IVÓN HERNÁNDEZ

INGENIERÍA Y DISEÑO

MUNICIPIO DE CALDAS
BOYACÁ

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y DISEÑO HIDRÁULICO DE OBRAS DE ARTE PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA EN EL MUNICIPIO DE CALDAS, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.

CALDAS, NOVIEMBRE DE 2024

Elaboró	Nombre del profesional	LUIS MARIO DURAN GONZALEZ
	Firma	
	Profesión	Ingeniero Civil Especialista en Agua y Saneamiento Ambiental
	Matricula Profesional	M.P. 68202-302094 STD

Versión	Fecha
Versión 1.0	Octubre de 2023

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 4
OBJETIVOS 5
Objetivos generales 5
Objetivos Específicos 5
GENERALIDADES 6
LOCALIZACION 6
LOCALIZACION ESPECÍFICA 6
HIDROLOGIA DEL DRENAJE 8
INTRODUCCION 8
METODOLOGIA 8
RECOPILACION Y ANALISIS DE LA INFORMACION 9
RECOPILACION DE LA INFORMACION 9
CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA 10
Análisis de pendientes 11
ANALISIS DE CAUDALES 13
PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS 13
CURVAS DE INTENSIDAD, DURACION Y FRECUENCIA 15
Calculo de la curva IDF 15
Tiempo de concentración 18
DISEÑO HIDRÁULICO 20
Diseño de cunetas 20
Cálculo del caudal de demanda dado un espaciamiento entre alcantarillas 20
Coeficiente de escorrentía 20
Área de drenaje 21
LONGITUD MAXIMA DE CUNETAS 23
ALCANTARILLAS 26
Morfología de la zona de estudio 26
Factor de forma 30
Patrón de drenaje 32
Caudal de diseño alcantarillas 32
Inventario de obras de drenaje en la zona de estudio 34
Localización alcantarillas 34
Obras de drenaje sub-superficial 34
Drenes longitudinales 35
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 36
ANEXOS 37

BIBLIOGRAFIA 38

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización Geográfica de Caldas. Fuente. Propia. 6
Ilustración 2. Localización vía Vereda Centro. 6
Ilustración 3. Localización vía Vereda Quipe. 7
Ilustración 4. Localización Estación CALDAS. Fuente IDEAM. 10
Ilustración 5. Datos Estación CALDAS. Fuente IDEAM. 10
Ilustración 6. Capas mapa de pendientes y flujo superficial. 11
Ilustración 7. Topografía Vereda Quipe, K 0+000 a K 0+900 11
Ilustración 8. Topografía Vereda Quipe, K 0+901 a K 1+200 11
Ilustración 9. topografía Vereda Centro, K 0+000 a K 1+200 12
Ilustración 10 Precipitaciones máxima en 24 horas multianual. 15
Ilustración 113. Regiones de Colombia para definición de los valores a, b, c y d. Fuente INVIAS. 17
Ilustración 12. Valores calculados para la curva IPL. 23
Ilustración 13. Vista en perfil alcantarilla tipo. Fuente INVIAS. 34

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tramos a intervenir. 7
Tabla 2. Datos Precipitaciones Máximas en 24 horas. Fuente IDEAM. 13
Tabla 3. Calculo del Histograma de Valores Máximos. 14
Tabla 4. Promedio mensual de la seria multianual para precipitaciones máximas en 24 horas. 15
Tabla 5. Periodos de retorno para el diseño de obras de drenaje vial. Fuente INVIAS 16
Tabla 6. Parámetros según regiones del país. Fuente INVIAS. 16
Tabla 7. Contantes a, b, c, d y M para el cálculo de la Curva IDF. 17
Tabla 8. Valores Curva IDF 18
Tabla 9. Valores tiempo de concentración. 19
Tabla 10. Intensidad en función del periodo de retorno y la intensidad de lluvia (mm/hora). 19
Tabla 11. Valores del coeficiente de escorrentía en áreas rurales. Fuente INVIAS 21
Tabla 12. Propiedades hidráulicas de la cuneta. Fuente INVIAS. 22
Tabla 13. Características zona de estudio. 22
Tabla 14. Resultados cálculo de caudales de demanda y diseño. 22
Tabla 15. Calculo de caudales y velocidades de flujo, para una intensidad de 130 [mm/h] 24
Tabla 16. Localización estructuras de drenaje. 34

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Ecuación Intensidad, Duración y Frecuencia. Fuente INVIAS. 16
Ecuación 2. Ecuación de Kirpich. Fuente INVIAS. 18
Ecuación 3. Ecuación de Manning. Fuente INVIAS. 20
Ecuación 4. Ecuación método racional. Fuente INVIAS. 20
Ecuación 5. Ecuación área aferente de cunetas. Fuente INVIAS. 20
Ecuación 6. Calculo longitud máxima de cunetas. 23

INTRODUCCIÓN

El sistema de drenaje de una carretera tiene esencialmente dos finalidades, la primera consiste en preservar la estabilidad de la superficie y del cuerpo de la plataforma de la carretera, eliminando el exceso de agua superficial y la sub-superficial con las adecuadas obras de drenaje y, en segundo lugar, restituir las características de los sistemas de drenaje y/o de conducción de aguas (natural del terreno o artificial construida previamente) que serían dañadas o modificadas por la construcción de la estructura vial y que sin un debido cuidado en el proyecto, resultarían causando daños, algunos posiblemente irreparables, en el medio ambiente y acelerando el proceso de envejecimiento de la estructura vial.

El presente informe técnico contempla el desarrollo de los estudios hidrológicos e hidráulicos para proyectar las obras de drenaje en la vía de las veredas Centro y Quipe en los sectores previamente seleccionados con la comunidad, en aras de garantizar el bienestar y desarrollo de la comunidad, con este proyecto busca elaborar los estudios y diseños de placa huellas para mejorar las condiciones socio-económicas de sus habitantes, como lo es por ejemplo, con la construcción, mantenimiento y optimización de las vías de comunicación, como el insumo necesario e indispensable para promover el comercio de productos, el transporte de pasajeros, entre otros beneficios.

OBJETIVOS

La elaboración del el estudio hidrológico e hidráulico presente documento hace parte del proyecto cuyo objeto es el mejoramiento y mantenimiento de vías rurales mediante la construcción de placa huella en las veredas Centro y Quipe, del municipio de Boyacá.

Objetivos generales

El presente estudio tiene como fin determinar las características hidrológicas para la construcción de placa huella y obras de arte para las veredas Centro y Quipe, del municipio de Caldas Boyacá

Objetivos Específicos

- ✓ Realizar una descripción de las condiciones hidrológicas de la zona.
- ✓ Realizar inventario de obras existentes, así como su estado actual.
- ✓ Determinar los parámetros hidrológicos fundamentales en el diseño hidráulico de estructuras.
- ✓ Presentar los diseños de las estructuras hidráulicas a construirse.
- ✓ Recomendaciones para el control de escorrentías.
- ✓ Determinar la localización de estructuras de drenaje en base a los requerimientos del terreno y recomendaciones técnicas.

GENERALIDADES

LOCALIZACION

El proyecto está localizado en el municipio de Caldas en el departamento de Boyacá.



Ilustración 1. Localización Geográfica de Caldas. Fuente. Propia.

El municipio de Caldas Boyacá, localizado en la Provincia de Occidente, a una distancia de 90 km de la ciudad de Tunja, capital del departamento y a 9 km de la ciudad de Chiquinquirá, cabecera de la provincia.

LOCALIZACION ESPECÍFICA



Ilustración 2. Localización vía Vereda Centro.



Ilustración 3. Localización vía Vereda Quipe.

VEREDA	LONGITUD [ml]
Centro	1200
Quipe	1200

Tabla 1. Tramos a intervenir.

HIDROLOGIA DEL DRENAJE

INTRODUCCION

La hidrología del drenaje se ha establecido para el área aportante de escorrentía superficial aferente en la zona de interés, con el fin de definir las estructuras hidráulicas necesarias para mejorar el drenaje correspondiente para este corredor vial.

METODOLOGIA

El siguiente documento desarrollará inicialmente una ubicación y caracterización de la zona de intervención para posteriormente generar una línea base de información climática en base a las estaciones del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y otros medios de información de este tipo. Una vez adquirida la información climática se procede a la generación de una curva de Intensidad Duración Frecuencia (IDF), con base en lo sugerido en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS usando el método simplificado para esta labor.

Una vez determinada la curva IDF característica de la zona de estudio se presentan las condiciones de diseño para determinación de caudales incluyendo variables como coeficiente de escorrentía, tiempo de concentración, intensidad de la lluvia y tiempos de retorno. Una vez determinadas las condiciones de operación de realiza el diseño de las cunetas, donde se analizan los diferentes tipos de secciones permitidas en base a la seguridad vial y capacidad de transporte de caudal, en este capítulo se estudian los taludes aportantes y longitudes drenantes en base a las condiciones topográficas del terreno y la ubicación de las estructuras de drenaje superficial, se evalúa la capacidad de dichas estructuras usando el software HCANALES teniendo como propósito evidenciar si el tirante del flujo con el caudal calculado supera el tirante de la estructura proyectada, así mismo, determinar si existen velocidades que favorezcan procesos de sedimentación o erosión en la misma.

Posteriormente se realiza el diseño de alcantarillas, donde se incluye un estudio de la cuenca asociada teniendo como base la topografía de la zona de intervención, posterior a la determinación de caudales aplicando el método racional se realiza la simulación del tránsito del flujo por las estructuras tipo alcantarillas proyectadas, así, determinar el diámetro óptimo de funcionamiento para el conducto partiendo de uno mínimo establecido por el INVIAS de 36", así mismo cumpliendo con criterios de carga máxima establecidos en el Manual de Drenaje para Carreteras.

Se realiza el diseño de estructuras de drenaje subsuperficial en base a las recomendaciones del estudio de suelos, donde se especifica el requerimiento de construcción o no de estos según humedad del suelo y nivel freático presente que pueda afectar la obra vial proyectada; las estructuras tipo filtro se modelan con el software GEOSOFT en base a las condiciones del tipo de suelo y topografía, así como los puntos de descarga proyectados o establecidos.

Se finaliza con unas conclusiones y recomendaciones en base a las construcción y mantenimiento de las diferentes estructuras de drenaje tanto superficial como subsuperficial, ubicaciones, dimensiones y demás condiciones finales de diseño arrojadas

por el estudio, así mismo, se incluye un espacio para anexos y referencias bibliográficas de conceptos técnicos de los cuales se basó el documento.

RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El estudio Hidrológico se realizó de acuerdo a la siguiente metodología:

- ✓ Análisis de la cartografía y topografía de la zona de estudio.
- ✓ En primer término, los estudios hidrológicos se dirigieron a definir las características de lluvias máximas en el sector para determinar los caudales aferentes a las estructuras de drenaje propuestas para recolectar las aguas de escorrentía superficial.
- ✓ Para determinar los caudales máximos instantáneos asignados a diferentes periodos de retorno se utilizó el método Racional, dado el tamaño menor a 1.0 km² del área de drenaje aportante, para lo cual fue necesario definir las curvas intensidad-duración-frecuencia y el coeficiente de escorrentía para la zona de estudio.
- ✓ Las aguas a drenar corresponden a las producidas por el área aferente al proyecto y de la calzada del mismo. Como parámetro para el cálculo hidráulico de las cunetas y capacidad de las alcantarillas se tomó el área aferente para la longitud más larga entre cabezotes de alcantarillas proyectadas y existentes.
- ✓ Determinada el área de drenaje a partir de los planos de planta en el sitio de interés, se define el coeficiente de escorrentía apropiadamente de acuerdo al tipo de superficie prevaleciente, mientras que las intensidades de precipitación de lluvias, como se mencionó con anterioridad, se calcularán a partir de las curvas intensidad-duración-frecuencia deducidas para la estación representativa de la zona de proyecto.

RECOPILACION DE LA INFORMACION

La recopilación de información para el estudio hidrológico se realizó mediante la investigación y consulta de documentación de entidades oficiales como el IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia).

Se encontró que el IDEAM contaba con varias estaciones cercanas a la zona del proyecto sin embargo analizando cada una de ellas se encuentra que la estación más representativa es la estación CALDAS [24015130] que cuenta con las siguientes características.



Ilustración 4. Localización Estación CALDAS. Fuente IDEAM.

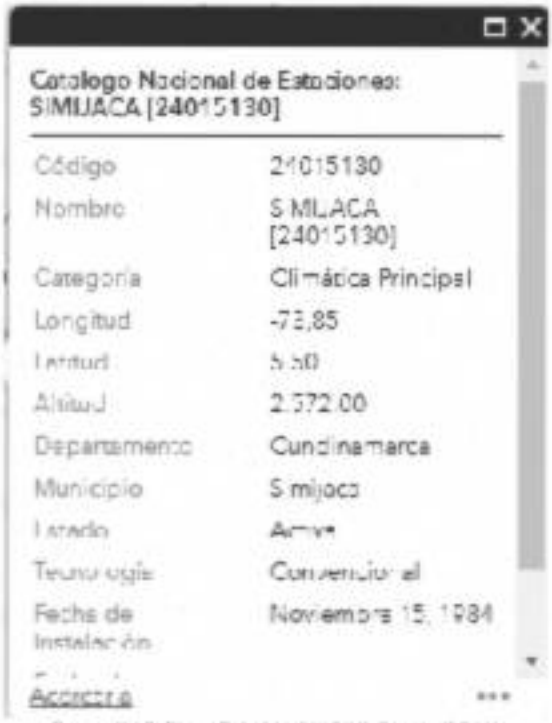


Ilustración 5. Datos Estación CALDAS. Fuente IDEAM.

CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

Se realiza el levantamiento topográfico de la zona de proyecto, el cual se analiza para determinar las áreas de drenaje y puntos de ubicación de obras de drenaje para la correcta evacuación de aguas lluvia.

Análisis de pendientes.

Tabla de Pendientes			
Numero	Pendiente Mínima	Pendiente Máxima	Etiqueta
1	0%	5%	
2	5%	10%	
3	10%	30%	
4	30%	>30%	

Ilustración 6. Capas mapa de pendientes y flujo superficial.

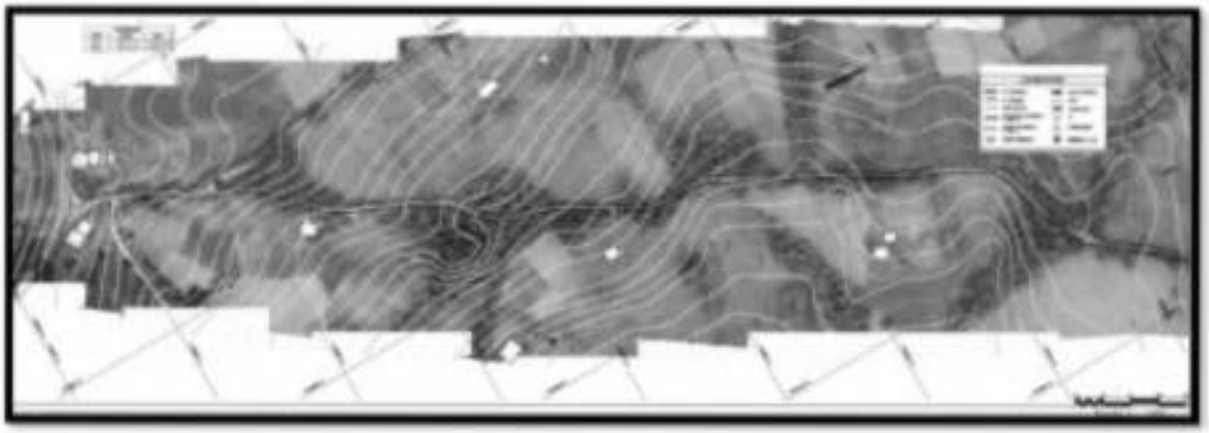


Ilustración 7. Topografía Vereda Quipe, K 0+000 a K 0+900

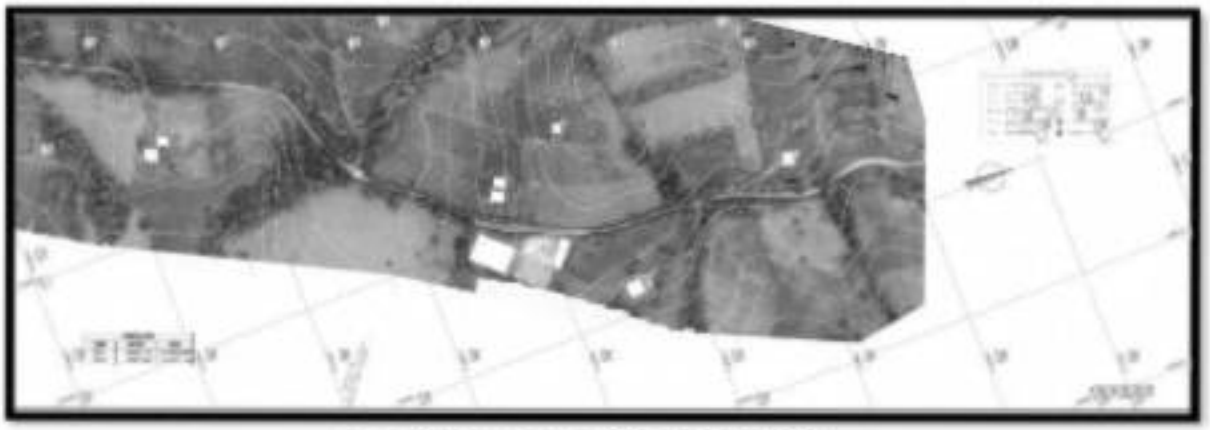


Ilustración 8. Topografía Vereda Quipe, K 0+901 a K 1+200

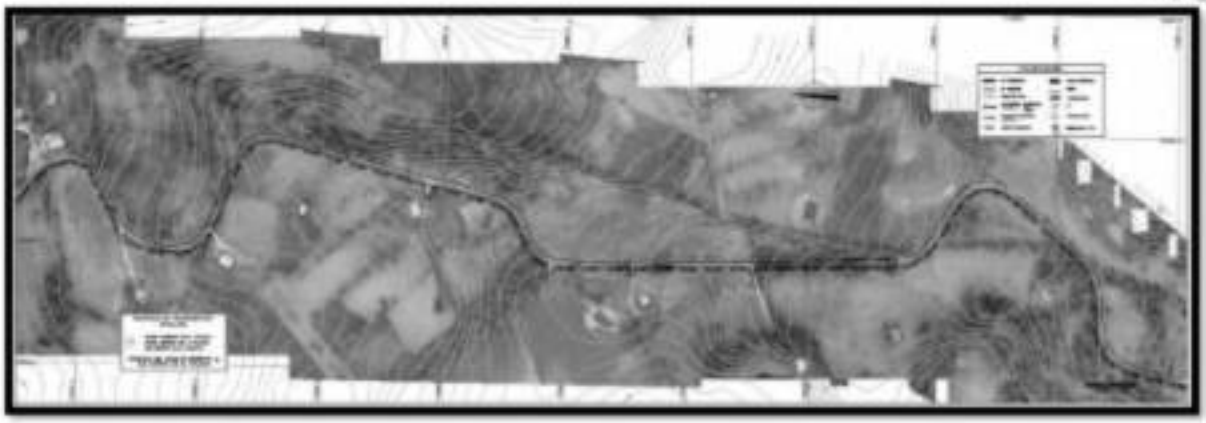


Ilustración 9. topografía Vereda Centro, K 0+000 a K 1+200

ANALISIS DE CAUDALES

PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS

Para establecer la tendencia de la precipitación en la zona objeto del proyecto se realiza el análisis estadístico de la franja de tiempo de la estación Buenavista del IDEAM correspondiente a 20años comprendidos desde 2003 hasta el año 2023. Esta información es depurada debido a la falta de algunos datos.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX
2003	0	17.3	16.1	28	9.6	18.5	5.1	7.5	12.2	35	14	15.5	35
2004	0	0	32	19.1	39.1	5.6	16.6	2	34.8	19.1	40.4	2.6	40.4
2005	53.5	9.8	7.8	27	33.7	10.8	12	27	16	32.9	25.9	8	53.5
2006	7.8	6.8	27.3	17.4	12.4		11	3	20	27	16	0	27.3
2007	0	0	39.4	26	17	19	18.5	11	0	33	11.5	0	39.4
2008	8.7	10	12	20	20.5	10.3	11	0	0	0	0	0	20.5
2009			13.5	26.5	17	13.2	8	37	11.2	30	15	90	90
2010	8.4	25	14	21	73.5	41.3	30	11	14.1	15	19.3	19	73.5
2011	6.7	33	27.3	36.7	32	13.4	18.1	34	21.3	27.1	29.3	29.3	36.7
2012	18.3	20.6	29	37.1	25.6	7.8	6.1	11	34.4	22	9.8	13.5	37.1
2013	6.3	10	14.2	53.7	27	9	4	21	10	32.8	21	28.6	53.7
2014	5.2	25	26.5	16.3	12	12	1.5	0	0	4.4	23.5	37.4	37.4
2015	12	6	31.3	48	8.6	2.5	19	2.3	9	6.3	26.3	2	48
2016	1.2	12.1	25.1	33.5	36	10.4	9.6	5.7	13	36.7	21.7	16	36.7
2017	14	16.5	26.5	25.4	26.7	15.3	38.1	15.7	13.6	41	13.4	11	41
2018	21	6.8	14	14	23.5	12.5	13.2	45.7	16	37.5	19	6.3	45.7
2019	7	13.5	44.7	23.2	25.3	23.4	8.2	11	19.3	14.2	53.5	11	53.5
2020	3.2	13.2	25.3	27.2	8.2	15.2	16.4	27.4	26.3	8.7	18.5	19.6	27.4
2021	7	8.3	17	32	19.6	38.5	10	14.2	19.3	28.2	25.4	18.6	38.5
2022	4.3	22.5	31	18.5	23.5	18.3	13.5	10.2	14.2	55.2	31.7	6.3	55.2
2023	19	18.2	5.5	20.5	42.3	22.5	43.2	44.3	17.5	40.5	24.3	26.7	44.3
PROMEDIO	10.18	13.73	22.83	27.2	25.39	15.98	14.91	16.24	15.34	26.03	21.88	17.21	44.51

Tabla 2. Datos Precipitaciones Máximas en 24 horas. Fuente IDEAM.

Con base en los datos presentados en la tabla anterior, se realiza el análisis estadístico de las precipitaciones máximas diarias en la zona de estudio y, se presentan los histogramas de frecuencias absoluta y acumulada.

VARIABLE	VALOR	VARIABLE	VALOR
AÑOS	21	DESV	13.39
DATOS	252	MEDIANA	16.45
MAX	90	RANGO	90
MIN	20.5	INTERVALO	10
PRO	18.75	INTERVALOS	9

Tabla 3. Variables Estadísticas.

INT	RANGO		FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	% FRECUENCIA	%FRECUENCIA ACUMULADA
	MIN	MAX				
1	0	10	69	69	27.38%	27.38%
2	11	20	88	157	34.92%	62.30%
3	21	30	52	209	20.63%	82.94%
4	31	40	27	236	10.71%	93.65%
5	41	50	10	246	3.97%	97.62%
6	51	60	4	250	1.59%	99.21%
7	61	70	0	250	0.00%	99.21%
8	71	80	1	251	0.40%	99.60%
9	81	90	1	252	0.40%	100.00%

Tabla 3. Calculo del Histograma de Valores Máximos.



Ilustración 10. Histograma de Frecuencia.



Ilustración 11. Frecuencia vs Precipitaciones Máximas.

La siguiente tabla permite observar el promedio mensual de la serie multianual de precipitaciones máximas tomadas en 24 horas incluyendo los valores de desviación estándar (en mm y porcentajes) para cada año.

VARIABLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PROMEDIO	9.7	13.08	22.83	27.2	25.39	15.21	14.91	16.24	15.34	26.03	21.88	17.21
MAX	53.5	33	44.7	53.7	73.5	41.3	43.2	45.7	34.8	55.2	53.5	90
MIN	0	0	5.5	14	8.2	0	1.5	0	0	0	0	0
DESV.	11.86	8.88	10.32	10.18	14.83	10.12	10.66	14.32	9.41	14.03	11.24	19.79

Tabla 4. Promedio mensual de la seria multianual para precipitaciones máximas en 24 horas.



Ilustración 10 Precipitaciones máxima en 24 horas multianual.

CURVAS DE INTENSIDAD, DURACION Y FRECUENCIA

Calculo de la curva IDF

Siguiendo las recomendaciones de la guía de diseño de pavimento con placa huella del INVIAS se realiza el cálculo de la curva de intensidad, duración y frecuencia.

- ✓ Identificar, para cada año de la serie histórica, el valor máximo de precipitación registrado en veinticuatro (24) horas.
- ✓ La intensidad de la lluvia calcularla para diferentes duraciones de aguacero y para cada año de la serie histórica. Generalmente se utilizan duraciones de aguacero de 5, 10, 15, 20, 25 y 30 minutos.
- ✓ Aplicar los valores de los periodos de retorno (T) recomendados en el Manual de Drenaje Vial del INV 2009, que se indican en la siguiente tabla:

OBRAS DE DRENAJE VIAL	Tr
Drenaje superficial	2
Cunetas	5
Zanjas de coronación	10
Estructuras de caída	10
Alcantarillas de 0,9m de diámetro	10
Alcantarillas mayores de 0,9m de diámetro	20
Puentes menores (Luz menor a 10m)	25
Puentes de luz igual a 10 y menor a 50m	50
Puentes de luz mayor o igual a 50m	100

Tabla 5. Periodos de retorno para el diseño de obras de drenaje vial. Fuente INVIAS

- ✓ Para determinar la intensidad de la lluvia se puede aplicar la Metodología Simplificada de cálculo de las curvas intensidad – duración – frecuencia indicada en el Manual de Drenaje de Carreteras del INV 2009, en el cual se recomienda la utilización de la precipitación máxima promedio anual en 24 horas y aplicar la expresión que a continuación se indica:

$$i = \frac{a * T^b * M^d}{\left(\frac{t}{60}\right)^c}$$

Ecuación 1. Ecuación Intensidad, Duración y Frecuencia. Fuente INVIAS.

Dónde:

i: *intensidad de precipitación, en milietros por hora*

T: *Periodo de retorno en años*

M: *Precipitación máxima promedio anual en 24 h a nivel multianual.*

t: *Duración de la lluvia, en minutos (min)*

a, b, c *y* d: *Parámetros de ajuste de la región.*

REGION		a	b	c	d
Andina	R(1)	0.4	0.18	0.66	0.83
Caribe	R(2)	24.85	0.22	0.5	0.1
Pacífico	R(3)	13.92	0.19	0.58	0.2
Orinoquia	R(4)	5.53	0.17	0.63	0.42

Tabla 6. Parámetros según regiones del país. Fuente INVIAS.

