

**ESTUDIO HIDROLÓGICO PARA LA DETERMINACIÓN LA
INTENSIDAD Y CAUDAL A UTILIZAR EN LOS DISEÑOS PARA EL
MEJORAMIENTO MEDIANTE CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA DE VÍAS
TERCIARIAS DEL MUNICIPIO DE LA GLORIA - CESAR**

**Realizó el estudio:
CARLOS HUMBERTO HERRERA PEINADO**

**Solicitó:
ALCALDÍA DEL MUNICIPIO
LA GLORIA**

**MUNICIPIO DE LA GLORIA
DEPARTAMENTO DEL CESAR
FEBRERO DE 2017**

I. INTRODUCCIÓN

En la realización de proyectos de obras civiles donde se prevea que la variación de caudales afecta el dimensionamiento y funcionamiento de determinadas estructuras, se hace necesario la realización de un estudio hidrológico. Los estudios hidrológicos en general estudian los procesos que sufre el agua en los escenarios de estudio. En el presente trabajo se realizará el estudio hidrológico para estimar la intensidad que se deberá usar en los tramos del presente proyecto para determinar los caudales en tramo de vía. Lo que busca dicho estudio es generar las características para dimensionamiento de las estructura de vías en la zona de interés, para que no se vea afectado por tormentas menores o iguales a la magnitud de las tormentas de diseño.

El presente estudio se realizó con información proveniente de entidades como el IGAC y el IDEAM ya que con esta información se logra buenos resultados y, adicionalmente estas entidades son las que contienen la mayor y mejor información geográfica y climatológica del territorio nacional por lo que algunos resultados pueden ser aplicados a gran parte del área del municipio de La Gloria - Cesar, dicha información es específicamente las curvas IDF.

II. OBJETIVO

El presente estudio busca determinar la intensidad esperada para la zona de proyecto **MEJORAMIENTO MEDIANTE CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA DE VÍAS TERCIARIAS DEL MUNICIPIO DE LA GLORIA - CESAR.**

III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaboración de las curvas IDF de la zona de estudio y realizar la caracterización de drenaje de la zona de estudio
- Diseñar la longitud de las cunetas y ubicar las Alcantarillas necesarias para garantizar el descole de las aguas lluvias sobre la placa huella, a partir del análisis hidrológico realizado en el presente documento acorde con la resolución 4401 de 17 de Octubre de 2017.

IV. UBICACIÓN

El sitio de obra es en la zona rural del Municipio de La Gloria – Cesar, sobre varios tramos de vías a diferentes veredas, con topografía variada, con muy pocos sectores planos y elevación en su mayoría, que obligan a que el agua lluvia se dirija al sector con menor desnivel.

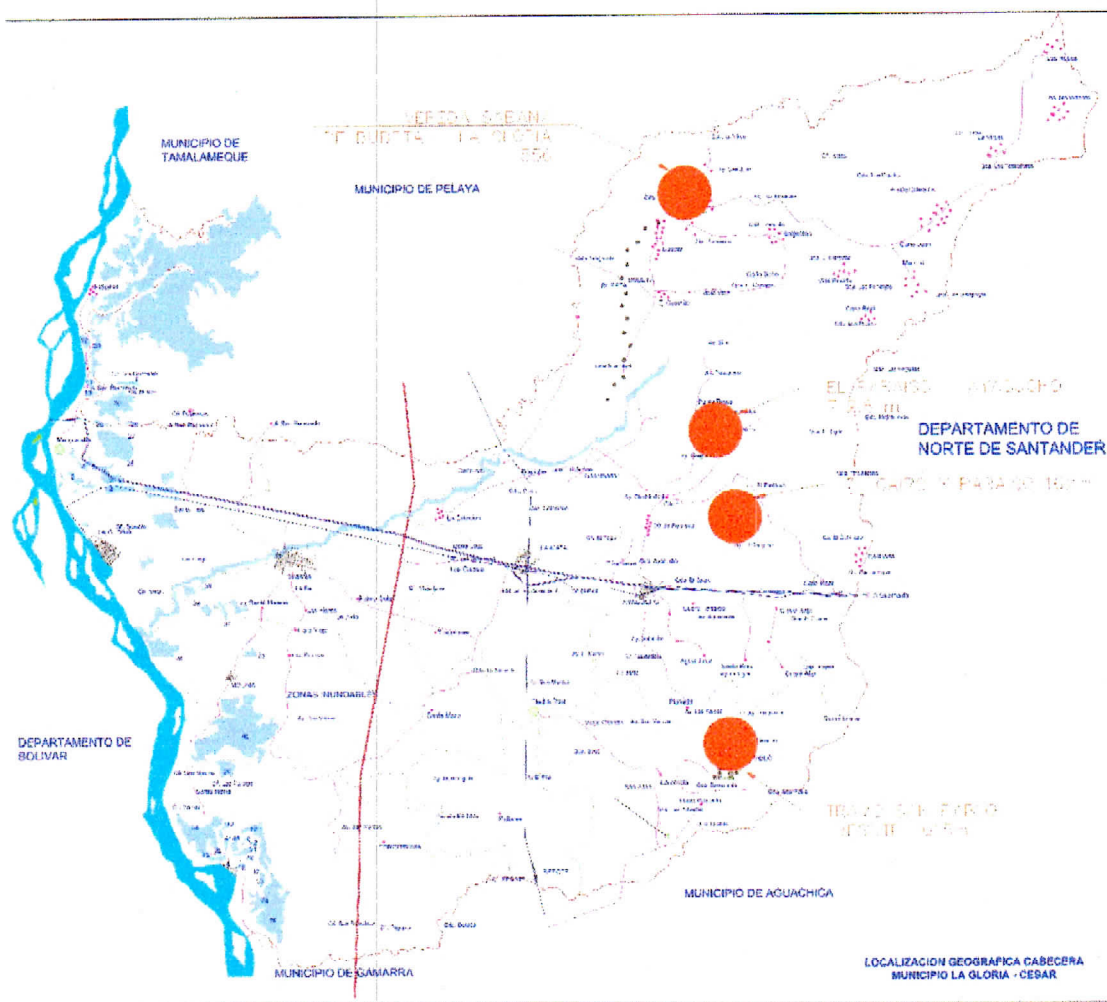


Figura 1. Ubicación de los Proyecto en el Municipio de LA GLORIA.

Para el presente estudio se usó la siguiente información:

- Datos de precipitación valores máximos mensuales de precipitación (mm) en 24 horas: pertenecientes a la estación LA VEGA, entre los años 1993 y 2017, suministrada por el - INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES (IDEAM). TENIENDO EN CUENTA QUE DE LAS TRES ESTACIONES MAS CERCANAS SON BELLA CRUZ, LA MATA Y LA VEGA ESTANDO SOLO ACTIVA LA ESTACIÓN LA VEGA.

