

AÑO 2022

**ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA
LA REHABILITACIÓN DE LA VÍA EL DESEO
- LA INMACULADA - CRUCE BUENO,
UBICADA EN EL CANTÓN YAGUACHI DE
LA PROVINCIA DEL GUAYAS**

Informe Hidrológico-Hidráulico

Elaborado Por:
Ing. Carlos Aguilar León

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. ANTECEDENTES	4
1.2. OBJETIVOS	4
2. INFORMACIÓN RECOPIADA	4
2.1. INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA	4
2.2. INFORMACIÓN HIDROMETEREÓLOGICA.....	4
3. REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA DE LA ZONA	5
3.1. INVENTARIO DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS	5
3.2. MAPA DE UBICACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS	5
3.1. PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL PROMEDIO	5
3.1. PRECIPITACIÓN ESPACIAL	9
3.2. CURVAS DE INTENSIDADES MÁXIMAS DE PRECIPITACIÓN	10
3.3. TEMPERATURA.....	12
4. COBERTURA VEGETAL Y COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.....	14
5. ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL SECTOR	14
5.1. VERIFICACION DE LA CAPACIDAD DEL BORDILLO CUNETA.....	17
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	18
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
8. ANEXOS	21
8.1. INFORMACIÓN HIDROLÓGICA.....	21
8.2. SECCIÓN DE LOS DUCTOS	23
8.3. PERFILES LONGITUDINALES DE LOS DUCTOS	24

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1 Mapa de ubicación espacial de estaciones meteorológicas.....	6
FIGURA N° 2 Precipitación raster sobre la vía El Deseo-Inmaculada-Cruce Bueno.....	8
FIGURA N° 3 Precipitación suma anual (mm)	9
FIGURA N° 4 Mapa de isoyetas.....	10
FIGURA N° 5 Mapa de temperaturas medias mensuales tipo raster.....	12
FIGURA N° 6 Mapa de isotermas	13
FIGURA N° 7 Mapa de cobertura y uso del suelo.....	14
FIGURA N° 8 Dirección principal del drenaje superficial	15
FIGURA N° 9 Dirección flujos de aguas superficiales y ubicación de ductos	16

INDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1 Estaciones Meteorológicas.....	5
CUADRO N° 2 Disponibilidad de información meteorológica anual	7
CUADRO N° 3 Variación interanual de precipitaciones.....	7
CUADRO N° 4: Intensidades diarias por periodo de retorno	11
CUADRO N° 5 Intensidades máximas.....	11

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1 Precipitación media mensual	7
GRÁFICO N° 2 Precipitación media mensual	9
GRÁFICO N° 3 Intensidades máximas	11
GRÁFICO N° 4 Temperatura media mensual.....	13

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

El Gobierno Provincial del Guayas ha decidido contratar los estudios y diseños definitivos para la rehabilitación de la vía El Deseo – La inmaculada – Cruce Bueno, ubicada en el Cantón Yaguachi de la Provincia del Guayas.

Este tramo de vía, en una longitud de 5.04 Km, recorre por una zona agrícola y ganadera que se caracteriza por ubicarse en una región bastante plana en la que el terraplén de la vía ha creado una divisoria artificial de las aguas pluviales hacia los dos lados de sus taludes. No existen alcantarillas en su trayecto. Los problemas de inundaciones no son considerados por cuanto están fuera del alcance del este estudio.

Los trabajos se realizan luego de recabar información visual en la inspección de campo, del 6 de julio del 2022, respecto a la situación actual de la calzada y el terraplén del tramo vial en estudio, para lo cual se empleó un localizador GPS.

1.2. OBJETIVOS

Elaborar los estudios hidrológico-hidráulicos del área de influencia del tramo de vía en estudio que permitan caracterizar el régimen pluvial existente y proponer las recomendaciones para facilitar la evacuación de las aguas superficiales sobre la vía y controlar la evacuación de las aguas subterráneas a través del nuevo proyecto de vía.

2. INFORMACIÓN RECOPIADA

La información analizada para la elaboración del presente informe es la siguiente:

2.1. INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

- Faja topográfica de la vía existente.
- Levantamientos de comprobación de sitios de interés mediante GPS realizados en el recorrido de la zona de estudio.

2.2. INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA

- Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación. Actualización del estudio de lluvias intensas. INAMHI. 2019.
- Base de datos del sistema de información de INFOPLAN. 2012.
- Registros de estaciones de la Red Meteorológica: Anuarios meteorológicos. INAMHI.
- Información de precipitaciones y temperaturas raster de SENPLADES. 2013.

3. REVISIÓN DE LA INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA DE LA ZONA

3.1. INVENTARIO DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Las estaciones meteorológicas ubicadas en los alrededores al proyecto vial son la base para el estudio climatológico en este caso las estaciones a considerar son Guayaquil y Milagro (Véase ANEXOS) cuyos datos especialmente de precipitación permiten establecer la información del comportamiento anual de la zona de un determinado régimen de precipitaciones; tanto las coordenadas y su respectiva altitud se describen en el CUADRO N° 1, su ubicación espacial se observa en la FIGURA N° 1.

CÓDIGO	NOMBRE	COORDENADA X	COORDENADA Y	ALTITUD
MA2V	GUAYAQUIL	623930	9756418	6
M037	MILAGRO	655544	9765728	13

CUADRO N° 1 Estaciones Meteorológicas

3.2. MAPA DE UBICACIÓN DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Las estaciones próximas a la zona de estudio que contempla el proyecto vial se identifican a las dos estaciones las mismas que se encuentran en las poblaciones principales tanto de la ciudad de Guayaquil como en la población de Milagro, ésta última se encuentra más próxima la vía El Deseo-La Inmaculada-Cruce Bueno; a una distancia aproximada de 9.6 km; los datos obtenidos de las estaciones ubicadas permiten establecer la información de precipitaciones mensuales en el periodo disponible de datos en la variable mencionada.

3.1. PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL PROMEDIO

La información recopilada de las estaciones meteorológicas se relaciona con la precipitación media mensual proveniente de los anuarios meteorológicos del INAMHI; el rango del periodo de la información disponible corresponde entre los años 1990 hasta 2012. Las estaciones analizadas disponen de registros completos de datos de precipitaciones medias mensuales. Véase el CUADRO N° 2.