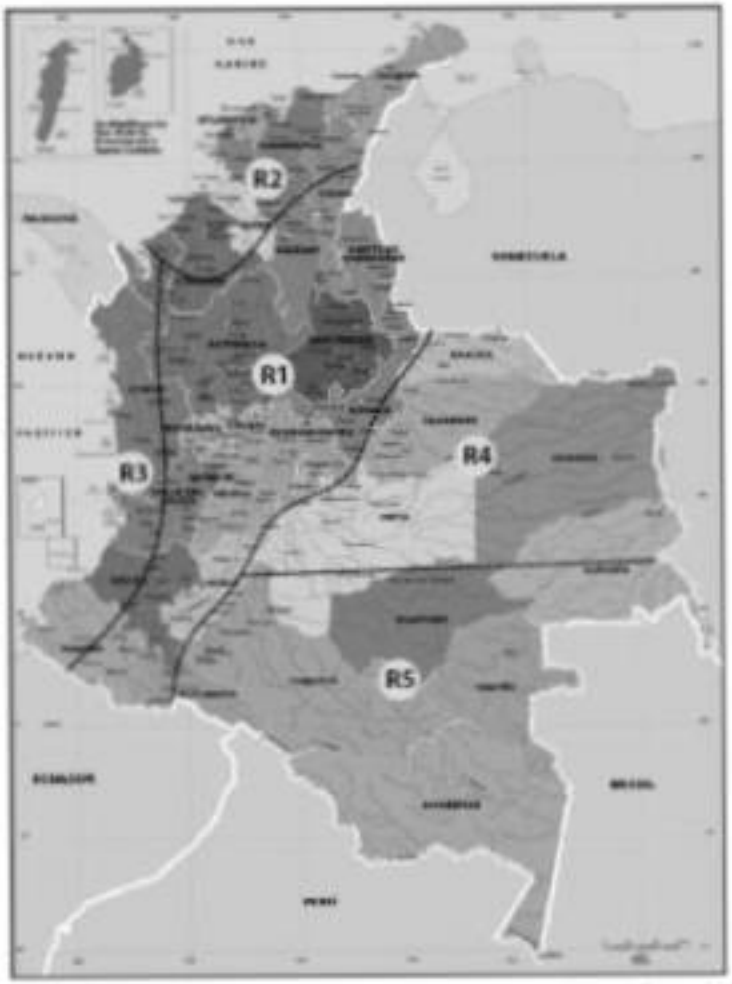


Ilustración 113. Regiones de Colombia para definición de los valores a, b, c y d. Fuente INVIAS.

La zona para la cual se proyecta la construcción de la placa huella y obras de drenaje se encuentra en la región andina, que corresponde a la región N°1.

Parámetro	Valor
a	0.94
b	0.18
c	0.66
d	0.83
M [mm]	44.1

Tabla 7. Contantes a, b, c, d y M para el cálculo de la Curva IDF.

Duración	Periodo de Retorno					
[min]	2	5	10	20	25	50
10	80.50	94.93	107.55	121.84	126.83	143.68
15	61.60	72.64	82.29	93.23	97.05	109.95
20	50.94	60.08	68.06	77.11	80.27	90.93
30	38.98	45.97	52.08	59.00	61.42	69.58
40	32.24	38.02	43.08	48.80	50.80	57.55
50	27.83	32.82	37.18	42.12	43.84	49.67

60	24.67	29.10	32.96	37.34	38.87	44.04
70	22.28	26.28	29.77	33.73	35.11	39.78
80	20.41	24.06	27.26	30.88	32.15	36.42
90	18.88	22.26	25.22	28.57	29.75	33.70
100	17.61	20.77	23.53	26.65	27.75	31.43

Tabla 8. Valores Curva IDF.

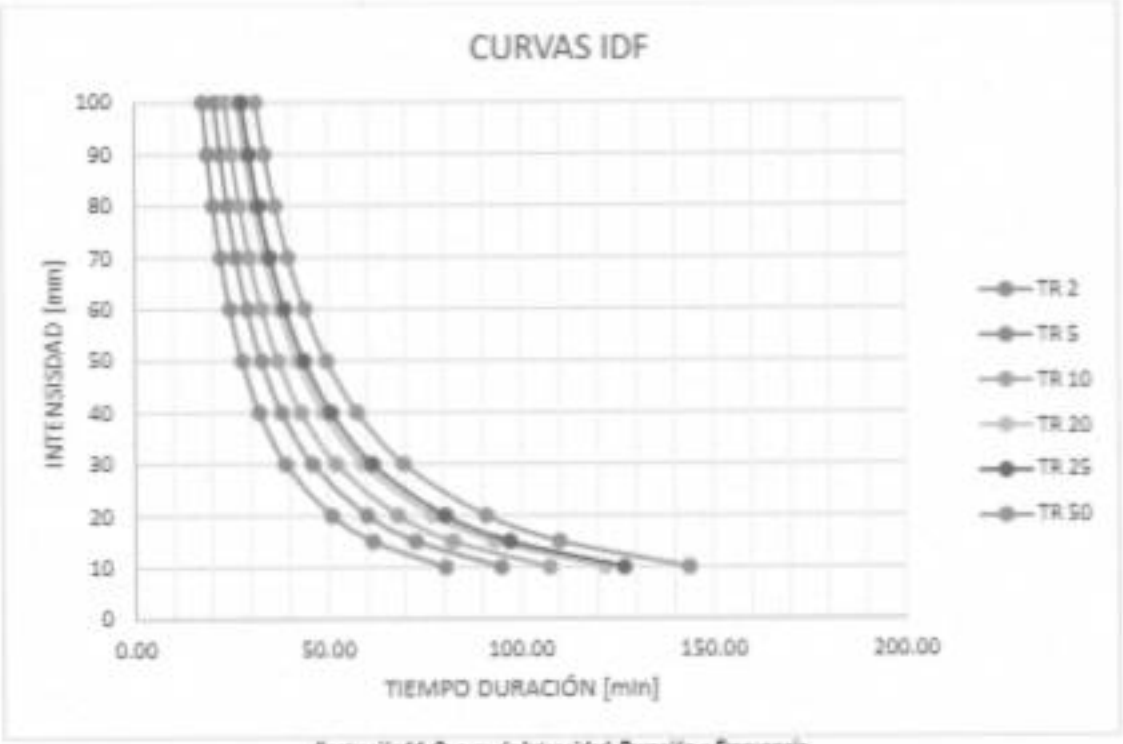


Ilustración14. Curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia.

Tiempo de concentración

Se define como el tiempo que toma el agua desde los límites más extremos de la hoya hasta llegar a la salida de la misma, para el cálculo del tiempo de concentración se consideró el uso de la ecuación de Kirpich:

$$T_c = 0.06628\left(\frac{L}{S^{0.5}}\right)^{0.77}$$

Ecuación 2. Ecuación de Kirpich. Fuente INVIAS.

Dónde:

T_c: Tiempo de concentración, en horas (h).
L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (km).
S: *Pendiente entre las elevaciones maximas y minima (pendiente total)del cauce principal, en metros por* $metros\ \left(\frac{m}{m}\right)$

De acuerdo al análisis a la topografía realizada al terreno tenemos los siguientes valores de pendiente y longitud del cauce para cada tramo a intervenir.

Sector	Caldas
Longitud de cauce (Km)	1.2
Pendiente Máxima (m/m)	0.06
Pendiente Mínima (m/m)	0.15
Tiempo de concentración Pendiente máxima Tc (min)	9.5
Tiempo de concentración Pendiente mínima Tc (min)	3.83

Tabla 9. Valores tiempo de concentración.

Como resultado del cálculo del tiempo de concentración, se estableció que presenta un tiempo de concentración con un valor de 9.50 minutos, por lo tanto, con el fin de tener en cuenta el tiempo de tarda el agua en concentrarse y no sobrestimar la intensidad de precipitación que resultaría con valores calculados menores a este tiempo, se toma como mínimo un tiempo de concentración Tc=10 min.

Obra de drenaje	Tc (min)	Tr (años)	Intensidad (mm/h)
Cunetas	10	5	94.93
Alcantarilla	10	20	121.84

Tabla 10. Intensidad en función del periodo de retorno y la intensidad de lluvia (mm/hora).

DISEÑO HIDRÁULICO

Diseño de cunetas

El dimensionamiento de la cuneta consiste en verificar la capacidad hidráulica de la estructura, estimada con la expresión de Manning, sea superior al diseño, para el caso del presente diseño se realizara el control hidráulico a la sección d cuneta recomendada en el manual de diseño de pavimentos con placa huella del INVIAS.

$$Q = \frac{1}{n}(aR^{2/3}S^{1/2})$$

Ecuación 3. Ecuación de Manning. Fuente INVIAS.

Dónde:

Q: *Caudal de diseño, en metros cúbicos por segundo* (m^3/s)
n: *Coeficiente de rugosidad de Manning.*
a: *Área mojada, en metros cuadrados* (m^2)
R: *Radio hidráulico, en metros* (m)
S: *Pendiente, en metros por metro* (m/m)

Cálculo del caudal de demanda dado un espaciamiento entre alcantarillas.

Como el área tributaria es pequeña (<5 Km) se puede utilizar el método racional para determinar el caudal de demanda

$$Qe = CIA\gamma$$

Ecuación 4. Ecuación método racional. Fuente INVIAS.

Dónde:

Qe: *Caudal de escorrentía en* m^3/s
C: *Coeficiente de escorrentía*
I: *Intensidad para un tiempo de concentración* $(mm/horas)$
$A\gamma$: *Área aferente o tributaria en* m^2

$$A\gamma = B * L$$

Ecuación 5. Ecuación área aferente de cunetas. Fuente INVIAS.

Dónde:

B: *Ancho impluvium*
L: *Longitud de la cuneta.*

Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía C se define como la relación entre el volumen de agua escurrido superficialmente y el volumen de agua precipitado. Este coeficiente depende claramente de las características de drenaje del área de drenaje estudiada.

Para los diferentes tipos de superficie y coberturas de las áreas de drenaje aferentes al proyecto vial, se han definido los coeficientes de escorrentía correspondientes de acuerdo a la siguiente tabla.

VEGETACIÓN Y TOPOGRAFÍA Y	TEXTURA DEL SUELO		
	FRANCO ARENOSO	FRANCO LIMO ARCILLOSO	ARCILLOSO
BOSQUES			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.25	0.35	0.50
Montañoso	0.30	0.50	0.60
PASTOS			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Montañoso	0.22	0.42	0.60
TIERRAS CULTIVADAS			
Plano	0.30	0.50	0.60
Ondulado	0.40	0.60	0.70
Montañoso	0.52	0.72	0.82
Nota: Plano (pendiente 0 - 5%); Ondulado (pendiente 5 - 10%); Montañoso (pendiente 10 - 30%). Para valores mayores al 30 %, a falta de datos, utilizar los valores para pendientes entre el 10 y el 30 %.			

Tabla 11. Valores del coeficiente de escorrentía en áreas rurales. Fuente INVIAS.

Para la zona montañosa ubicada en el sitio de interés la superficie predominante son laderas provistas de vegetación, para la cual se ha adoptado un valor del coeficiente de escorrentía respectivamente de 0.82.

Área de drenaje

Ancho de Impluvium = 25 m. en terreno montañoso. Este ancho incluye el ancho de superficie de rodadura, ancho de la berma-cuneta, la proyección del talud de corte y un ancho adicional tal como se indica en la siguiente ilustración.



Ilustración 15. Ancho de impluvium. Fuente INVIAS.

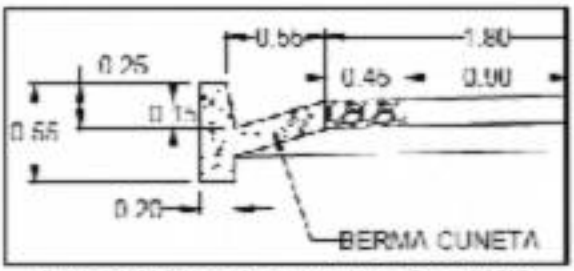


Ilustración 16. Sección de cuneta estimada. Fuente INVIAS.

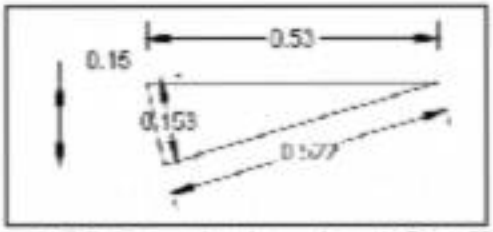


Ilustración17. Parámetros adoptados para la cuneta. Fuente INVIAS.

Profundidad máxima lámina de agua (m)	0.150
Ancho máximo lámina de agua (m)	0.521
Área Hidráulica (m2) (a)	0.039
Perímetro mojado (m)	1.195
Radio hidráulico (R)	0.0326
Superficie cuneta	Concreto
Coeficiente de Manning (n)	0.014
Pendiente mínima %	0.5
Pendiente máxima %	18

Tabla 12. Propiedades hidráulicas de la cuneta. Fuente INVIAS.

Pendiente mínima de cuneta %	8
Pendiente máxima de cuneta %	19
Intensidad de lluvia (mm/horas)	97.93
Tiempo de concentración (min)	10
Periodo de retorno (años)	5
Coeficiente de escorrentía	0.82
Ancho de Impluvium (m)	25

Tabla 13. Características zona de estudio.