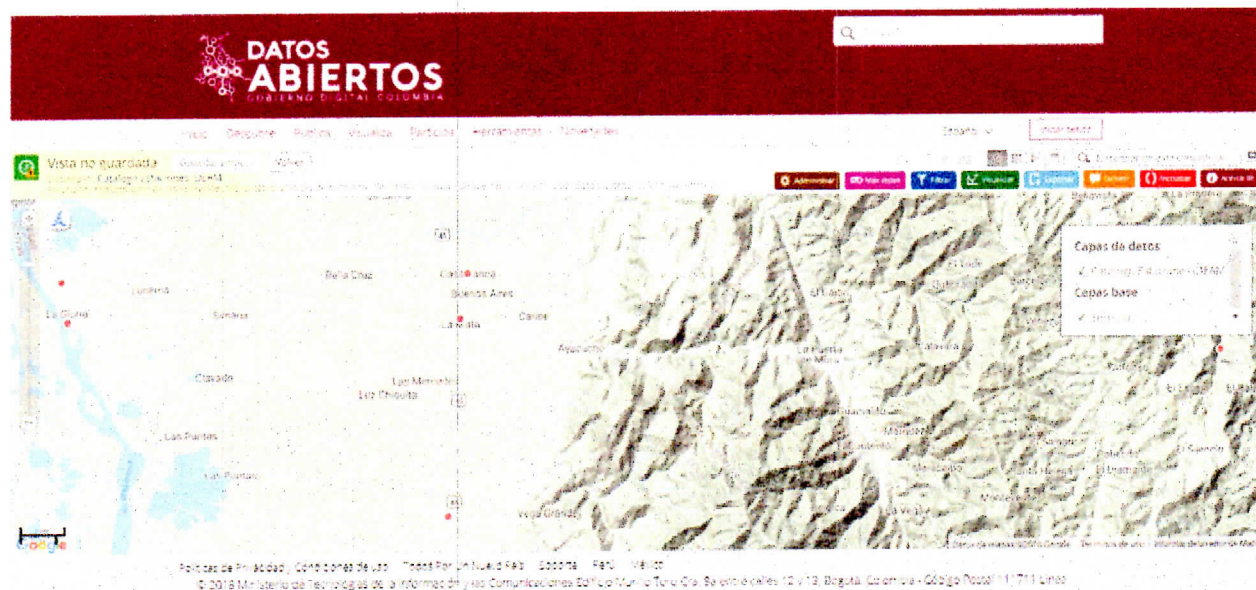


Figura 2. LOCALIZACIÓN DE LAS ESTACIONES DEL IDEAM MAS CERCANAS

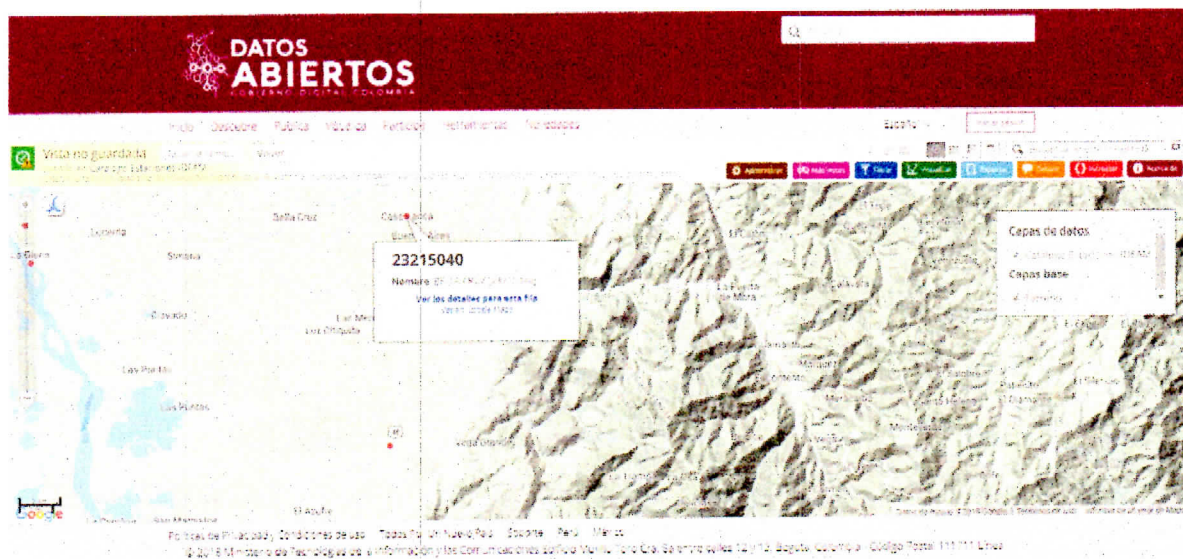


Figura 3. Estación BELLA CRUZ. Estado Suspendido de Fecha: 15/09/1983.



Figura 4. Estación LA MATA. Estado Suspendido de Fecha: 15/09/1983.

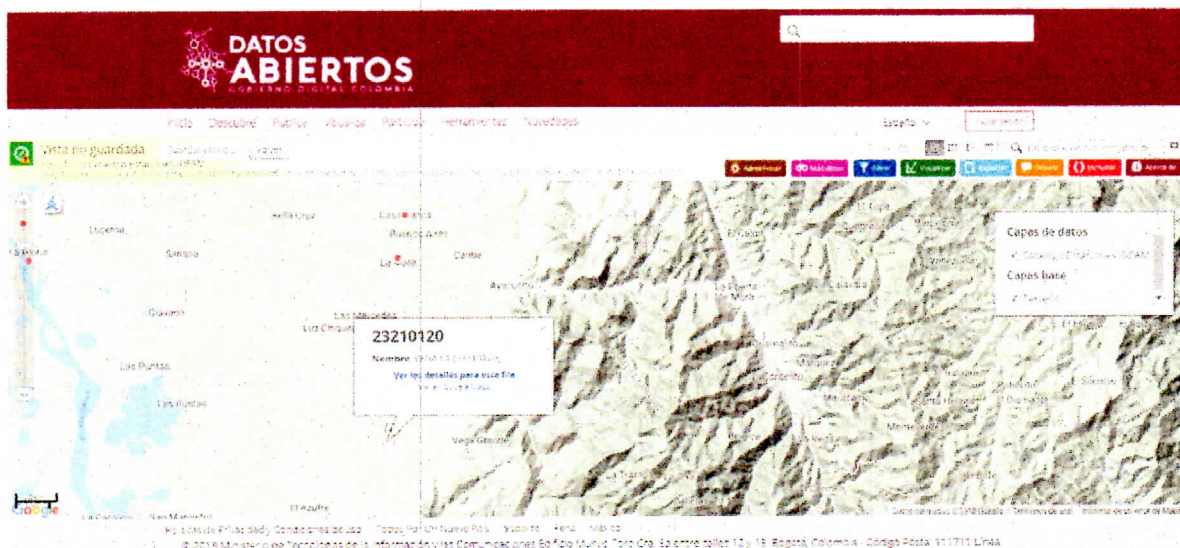


Figura 5. Estación LA VEGA. Estado Activa.

Las imágenes de las estaciones aledañas al proyecto fueron tomadas de <https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/Catalogo-Estaciones-IDEAM>, en donde se establece cuales se encuentran activas para la toma de datos. Para los presentes cálculos solo se cuenta con la disponibilidad de la Estación Pluviométrica de LA VEGA. La metodología y fórmulas utilizadas tomadas de la resolución 4401 de 2017.

V. METODOLOGÍA

Para este estudio se realizaron los siguientes procedimientos, que son básicamente la metodología empleada. A continuación se describirán los pasos.

Características de precipitación: La información para la estimación de los caudales de diseño fue obtenida en el IDEAM y corresponde a las VALORES MÁXIMOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN EN 24 HORAS (mm) de precipitación de la zona. Se trabajó sólo con datos pluviométricos, la información de esta fue completada con datos promedio mensuales de precipitación en donde no había registros esto con el fin de utilizar toda la información (ver tabla 2). Previamente se verificó que los espacios faltantes de información no representaran valores críticos, es decir que para este dato faltante no se esperara valores extremos. Esto se realizó básicamente verificando que no hubiese una tendencia que perfilara el dato inexistente como el valor máximo o mínimo de la serie.

Una vez completada la información se estimó los valores máximos medios y mínimos mensuales y los valores máximos anuales. Con los valores medios mensuales se estableció las épocas de lluvia que se presentaban en la zona de estudio (ver imagen 2).

Como se puede observar en la imagen 2 la zona de estudio presenta una distribución de precipitaciones anuales *bimodal*, es decir existen 2 temporadas de lluvia al año, siendo los meses de enero y febrero los más secos y octubre y mayo los más lluviosos. Para el presente estudio lo que realmente interesa son las precipitaciones máximas para realizar los diseños. Por lo anterior se realizara el análisis de caudales sólo para las situaciones máximas.

Tabla 1. Valores máximos mensuales de precipitación (mm) Mensual estación LA VEGA, Información obtenida a través del IDEAM.

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES

SISTEMA DE INFORMACION
NACIONAL AMBIENTAL

VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (mes)

FECHA DE PROCESO : 2017/02/06

ESTACION: 2.3E+07 VEGA LA

LATITUD: 0843 N TIPO EST PM DEPTO CESAR FECHA-INST 1973-SPT
LONGITUD: 7436 W ENTIDAD 01 IDEAM MUNICIPIO LA GLORIA FECHA-SUSPENSION
ELEVACION 166 m.s.n.m REGIONAL 08 SANTANDERES CORRIENTE QDA SECA

