



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ESTUDIO Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVA PARA DRENAR AGUAS
LLUVIAS DEL DISTRIBUIDOR DE TRAFICO DE LA "Y DE PASAJE", VÍA
MACHALA-PASAJE

ROLDÁN MONGE JOFFRE ESTUARDO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2018



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ESTUDIO Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVA PARA DRENAR
AGUAS LLUVIAS DEL DISTRIBUIDOR DE TRAFICO DE LA "Y DE
PASAJE", VÍA MACHALA-PASAJE

ROLDÁN MONGE JOFFRE ESTUARDO
INGENIERO CIVIL

MACHALA
2018



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

EXAMEN COMPLEXIVO

ESTUDIO Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVA PARA DRENAR AGUAS LLUVIAS DEL
DISTRIBUIDOR DE TRAFICO DE LA "Y DE PASAJE", VÍA MACHALA-PASAJE

ROLDÁN MONGE JOFFRE ESTUARDO
INGENIERO CIVIL

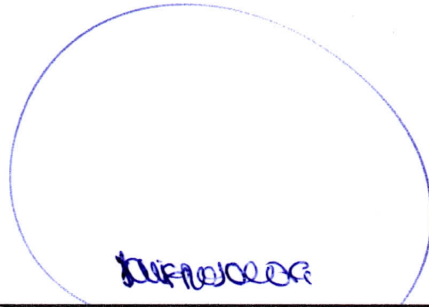
OYOLA ESTRADA ERWIN JAVIER

MACHALA, 10 DE JULIO DE 2018

MACHALA
10 de julio de 2018

Nota de aceptación:

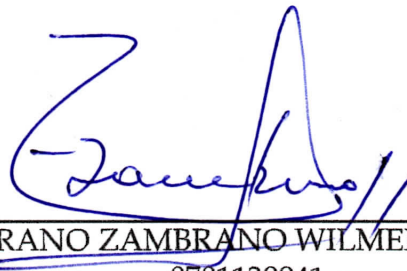
Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado ESTUDIO Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVA PARA DRENAR AGUAS LLUVIAS DEL DISTRIBUIDOR DE TRAFICO DE LA "Y DE PASAJE", VÍA MACHALA-PASAJE, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



OYOLA ESTRADA ERWIN JAVIER

0702019738

TUTOR - ESPECIALISTA 1



ZAMBRANO ZAMBRANO WILMER EDUARDO

0701139941

ESPECIALISTA 2



MEDINA SANCHEZ YUDY PATRICIA

0703642850

ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: sábado 14 de julio de 2018 - 15:25

Urkund Analysis Result

Analysed Document: TRABAJO PARTE PRACTICA COMPLEXIVO JOFFRE ROLDAN.docx
(D40265645)
Submitted: 6/19/2018 7:58:00 PM
Submitted By: eoyola@utmachala.edu.ec
Significance: 0 %

Sources included in the report:

Instances where selected sources appear:

0

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, ROLDÁN MONGE JOFFRE ESTUARDO, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado ESTUDIO Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVA PARA DRENAR AGUAS LLUVIAS DEL DISTRIBUIDOR DE TRAFICO DE LA "Y DE PASAJE", VÍA MACHALA-PASAJE, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 10 de julio de 2018

ROLDÁN MONGE JOFFRE ESTUARDO
0703570697

Dedicatoria.

A mis padres I.Civ. Joffre Roldán I. y Q.Ind. Leonor Monge P., por ser una fuente interminable de amor y la principal inspiración de superación que encuentro cada vez que lo necesito.

A mis hijos Niobe, Joffre y Helvética, por ser la fuerza que me impulsa a seguir adelante, a no rendirme a pesar de que sienta que todo va en mi contra.

A mí, por haber llegado a este punto, que no es más que un descanso de esta escalera en ascenso llamada vida... un gran desafío culmina y vendrán más.

A la Universidad Técnica de Machala; a la Unidad Académica de Ingeniería Civil; a todos y cada uno de los docentes que de manera generosa y desinteresada compartieron sus conocimientos; a todo el personal administrativo y operativo de la UAIC; a mis amigos y/o compañeros de estudio.