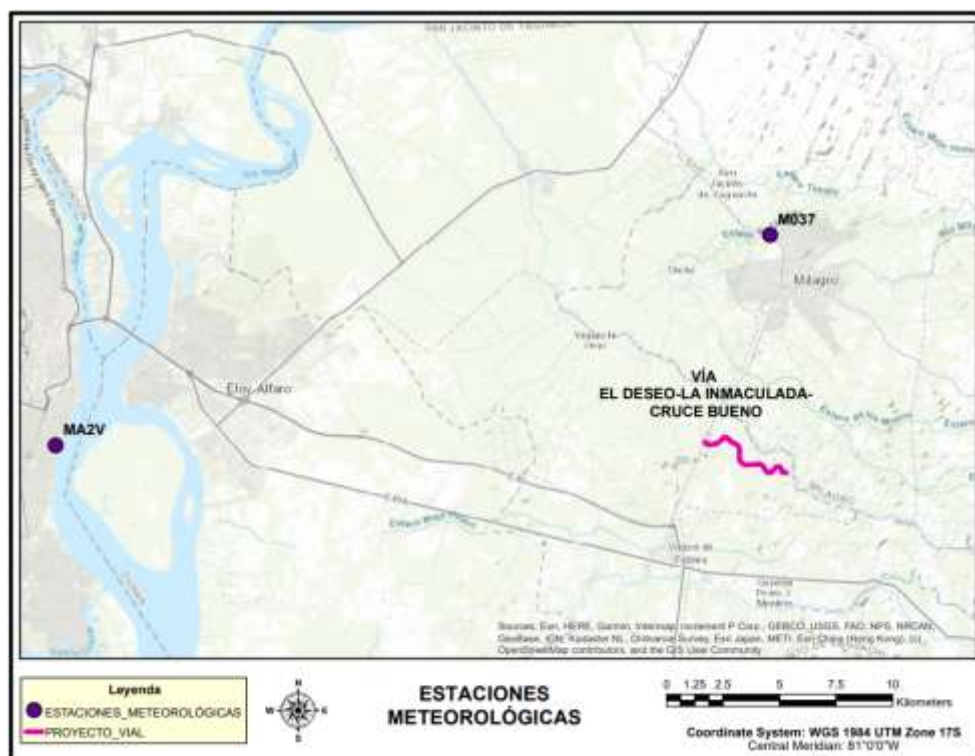


FIGURA N° 1 Mapa de ubicación espacial de estaciones meteorológicas

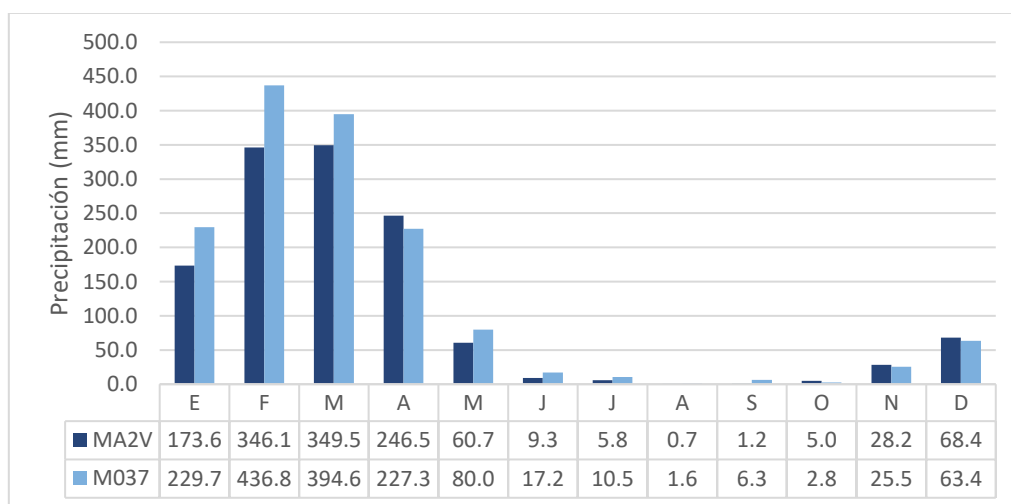
	ESTACIONES METEOROLÓGICAS	
AÑO	MA2V	M037
1990		X
1991		X
1992	X	X
1993	X	X
1994	X	X
1995	X	X
1996	X	X
1997	X	X
1998	X	X
1999	X	X
2000	X	X
2001	X	X
2002	X	X
2003	X	X
2004	X	X
2005	X	X
2006	X	X
2007	X	X

	ESTACIONES METEOROLÓGICAS	
AÑO	MA2V	M037
2008	X	X
2009	X	X
2010	X	X
2011	X	X
2012	X	X

CUADRO N° 2 Disponibilidad de información meteorológica anual

De la serie de datos analizada se establece que las precipitaciones tienen un comportamiento unimodal, los valores máximos de precipitaciones observadas corresponden a los meses febrero y marzo con 436.8 mm y 349.5 mm respectivamente para las estaciones de Milagro y Guayaquil. Las precipitaciones mínimas cuyos valores cercanos 0 mm de precipitación ocurre en el mes de agosto se distingue para las dos estaciones meteorológicas, el comportamiento de precipitaciones se muestra en el Cuadro No 3 y GRÁFICO N° 1.

Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
MA2V	173.6	346.1	349.5	246.5	60.7	9.3	5.8	0.7	1.2	5.0	28.2	68.4
M037	229.7	436.8	394.6	227.3	80.0	17.2	10.5	1.6	6.3	2.8	25.5	63.4

CUADRO N° 3 Variación interanual de precipitaciones**GRÁFICO N° 1 Precipitación media mensual**

Otra fuente de datos corresponde a las precipitaciones de tipo raster proporcionadas por la Senplades, estos datos recopilados permiten la obtención del dato de precipitación media mensual para un determinado sitio geográfico; véase FIGURA N° 2. Para la obtención de una precipitación representativa del espacio analizado se utiliza el centro

de gravedad del área considerada; y, en cada uno de los meses del año se obtienen los respectivos valores de precipitaciones; la información tipo raster se muestra en el GRÁFICO N° 2; con los valores obtenidos se observa la variación interanual de precipitaciones, determinándose un comportamiento unimodal, cuya máxima precipitación se determina en el mes de febrero con el valor de 344.4 mm, la mínima precipitación se observa en el mes de agosto con 2.2 mm.