AÑO	ENT	ENERO	FEBRE	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST	SEPTI	OCTUB	NOVIE	DICIE	VR ANUAL
1974	01	27.0	38.0	315.0	169.0	214.0	243.0	307.0	23.0	302.0	3.0	0.0	0.0	1641.0
1975	01	5.0	0.0	23.0	10.0	171.0	86.0	150.0	79.0	326.0	242.0	109.0	114.0	1315.0
1976	01	0.0	27.0	25.0	23.0	195.0	289.0	104.0	133.0	365.0	206.0	124.0	8.0	1499.0
1977	01	0.0	0.0	3.0	0.0	103.0	156.0	75.0	253.0	68.0	117.0	219.0	28.0	1022.0
1978	01	12.0	15.0	1.0	148.0	83.0	135.0	146.0	179.0	169.0	108.0	98.0	153.0	1247.0
1979	01	0.0	0.0	150.0	104.0	104.0	147.0	12.0	39.0	200.0	93.0	166.0	66.0	1081.0
1980	01	13.0	33.0	0.0	0.0	215.0	163.0	138.0	139.0	303.0	104.0	71.0	109.0	1288.0
1981	01	0.0	46.0	101.0	14.0	399.0	235.0	158.0	194.0	33.0	198.0	194.0	122.0	1694.0
1982	01	0.0	108.0	115.0	166.0	86.0	91.0	143.0	224.0	221.0	34.0	1187.0	3.0	2378.0
1983	01	0.0	0.0	24.0	14.0	33.0	148.0	243.0	93.0	215.0	277.0	180.0	174.0	1401.0
1984	01	147.0	154.0	17.0	4.0	89.0	228.0	314.0	176.0	239.0	183.0	69.0	0.0	1620.0
1985	01	7.0	1.0	0.0	41.0	69.0	99.0	161.0	121.0	125.0	303.0	40.0	177.0	1144.0
1986	01	0.0	0.0	140.0	127.0	55.0	140.0	73.0	158.0	3.0	117.0	18.0	114.0	945.0
1987	01	6.0	75.0	11.0	222.0	141.0	157.0	108.0	154.0	266.0	140.0	143.0	224.0	1647.0
1988	01	0.0	17.0	0.0	160.0	105.0	61.0	117.0	149.0	140.0	145.0	266.0	54.0	1214.0
1989	01	12.0	0.0	65.0	21.0	169.0	275.0	196.0	113.0	327.0	339.0	84.0	19.0	1620.0
1990	01	7.0	3.0	0.0	0.0	26.0	111.0	15.0	8.0	18.0	2.0	62.0	43.0	295.0
1991	01	14.0	1.0	76.0	95.0	82.0	45.0	257.0	55.0	66.0	127.0	308.0	268.0	1394.0
1992	01	28.0	0.0	0.0	4.0	87.0	184.0	182.0	200.0	269.0	258.0	72.0	65.0	1349.0
1993	01	0.0	43.0	3.0	87.0	3.0	48.0	185.0	98.0	159.0	147.0	88.0	121.0	982.0
1994	01	0.0	13.0	4.0	28.0	110.0	158.0	130.0	248.0	255.0	196.0	173.0	8.0	1323.0
1995	01	0.0	0.0	0.0	13.0	56.0	149.0	203.0	53.0	181.0	129.0	137.0	27.0	948.0
1996	01	4.0	81.0	101.0	23.0	86.0	14.0	241.0	115.0	151.0	105.0	248.0	83.0	1252.0
1997	01	0.0	43.0	0.0	33.0	115.0	50.0	94.0	145.0	55.0	127.0	33.0	17.0	712.0
1998	01	0.0	52.0	118.0	72.0	293.0	81.0	227.0	208.0	178.0	172.0	233.0	229.0	1863.0
1999	01	69.0	7.0	0.0	240.0	175.0	138.0	123.0	210.0	136.0	105.0	217.0	183.0	1603.0
2000	01	101.0	35.0	48.0	33.0	140.0	101.0	68.0	198.0	156.0	22.0	114.0	151.0	1167.0
2001	01	0.0	0.0	74.0	30.0	273.0	108.0	120.0	248.0	129.0	185.0	60.0	105.0	1332.0
2002	01	2.0	61.0	0.0	94.0	128.0	175.0	161.0	22.0	163.0	124.0	232.0	13.0	1175.0
2003	01	0.0	21.0	0.0	114.0	102.0	135.0	260.0	184.0	245.0	178.0	197.0	185.0	1621.0
2004	01	25.0	0.0	2.0	86.0	266.0	51.0	149.0	196.0	185.0	254.0	204.0	96.0	1514.0
2005	01	36.0	10.0	32.0	197.0	95.0	112.0	124.0	203.0	70.0	115.0	323.0	65.0	1382.0
2006	01	77.0	8.0	34.0	53.0	121.0	149.0	259.0	304.0	175.0	217.0	124.0	33.0	1554.0
2007	01	4.0	100.0	30.0	94.0	114.0	62.0	80.0	348.0	173.0	219.0	97.0	64.0	1385.0
2008	01	22.0	23.0	36.0	0.0	316.0	39.0	248.0	140.0	76.0	242.0	212.0	80.0	1434.0
2009	01	14.0	5.0	48.0	8.0	96.0	142.0	69.0	152.0	73.0	225.0	234.0	32.0	1098.0
2010	01	0.0	0.0	75.0	143.0	104.0	273.0	253.0	224.0	275.0	158.0	304.0	168.0	1977.0
2011	01	95.0	0.0	73.0	177.0	86.0	55.0	108.0	15.0	346.0	172.0	233.0	223.0	1583.0
2012	01	43.0	46.0	0.0	228.0	350.0	129.0	68.0	144.0	139.0	154.0	248.0	12.0	1561.0
2013	01	0.0	92.0	46.0	69.0	174.0	112.0	67.0	156.0	188.0	82.0	128.0	115.0	1229.0
2014	01	80.0	0.0	68.0	18.0	165.0	163.0	106.0	209.0	215.0	238.0	302.0	104.0	1668.0
2015	01	0.0	26.0	0.0	11.0	64.0	329.0	38.0	117.0	275.0	213.0	156.0	59.0	1288.0
2016	01	18.0	0.0	0.0	23.0	162.0	270.0	284.0	115.0	203.0	92.0	117.0	103.0	1387.0
2017	01	23.0	0.0	20.0	23.0	162.0	270.0	239.0	103.0	170.0	83.0	140.0	185.0	1418.0
MEDIOS		20.3	26.9	42.7	73.2	140.5	143.3	154.6	151.0	182.4	158.0	181.0	95.5	1369.3
MAXIMOS		172	171	167	267	443	365	350	387	405	377	359	298	443
MINIMOS		0	0	0	0	29.2	16	13	9	20.3	2	20	0	0

** AUSENCIA DE DATO ** ORIGENES DE DATO **

* : DATOS INSUFICIENTES 3 : INCOMPLETOS

Tabla 2. Valores máximos mensuales de precipitación (mm) en 24 horas estación LA VEGA, Información obtenida a través del IDEAM.

I D E A M - INSTITUTO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES										SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL AMBIENTAL					
VALORES TOTALES MENSUALES DE PRECIPITACIÓN (EN 24 HORAS)															
FECHA DE		PROCESO : 2017/02/06										ESTACION: 2.3E+07 VEGA LA			
LATITUD:		0843 N		TIPO EST		PM		DEPTO		CESAR		FECHA-INST		1973-SPT	
LONGITUD		7436 W		ENTIDAD		01		IDEAM		MUNICIPIO		LA GLORIA		FECHA-SUSPENSION	
ELEVACION		166 m.s.n.m		REGIONAL		08		SANTANDERES		CORRIENTE		QDA SECA			

AÑO	ENT	ENERO	* FEBRE	* MARZO	* ABRIL	* MAYO	* JUNIO	* JULIO	* AGOST	* SEPTI	* OCTUB	* NOVIE	* DICIE	* VR ANUAL	

1974	01	2.8	4.9	45.4	28.1	35.6	25.7	35.4	3.7	37.7	0.5	0.0	0.0	45.4	
1975	01	0.5	0.0	3.3	1.7	28.5	9.1	17.3	12.6	40.7	41.8	19.5	16.1	41.8	
1976	01	0.0	3.5	3.6	3.8	32.4	30.5	12.0	21.3	45.6	35.6	22.2	1.1	45.6	
1977	01	0.0	0.0	0.4	0.0	17.1	16.5	8.6	40.5	8.5	20.2	39.2	3.9	40.5	
1978	01	1.2	1.9	0.1	24.6	13.8	14.3	16.8	28.6	21.1	18.7	17.6	21.5	28.6	
1979	01	0.0	0.0	21.6	17.3	17.3	15.5	1.4	6.2	25.0	16.1	29.7	9.3	29.7	
1980	01	1.3	4.2	0.0	0.0	35.8	17.2	15.9	22.2	37.8	18.0	12.7	15.3	37.8	
1981	01	0.0	5.9	14.5	2.3	66.4	24.8	18.2	31.0	4.1	34.2	34.8	17.2	66.4	
1982	01	0.0	13.8	16.6	27.6	14.3	9.6	16.5	35.8	27.6	5.9	212.7	0.4	212.7	
1983	01	0.0	0.0	3.5	2.3	5.5	15.6	28.0	14.9	26.8	47.9	32.3	24.5	47.9	
1984	01	15.1	19.7	2.4	0.7	14.8	24.1	36.2	28.2	29.8	31.6	12.4	0.0	36.2	
1985	01	0.7	0.1	0.0	6.8	11.5	10.5	18.5	19.4	15.6	52.4	7.2	24.9	52.4	
1986	01	0.0	0.0	20.2	21.1	9.2	14.8	8.4	25.3	0.4	20.2	3.2	16.1	25.3	
1987	01	0.6	9.6	1.6	36.9	23.5	16.6	12.4	24.6	33.2	24.2	25.6	31.5	36.9	
1988	01	0.0	2.2	0.0	26.6	17.5	6.4	13.5	23.8	17.5	25.1	47.7	7.6	47.7	
1989	01	1.2	0.0	9.4	3.5	28.1	29.0	22.6	18.1	40.8	58.6	15.1	2.7	58.6	
1990	01	0.7	0.4	0.0	0.0	4.3	11.7	1.7	1.3	2.2	0.3	11.1	6.1	11.7	
1991	01	1.4	0.1	10.9	15.8	13.6	4.8	29.6	8.8	8.2	21.9	55.2	37.7	55.2	
1992	01	2.9	0.0	0.0	0.7	14.5	19.4	21.0	32.0	33.6	44.6	12.9	9.2	44.6	
1993	01	0.0	5.5	0.4	14.5	0.5	5.1	21.3	15.7	19.8	25.4	15.8	17.0	25.4	
1994	01	0.0	1.7	0.6	4.7	18.3	16.7	15.0	39.7	31.8	33.9	31.0	1.1	39.7	
1995	01	0.0	0.0	0.0	2.2	9.3	15.7	23.4	8.5	22.6	22.3	24.6	3.8	24.6	
1996	01	0.4	10.4	14.5	3.8	14.3	1.5	27.8	18.4	18.8	18.1	44.4	11.7	44.4	
1997	01	0.0	5.5	0.0	5.5	19.1	5.3	10.8	23.2	6.9	21.9	5.9	2.4	23.2	
1998	01	0.0	6.7	17.0	12.0	40.8	8.6	26.2	33.3	22.2	29.7	41.8	32.2	40.8	
1999	01	7.1	0.9	0.0	39.9	29.1	14.6	14.2	33.6	17.0	18.1	38.9	25.8	39.9	
2000	01	10.3	4.5	6.9	5.5	23.3	10.7	7.8	31.7	19.5	3.8	20.4	21.3	31.7	
2001	01	0.0	0.0	10.7	5.0	45.4	11.4	13.8	39.7	16.1	32.0	10.8	14.8	45.4	
2002	01	0.2	7.8	0.0	15.6	21.3	18.5	18.5	3.5	20.3	21.4	41.6	1.8	41.6	
2003	01	0.0	2.7	0.0	19.0	17.0	14.3	30.0	29.4	30.6	30.8	35.3	26.0	35.3	
2004	01	2.6	0.0	0.3	14.3	44.3	5.4	17.2	31.4	23.1	43.9	36.6	13.5	44.3	
2005	01	3.7	1.3	4.6	32.8	15.8	11.8	14.3	32.5	8.7	19.9	57.9	9.2	57.9	
2006	01	7.9	1.0	4.9	8.8	20.1	15.7	29.8	48.6	21.8	37.5	22.2	4.6	48.6	
2007	01	0.4	12.8	4.3	15.6	19.0	6.5	9.2	55.7	21.6	37.8	17.4	9.0	55.7	
2008	01	2.3	2.9	5.2	0.0	52.6	4.1	28.6	22.4	9.5	41.8	38.0	11.3	52.6	
2009	01	1.4	0.6	6.9	1.3	16.0	15.0	7.9	24.3	9.1	38.9	41.9	4.5	41.9	
2010	01	0.0	0.0	10.8	23.8	17.3	28.8	29.1	35.8	34.3	27.3	54.5	23.7	54.5	
2011	01	9.7	0.0	10.5	29.5	14.3	5.8	12.4	2.4	43.2	29.7	41.8	31.4	43.2	
2012	01	4.4	5.9	0.0	37.9	58.2	13.6	7.8	23.0	17.3	26.6	44.4	1.7	58.2	
2013	01	0.0	11.8	6.6	11.5	29.0	11.8	7.7	25.0	23.5	14.2	22.9	16.2	29.0	
2014	01	8.2	0.0	9.8	3.0	27.5	17.2	12.2	33.4	26.8	41.1	54.1	14.6	54.1	
2015	01	0.0	3.3	0.0	1.8	10.6	34.7	4.4	18.7	34.3	36.8	28.0	8.3	36.8	
2016	01	1.8	0.0	0.0	3.8	27.0	28.5	32.7	18.4	25.3	15.9	21.0	14.5	32.7	
2017	01	2.4	0.0	2.9	3.8	27.0	28.5	27.5	16.5	21.2	14.3	25.1	26.0	28.5	
MEDIOS		2.1	3.4	6.1	12.2	23.4	15.1	17.8	24.2	22.8	27.3	32.4	13.4	45.5	
MAXIMOS		15.1	19.7	45.4	39.9	66.4	34.7	36.2	55.7	45.6	58.6	212.7	37.7	212.7	
MINIMOS		0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.5	1.4	1.3	0.4	0.3	0.0	0.0	11.7	
**		AUSENCIA DE		DATO		**		ORIGENES DE		DATO		**			
*		:		DATOS		INSUFICIENTE		3		:		INCOMPLETOS			