Aplicando las ecuaciones 3, 4 y 5 obtenemos los siguientes valores:

VDA	TR	ABS		LONG	I	S	ÁREA TALUD	ÁREA DE VÍA	CAUDAL TALUD	Q VÍA	Q TOTAL
		INICIO	FIN	m	mm/h	m/m	m2	he	m3/s	m3/s	m3/s
CENTRO	1	1+200	1+066	134	97.93	0.080	3350	0.0335	0.042	0.008	0.050
CENTRO	2	1+066	0+940	126	97.93	0.060	3150	0.0315	0.039	0.007	0.047
CENTRO	3	0+940	0+810	130	97.93	0.060	3250	0.0325	0.041	0.008	0.048
CENTRO	4	0+810	0+680	130	97.93	0.060	3250	0.0325	0.041	0.008	0.048
CENTRO	5	0+680	0+545	135	97.93	0.060	3375	0.03375	0.042	0.008	0.050
CENTRO	6	0+545	0+410	130	97.93	0.060	3250	0.0325	0.041	0.008	0.048
CENTRO	7	0+410	0+280	130	97.93	0.060	3250	0.0325	0.041	0.008	0.048
CENTRO	8	0+280	0+140	140	97.93	0.060	3500	0.035	0.044	0.008	0.052
CENTRO	9	0+140	0+00	140	97.93	0.060	3500	0.035	0.044	0.008	0.052
QUIPE	1	0+000	0+080	80	97.93	0.030	2000	0.02	0.025	0.005	0.030
QUIPE	2	0+080	0+240	160	97.93	0.110	4000	0.04	0.050	0.009	0.059
QUIPE	3	0+240	0+400	160	97.93	0.110	4000	0.04	0.050	0.009	0.059
QUIPE	4	0+400	0+520	120	97.93	0.070	3000	0.03	0.038	0.007	0.044
QUIPE	5	0+520	0+625	125	97.93	0.050	3125	0.03125	0.039	0.007	0.046
QUIPE	6	0+860	0+780	120	97.93	0.066	3000	0.03	0.038	0.007	0.044
QUIPE	7	1+100	0+980	120	97.93	0.066	3000	0.03	0.038	0.007	0.044
QUIPE	8	1+100	1+200	100	97.93	0.070	2500	0.025	0.031	0.006	0.037

Tabla 14. Resultados cálculo de caudales de demanda y diseño.

LONGITUD MAXIMA DE CUNETAS

Una alcantarilla es un conducto relativamente corto a través del cual se cruza el agua bajo la vía de un costado a otro. Incluye, por lo tanto, conductos con cualquier sección geométrica: circulares y alcantarillas de cajón principalmente.

El diseño hidráulico consiste en chequear la capacidad de la berma-cuneta, con el caudal de escorrentía. Es decir, equilibrar Qe = Qc, para encontrar una longitud (L) de cuneta, del cálculo de los caudales de demanda y diseño, se determinó que el caudal de diseño es superior al caudal de demanda, lo que implica que las dimensiones recomendadas en el manual de diseño de pavimentos con placa huellas son aptas para el proyecto.

De la igualdad Qe = Qc se obtiene un valor de L, magnitud que indica el sitio donde se rebosa la cuneta y donde es necesario desviar el agua mediante un aliviadero o una alcantarilla. La expresión para el cálculo de L deducida de la igualdad Qe = Qc es:

$$L = \frac{a * R^{2/3} * S^{1/2} * 10^6}{0.28 * C * I * B * n}$$

Ecuación 8. Calculo longitud máxima de cunetas.

INTENSIDAD	PENDIENTE VIA					
[mm/h]	2,0%	4%	6%	8%	10%	12%
50	141,2	200	245	282	316	346
60	118	166	204	235	263	288
70	101	143	175	202	226	247
80	88	125	153	177	197	216
90	78	111	136	157	175	192
100	71	100	122	141	158	173
110	64	91	111	128	144	157
120	59	83	102	118	132	144
130	54	77	94	109	121	133
140	50	71	87	101	113	124

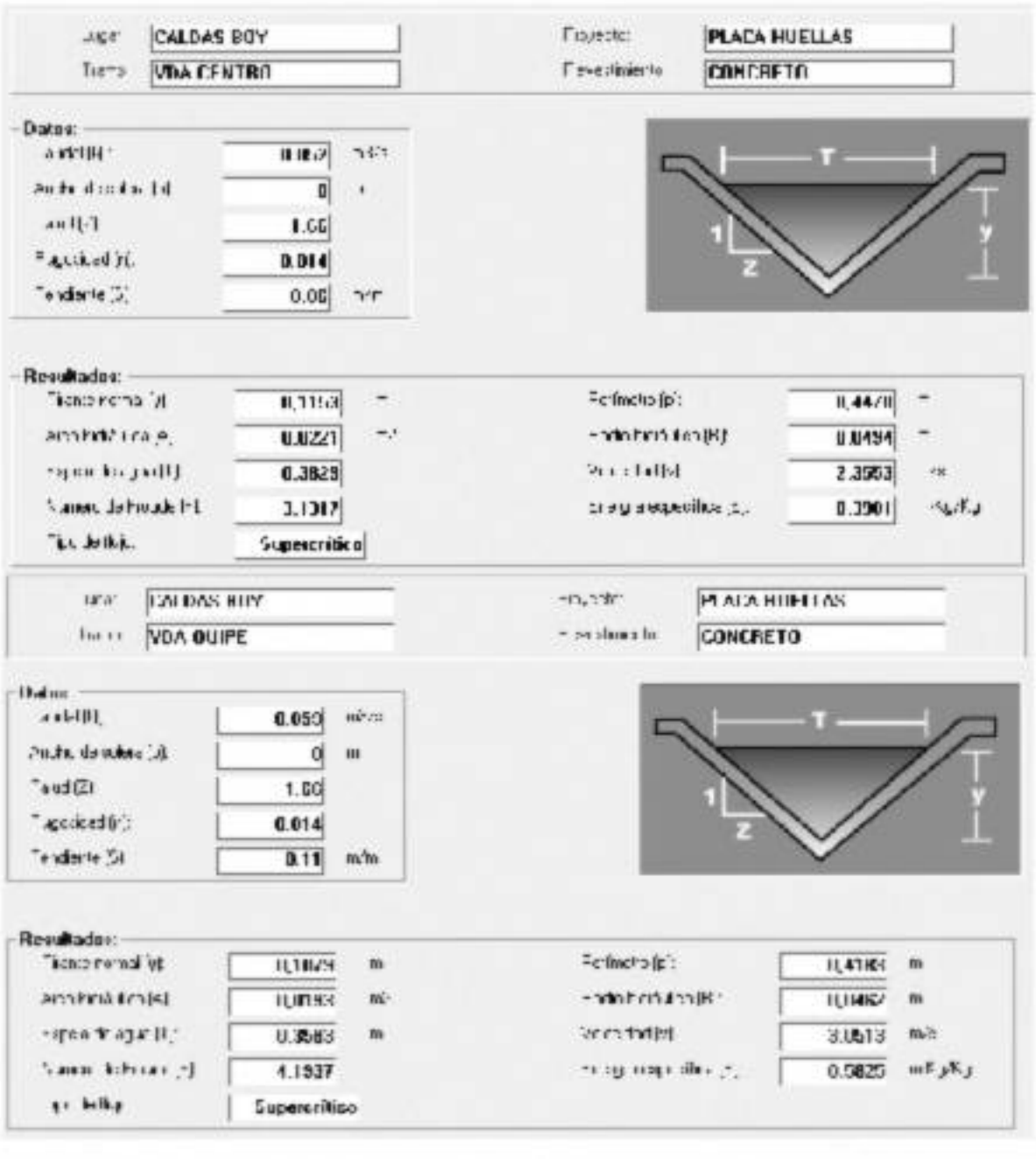
Ilustración 12. Valores calculados para la curva IPL.



Ilustración 18. Curvas IPL para pendientes entre 10% y 20%.

Pendiente [%]	Velocidad [m/s]	Caudal [m³/s]	Longitud Máxima de cuneta [m]
10.0%	2.31	0.09	121
12%	2.53	0.1	133
14%	2.73	0.11	144
16%	2.92	0.11	154
18%	3.09	0.12	163
20%	3.26	0.13	172

Tabla 15. Calculo de caudales y velocidades de flujo, para una intensidad de 130 [mm/h]



Se analiza los tramos con mayor longitud y caudal de diseño para verificar la profundidad media del flujo, la cual de acuerdo a los resultados no rebasa la altura máxima de la cuneta (0.15m), ni la velocidad media favorece procesos de sedimentación (0.60m/s) o de erosión de la cuneta (6.0 m/s para concretos 175 kg/cm2). Por lo tanto, el diseño se considera adecuado en los tramos proyectados.

ALCANTARILLAS

Teniendo en cuenta que las alcantarillas son estructuras de drenaje con un conducto relativamente corto a través del cual se cruza el agua bajo la vía de un costado a otro, su ubicación debe obedecer a las necesidades puntuales del terreno.

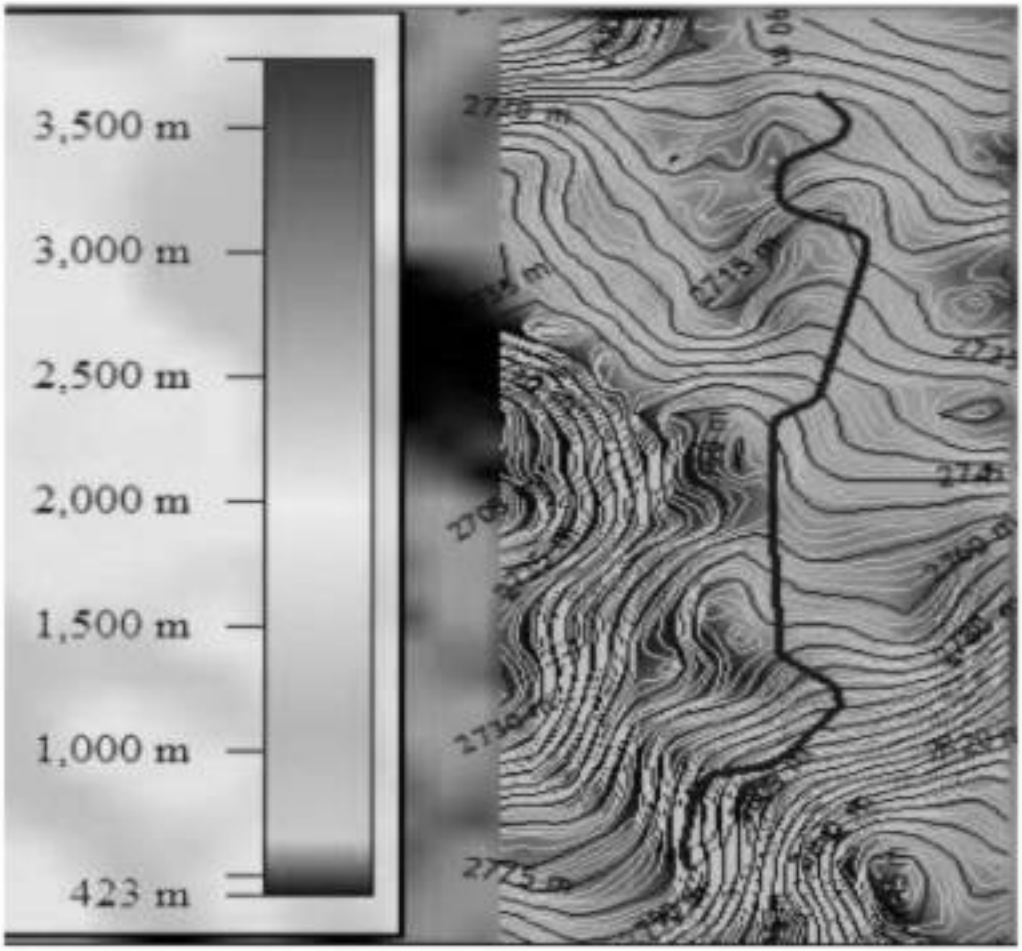
El diseño de la alcantarilla consiste en determinar el diámetro más económico que permita pasar el caudal de diseño sin exceder la carga máxima a la entrada (Hw) atendiendo también a criterios de arrastre de sedimentos y de facilidad de mantenimiento.

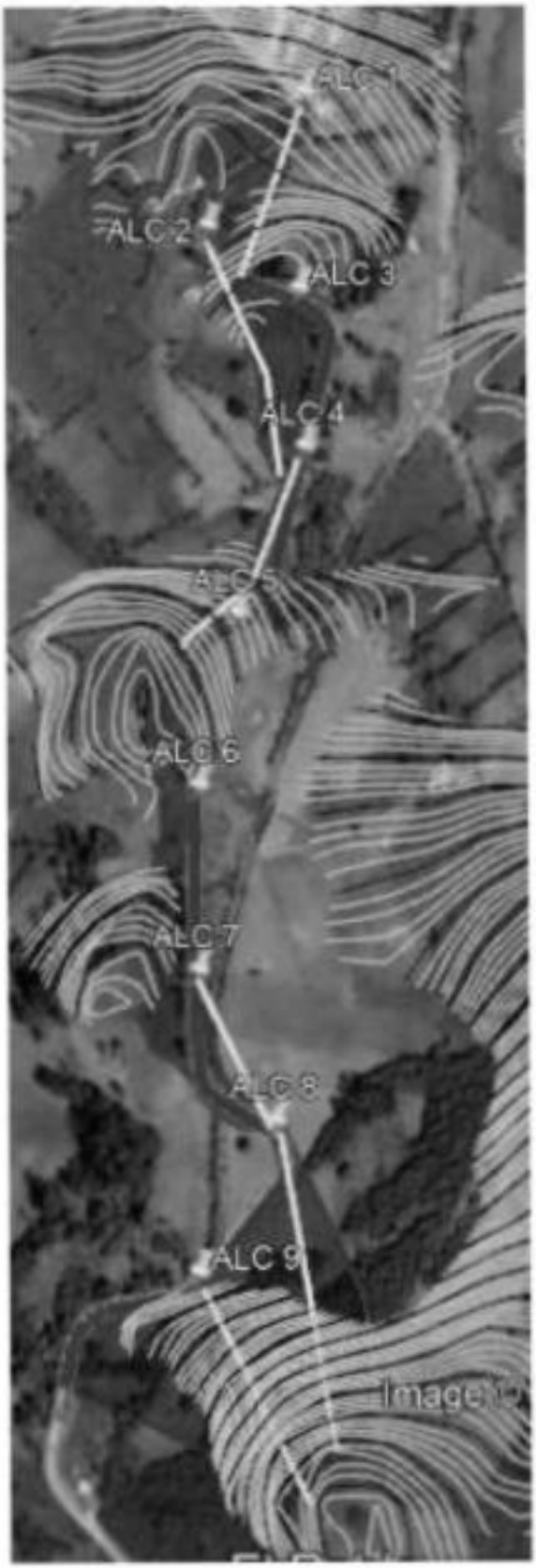
Las alcantarillas se proyectan en los cruces de corrientes, para desaguar pocetas o cajas colectoras de cunetas, filtros o zanjas de coronación, en los puntos bajos cuando el drenaje confluye hacia la vía y en los terraplenes proyectados en planicies inundables para permitir el paso de las aguas evitando que el terraplén actúe como dique.