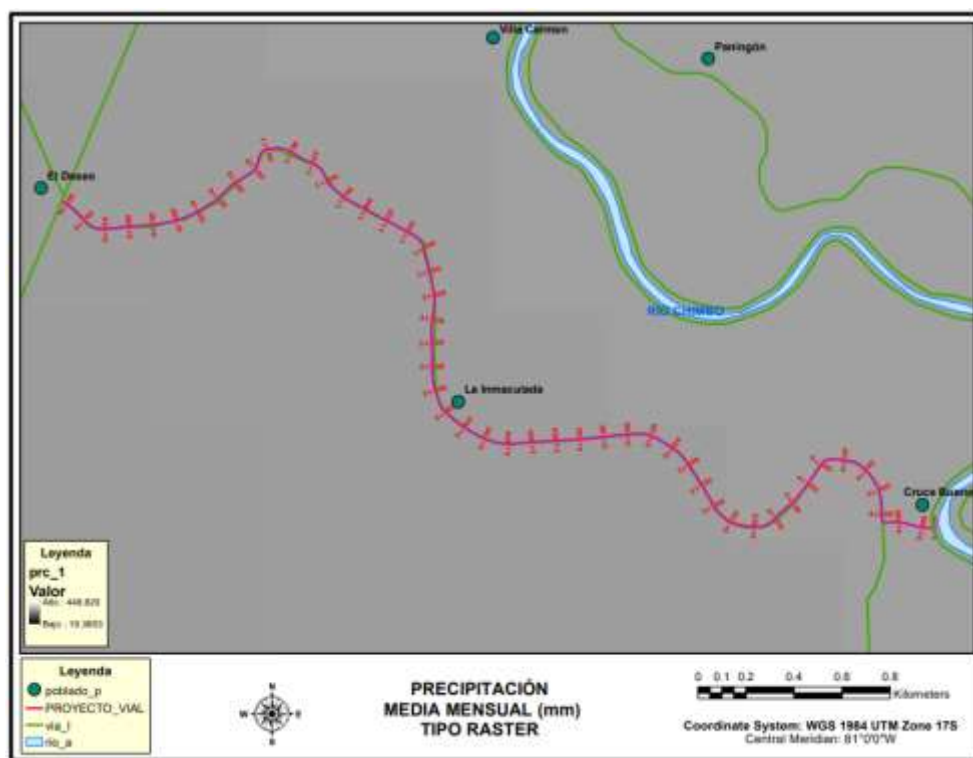


FIGURA N° 2 Precipitación raster sobre la vía El Deseo-Inmaculada-Cruce Bueno

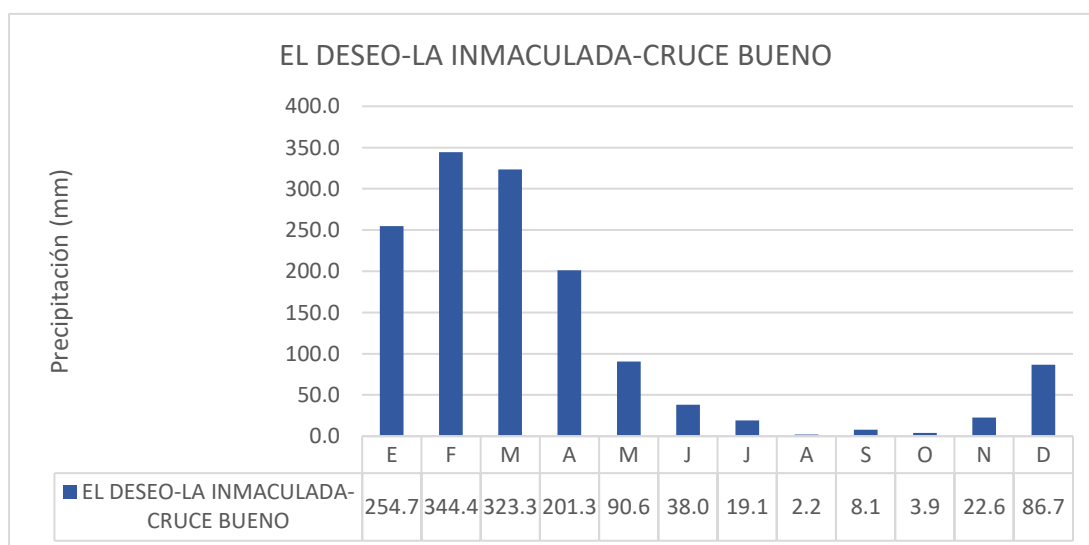


GRÁFICO N° 2 Precipitación media mensual

La suma de precipitaciones anuales se desarrolla con la serie de datos de precipitaciones mensuales de cada año disponible de series anuales completas, las mismas en caso de datos faltantes se realiza el correspondiente relleno de datos. La primera característica a notar de las estaciones analizadas es la tendencia decreciente que siguen las precipitaciones anuales en el caso de las estaciones M037 y MA2V; es decir que han ido en disminución la cantidad anual de precipitaciones en el periodo analizado desde 1990 hasta el 2012; en esta disponibilidad de información se nota que para los años 1997 y 1998 alcanzan los mayores valores de suma anual de precipitaciones; valores que se encuentran entre los 3500 a 4000 mm, exceptuando los años mencionados; las sumas de precipitaciones varían aproximadamente desde 500 hasta los 2000 mm; los años de menores precipitaciones corresponden a los años de 1995 y 2005; lo anteriormente señalado se observa en la FIGURA N° 3.

3.1. PRECIPITACIÓN ESPACIAL

La precipitación espacial en el área de drenaje de la vía se basa en la información proporcionada por el INFLOPLAN la misma que es desarrollada a nivel nacional. Concerniente al sector de interés se determina que la suma de precipitación anual alcanza los valores desde los 1000 mm hasta los 1250 mm. La variación se observa en la FIGURA N° 4.

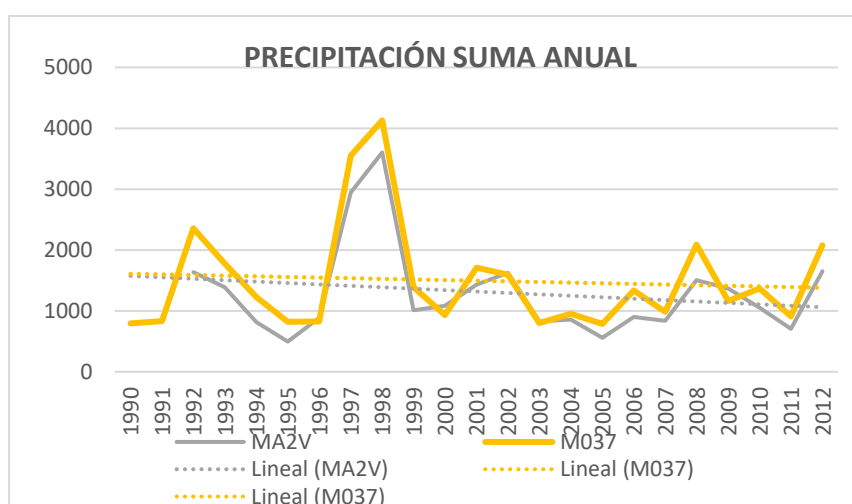


FIGURA N° 3 Precipitación suma anual (mm)

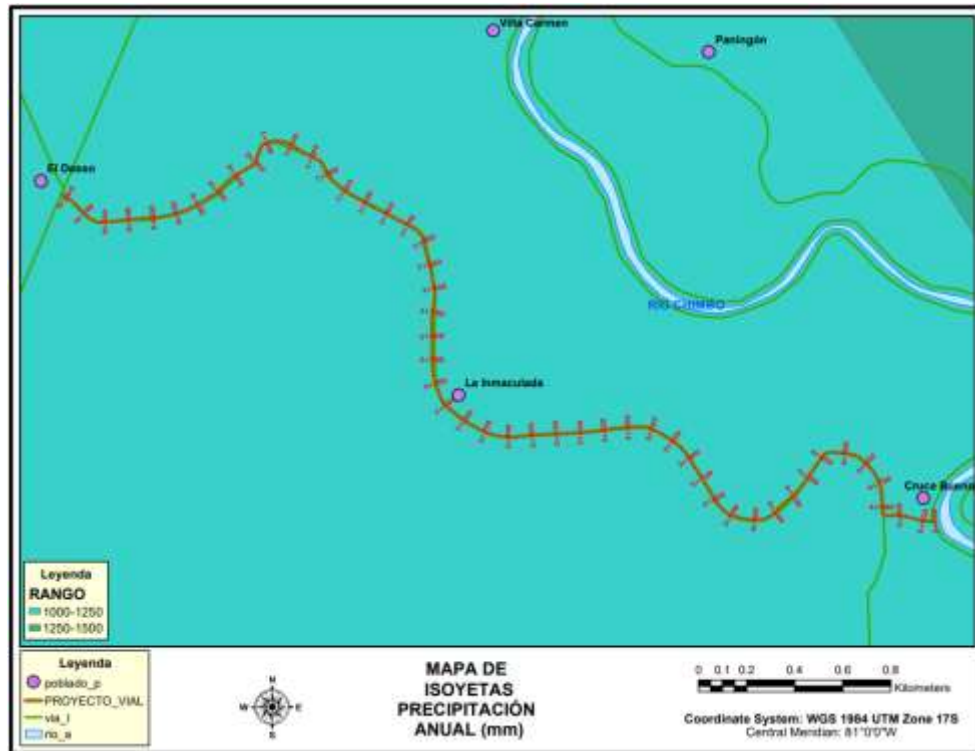


FIGURA N° 4 Mapa de isoyetas

3.2. CURVAS DE INTENSIDADES MÁXIMAS DE PRECIPITACIÓN

Actualización de los valores de precipitación de lluvias intensas que desarrollo el INAMHI a nivel nacional en el año 2019, produjo modificaciones sustanciales en los valores de intensidades de precipitación máximas para diferentes periodos de retorno. El área de estudio se ubica en la zona hídrica No. 19, cuyas ecuaciones son:

De 5 minutos a 53.83 minutos:

$$I = 41.881 t^{-0.263} Id$$

De 58.83 minutos a 1440 minutos:

$$I = 356.12 t^{-0.8} Id$$

Donde:

I = Intensidad de la precipitación, en mm/h
 Id = intensidad diaria para un período de retorno
 t = tiempo de duración de la lluvia en minutos

De acuerdo con la metodología del INAMHI la intensidad diaria para un periodo de retorno y un intervalo de duración de la lluvia de 24 horas para la zona 19, propone la ecuación:

$$Id = 1777.308 * Tr^{0.2045} t^{-0.8442}$$

Los valores de I_d para la zona 19 se estiman de las ecuaciones presentadas por el INAMHI (2019) y se presentan en el CUADRO N° 4.

ZONA 19	
Tr	$I_{d_{Tr}}$
(años)	(mm/h)
5	5.3
10	6.1
25	7.4
50	8.5
100	9.8

CUADRO N° 4: Intensidades diarias por periodo de retorno

INTENSIDADES DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS (mm/h) – ZONA 19					
t	Periodo de retorno				
[min]	5	10	25	50	100
5	146.1	168.3	203.0	233.9	269.6
10	121.7	140.3	169.2	195.0	224.6
15	109.4	126.1	152.1	175.2	201.9
30	91.2	105.1	126.7	146.0	168.3
60	76.0	87.6	105.6	121.7	140.2
120	41.2	47.4	57.2	65.9	76.0
1440	5.6	6.5	7.8	9.0	10.4

