombre y representación de la CORPORACIÓN UNIVERSITARIA DEL META y previa juramento de rigor, el Rector hizo entrega del DIPLOMA correspondiente registrado en el folio N° 4947 del Libro N° 1 de Diplomas.

En testimonio de lo anterior se firma la presente Acta de Grado, en la ciudad de Villavicencio, el día 11 de Diciembre de 2015.

Opción de Grado: Tesis Manual de Análisis Sísmico para Edificaciones en Concreto Reforzado

El Rector,

El Decano,

Doy Fe,

Secretario General