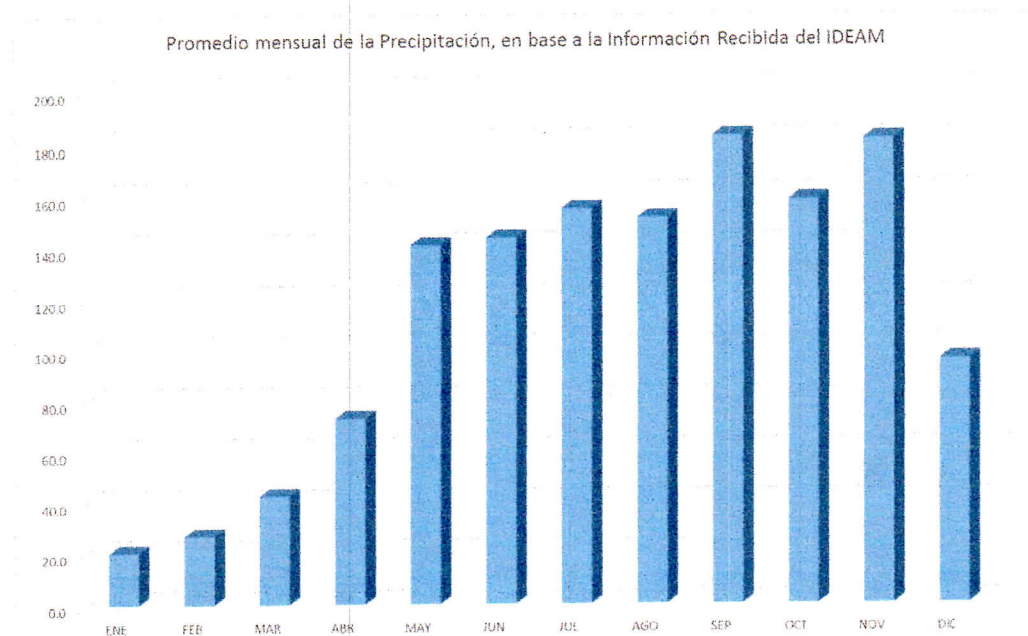


Figura 6. Comportamiento promedio mensual durante los años de registro, la gráfica muestra los valores medios de precipitación para cada mes para la LA VEGA.

VI. CURVAS I-D-F

Las curvas Intensidad - Duración - Frecuencia son el resultado de ajustar puntos representativos de intensidad en intervalos de duración diferentes, correspondientes a registros históricos de precipitación para una estación determinada. Cuando no se cuenta con información suficiente o confiable, se pueden construir las curvas IDF utilizando método establecido en la RESOLUCIÓN 4401 DE 2017, cuyos parámetros han sido regionalizados por zonas en Colombia.

Para el presente estudio, se utilizó la metodología propuesta por Vargas y Díaz-granados 1998, contenida en la RESOLUCIÓN 4401 DE 2017. En este estudio se dedujeron curvas Intensidad-Duración-Frecuencia por correlación con la precipitación máxima promedio anual en 24 horas, el número promedio de días de lluvia al año, la precipitación total media anual y la elevación de la estación. La mejor correlación obtenida, sin embargo, fue la que se obtuvo con la precipitación máxima promedio anual en 24 horas en una estación, y es la que se propone para los estudios, además de que es la más sencilla de utilizar (Manual de Drenaje para Carreteras 2009 INVÍAS). La expresión resultante está dada por:

$$I(mm/h) = a \cdot \frac{T^b}{t^c} M^d$$

Dónde:

I: Intensidad de precipitación, en milímetros por hora (mm/h).

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, d: Parámetros de ajuste de la regresión. Estos parámetros fueron regionalizados como se presenta en la imagen 4, y sus valores representan en la Tabla 5.

Tabla 2. Valores de los coeficientes *a, b, c* y *d* para el cálculo de las curvas intensidad-duración-frecuencia, IDF, para Colombia

REGIÓN	a	b	c	d
ANDINA R1	0.94	0.18	0.66	0.83
CARIBE R2	24.85	0.22	0.5	0.1
PACIFICO R3	13.92	0.19	0.58	0.2
ORINOQUIA R4	5.53	0.17	0.63	0.42

Aplicando la metodología de la RESOLUCIÓN 4401 DE 2017 explicada y Resolviendo la ecuación para distintos tiempos de concentración resulta la tabla 6. Con los resultados de intensidades para diferentes tiempos, estos tiempos en el momento de aplicación del método racional se ubicaran como el tiempo de concentración calculado para el cauce en estudio.

1. Metodología Simplificada de cálculo de las curvas intensidad - duración -frecuencia indicada en el Manual de Drenaje de Carreteras del INV - 2009 y Resolución 4401 de 2017

1.1. Precipitación máxima promedio anual en 24 h a nivel multianual.

De la información obtenida por el IDEAM se obtiene el siguiente valor

$$M = 66.727$$

1.2. Intensidad: Según Resolución 4401 de 2017

$$i = \frac{a \times T^b \times M^c}{60^d}$$

a, b, c, d : Parámetros de ajuste de la regresión. Estos parámetros dependen de la región del país donde está ubicada la estación meteorológica. Las regiones y los valores de los parámetros se muestran en la Tabla 5.2 y su ubicación en la Figura 5.1.