CUADRO N° 5 Intensidades máximas

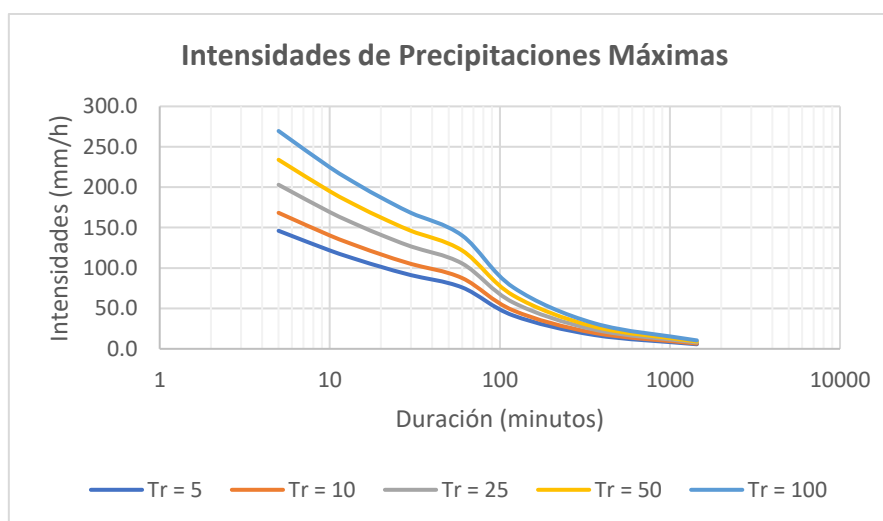


GRÁFICO N° 3 Intensidades máximas

3.3. TEMPERATURA

La temperatura media mensual es descrita en base a la información de temperatura raster desarrollada por la SENPLADES a nivel nacional. Véase FIGURA N° 5. Con este tipo de información se determina la serie de temperaturas para la zona de estudio que interviene sobre la vía, mediante el valor de temperatura en su centro de gravedad. La variación de temperaturas medias mensuales durante el año se observa en el GRÁFICO N° 4. En éste se determina que la mayor temperatura corresponde a los meses de marzo y abril con 26.7 °C. El valor mínimo observado es 23.9 °C para el mes de julio.

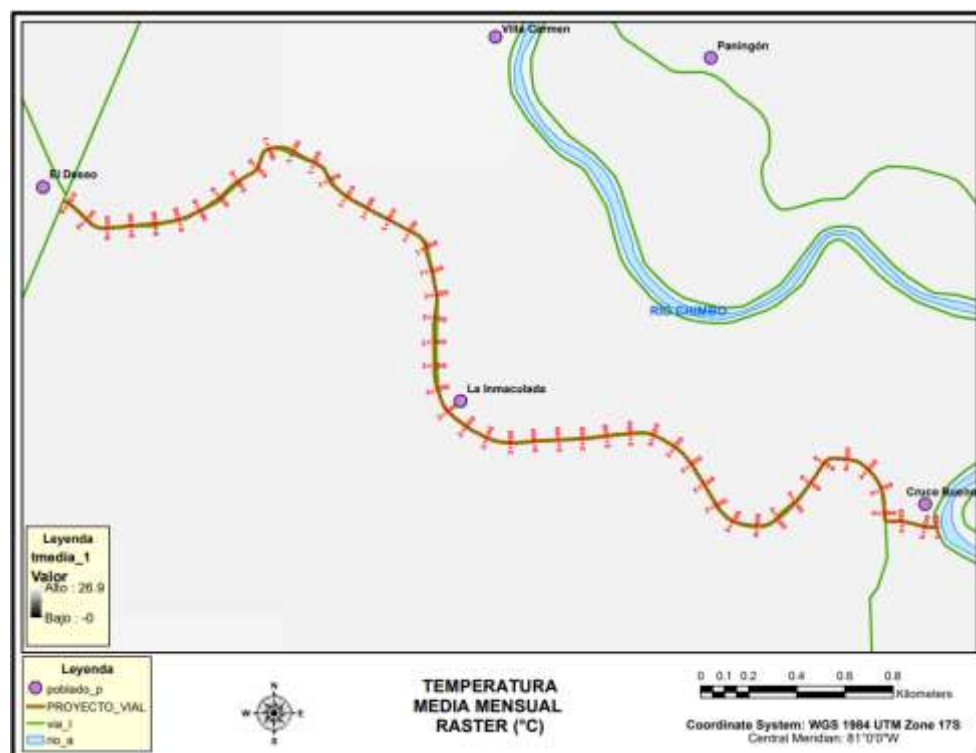


FIGURA N° 5 Mapa de temperaturas medias mensuales tipo raster

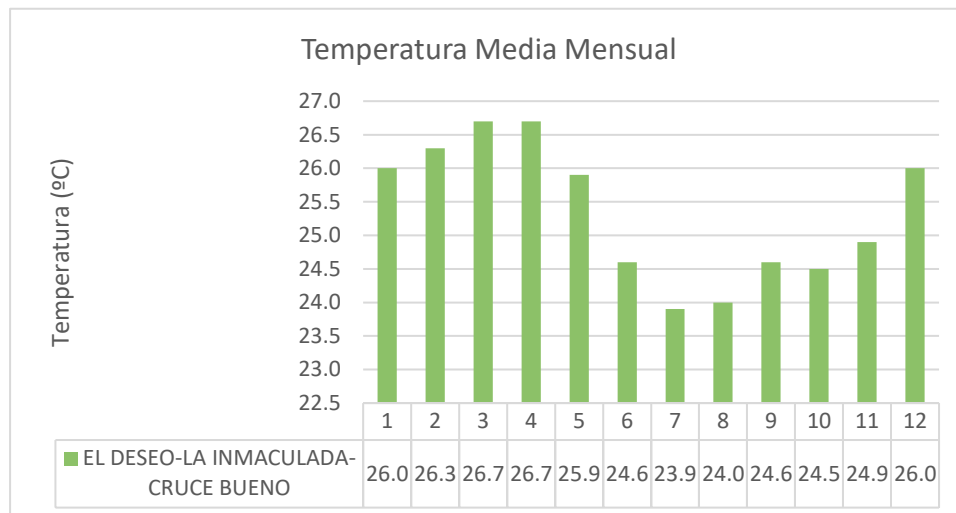


GRÁFICO N° 4 Temperatura media mensual

De acuerdo con la temperatura espacial; el área de estudio se encuentra en un intervalo de temperaturas medias anuales que van desde los 24°C a 26°C; esta variación espacial se indica en el mapa temático de Isotermas (FIGURA N° 6) realizado con la información proporcionada por INFOPLAN.

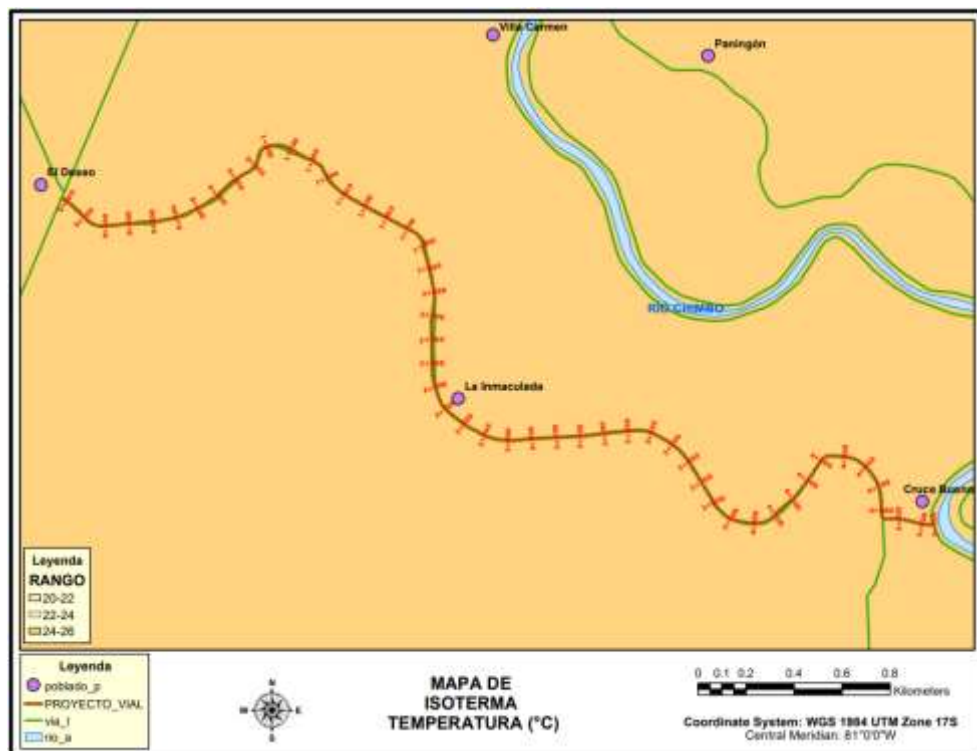


FIGURA N° 6 Mapa de isotermas

4. COBERTURA VEGETAL Y COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

La información sobre la cobertura y uso del suelo proporcionada por el INFOPLAN establece que los principales tipos de suelos que conforman los alrededores del proyecto vial son el 100% de arboricultura tropical, y unas áreas aisladas del 100% de Banano; estas características permiten establecer los correspondiente valores de coeficientes de escorrentía C y CN los mismos que de acuerdo a la zona de interés se establece el tipo de uso del suelo, obtenida de la información en formato Shape y procesada mediante ARGIS, conforme se presenta en la FIGURA N° 7.