Para determinar el caudal de diseño de la alcantarilla se realiza un análisis a la cuenca aportante del mismo usando el método racional, con este método se puede lograr la determinación de un caudal pico, suponiendo una pluviosidad uniforme en el lugar de estudio.

Morfología de la zona de estudio

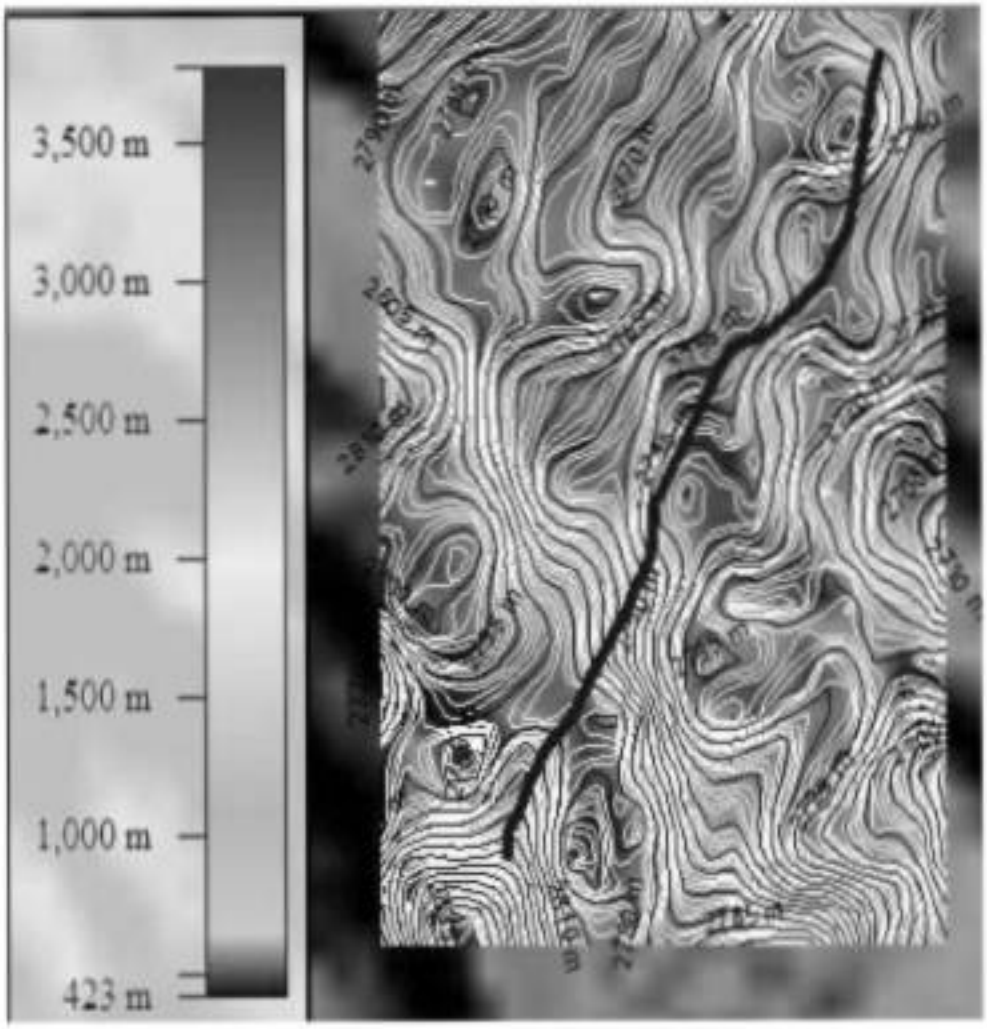
Mediante el estudio de las curvas de nivel generadas con el software GLOBAL MAPPER usando el sistema de coordenadas transversal de Mercator (UTM) y la herramienta ASTER GDEM (ASTER Global Digital Elevation Map) generada por el Ministerio de Economía, Comercio e Industria (METI) de japón y la Administración Nacional de Aeronautica y del Espacio (NASA) de los Estados Unidos, se realiza el análisis morfométrico de las cuencas asociadas a las alcantarillas proyectada en las veredas Centro y Quipe.


3,500 m
3,000 m
2,500 m
2,000 m
1,500 m
1,000 m
423 m



IVÓN HERNÁNDEZ

INGENIERÍA Y DISEÑO


3,500 m
3,000 m
2,500 m
2,000 m
1,500 m
1,000 m
423 m



'Factor de forma

Este factor es uno de los más utilizados para medir la forma de la cuenca, fue desarrollado por Horton y es expresado mediante la siguiente ecuación (Consorcio Río Garagoa, 2017):

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

Donde:

A= Área de la cuenca (Km2)
L= Longitud axial de la corriente (Km)

Una cuenca con un factor de forma bajo esta menos sujeta a eventos torrenciales que una cuenca con el mismo tamaño, pero con un factor de forma mayor. El máximo valor de este parámetro corresponde a 0,7854, para una cuenca completamente redonda y su valor se va a acercando a cero a medida que la cuenca se torna alargada (Londoño, 2001).

Los valores interpretativos del factor de forma de Horton se muestran en la siguiente tabla:

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

Al desarrollar el factor de forma se obtiene:

VDA	ALCANTARILLA	L [m]	A [m²]	Kf	FORMA DE CUENCA
CENTRO	1	135	6106	0.34	LIGERAMENTE ALARGADA
CENTRO	2	186	4566	0.13	MUY ALARGADA
CENTRO	3	130	1562	0.09	MUY ALARGADA
CENTRO	4	166	2078	0.08	MUY ALARGADA
CENTRO	5	130	219	0.01	MUY ALARGADA
CENTRO	6	390	4269	0.03	MUY ALARGADA
CENTRO	7	130	3529	0.21	MUY ALARGADA
CENTRO	8	222	11269	0.23	ALARGADA
CENTRO	9	167	14188	0.51	LIGERAMENTE ENSANCHADA
QUIPE	1	158	8754	0.35	LIGERAMENTE ALARGADA
QUIPE	2	189	22987	0.64	ENSANCHADA
QUIPE	3	233	18669	0.34	LIGERAMENTE ALARGADA
QUIPE	4	280	14578	0.19	MUY ALARGADA
QUIPE	5	288	22585	0.27	ALARGADA
QUIPE	6	390	63208	0.42	NI ALARGADA NI ENSANCHADA
QUIPE	7	554	69059	0.23	ALARGADA
QUIPE	8	575	67341	0.2	ALARGADA

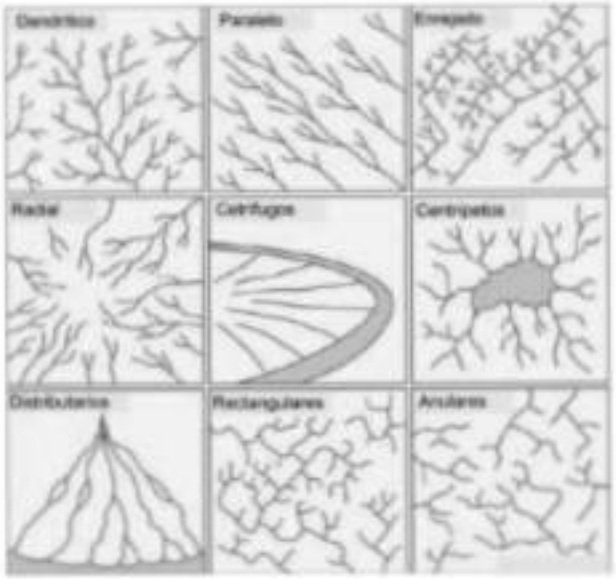
El que una cuenca sea alargada, implica que las lluvias no se encuentran localizadas en forma centralizada en la cuenca, al contrario, pueden ocurrir diferentes eventos a lo largo de ella, lo que lleva a que el agua escurrida tenga diferentes tiempos de llegada al drenaje principal, permitiéndole evacuar el agua ya drenada y entrante de forma paulatina, sin generar crecidas repentinas en la cuenca. En el caso de las cuencas neutras el hidrograma de crecida es más controlado esto indica que la distribución de los caudales a su llegada al drenaje principal se realiza de forma homogénea, generando avenidas más controladas.

Esto indica que en las cuencas identificadas no se espera un problema por crecientes súbitas de caudal, ya que su factor de forma tiende a ser neutro indicando una distribución estable de los caudales a su llegada

Patrón de drenaje

El patrón de drenaje de una cuenca puede referirse como el arreglo que presentan las vías de drenaje, permanentes y transitorias, que confluyen a evacuar las aguas superficiales de la cuenca. El patrón de drenaje es un elemento compuesto, para cuyo análisis es fundamentan tener en cuenta el relieve, la distribución de la vegetación y las condiciones estructurales de la zona (Londoño, 2001).

De acuerdo con la pendiente de las laderas, área de drenaje, cobertura vegetal, caudal, permeabilidad del suelo y el nivel e intensidad de lluvias según las categorías de los patrones de drenaje las cuencas pertenecen al tipo Paralelo dadas a las condiciones de alto relieve, imponiendo una dirección predominante con cauces paralelos. Se estima un orden 2 debido a la corta longitud de drenaje predominante.



Caudal de diseño alcantarillas

Para la obtención de la intensidad de diseño es necesario conocer la duración de la lluvia asociada, para ello, el método racional supone que la duración de la lluvia será igual al tiempo de concentración en la cuenca, este tiempo corresponde a la duración que tarda una gota de agua en recorrer el trayecto desde el punto más alejado de ella hasta el punto de consideración (punto de definición de la cuenca).

Con base en la cuenca asociada a las estructuras de drenaje superficial que se presenta en el (Anexo H-2), se realiza la determinación de caudales teniendo en cuenta conceptos de tiempo de concentración y coeficiente de escorrentía (0.46 de acuerdo al tipo de superficie montañoso determinado por la pendiente resultante y suelo característico de la zona, los resultados se resumen y presentan en la siguiente tabla:

ID	MAX LONG RECORRIDO	S	A	TC CALC	TC DISEÑO	PR	I	C	Q CUENCA	Q VÍA (CUNETAS)	Q_T
	(Km)	(m/m)	(m2)	(Min)	(Min)	(Años)	(mm/h)		(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)
CENTRO 1	0.135	0.08	6106.0	2	15	10	94.930	0.46	0.0741	0.0497	0.1238
CENTRO 2	0.186	0.06	4566.0	3	15	10	94.930	0.46	0.0554	0.0467	0.1021
CENTRO 3	0.13	0.06	1562.0	2	15	10	94.930	0.46	0.0000	0.0482	0.0482
CENTRO 4	0.166	0.06	2078.0	3	15	10	94.930	0.46	0.0000	0.0482	0.0482
CENTRO 5	0.13	0.06	219.0	2	15	10	94.930	0.46	0.0000	0.0500	0.0500
CENTRO 6	0.39	0.06	4269.0	6	15	10	94.930	0.46	0.0000	0.0482	0.0482
CENTRO 7	0.13	0.06	3529.0	2	15	10	94.930	0.46	0.0000	0.0482	0.0482
CENTRO 8	0.222	0.06	11269.0	4	15	10	94.930	0.46	0.0000	0.0519	0.0519
CENTRO 9	0.167	0.06	14188.0	3	15	10	94.930	0.46	0.0000	0.0519	0.0519
QUIPE 1	0.158	0.03	8754.0	4	15	10	94.930	0.46	0.0000	0.0297	0.0297
QUIPE 2	0.189	0.11	22987.0	3	15	10	94.930	0.46	0.0000	0.0593	0.0593
QUIPE 3	0.233	0.11	18669.0	3	15	10	94.930	0.46	0.0000	0.0593	0.0593
QUIPE 4	0.28	0.07	14578.0	4	15	10	94.930	0.46	0.0000	0.0445	0.0445
QUIPE 5	0.288	0.05	22585.0	5	15	10	94.930	0.46	0.0000	0.0463	0.0463
QUIPE 6	0.39	0.07	63208.0	5	15	10	94.930	0.46	0.0000	0.0445	0.0445
QUIPE 7	0.554	0.07	69059.0	7	15	10	94.930	0.46	0.0000	0.0445	0.0445
QUIPE 8	0.575	0.07	67341.0	7	15	10	94.930	0.46	0.0000	0.0371	0.0371

Tabla 16. Caudales de diseño Alcantarillas.