REGION		a	b	c	d
Andina	(R1)	0.94	0.18	0.66	0.83
Caribe	(R2)	24.85	0.22	0.5	0.1
Pacífico	(R3)	13.92	0.19	0.58	0.2
Orinoquía	(R4)	5.53	0.17	0.63	0.42

Tabla 5.2 Parámetros según regiones del país / Valores obtenidos del Manual de Drenaje para carreteras del INV- 2009

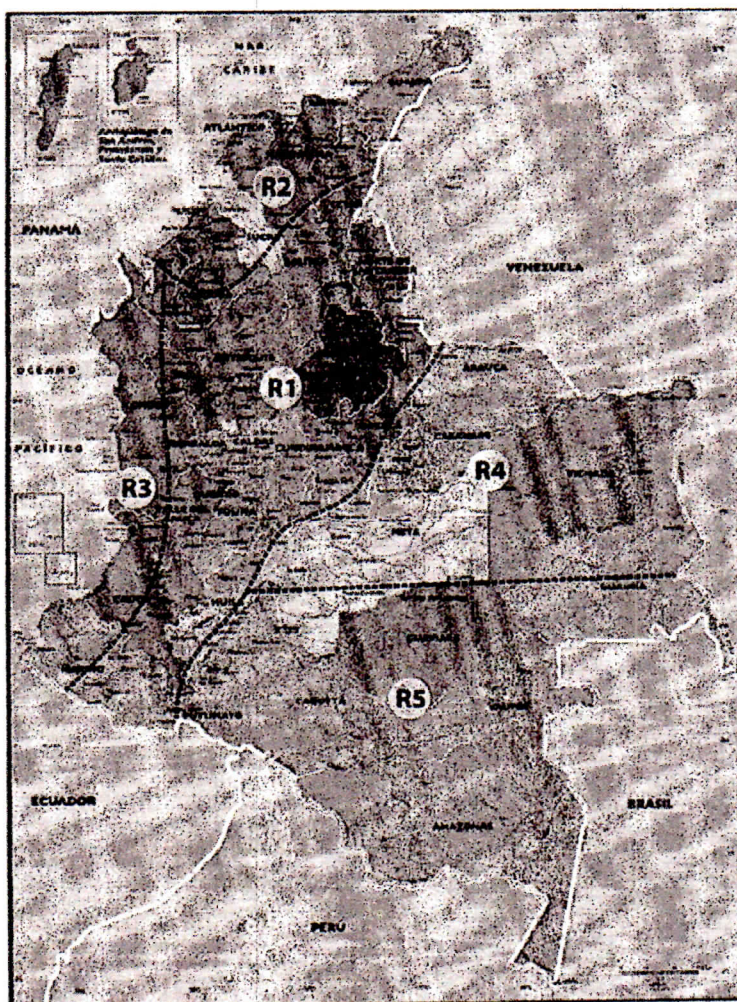


Figura 5.1 Regiones en Colombia para definición de parámetros a, b, c y d.
(Regiones adoptadas del Manual de drenaje de carreteras INV-figura 2.13)

1.3. Curvas I-D-F.

El proyecto esta ubicado en la Región: R1

a= 0.94 b= 0.18 c= 0.66 d= 0.83

t - Duracion min	T - Retorno del Periodo en Años						
	2	5	10	20	25	50	100
10	82.646	97.466	110.42	125.09	130.22	147.52	167.12
20	52.305	61.684	69.881	79.167	82.411	93.362	105.77
30	40.024	47.201	53.473	60.579	63.062	71.442	80.935
40	33.103	39.038	44.226	50.103	52.156	59.087	66.939
50	28.569	33.692	38.17	43.242	45.014	50.995	57.772
60	25.33	29.873	33.842	38.339	39.91	45.214	51.222
70	22.88	26.983	30.568	34.63	36.05	40.84	46.267
80	20.95	24.707	27.99	31.709	33.009	37.395	42.364
90	19.383	22.859	25.896	29.337	30.54	34.598	39.196
100	18.081	21.323	24.157	27.367	28.488	32.274	36.563

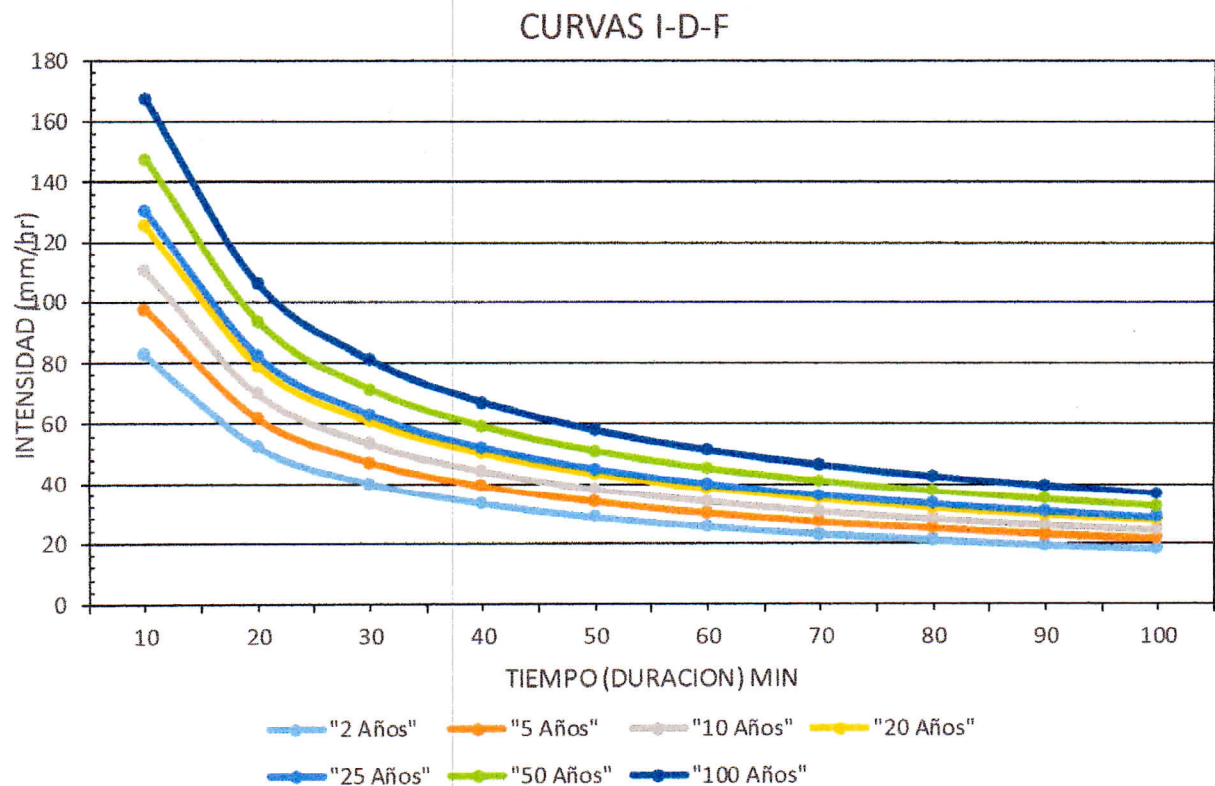


Figura 7. Curvas I-D-F Según Resolución 4401 de 2017

Al graficar estos valores obtenemos las curvas IDF sintéticas de la zona de estudio (ver imagen 5) Siendo estas curvas IDF, las curvas de precipitación características de la zona de estudio. De estas curvas se estimara el valor de precipitación esperado para el periodo de diseño de las vías y sus elementos, en este caso para las cunetas y alcantarillas del proyecto de Placa Huella. Se generó curvas de IDF sintéticas por la falta de información pluviográfica. Sin embargo las curvas sintéticas son la mejor opción para acercarse a valores, de los que se esperarían si se realizara unas curvas IDF convencionales con información pluviográfica, a continuación se muestran los cálculos y gráficos de las curvas IDF.

VII. PERIODO DE RETORNO PARA DISEÑO

Se escoge como periodo de retorno para la elección de las curvas IDF, el periodo de 5 años para el chequeo de cunetas y de 10 años para alcantarillas de 0.90 m de diámetro, de acuerdo con las recomendaciones consignadas en la tabla 2.8 tomada del manual de drenaje para carreteras del INVÍAS para este tipo de obras.

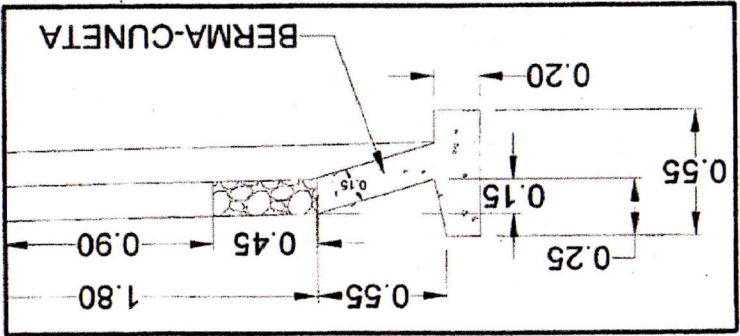
Tabla 2.8. - Periodos de retorno de diseño en obras de drenaje vial

TIPO DE OBRA	PERIODO DE RETORNO (AÑOS) ¹
Cunetas	5
Zanjas de Coronación ²	10
Estructuras de Caída ²	10
Alcantarillas de 0.90 m de diámetro	10
Alcantarillas mayores a 0.90 m de diámetro	20
Puentes menores (luz menor a 10 m)	25
Puentes de luz mayor o igual a 10 m y menor a 50 m	50
Puentes de luz mayor o igual a 50 m	100
Drenaje subsuperficial	2

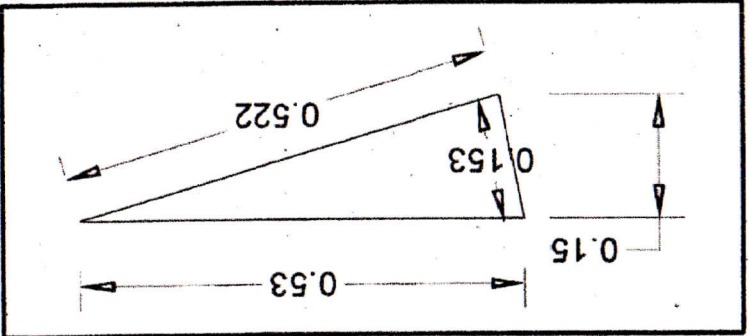
Figura 8. Periodo de Retorno según INVÍAS

Se tomará como tiempo de concentración mínimo de 10 min, como condición más crítica.