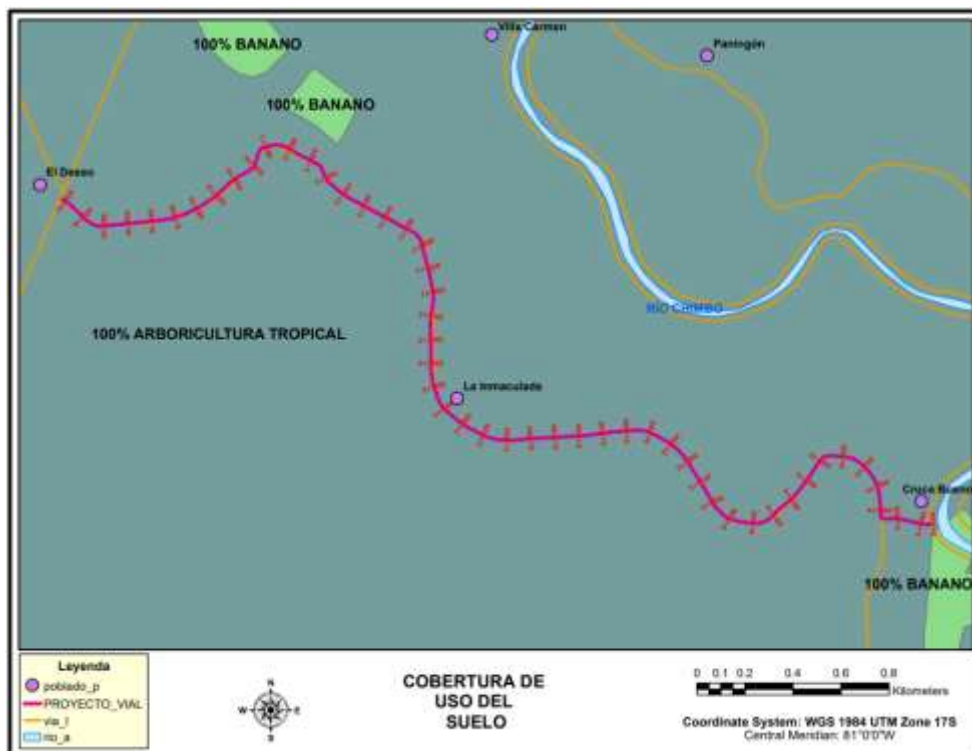


FIGURA N° 7 Mapa de cobertura y uso del suelo

5. ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL SECTOR

Las obras hidráulicas que se diseñan en una vía buscan facilitar la evacuación de las aguas superficiales sobre y a través de la vía (cunetas, alcantarillas), controlar la evacuación de las aguas subterráneas a través del terraplén (subdrenes) y rehabilitar los cruces de conducciones de los servicios públicos relacionados con el agua que interferirían con las nuevas obras viales propuestas. Cada obra debe tener una justificación técnica basada en la capacidad hidráulica para la captación y tránsito del agua que requiere su operatividad.

El trazado del tramo de la vía El Deseo – La Inmaculada – Cruce Bueno se encuentra en una zona plana, de baja densidad poblacional, cuyos predios ubican las casas junto al terraplén de la vía.

La vía recorre de manera casi paralela al río Chimbo, sobre una llanura que dirige las aguas de manera natural en el mismo sentido de recorrido del cauce, esto es en dirección Este a Oeste, con una pendiente aproximada del 0.05%. La presencia del terraplén de la vía a creado un muro marginal cuyo direccionamiento, en general, no cruza el escurrimiento natural de las aguas lluvias en este sector; por esta razón, no es necesario un drenaje transversal, esto explica la no presencia actual de alcantarillas en el tramo de la vía desde El Deseo hasta Cruce Bueno. Por otra parte, la vía ha creado una divisoria artificial de las aguas pluviales hacia los dos lados de sus taludes, con lo que se ha modificado radicalmente la orografía del sector y consecuentemente el escurrimiento de las aguas lluvias; estos cambios son comunes en las zonas que se convierten en áreas urbanas, por lo que el control del escurrimiento se lo realiza por medio de redes de colectores. Véase la FIGURA N° 8 en la que se puede evidenciar el recorrido principal del drenaje en todo el sector.

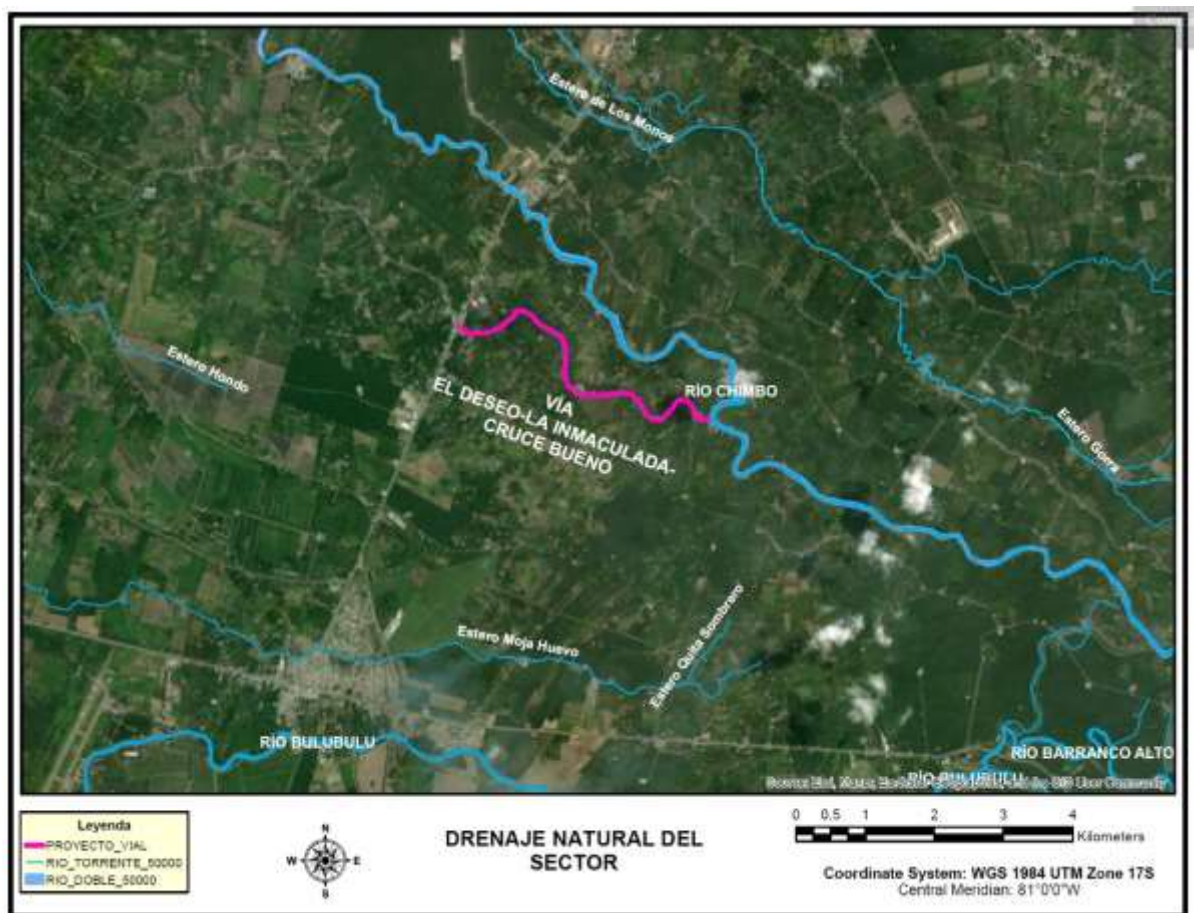


FIGURA N° 8 Dirección principal del drenaje superficial

La presencia de inundaciones en el sector obedece a un proceso macro, relacionado con la falta de capacidad de evacuación de las crecidas de los ríos importantes de la zona,

como es el río Chimbo y otros, cuyas causas y efectos están fuera del alcance del presente estudio. Efectivamente, las últimas inundaciones en este sector se debieron al desborde del río Chimbo como consecuencia de la presencia del fenómeno de El Niño.