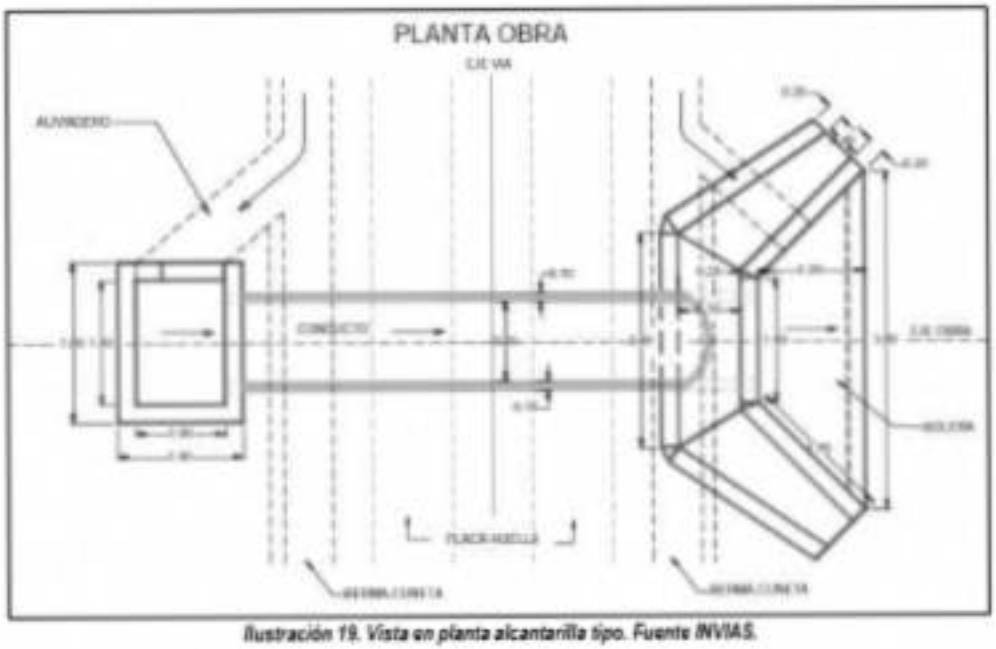


Ilustración 19. Vista en planta alcantarilla tipo. Fuente INVIAS.

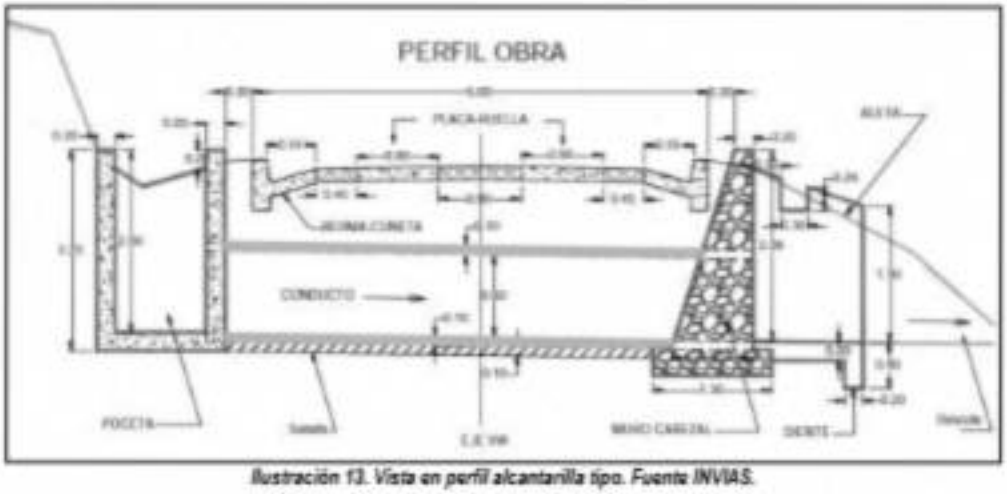


Ilustración 13. Vista en perfil alcantarilla tipo. Fuente INVIAS.

Inventario de obras de drenaje en la zona de estudio

Como resultado del análisis de la topografía realizada en la zona de estudio, no se identifican estructuras hidráulicas.

Localización alcantarillas

Una vez determinados lo valores de la longitud máxima de cuneta para los diferentes valores de pendientes obtenidos con la ecuación N°6, localizamos la alcantarilla en el perfil de cada zona de estudio.

Una vez localizadas las alcantarillas en la zona de estudio tenemos

VEREDA	ABSCISA
CENTRO	1+066
CENTRO	0+940
CENTRO	0+810
CENTRO	0+680
CENTRO	0+545
CENTRO	0+410
CENTRO	0+280
CENTRO	0+140
CENTRO	0+00

VEREDA	ABSCISA
QUIPE	0+080
QUIPE	0+240
QUIPE	0+400
QUIPE	0+520
QUIPE	0+625
QUIPE	0+780
QUIPE	0+980
QUIPE	1+200

Tabla 17. Localización estructuras de drenaje.

Obras de drenaje sub-superficial

Desde el punto de vista funcional, los elementos del sistema de drenaje sub-superficial se puede clasificar en dos categorías: (i) los que controlan la infiltración y (ii) los que controlan el agua subterránea. Los primeros se diseñan y construyen para interceptar y remover el agua que ingresa en la corona debido a la precipitación o al flujo superficial, en tanto que los segundos tiene como propósito abatir el nivel freático y reducir el movimiento de agua en las sub-rasantes y las capas del pavimento.

La manera más común de identificar los elementos del sistema de sub-drenaje es en términos de su localización y su geometría. Las clasificaciones familiares de este tipo incluyen: drenes longitudinales, drenes transversales, drenes horizontales, capas permeables, sistemas de pozos y otros más elaborados.

Drenes longitudinales

Como lo indica su nombre, un dren longitudinal se coloca en una dirección esencialmente paralela al eje de la carretera tanto horizontal como verticalmente. Está constituido por una zanja de cierta profundidad, un filtro protector de alguna clase y, eventualmente, un tubo colector. El grado de sofisticación empleado en el diseño de estos drenes dependerá de la fuente de agua que deba ser drenada y de la manera como se espera que ellos funcionen. Cuando se instalan para contribuir específicamente en la evacuación del agua que se infiltra en el pavimento, se llaman drenes laterales de base o drenes colectores longitudinales (ver ilustración No. 28).

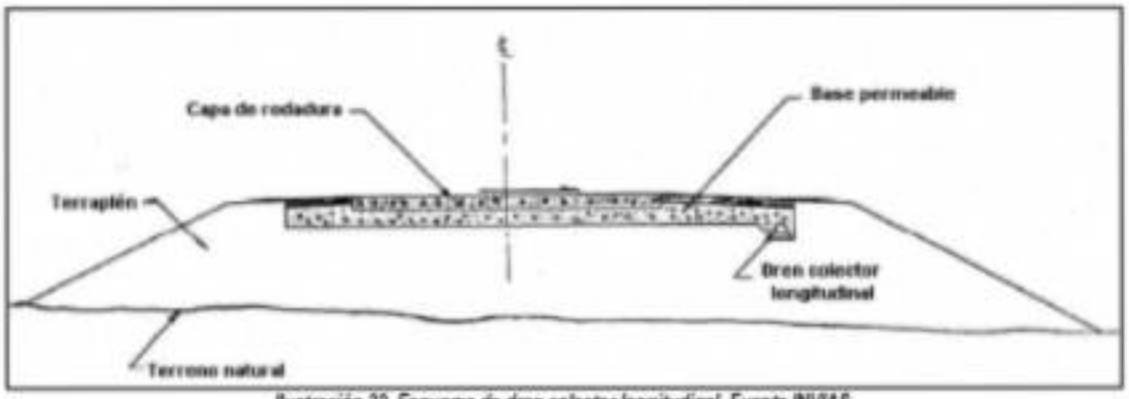


Ilustración 22. Esquema de dren colector longitudinal. Fuente INVIAS.

Se deberá instalar de acuerdo a las recomendaciones del estudio geotécnico, para manejar las aguas superficiales y del nivel de cimentación. Como mínimo se recomienda tubería de PVC corrugado 75 mm de filtro con geotextil NT.1600.

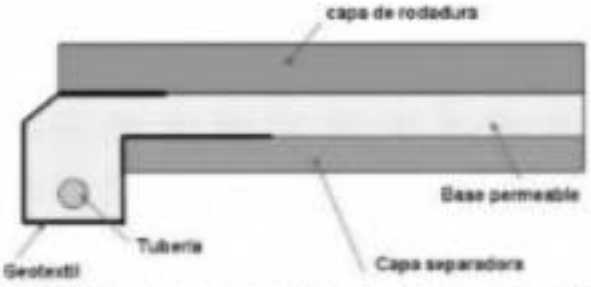


Ilustración 23. Dren colector longitudinal (dren lateral de base). Fuente INVIAS.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las cunetas deberán ser construidas en los 2 bordes de la sección transversal propuesta en la longitud total a pavimentar.

Se recomienda la construcción de cunetas en concreto por los dos (2) costados de la placa huellas a construir (se construyen para conducir las aguas de escorrentía, o de flujo superficial, rápida y controladamente). Así mismo se deberán instalar tuberías en concreto de 900mm diámetro interno en los puntos indicados en planos, para el encausamiento del agua proveniente de la escorrentía superficial.

En el caso donde la implantación del proyecto evidencie la necesidad de construcción de filtro francés se debe verificar durante el proceso de ampliación los lugares en donde se verifique el afloramiento de agua sub-superficial, estos deberán ser conectados directamente a las estructuras tipo alcantarilla.

Se deberá realizar limpieza, y mantenimiento preventivo a la cuneta proyectada, así como de los elementos de concreto de alcantarillas y tubería de las mismas incluidas en el proyecto.

Si durante la etapa de construcción por algún caso particular no se puede garantizar un espesor adecuado de material de relleno sobre la clave de la tubería de 36 pulgadas se deberá proteger con un cárcamo de protección en concreto para evitar aplastamientos por efectos de las cargas de tráfico en el acceso al proyecto.

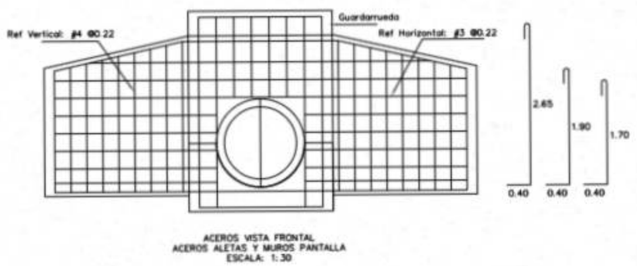
De acuerdo con los datos hidrológicos, la zona es de alta pluviosidad en dos periodos del año por lo que se recomienda realizar mantenimiento rutinario a todas las obras de arte que se construyan con el fin de garantizar su vida útil durante el periodo de diseño.

ANEXOS

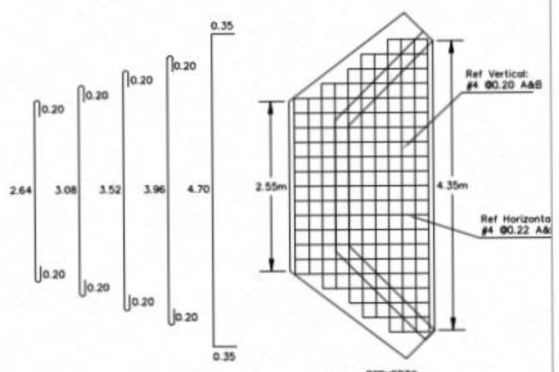
- Plano localización alcantarillas
- Planos estructurales cunetas y alcantarillas
- Calculo Alcantarillas

BIBLIOGRAFIA

- Guía de diseño de pavimento con placa-huella INVIAS
- RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE DRENAJE SUPERFICIAL. Ministerio de Transporte. Subdirección de Estudios e Innovación
- VIESSMANN JR., W .and LEW IS GL. Introduction to Hydrology, FourthEdition. HarperCollins College Publishers, New York, 1996
- GAVILÁN LEÓN, G. E. Manual de Diseño de Drenajes Superficiales y Subsuperficiales en Vías. Universidad Industrial de Santander. 2001
- USBR. Design of Small Dams. W aterResourcesPublication. 1987
- CHOW , Ven T. Hidráulica de Canales Abiertos, Mac. Graw Hill Co. N. Y.1994



ACEROS VISTA FRONTAL
ACEROS ALETAS Y MUROS PANTALLA
ESCALA: 1:30



REFUERZO
PLACA DESCOLE
ESCALA: 1:30

REFUERZO VERTICAL ALETAS Y MURO				
ITEM	Ø	Long (m)	Cant.	Peso Total Kg
MURO	4	3.20	4	12.72
	4	3.00	4	11.93
	4	1.40	8	11.13
	3	1.64	8	7.35
ALETAS CARA INTERNA	4	2.26	2	4.49
	4	2.22	2	4.41
	4	2.18	2	4.33
	4	2.14	2	4.25
	4	2.10	2	4.17
	4	2.06	2	4.10
	4	2.02	2	4.02
	4	1.98	2	3.94
	4	1.94	2	3.86
ALETAS CARA EXTERNA	4	2.30	2	4.57
	4	2.26	2	4.49
	4	2.22	2	4.41
	4	2.18	2	4.33
	4	2.14	2	4.25
	4	2.10	2	4.17
	4	2.06	2	4.10
	4	2.02	2	4.02
	4	1.98	2	3.94
SUBTOTAL				118.99