VIII. DISEÑO DE DRENAJES SUPERFICIALES BERMA-CUNETA Y ALCANTARILLAS



Dimensiones de la Berma- Cuneta del Proyecto



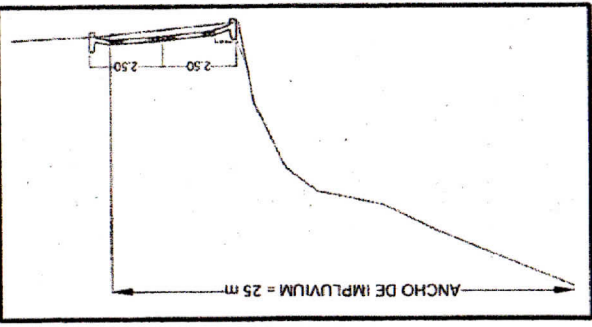
Parametros de la Sección

Propiedades Hidraulicas de La Cuneta:

Area Hidráulica	a=	0.039 m ²	Perímetro Mojado, P=	1.195 m
Radio Hidráulico	R=	0.033	n=	0.014
Pendiente Tramo de la cuneta, depende del alineamiento de la Vía.	S			
Pendiente mínima: Smin=	0.50%		Pendiente mínima: Smax=	12%
Tiempo de Concentración Tc=	10 min		Periodo de Retorno, T=	10 Años
Intensidad, I=	110.42 mm/hr			
Coefficiente de Escorrentía	Ce=	0.82		

de Drenaje para Carreteras INV-2009-Tabla 2.10

Para el Area Afrente a la cuneta se tiene en cuenta lo especificado en la Resolución 4401 de 2017



Siendo
 $A_v = B \times L$
 B= 25.0 m
 L= Longitud de la Berma -
 Cuneta

Con los Parámetros anteriores se procede a diseñar la posición de las alcantarillas conforme a la capacidad de transporte de Agua de la bermá cuneta, utilizando la siguiente formulación, según lo exigido por la Resolución 4401 de 2017

- Caudal de descole para la alcantarilla $Q_c = 0.280 * C * I * A_y$
- Caudal Máximo que puede Transportar la Bermá Cuneta $Q_c = V * a$ (Ecuación de continuidad)
- De Igualar $Q_c = Q_c$, L_{max} cunetas $L = \frac{0.280 * n * C * I * A_y}{R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{2}{3}} * a * 10^6}$ (Fórmula de Manning) $V = 1/n * S^{1/2} * R^{2/3}$

1. Resumen de Diseño Tramo I. Paraiso - Ayacucho

PR INICIAL	PR FINAL	Inicial S/N	Ce	I mm/hr	B m	L m	Qe m³/seg	n	S	R m	a m²	Qc m³/seg	Qea m³/seg	Qea < Qe	Inst. Alcantarilla [S/N] - E
0 + 273.10	0 + 252.47	S	0.82	110.4	25.0	20.70	0.013	0.014	0.083	0.033	0.039	0.082	0.013	N.R. Alcantarilla	N
0 + 252.47	0 + 222.90	N	0.82	110.4	25.0	29.78	0.019	0.014	0.120	0.033	0.039	0.098	0.032	N.R. Alcantarilla	N
0 + 222.90	0 + 188.10	N	0.82	110.4	25.0	34.93	0.022	0.014	0.088	0.033	0.039	0.084	0.054	N.R. Alcantarilla	S
0 + 150.00	0 + 161.04	S	0.82	110.4	25.0	11.05	0.007	0.014	0.031	0.033	0.039	0.050	0.007	N.R. Alcantarilla	N
0 + 161.04	0 + 176.72	N	0.82	110.4	25.0	15.71	0.01	0.014	0.060	0.033	0.039	0.070	0.017	N.R. Alcantarilla	N
0 + 176.72	0 + 188.10	N	0.82	110.4	25.0	11.39	0.007	0.014	0.033	0.033	0.039	0.052	0.024	N.R. Alcantarilla	S
0 + 150.00	0 + 138.96	S	0.82	110.4	25.0	11.05	0.007	0.014	0.031	0.033	0.039	0.050	0.007	N.R. Alcantarilla	N
0 + 138.96	0 + 89.50	N	0.82	110.4	25.0	49.59	0.031	0.014	0.072	0.033	0.039	0.076	0.038	N.R. Alcantarilla	N
0 + 89.50	0 + 75.00	N	0.82	110.4	25.0	14.56	0.009	0.014	0.091	0.033	0.039	0.086	0.048	N.R. Alcantarilla	S
0 + 75.00	0 + 34.29	S	0.82	110.4	25.0	40.72	0.026	0.014	0.025	0.033	0.039	0.045	0.026	N.R. Alcantarilla	N
0 + 34.29	0 + 15.29	N	0.82	110.4	25.0	19.01	0.012	0.014	0.033	0.033	0.039	0.052	0.038	N.R. Alcantarilla	S
0 + 15.29	0 + 0.00	S	0.82	110.4	25.0	15.33	0.01	0.014	0.074	0.033	0.039	0.077	0.010	N.R. Alcantarilla	N

PR en donde se ubican alcantarillas Nuevas.

PR en donde se ubican alcantarillas Existentes

2. Resumen de Diseño Tramo II. Paraíso - Ayacucho

PR INICIAL	PR FINAL	Inicial [S/N]	Ce	I mm/hr	B m	L m	Qe m ³ /seg	n	S	R m	a m ²	Qc m ³ /seg	Qea m ³ /seg	Qea<Qe	Inst. Alcantarilla [S/N] -E
0 + 0.00	0 + 7.90	S	0.82	110.4	25.0	7.92	0.005	0.014	0.071	0.033	0.039	0.076	0.005	N.R. Alcantarilla	N
0 + 7.90	0 + 15.60	N	0.82	110.4	25.0	7.74	0.005	0.014	0.103	0.033	0.039	0.091	0.010	N.R. Alcantarilla	N
0 + 15.60	0 + 31.65	N	0.82	110.4	25.0	16.15	0.01	0.014	0.111	0.033	0.039	0.095	0.020	N.R. Alcantarilla	N
0 + 31.65	0 + 40.00	N	0.82	110.4	25.0	8.39	0.005	0.014	0.095	0.033	0.039	0.087	0.025	N.R. Alcantarilla	N
0 + 40.00	0 + 45.00	N	0.82	110.4	25.0	5.02	0.003	0.014	0.084	0.033	0.039	0.082	0.029	N.R. Alcantarilla	N
0 + 45.00	0 + 50.00	N	0.82	110.4	25.0	5.01	0.003	0.014	0.076	0.033	0.039	0.079	0.032	N.R. Alcantarilla	N
0 + 50.00	0 + 55.00	N	0.82	110.4	25.0	5.01	0.003	0.014	0.068	0.033	0.039	0.074	0.035	N.R. Alcantarilla	N
0 + 55.00	0 + 60.00	N	0.82	110.4	25.0	5.01	0.003	0.014	0.060	0.033	0.039	0.070	0.038	N.R. Alcantarilla	N
0 + 60.00	0 + 65.00	N	0.82	110.4	25.0	5.01	0.003	0.014	0.053	0.033	0.039	0.065	0.041	N.R. Alcantarilla	N
0 + 65.00	0 + 70.00	N	0.82	110.4	25.0	5.00	0.003	0.014	0.044	0.033	0.039	0.060	0.045	N.R. Alcantarilla	N
0 + 70.00	0 + 75.00	N	0.82	110.4	25.0	5.00	0.003	0.014	0.036	0.033	0.039	0.054	0.048	N.R. Alcantarilla	N
0 + 75.00	0 + 80.00	N	0.82	110.4	25.0	5.00	0.003	0.014	0.038	0.033	0.039	0.055	0.051	N.R. Alcantarilla	N
0 + 80.00	0 + 85.00	N	0.82	110.4	25.0	5.01	0.003	0.014	0.046	0.033	0.039	0.061	0.054	N.R. Alcantarilla	N
0 + 85.00	0 + 87.79	N	0.82	110.4	25.0	2.79	0.002	0.014	0.058	0.033	0.039	0.069	0.056	N.R. Alcantarilla	N
0 + 87.79	0 + 90.00	N	0.82	110.4	25.0	2.22	0.001	0.014	0.081	0.033	0.039	0.081	0.057	N.R. Alcantarilla	N
0 + 90.00	0 + 105.00	N	0.82	110.4	25.0	15.09	0.01	0.014	0.110	0.033	0.039	0.094	0.067	N.R. Alcantarilla	N
0 + 105.00	0 + 110.00	N	0.82	110.4	25.0	5.02	0.003	0.014	0.085	0.033	0.039	0.083	0.070	N.R. Alcantarilla	N
0 + 110.00	0 + 115.00	N	0.82	110.4	25.0	5.01	0.003	0.014	0.065	0.033	0.039	0.073	0.073	Reg. Alcantarilla	S
0 + 115.00	0 + 175.00	S	0.82	110.4	25.0	60.09	0.038	0.014	0.056	0.033	0.039	0.067	0.038	N.R. Alcantarilla	N
0 + 175.00	0 + 180.00	N	0.82	110.4	25.0	5.01	0.003	0.014	0.058	0.033	0.039	0.068	0.041	N.R. Alcantarilla	N
0 + 180.00	0 + 195.00	N	0.82	110.4	25.0	15.03	0.01	0.014	0.060	0.033	0.039	0.070	0.051	N.R. Alcantarilla	N
0 + 195.00	0 + 205.00	N	0.82	110.4	25.0	10.0	0.006	0.014	0.063	0.033	0.039	0.072	0.057	N.R. Alcantarilla	N
0 + 205.00	0 + 230.00	N	0.82	110.4	25.0	25.06	0.016	0.014	0.067	0.033	0.039	0.073	0.073	N.R. Alcantarilla	S
0 + 230.00	0 + 270.00	S	0.82	110.4	25.0	40.16	0.025	0.014	0.091	0.033	0.039	0.086	0.025	N.R. Alcantarilla	N
0 + 270.00	0 + 275.00	N	0.82	110.4	25.0	5.0	0.003	0.014	0.081	0.033	0.039	0.081	0.029	N.R. Alcantarilla	N
0 + 275.00	0 + 280.00	N	0.82	110.4	25.0	5.01	0.003	0.014	0.048	0.033	0.039	0.062	0.032	N.R. Alcantarilla	N
0 + 280.00	0 + 282.50	N	0.82	110.4	25.0	2.50	0.002	0.014	0.014	0.033	0.039	0.033	0.033	Reg. Alcantarilla	S
0 + 289.10	0 + 282.50	S	0.82	110.4	25.0	6.60	0.004	0.014	0.014	0.033	0.039	0.033	0.004	N.R. Alcantarilla	S

PR en donde se ubican alcantarillas Nuevas.