Las obras de drenaje de una vía, que cruza por una zona poblada, son progresivamente reemplazadas con las redes de alcantarillado pluvial debido a la interferencia de predios y calles. Mientras no se consolidan estas nuevas obras de drenaje, las aguas de precipitaciones extremas son escurridas hacia puntos bajos y evacuadas en función de la disponibilidad de depresiones en terrenos naturales poco intervenidos creando sitios de concentración y cauce artificiales.

En la zona de influencia de la vía El Deseo – La inmaculada – Cruce Bueno, para ubicar e identificar la trayectoria más probable de estos potenciales cauces artificiales, se ha empleado el procedimiento de “trayecto de la gota de agua”. En la FIGURA No. 9 se presentan los resultados y se puede observar la presencia de 4 sistemas de cauces principales: el primero que se dirige en sentido sur-oeste y que podría cruzar la vía en dos abscisas 0+660 y 1+240; el segundo que van en dirección nor-este, es decir se dirige hacia el río Chimbo, que podrían cruzar la vía en las abscisas 2+640 y 2+740; el tercero que igualmente va en dirección nor-este y se dirige hacia el río Chimbo, que podría cruzar la vía en la abscisa 4+040; y, el cuarto que va en dirección nor-oeste y se dirige hacia el río Chimbo, que podría cruzar la vía en la abscisa 4+420.

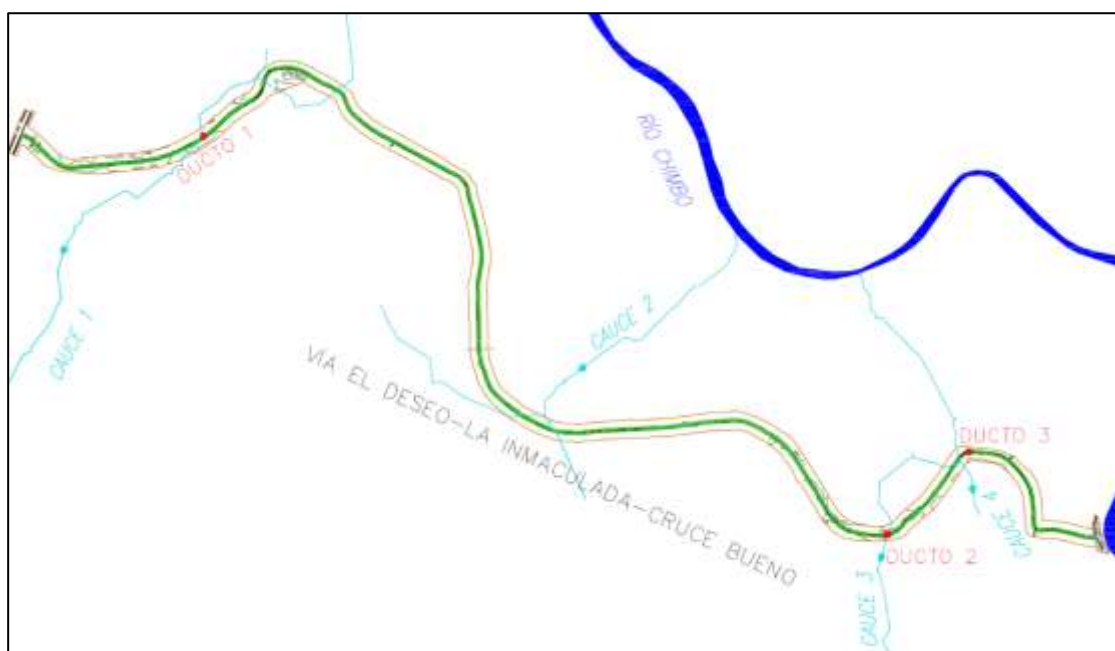


FIGURA N° 9 Dirección flujos de aguas superficiales y ubicación de ductos

De manera estratégica se ha definido colocar, en la cercanía de estos potenciales cruces, ductos tipo cajón que permitan eventualmente facilitar el tránsito de aguas en caso de precipitaciones extremas. Estas estructuras de ninguna manera solucionarán el problema de inundaciones regionales que se provoquen, por ejemplo, por el desborde del río Chimbo.

La sección de estos ductos se ha seleccionado considerando una dimensión mínima de mantenimiento ($H=1.0\text{ m} \times B=1.0\text{m}$, interiores); con una pendiente longitudinal del 1%, en el sentido del cauce potencial definido; implantadas prácticamente en la rasante del terreno existente; cuyo direccionamiento en planta se acople a las mejores condiciones topográficas y a la presencia o no de infraestructura existente.

Una vez identificados los potenciales sitios de colocación de los ductos con la metodología antes indicada, se realizó un recorrido de campo para verificar la viabilidad de su construcción y se estableció que en el sector de las abscisas 2+640 y 2+740, no es posible colocar un ducto por cuanto el sector se encuentra con la presencia de casas y predios que impiden su ubicación. Por lo expuesto se han seleccionado 3 de los 4 sitios para la implantación de estos ductos, que corresponden a las abscisas 0+600, 4+036 y 4+456. Véase FIGURA No. 9.

La operación de estos ductos consiste en permitir el cruce de aguas en épocas de inundación de una margen a otra (vasos comunicantes); este proceso implica el movimiento del agua a través de estos ductos a pequeñas velocidades (menores a 0.5 m/s), creándose el fenómeno de sedimentación de material fino, por lo que se recomienda organizar labores permanentes de limpieza y mantenimiento.

En el ANEXO 1, se presenta la sección de los ductos que son parte de los diseños estructurales; y, en el ANEXO 2, los perfiles longitudinales de cada uno de los ductos, que son parte del diseño viales del proyecto.

5.1. VERIFICACION DE LA CAPACIDAD DEL BORDILLO CUNETA

Los bordillos cuneta se han ubicado en los primeros 260m de la vía y entre las abscisas 2+695 a la 2+930; el agua a ser captada y conducida corresponde a la mitad de la calzada y será descargada en las bocacalles.

La sección hidráulica del bordillo cuneta corresponde a un triángulo con taludes diferentes a cada lado; la forma definida es la siguiente:

- Talud izquierdo $H/V=3.95/0.079=50.0$
- Talud derecho $H/V=1/10=0.1$
- Altura máxima=0.15 m

En los planos viales de diseño se presenta la sección transversal típica de la vía y el bordillo cuneta

Para la definición de la capacidad máxima de la sección de la cuneta seleccionada se emplea el principio del flujo en canales abiertos, usando la ecuación de Manning. Para esto se ha utilizado el programa FLOWMASTER, del cual se ha establecido la curva de caudales máximos en función de la pendiente de la calzada, véase Gráfico No. 5.