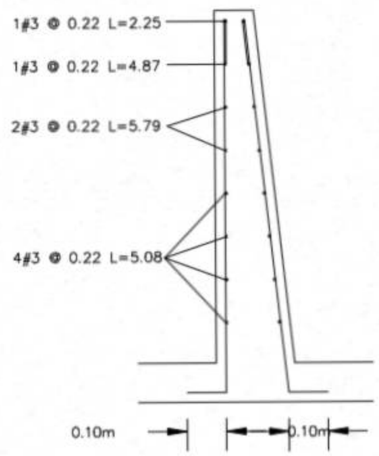
REFUERZO HORIZONTAL ALETAS Y MURO				
ITEM	Ø	Long (m)	Cant.	Peso Total Kg
LADO INTERNO ALETAS	3	1.94	2	2.17
	3	2.25	1	1.26
	3	4.87	1	2.73
	3	5.79	2	6.48
	3	5.08	4	11.38
LADO EXTERNO ALETAS	3	2.30	1	1.29
	3	5.02	1	2.81
	3	5.90	2	6.61
	3	5.22	4	11.69
MURO	4	3.45	8	27.60
	4	1.60	8	12.80
SUBTOTAL				86.82

REFUERZO POCETA				
ITEM	Ø	Long (m)	Cant.	Peso Total Kg
POCETA	4	4.24	9	37.93
	3	3.90	9	19.66
	4	2.06	1	2.05
	3	1.86	1	1.04
	4	3.34	1	3.32
	3	2.94	1	1.65
	4	3.48	6	20.75
	3	5.80	6	19.49
	4	5.90	3	17.59
	3	4.70	3	7.90
	4	2.28	4	9.07
	3	2.28	4	5.11
	4	2.08	8	16.54
	3	2.08	8	9.32
	4	1.54	4	6.12
	4	1.36	4	5.41
	4	1.28	4	5.09
SUBTOTAL				188.03

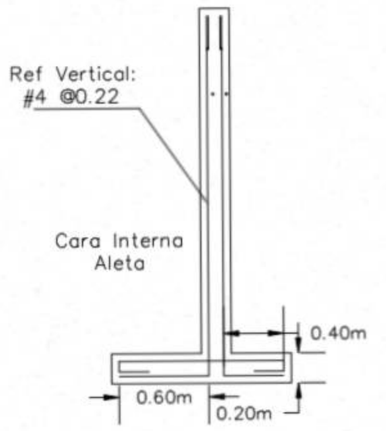
REFUERZO PLACA DESCOLE				
ITEM	Ø	Long (m)	Cant.	Peso Total Kg
ACERO SUPERIOR (SUP) E INFERIOR (INF)	4(SUP)	3.04	2	6.04
	4(INF)	3.04	2	6.04
	4(SUP)	3.48	2	6.92
	4(INF)	3.48	2	6.92
	4(SUP)	3.92	1	3.90
	4(INF)	3.92	1	3.90
	4(SUP)	4.36	2	8.67
	4(INF)	4.36	2	8.67
	4(SUP)	5.40	4	21.47
	4(INF)	5.40	4	21.47
	4(SUP)	1.10	2	2.19
	4(SUP)	1.50	2	2.98
	4(SUP)	1.70	2	3.38
	4(SUP)	2.10	2	4.17
	4(SUP)	2.54	13	32.82
	4(INF)	1.10	2	2.19
	4(INF)	1.50	2	2.98
	4(INF)	1.70	2	3.38
	4(INF)	2.10	2	4.17
	4(INF)	2.54	13	32.82
SUBTOTAL				185.06

DETALLES GENERALES – REFUERZO LONGITUDINAL				
BARRA NO.	LONGITUD TRASLAPO (m)	L (m)	D (m)	PESO (kg/m)
2	0.37	0.11	0.04	0.25
3	0.54	0.16	0.06	0.56
4	0.72	0.22	0.08	0.99
5	0.90	0.28	0.10	1.56
6	1.09	0.33	0.12	2.24
7	1.58	0.39	0.13	3.05
8	1.81	0.44	0.15	3.98

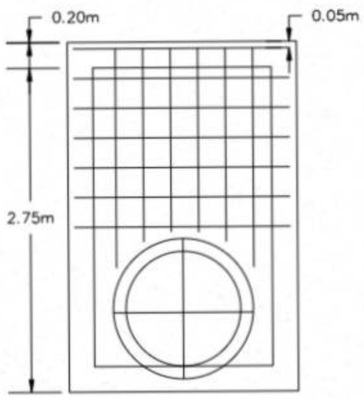
CANTIDADES OBRA ALCANTARILLA		
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD
CONCRETO	m3	7.8
ACERO	Kg	578.9
SOLADO	m3	0.8
EXCAVACIÓN	m3	44
TUBERÍA	ml	7



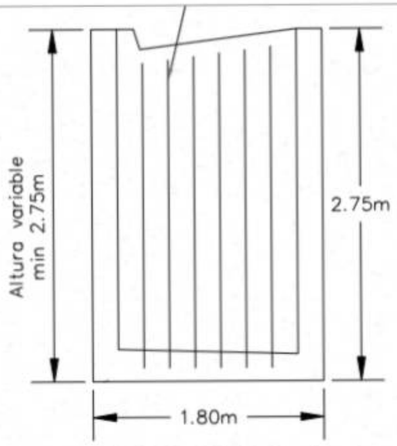
REFUERZO CORTE ALETAS
ESCALA: 1:7.5



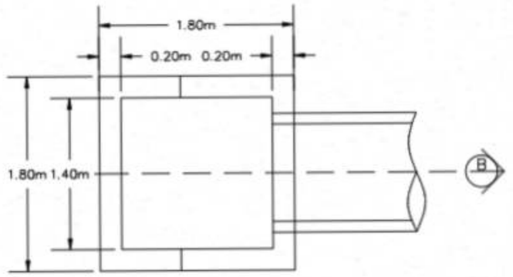
REFUERZO MURO PANTALLA
ESCALA 1:20



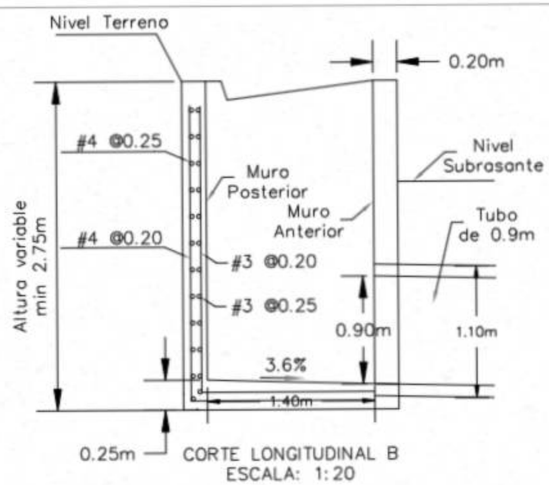
CORTE TRANSVERSAL
ESCALA: 1:20



CORTE LONGITUDINAL B
ESCALA: 1:20



PLANTA POCETA
ESCALA: 1:20



CORTE LONGITUDINAL B
ESCALA: 1:20

ALCALDE E UNIPOL

MEDIO AMBIENTE RURAL

PROYECTO:
CONSTRUCCION DE PLACA HUELLA EN EL MUNICIPIO DE CALDAS, DEPARTAMENTO DE BOYACA.

PROPIETARIO:
MUNICIPIO DE CALDAS BOYACÁ

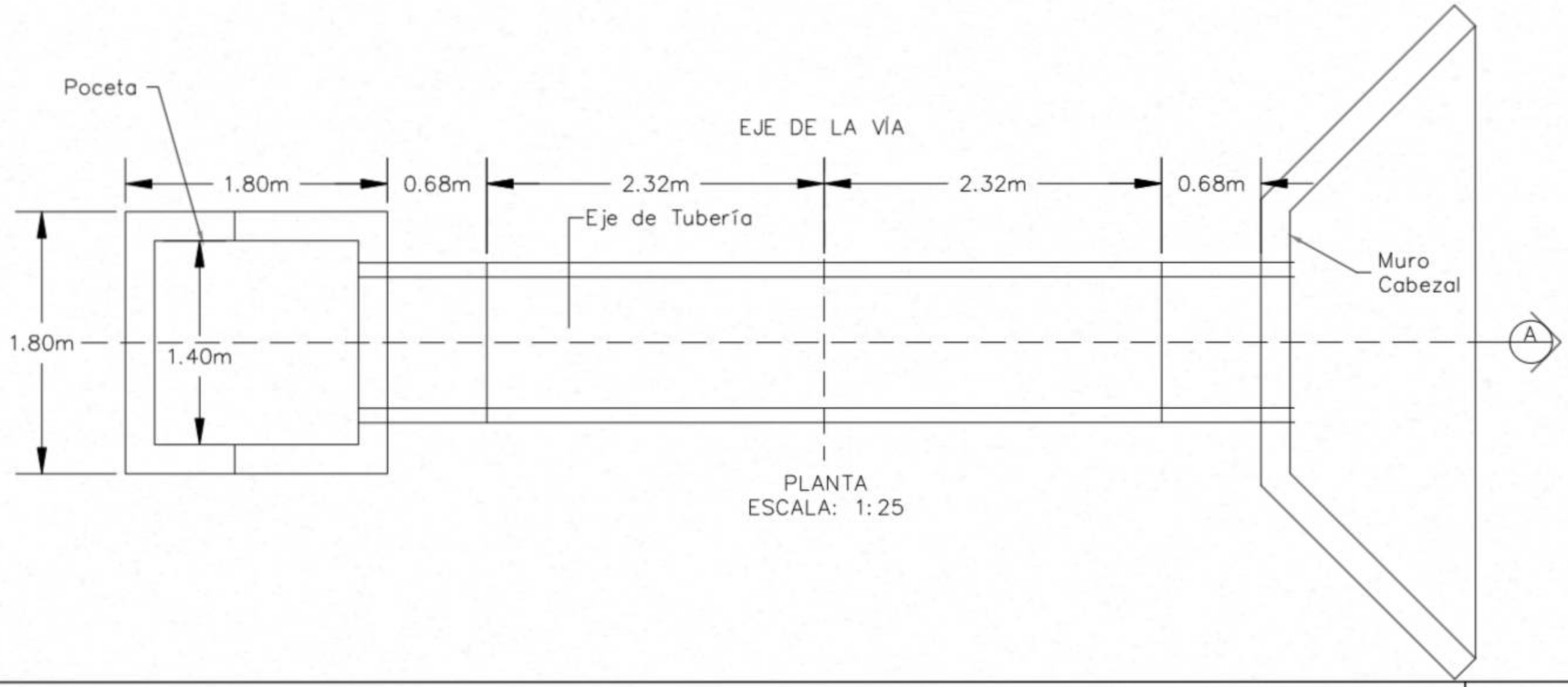
DISEÑO:
LUIS PATRICIA MORROR SANCHEZ
P. Nº SECRETARIA DE PLANEACIÓN

CONTIENE:
DISEÑO ESTRUCTURAL ALCANTARILLAS
VEREDA CENTRO

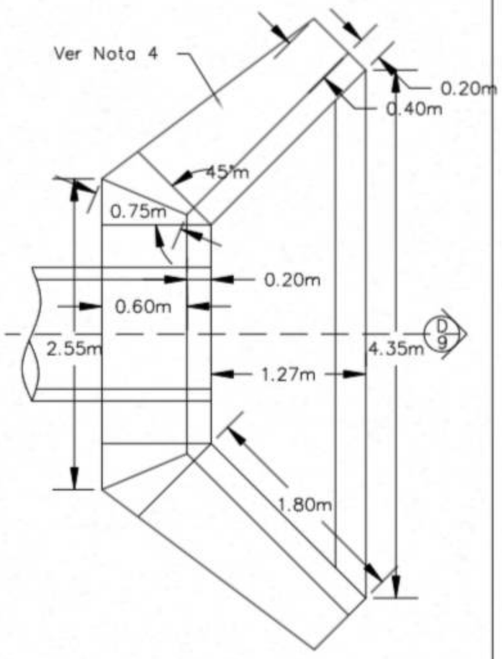
FECHA:	VER.	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO
30/09/2024	1	DISEÑO INICIAL

HID 003

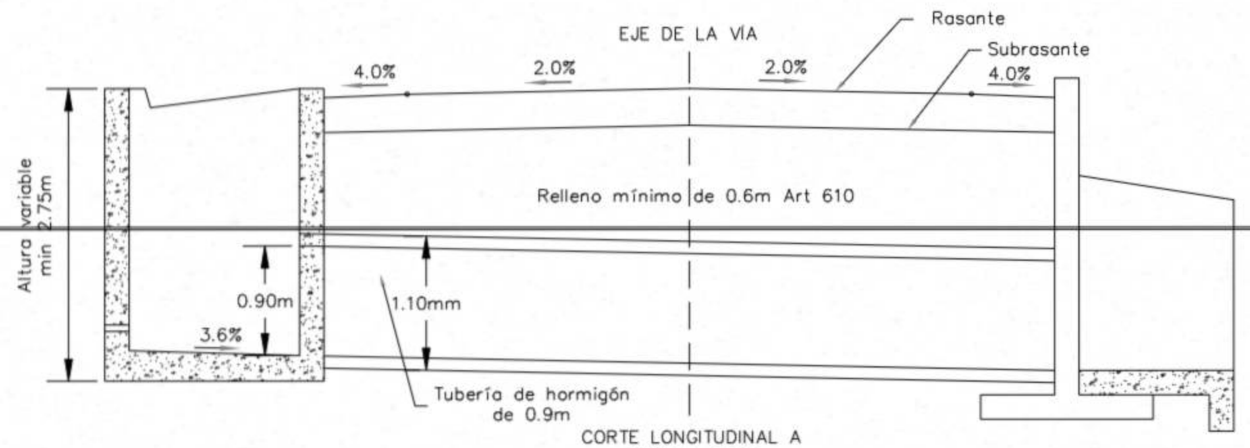
VERSIÓN 1 OCT/2024



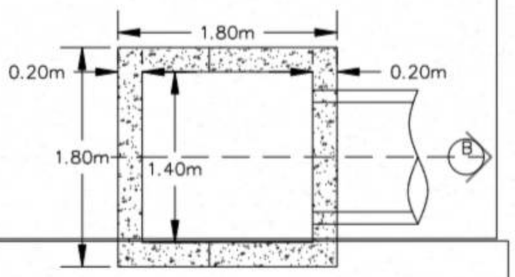
PLANTA
ESCALA: 1:25



PLANTA CABEZAL Y ALETAS
ESCALA: 1:25



CORTE LONGITUDINAL A
ESCALA: 1:25



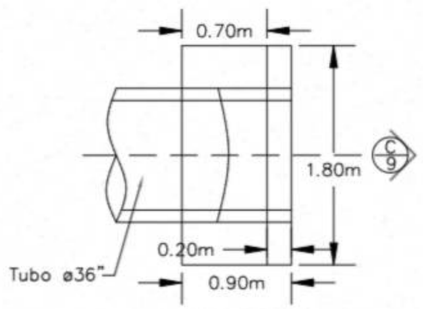
PLANTA POCETA
ESCALA: 1:25

MATERIALES:

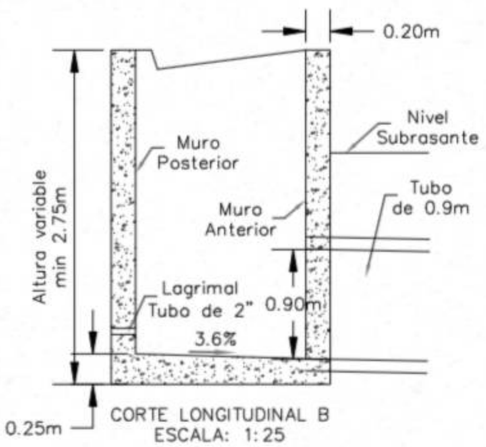
- RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA ELEMETOS ESTRUCTURALES: 21 MPa (3000 PSI, Clase D)
- RESISTENCIA DEL ACERO CORRUGADO Fy=420 MPa (60000 PSI)
- CONCRETO PARA SOLADO f'c=14MPa (2000 PSI).

NOTAS:

1. LOS GUARDARRUEDAS DEBEN SER VACIADOS MONOLÍTICAMENTE CON LOS MUROS
2. CUANDO EL SUELO DE FUNDACIÓN DE LA TUBERÍA SEA INADECUADO, DEBE REMOVERSE HASTA UNA PROFUNDIDAD CONVENIENTE Y REEMPLAZARSE POR MATERIAL ADECUADO BIEN COMPACTADO O POR CONCRETO CICLÓPEO
3. PARA DRENAR LAS AGUAS DE INFILTRACIÓN CERCANAS A LAS POCETAS, SE DEJARÁN LAGRIMALES EN LAS PAREDES DE ESTAS
4. EL ÁNGULO DE LA ALETA DEBE AJUSTARSE A LAS CONDICIONES DEL TERRENO.
5. RECUBRIMIENTO MÍNIMO: 0.075 m.
6. CUANDO SE UTILICE TUBERÍA PLÁSTICA, ESTA DEBERÁ CUMPLIR LAS EXIGENCIAS DE LA ESPECIFICACIÓN INV-663-13 Y EN SU INSTALACIÓN SE DEBERÁN SEGUIR TODAS LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE. EN PARTICULAR SE DEBERÁ TENER UNA DISTANCIA MÍNIMA DE 1.0 M ENTRE LA CLAVE DE LA TUBERÍA Y LA SARANTE DE LA VÍA. OTRA CONDICIÓN DEBERÁ SER REVISADA EN OBRA
7. SI LA ALTURA DEBIDO A LAS CONDICIONES DEL PROYECTO SUPERA LA PRESENTADA EN LOS DETALLES DE PLANOS SE DEBERÁ REALIZAR UN DISEÑO ESTRUCTURAL TENIENDO EN CUENTA LAS CONDICIONES HIDRÁULICAS Y GEOTÉCNICAS DEL PROYECTO.



PLANTA CABEZAL
ESCALA: 1:30



CORTE LONGITUDINAL B
ESCALA: 1:25

ALCALDÍA MUNICIPAL — DESPACHO ALCALDE

PROYECTO: CONSTRUCCION DE PLACA HUELLA EN EL MUNICIPIO DE CALDAS, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.

PROPIETARIO: MUNICIPIO DE CALDAS BOYACÁ

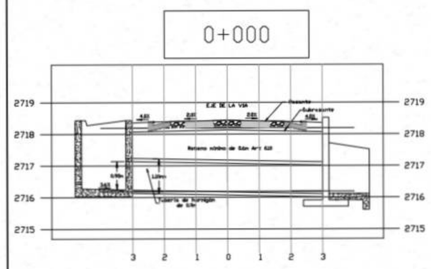
DISEÑO: LUIS ALEJANDRO GONZÁLEZ MEJÍA — INGENIERO CIVIL — 1ª Nº 8ª-39 OFICINA DE PLANEACIÓN

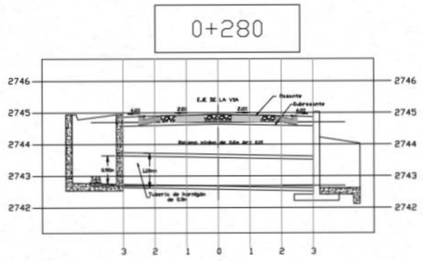
REVISÓ: LUZ PATRICIA MUÑOZ LANCHEROS — GESTORA SOCIAL — ALCALDÍA MUNICIPAL DE CALDAS BOYACÁ

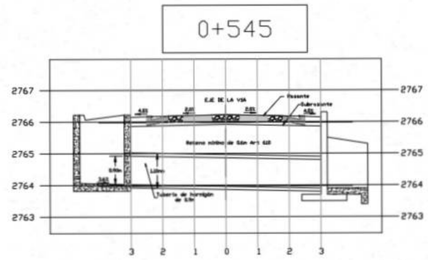
CONTIENE: DISEÑO ESTRUCTURAL ALCANTARILLAS VEREDA CENTRO

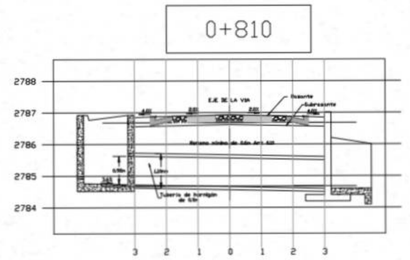
REVISIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA
1	DISEÑO INICIAL	28/10/2024

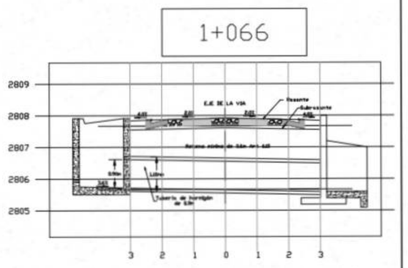
HID 002 — VERSIÓN 1 — OCT/2024

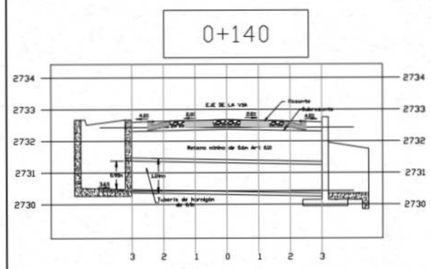


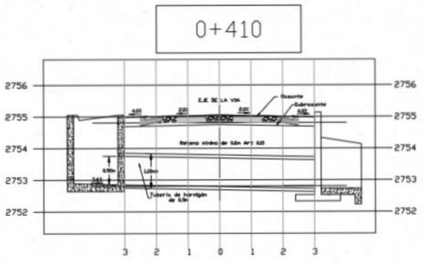


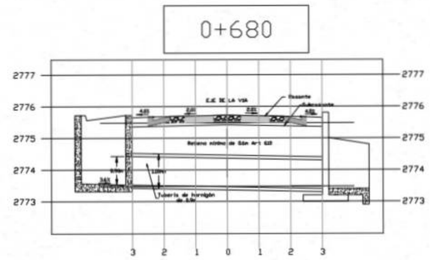


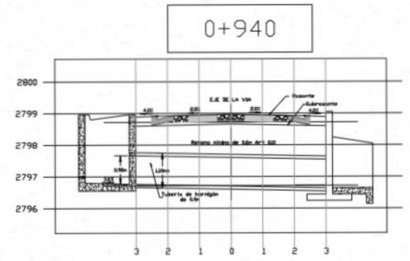




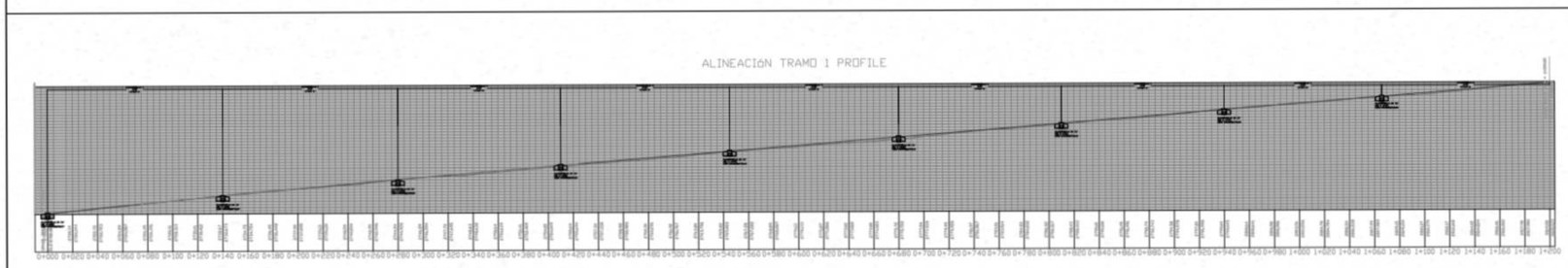


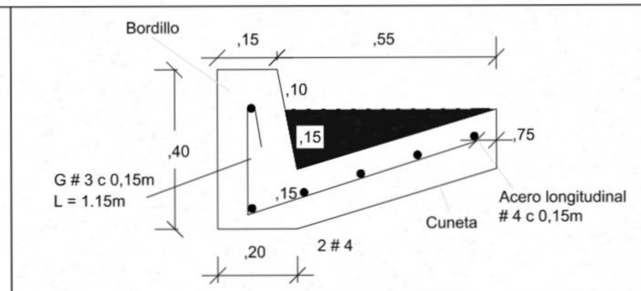


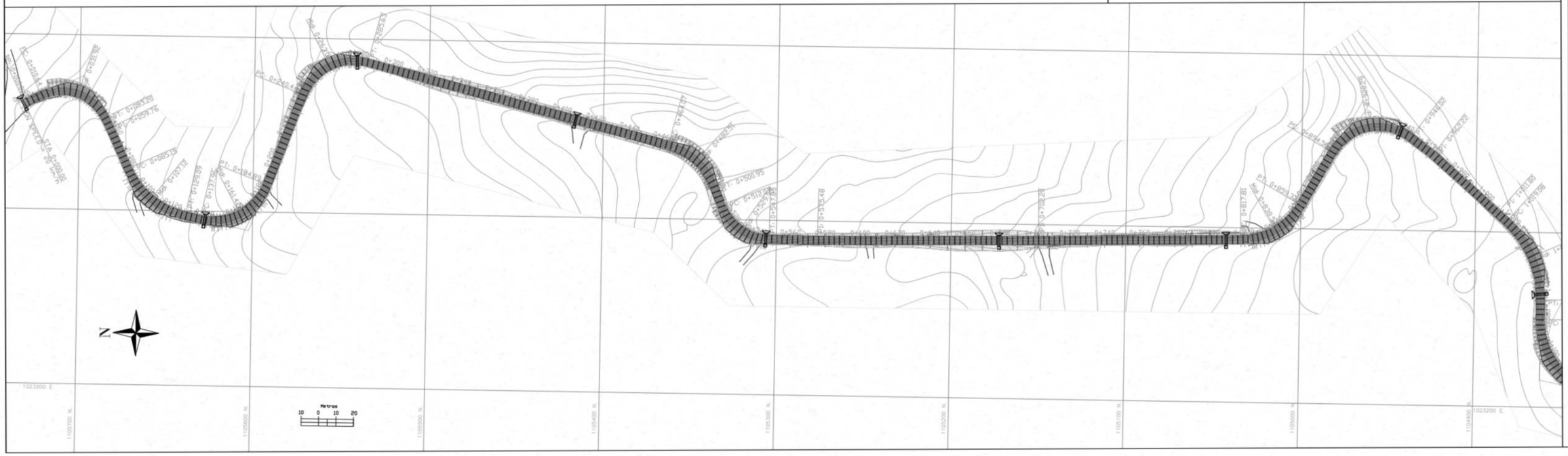












ALCALDE MUNICIPAL
DIEGO LANCHEROS RUIZ

PROYECTO:
CONSTRUCCION DE PLACA HUELLA EN EL MUNICIPIO DE CALDAS, DEPARTAMENTO DE BOYACÁ.

PROPIETARIO:
MUNICIPIO DE CALDAS, BOYACÁ

DISEÑO:
LUIS FERNANDO GONZALEZ MATEUS
1ª SECRETARIA DE PLANEACIÓN
YULY PATRICIA MONROY LANCHEROS
CALDAS - BOYACÁ

CONTIENE:
DISEÑO HIDRÁULICO PLANTA PERFIL
LOCALIZACIÓN ALCANTARILLA
DETALLE CUNETA
VEREDA CENTRO

FECHA	VER	MODIFICACIONES
JUN/MONTO	1	DISEÑO INICIAL

HID 001

VERSIÓN 1 OCT/2024