PR en donde se ubican alcantarillas Existentes

3. Resumen de Diseño Tramo III. Paraiso - Ayacucho

PR INICIAL	PR FINAL	Inicial [S/N]	Ce	I mm/hr	B m	L m	Qe m³/seg	n	S	R m	a m²	Qc m³/seg	Qea m³/seg	Qea<Qe	Inst. Alcantarilla [S/N] - E
0 + 0.00	0 + 10.00	S	0.82	110.4	25.0	10.04	0.006	0.014	0.091	0.033	0.039	0.086	0.006	N.R. Alcantarilla	N
0 + 10.00	0 + 15.00	N	0.82	110.4	25.0	5.03	0.003	0.014	0.110	0.033	0.039	0.094	0.010	N.R. Alcantarilla	N
0 + 15.00	0 + 30.00	N	0.82	110.4	25.0	15.13	0.01	0.014	0.132	0.033	0.039	0.103	0.019	N.R. Alcantarilla	N
0 + 30.00	0 + 45.00	N	0.82	110.4	25.0	15.06	0.01	0.014	0.090	0.033	0.039	0.085	0.029	N.R. Alcantarilla	N
0 + 45.00	0 + 50.00	N	0.82	110.4	25.0	5.01	0.003	0.014	0.055	0.033	0.039	0.067	0.032	N.R. Alcantarilla	N
0 + 50.00	0 + 55.00	N	0.82	110.4	25.0	5.00	0.003	0.014	0.025	0.033	0.039	0.045	0.035	N.R. Alcantarilla	S
0 + 50.00	0 + 140.00	S	0.82	110.4	25.0	9.32	0.006	0.014	0.058	0.033	0.039	0.068	0.006	N.R. Alcantarilla	N
0 + 149.30	0 + 130.00	N	0.82	110.4	25.0	10.02	0.006	0.014	0.067	0.033	0.039	0.073	0.012	N.R. Alcantarilla	N
0 + 130.00	0 + 85.00	N	0.82	110.4	25.0	45.11	0.029	0.014	0.070	0.033	0.039	0.075	0.041	N.R. Alcantarilla	N
0 + 85.00	0 + 60.00	N	0.82	110.4	25.0	25.08	0.016	0.014	0.080	0.033	0.039	0.080	0.057	N.R. Alcantarilla	N
0 + 60.00	0 + 55.00	N	0.82	110.4	25.0	5.00	0.003	0.014	0.025	0.033	0.039	0.045	0.060	Reg. Alcantarilla	S

PR en donde se ubican alcantarillas Nuevas.

PR en donde se ubican alcantarillas Existentes

4. Resumen de Diseño Tramo IV. Sabanas de Bubeta – La Gloria

PR INICIAL	PR FINAL	Inicial [S/N]	Ce	I mm/hr	B m	L m	Qe m ³ /seg	n	S	R m	a m ²	Qc m ³ /seg	Qea m ³ /seg	Qea > Qc	Inst. Alcantarilla [S/N] -E
0 + 0.00	0 + 5.00	S	0.82	110.4	25.0	5.00	0.003	0.014	0.017	0.033	0.039	0.037	0.003	N.R. Alcantarilla	S
0 + 5.00	0 + 10.00	N	0.82	110.4	25.0	5.00	0.003	0.014	0.018	0.033	0.039	0.038	0.006	N.R. Alcantarilla	N
0 + 10.00	0 + 15.00	N	0.82	110.4	25.0	5.00	0.003	0.014	0.021	0.033	0.039	0.041	0.010	N.R. Alcantarilla	N
0 + 15.00	0 + 20.00	N	0.82	110.4	25.0	5.00	0.003	0.014	0.026	0.033	0.039	0.046	0.013	N.R. Alcantarilla	N
0 + 20.00	0 + 70.00	N	0.82	110.4	25.0	50.04	0.032	0.014	0.038	0.033	0.039	0.055	0.044	N.R. Alcantarilla	N
0 + 70.00	0 + 75.00	N	0.82	110.4	25.0	5.00	0.003	0.014	0.028	0.033	0.039	0.048	0.048	N.R. Alcantarilla	S
0 + 75.00	0 + 90.00	S	0.82	110.4	25.0	15.01	0.01	0.014	0.028	0.033	0.039	0.048	0.010	N.R. Alcantarilla	N
0 + 90.00	0 + 100.00	N	0.82	110.4	25.0	10.00	0.006	0.014	0.027	0.033	0.039	0.046	0.016	N.R. Alcantarilla	N
0 + 100.00	0 + 150.00	N	0.82	110.4	25.0	50.02	0.032	0.014	0.028	0.033	0.039	0.048	0.048	N.R. Alcantarilla	S
0 + 150.00	0 + 180.00	S	0.82	110.4	25.0	30.01	0.019	0.014	0.028	0.033	0.039	0.048	0.019	N.R. Alcantarilla	N
0 + 180.00	0 + 200.00	N	0.82	110.4	25.0	20.01	0.013	0.014	0.031	0.033	0.039	0.050	0.032	N.R. Alcantarilla	N
0 + 200.00	0 + 220.00	N	0.82	110.4	25.0	20.04	0.013	0.014	0.063	0.033	0.039	0.071	0.044	N.R. Alcantarilla	S
0 + 220.00	0 + 240.00	S	0.82	110.4	25.0	20.01	0.013	0.014	0.026	0.033	0.039	0.045	0.013	N.R. Alcantarilla	N
0 + 240.00	0 + 290.00	N	0.82	110.4	25.0	50.01	0.032	0.014	0.024	0.033	0.039	0.044	0.044	Req. Alcantarilla	S
0 + 290.00	0 + 300.00	S	0.82	110.4	25.0	10.00	0.006	0.014	0.024	0.033	0.039	0.044	0.006	N.R. Alcantarilla	N
0 + 300.00	0 + 320.00	N	0.82	110.4	25.0	20.01	0.013	0.014	0.025	0.033	0.039	0.045	0.019	N.R. Alcantarilla	N
0 + 320.00	0 + 360.00	N	0.82	110.4	25.0	40.01	0.025	0.014	0.027	0.033	0.039	0.046	0.044	N.R. Alcantarilla	S
0 + 360.00	0 + 380.00	S	0.82	110.4	25.0	20.01	0.013	0.014	0.027	0.033	0.039	0.046	0.013	N.R. Alcantarilla	N
0 + 380.00	0 + 430.00	N	0.82	110.4	25.0	50.02	0.032	0.014	0.025	0.033	0.039	0.045	0.044	N.R. Alcantarilla	S
0 + 430.00	0 + 440.00	S	0.82	110.4	25.0	10.00	0.006	0.014	0.025	0.033	0.039	0.045	0.006	N.R. Alcantarilla	N
0 + 440.00	0 + 500.00	N	0.82	110.4	25.0	60.03	0.038	0.014	0.030	0.033	0.039	0.049	0.044	N.R. Alcantarilla	S
0 + 500.00	0 + 510.00	S	0.82	110.4	25.0	10.0	0.006	0.014	0.015	0.033	0.039	0.035	0.006	N.R. Alcantarilla	N
0 + 510.00	0 + 550.00	N	0.82	110.4	25.0	40.00	0.025	0.014	0.013	0.033	0.039	0.032	0.032	N.R. Alcantarilla	S
0 + 550.00	0 + 556.60	S	0.82	110.4	25.0	6.60	0.004	0.014	0.013	0.033	0.039	0.032	0.004	N.R. Alcantarilla	N

PR en donde se ubican alcantarillas Nuevas.