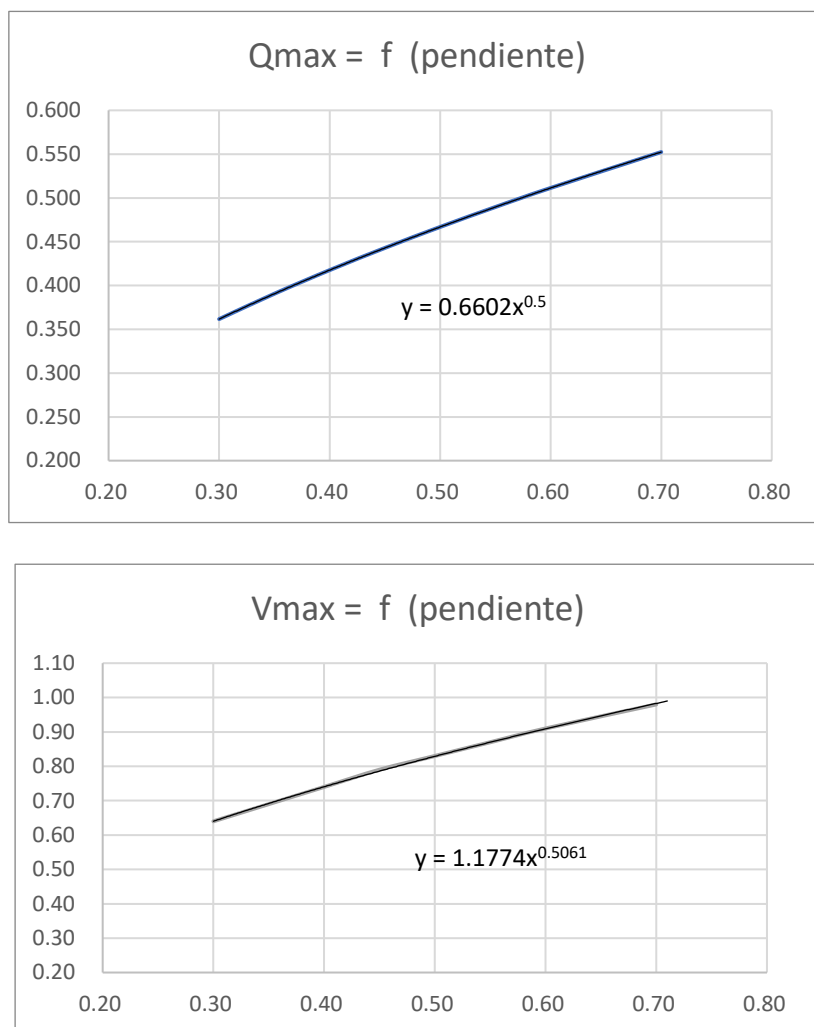


GRÁFICO N° 5 Caudal y velocidad del bordillo-cuneta

La pendiente de la vía en el tramo que se ubican los bordillos cunetas esta entre 0.42% y 0.71%, lo que daría una capacidad máxima entre 428 y 556 l/s. Estos caudales son suficientes para conducir únicamente las aguas de escorrentía pluvial de medio ancho de la vía.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El comportamiento de las precipitaciones en el área de estudio es unimodal, cuyos valores máximos de precipitaciones observadas corresponden a los meses febrero y marzo con 436.8 mm y 349.5 mm para las estaciones de Milagro y Guayaquil, respectivamente, que son las más representativas. Las precipitaciones mínimas cuyos valores cercanos 0 mm de precipitación ocurre en el mes de agosto.

- Para el periodo disponible de información (1990 – 2012) se establece que para los años 1997 y 1998 se alcanzan los mayores valores de suma anual de precipitaciones, valores que se encuentran entre los 3500 a 4000 mm.
- Se ha determinado que la mayor temperatura corresponde a los meses de marzo y abril con 26.7 °C; y, el valor mínimo observado es 23.9 °C para el mes de julio.
- El tramo de vía recorre por una zona agrícola y ganadera, en una longitud de 5.04 Km. El terraplén existente recorre de manera casi paralela al río Chimbo, sobre una llanura que dirige las aguas de manera natural en el mismo sentido de recorrido del cauce, esto es en dirección Este a Oeste, con una pendiente aproximada del 0.05%. Esta disposición no interfiere mayormente en la escorrentía del sector que pueda afectar a la vía, por haberse transformado de manera artificial el terraplén en una divisoria de las aguas de drenaje del sector. Lo expuesto justifica por qué el tramo existente de la vía El Deseo – La inmaculada – Cruce Bueno no cuenta con obras de drenaje transversal. Por lo tanto, no es conveniente colocar alcantarillas convencionales bajo el terraplén de la vía. Por otra parte, la vía ha creado una divisoria artificial de las aguas pluviales hacia los dos lados de sus taludes, con lo que se ha modificado radicalmente la orografía del sector y consecuentemente el escurrimiento de las aguas lluvias; estos cambios son comunes en las zonas que se convierten en áreas urbanas, por lo que el control del escurrimiento se lo realiza por medio de redes de colectores.
- Con el fin de facilitar la evacuación de las aguas en épocas de crecidas extremas se ha recomendado la colocación de ductos que permitan el cruce de aguas en épocas de inundación de una margen a otra (vasos comunicantes). Para ubicar e identificar la trayectoria más probable de estos cruces, se ha empleado el procedimiento de “trayecto de la gota de agua”; identificándose 4 sistemas de cauces potenciales. Una vez identificados los potenciales sitios de colocación de los ductos con esta metodología, se realizó un recorrido de campo para verificar la viabilidad de su construcción y se estableció que en el sector de las abscisas 2+640 y 2+740, no es posible colocar un ducto por cuanto el sector se encuentra con la presencia de casas y predios que impiden su ubicación. Por lo expuesto se han seleccionado 3 de los 4 sitios para la implantación de estos ductos, que corresponden a las abscisas 0+600, 4+036 y 4+456. Es importante señalar que en la operación de estos ductos el movimiento del agua a través de ellos es con pequeñas velocidades (menores a 0.5 m/s), creándose el fenómeno de sedimentación de material fino, por lo que se recomienda organizar labores permanentes de limpieza y mantenimiento.
- En relación a las cunetas laterales, el estudio vial ha definido dos tramos: el primero, a partir de la abscisa 0+000 hasta la 0+260, en el que se ha previsto la construcción de “bordillo-cuneta”, que captará las aguas superficiales desde el centro de la vía y los conducirá hasta cada boca calle; el segundo tramo, en la trayectoria restante de la vía, en el que se ha previsto un espaldón con una gradiente del 4%, pendiente suficiente para evacuar las aguas precipitadas sobre el terraplén hacia los taludes de las dos márgenes.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chow, Ven Te, “Hidrología Aplicada”, 1994.
- Downing La Riva, “Desarrollo de una metodología para evaluar riesgos, orientada al mantenimiento de estructuras hidráulicas viales y estudio de alternativas para la toma de decisiones”. 1990.
- INAMHI, Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación. Actualización del estudio de lluvias intensas. 2015.
- Maza, Álvarez. “Introduction to river Engineering”. 1987.
- Molina, Felipe. “Estrategias para Mitigar el Impacto sobre Zonas Vulnerables a Inundaciones, causadas por el Calentamiento Global en la ciudad de Guayaquil”. 2010
- U.S. Department of Transportation. “Hydraulics of Bridges Waterways”. 1973.

Elaborado:	Revisado:	Aprobado:
Ing. Carlos Aguilar León  Firmado electrónicamente por: CARLOS ALBERTO AGUILAR LEON Técnico en Hidráulica e Hidrología	Ing. Melanie Álvarez  Firmado electrónicamente por: MELANIE ESTEFANIA ALVAREZ ALVARADO Supervisora del Contrato	Ing. Jorge Carrillo Tutivén  Firmado electrónicamente por: JORGE RAUL CARRILLO TUTIVEN Administrador de Contrato

8. ANEXOS**8.1. INFORMACIÓN HIDROLÓGICA**

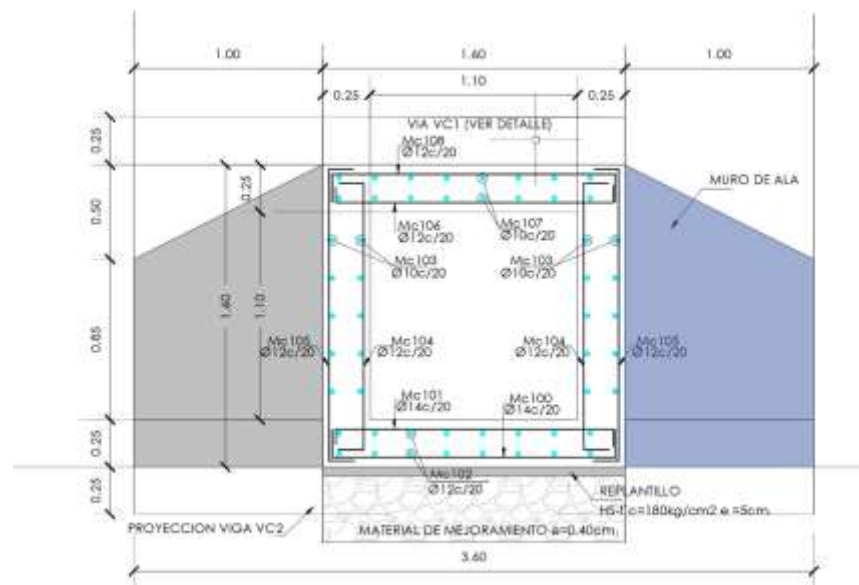
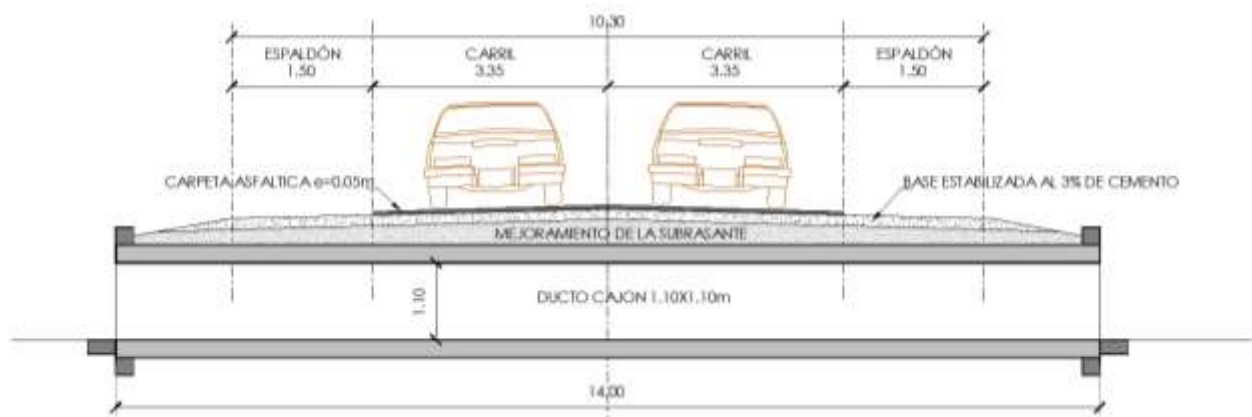
MILAGRO (INGENIO VALDEZ) – M037
PRECIPITACIÓN (mm) - SUMA MENSUAL

M037	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	SUMA ANUAL
1990	56.3	302.7	177.6	110.8	28.4	43.8	0.2	0.1	0.4	4.5	0.5	67.9	793.2
1991	60.5	448.4	222.4	10.8	25.7	1.4	1.4	0.4	0.9	0.6	1.7	58.8	833.0
1992	127.3	628.7	687.5	506.4	382.4	11.8	5.9	0.3	0.1	0.7	3.7	4.2	2359.0
1993	237.6	668.5	389.5	275.2	59	0.5	1.1	0	0	2	0.4	147	1780.8
1994	255	318.1	264.2	198.9	43.9	0.2	0	0	0.2	0.6	4.4	139	1224.5
1995	308.1	203.2	159.7	108	15.6	0	3.9	0.1	0.6	0.2	2.1	17.6	819.1
1996	79.5	355.7	338.6	42	0.8	0.1	0.5	0	0.1	0	1	8.6	826.9
1997	208.6	487.2	680	381.5	99.5	200.5	156.3	31.7	127.1	30.5	551.2	595.50	3549.6
1998	712.7	846	966.4	957.3	517.8	91.4	33.8	0	0.5	0.4	0.9	3.2	4130.4
1999	113.5	519.8	394.6	207.5	60.3	2.1	0	0	2.9	3.5	3.8	82	1390.0
2000	110.1	221.4	284.9	164.1	134.1	5.9	0	0	3.5	2	0.1	4	930.1
2001	376	386.6	748.4	179.5	16.7	0	0.5	0	0	0.1	0	0.7	1708.5
2002	57.1	590.2	594	278.8	6.5	5.8	0	0	0	5.3	0	55.9	1593.6
2003	115.2	337	173.1	90.7	51.9	0.8	0.4	0	0	1.3	0	28.2	798.6
2004	101.7	275.4	332.7	145.6	66	2.3	1	0	5.9	1.5	0.4	20.6	953.1
2005	131	201.5	263.8	120	25	0	0	0.1	0	0	1.1	44	786.5
2006	316.9	573.8	339	20	56	2.1	0	1.4	0	0.1	2.7	23.2	1335.2
2007	211.1	97.5	481.6	162	15.9	3	1.2	0	0	2.9	5.1	3	983.3
2008	468	669.8	619.2	272.9	48.4	1	0.2	0.6	2.9	2.5	0.4	0.1	2086.0
2009	456.9	380.8	187.6	49.1	66.1	2.4	0.3	0.2	0	0.1	0	18	1161.5
2010	163.5	464.9	238.4	330.5	34.8	1.3	3.3	0.7	0	0.2	7.1	124.8	1369.5
2011	158.1	263.2	39.2	393.8	0.6	18.3	31.5	0.1	0	0	0.5	6.8	912.1
2012	457.5	806.2	494.1	223.1	85	0.4	0	0	0	4.9	0.4	6.1	2077.7
Media	229.7	436.8	394.6	227.3	80.02	17.22	10.5	1.552	6.309	2.778	25.54	63.44	1495.8
Desv. Est.	169	200.4	229.4	203.6	122.9	44.84	33.09	6.58	26.38	6.272	114.6	124.5	

GUAYAQUIL U. ESTATAL (RADIO SONDA) – MA2V
PRECIPITACIÓN (mm) - SUMA MENSUAL

MA2 V	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	SUMA ANUA L
1992	173. 6	286. 9	429. 1	535. 8	158	37.8	4.8	0.6	0	0	0	7.8	1634.4
1993	158. 3	525. 1	155. 5	332. 1	133. 1	0.3	0	0.1	0	0	0	86.2	1390.7
1994	183. 3	137. 8	189	119. 5	17.3	3.6	0	0	0.2	0	0.6	164	815.3
1995	121. 7	198. 8	129. 1	24.7	12.8	1.5	3.1	0	0.1	0.5	1.4	2.3	496.0
1996	160. 1	411. 4	223. 2	66.4	1.2	0	0.6	0.5	0.5	0	0.5	17.8	882.2
1997	109. 3	298. 7	560. 5	262. 8	201. 1	26.5	80.6	10.5	14.6	89.6	520. 7	772	2946.9
1998	419. 8	783. 3	932. 5	1138	228. 8	88.9	11.3	0	0.3	0.3	0.1	0.4	3603.4
1999	59.3	356. 5	319	179. 7	19.7	2	0	0	2.7	0.4	0.7	72.3	1012.3
2000	69.3	228. 8	355. 1	226	196. 1	5.3	0	0	1	0	0	2.1	1083.7
2001	192. 4	424. 9	563. 9	207. 5	8.1	0	0.5	0	0	5.00 5	28.2 1	0.5	1431.0
2002	73.5	531. 3	482. 9	458. 9	60.7 2	0	0	0	0	2.3	2.3	12.2	1624.1
2003	72.5	436. 8	115. 2	123. 5	60.7 2	1	0.3	0.68 4	0	0	0	18.2	828.9
2004	104. 7	250. 3	349. 5	129. 1	15.8	0	0.2	0.68 4	2.5	0	0	4.8	857.6
2005	16.3	54.4	280. 3	187. 3	0.4	0	0	0	0	0	0.4	22.1	561.2
2006	170. 3	453. 9	200. 5	6.8	21.5	1.5	0	0.2	0.3	1	2.3	42.7	901.0
2007	171. 9	61.5	485. 1	102. 1	11.1	2.4	0	0.1	0	1.7	0.6	3.5	840.0
2008	443. 7	381. 8	521. 7	143. 2	7	1.1	0.7	0.8	3.7	1.7	0	1.1	1506.5
2009	342. 8	365. 1	429. 2	125. 3	36.7	2.1	0.6	0	0	0	0	68.3 5	1370.2
2010	171. 8	364. 4	160. 2	192. 1	17.3	11.9	3.1	0.2	0	0		106. 1	1027.1
2011	151	110. 8	37	360. 1	2.5	3.5	15.5	0	0	0.1	0.9	24.1	705.5
2012	279. 8	606. 6	420. 7	256. 8	65.1	6	0	0	0.2	2.5	5.5	6.8	1650.0
Medi a	173. 6	346. 1	349. 5	246. 5	60.7 2	9.30 5	5.77 6	0.68 4	1.24 3	5.00 5	28.2 1	68.3 5	1295.1
Desv. Est.	119. 6	179. 8	204. 3	262. 4	78.8 7	22.2 5	18.9	2.44 2	3.46 9	20.9 8	122. 4	179. 8	

8.2. SECCIÓN DE LOS DUCTOS



8.3. PERFILES LONGITUDINALES DE LOS DUCTOS