PR en donde se ubican alcantarillas Existentes

PR INICIAL	PR FINAL	Inicial [S/N]	Ce	I mm/hr	B m	L m	Qe m³/seg	n	S	R m	a m²	Qc m³/seg	Qea m³/seg	Qea<Qe	Inst. Alcantarilla [S/N] - E
0 + 480.00	0 + 450.00	S	0.82	110.4	25.0	30.36	0.019	0.014	0.155	0.033	0.039	0.112	0.019	N.R. Alcantarilla	E
0 + 450.00	0 + 420.0	N	0.82	110.4	25.0	30.37	0.019	0.014	0.157	0.033	0.039	0.113	0.038	N.R. Alcantarilla	N
0 + 420.00	0 + 380.0	N	0.82	110.4	25.0	40.40	0.026	0.014	0.141	0.033	0.039	0.107	0.064	N.R. Alcantarilla	N
0 + 380.00	0 + 340.00	N	0.82	110.4	25.0	40.24	0.026	0.014	0.109	0.033	0.039	0.094	0.090	N.R. Alcantarilla	S
0 + 340.00	0 + 320.00	S	0.82	110.4	25.0	20.09	0.013	0.014	0.096	0.033	0.039	0.088	0.013	N.R. Alcantarilla	N
0 + 320.00	0 + 300.00	N	0.82	110.4	25.0	20.11	0.013	0.014	0.105	0.033	0.039	0.092	0.025	N.R. Alcantarilla	N
0 + 300.00	0 + 292.00	N	0.82	110.4	25.0	8.05	0.005	0.014	0.117	0.033	0.039	0.097	0.031	N.R. Alcantarilla	E
0 + 292.00	0 + 280.00	S	0.82	110.4	25.0	12.08	0.008	0.014	0.117	0.033	0.039	0.097	0.008	N.R. Alcantarilla	N
0 + 280.00	0 + 260.00	N	0.82	110.4	25.0	20.20	0.013	0.014	0.140	0.033	0.039	0.106	0.020	N.R. Alcantarilla	N
0 + 260.00	0 + 200.00	N	0.82	110.4	25.0	60.52	0.038	0.014	0.131	0.033	0.039	0.103	0.059	N.R. Alcantarilla	N
0 + 200.00	0 + 180.00	N	0.82	110.4	25.0	20.27	0.013	0.014	0.165	0.033	0.039	0.116	0.072	N.R. Alcantarilla	N
0 + 180.00	0 + 140.00	N	0.82	110.4	25.0	40.58	0.026	0.014	0.171	0.033	0.039	0.118	0.097	N.R. Alcantarilla	N
0 + 140.00	0 + 120.00	N	0.82	110.4	25.0	20.25	0.013	0.014	0.158	0.033	0.039	0.113	0.110	N.R. Alcantarilla	S
0 + 120.00	0 + 100.00	S	0.82	110.4	25.0	20.38	0.013	0.014	0.196	0.033	0.039	0.126	0.013	N.R. Alcantarilla	N
0 + 100.00	0 + 40.00	N	0.82	110.4	25.0	61.53	0.039	0.014	0.227	0.033	0.039	0.136	0.052	N.R. Alcantarilla	N
0 + 40.00	0 + 20.00	N	0.82	110.4	25.0	20.37	0.013	0.014	0.193	0.033	0.039	0.125	0.065	N.R. Alcantarilla	N
0 + 20.00	0 + 0.00	N	0.82	110.4	25.0	20.42	0.013	0.014	0.207	0.033	0.039	0.129	0.078	N.R. Alcantarilla	N

PR en donde se ubican alcantarillas Nuevas.

PR en donde se ubican alcantarillas Existentes

PR INICIAL	PR FINAL	Inicial [S/N]	Ce	I mm/hr	B m	L m	Qe m ³ /seg	n	S	R m	a m ²	Qc m ³ /seg	Qea m ³ /seg	Qea<Qe	Inst. Alcantarilla
0 + 56.500	0 + 53.00	S	0.82	110.4	25.0	3.50	0.002	0.014	0.015	0.033	0.039	0.035	0.002	N.R. Alcantarilla	N
0 + 53.00	0 + 20.00	N	0.82	110.4	25.0	33.21	0.021	0.014	0.114	0.033	0.039	0.096	0.023	N.R. Alcantarilla	N
0 + 20.00	0 + 1.00	N	0.82	110.4	25.0	19.19	0.012	0.014	0.143	0.033	0.039	0.107	0.035	N.R. Alcantarilla	S
0 + 56.50	0 + 60.00	S	0.82	110.4	25.0	3.50	0.002	0.014	0.015	0.033	0.039	0.035	0.002	N.R. Alcantarilla	N
0 + 60.00	0 + 80.00	N	0.82	110.4	25.0	20.12	0.013	0.014	0.108	0.033	0.039	0.094	0.015	N.R. Alcantarilla	N
0 + 80.00	0 + 100.00	N	0.82	110.4	25.0	20.16	0.013	0.014	0.129	0.033	0.039	0.102	0.028	N.R. Alcantarilla	S
0 + 100.00	0 + 120.00	S	0.82	110.4	25.0	20.13	0.013	0.014	0.113	0.033	0.039	0.096	0.013	N.R. Alcantarilla	N
0 + 120.00	0 + 140.00	N	0.82	110.4	25.0	20.10	0.013	0.014	0.100	0.033	0.039	0.090	0.025	N.R. Alcantarilla	N
0 + 140.00	0 + 162.30	N	0.82	110.4	25.0	22.37	0.014	0.014	0.077	0.033	0.039	0.079	0.040	N.R. Alcantarilla	S

PR en donde se ubican alcantarillas Nuevas.

PR en donde se ubican alcantarillas Existentes

ING. CIVIL
CARLOS ALBERTO HERRERA PEINADO

CONCLUSIONES

La intensidad encontrada es alta debido a que el tiempo de concentración se presume que es casi inmediato, sin embargo estos resultados son los valores más esperados en estos tipos de diseños, es decir valores de caudal alto.

El estudio realizado muestra que las cunetas y alcantarillas del proyecto tienen la dimensiones y pendientes para garantizar el descole de las aguas lluvias que recorrerán la placa huellas y su áreas aferentes, para un periodo de retorno de 10 años y sus cálculos cumplen con las exigencias de la resolución 4401 de 2017.

Para los diferentes tramos del proyecto se concluye.

Tramo I. Paraíso – Ayacucho. L= 273.10 m. Se cuenta con cunetas con sección suficiente para conducir las aguas de escorrentía a las alcantarillas. Se requiere la construcción de tres alcantarillas en los PR 0 + 15.29, PR 0 + 75 Y PR 0 + 188.10, en tubería en concreto de diámetro interno de 0.90 m, cuya sección es suficiente para el descole de las aguas de escorrentía superficial.

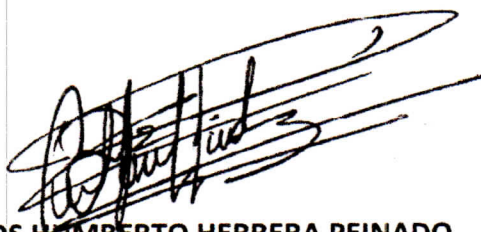
Tramo II. Paraíso – Ayacucho. Un tramo cuya longitud a intervenir es de 282.50m de con pendientes moderadas en un solo sentido, cuenta con cunetas suficientes para conducir las aguas de escorrentía superficial, se recomienda la construcción de tres alcantarillas en los PR 0 + 115, PR 0 + 230 Y PR 0 + 282.5, en tubería en concreto de diámetro interno de 0.90 m, cuya sección es suficiente para el descole de las aguas de escorrentía superficial.

Tramo III. Paraíso – Ayacucho. Un tramo cuya longitud a intervenir es de 149.30m con pendientes moderadas en sentidos contrarios que convergen a un punto bajo y por su corta longitud, solo se requiere una sola alcantarilla en el PR 0 + 55, en tubería en concreto de diámetro interno de 0.90 m, cuya sección es suficiente para el descole de las aguas de escorrentía superficial.

Tramo IV. Paraíso – Ayacucho. Se va a intervenir una longitud de 556.60 m con pendientes moderadas en un solo sentido, cuenta con cunetas suficientes para conducir las aguas de escorrentía superficial, y debido a que es un tramo largo con pendientes de moderadas a suaves se recomienda la construcción de nueve (9) alcantarillas en los PR 0 + 005,0, PR 0 + 75,00, PR 0 + 150, 0 + 220, PR 0 + 290, PR 0 + 360, PR 0 + 430, PR 0 + 500 Y PR 0 + 550, en tubería en concreto de diámetro interno de 0.90 m, cuya sección es suficiente para el descole de las aguas de escorrentía superficial.

Tramo V. San Pablo – Besote. Se va a intervenir una longitud de 620,00 m de con pendientes fuertes, que ayudan que las cunetas puedan descolar las aguas de escorrentía más rápido, este tramo cuenta con dos alcantarillas en los PR 0 + 929 y pr 0+ 450 y se requiere la construcción de dos (2) alcantarillas en los PR 0 + 005,0, PR 0 + 75,00, PR 0 + 150, 0 + 220, PR 0 + 290, PR 0 + 120 Y PR 0 + 340, en tubería en concreto de diámetro interno de 0.90 m, cuya sección es suficiente para el descole de las aguas de escorrentía superficial.

Tramo VI. El Cairo – Ayacucho. Se va a intervenir una longitud de 162,30 m de con pendientes suaves y moderadas, debido a que es un tramo con un punto elevado con pendientes decrecientes hacia ambos lados, se recomienda la construcción de que tres alcantarillas en los PR 0 + 001.0, PR 0 + 100 y PR 0+ 162.30, en tubería en concreto de diámetro interno de 0.90 m, cuya sección es suficiente para el descole de las aguas de escorrentía superficial.



CARLOS HUMBERTO HERRERA PEINADO
INGENIERO CIVIL
M.P. 54202094710 NTS

REVISÓ
ING. DANIS DAMIAN LAZARO ROBLES
M.P. 54202363759 NTS