Agradecimientos.

A mí esposa y su apoyo incondicional, por su compañía que hace de este duro camino... un paseo agradable.

RESUMEN

Este proyecto de estudio y análisis de un drenaje longitudinal, tiene como finalidad establecer los parámetros principales para el diseño del mismo, el cual de una solución efectiva al problema causado por el acumulamiento de aguas lluvias en la vía Machala-Pasaje cerca al distribuidor de tráfico tipo trébol, cumpliendo con las normas y especificaciones técnicas del ente rector en regulaciones viales en el Ecuador MTOP, para asegurar el tránsito vehicular del sector.

Se realizó visita in situ para constatar la geometría y así poder conceptualizar una solución, también se realizará investigación del histórico de precipitaciones del sector y su proyección a 50 años de los archivos del INAMHI para con esto estimar el volumen de AA-LL máximo probable que se debería evacuar.

Con los datos obtenidos dimensionar una red de drenaje longitudinal, y dirigir la descarga hacia un canal de drenaje de las bananeras del sector. Haciendo uso de tablas, cálculos de pendientes (Topografía), método racional para cálculo de caudales máximos instantáneos (Hidrología), dimensionamiento de cunetas (Vías) y diámetros de tubería para descargar AA-LL (Hidráulica).

El resultado final de este documento es una de las muchas posibles soluciones al problema encontrado, la alternativa que se propone es una descarga directa y en línea recta hacia el cuerpo receptor identificado.

Cabe indicar que el problema se origina debido a una paralización de la obra, que en enero del 2013 se dijo que estaría terminado para diciembre del 2014, es decir tiene a la fecha 3,5 años de retraso.

Palabras clave: Drenaje longitudinal, Hidrología, Vías de comunicación.

ABSTRACT

This project of study and analysis, has as purpose to establish the main parameters for the design of a longitudinal drainage, that of an effective solution to the problem caused by the accumulation of rain water in the machala-pasaje way near the dealer of traffic type clover, complying with the standards and technical specifications of the governing body in road regulations in Ecuador MTOP, to ensure vehicular traffic in the place.

An on-site visit was made to verify the geometry and thus be able to conceptualize a possible solution alternative, an investigation of the rainfall history of the sector and its 50-year projection of the INAMHI archives will also be carried out in order to estimate the volume of AA- Maximum probable LL that should be. With the data obtained, study and analyze the dimension of a longitudinal drainage network, and a discharge receiving body. Making use of tables, slope calculations (Topography), rational method for calculating instantaneous maximum flows (Hydrology), sizing of gutters (Roads) and pipe diameters to transport rainwater (Hydraulics).

The final result of this document is an alternative of the many possible solutions to the problem found in the Passage Y, which originates due to a paralysis of the construction of the trefoil traffic distributor that remains there without movement despite the fact that the construction January 2013 was said to be finished by December 2014, that is, the work is currently 3.5 years behind schedule.

Keywords: Longitudinal drainage, Hydrology, Communication channels.

ÍNDICE DE CONTENIDO.

1. Introducción.....	9
1.1 Objetivo General.....	11
1.2 Objetivos Específicos.....	11
1.3 Argumentación de la propuesta.....	11
1.4 Ubicación del proyecto.....	12
2. Desarrollo.....	13
2.1 Determinar área mayormente afectada.....	13
- Visita de campo.	
- Identificación posible cuerpo receptor.	
- Levantamiento geométrico de vía definida.	
- Perfil longitudinal.	
2.2 Determinar intensidad máxima para periodo propuesto.....	17
- Identificación de estación pluviométrica útil, INAMHI.	
- Identificación de estación en mapa zonificado INAMHI.	
- Determinación intensidad máxima proyectada (mm/h).	
2.3 Revisar normas técnicas, proponer una alternativa.....	18
- Selección diseño sección transversal, cuneta, MTOP.	
- Revisión erosión de materiales por efectos de la velocidad del agua.	
- Cálculo caudal de AALL para caso de estudio.	
- Cálculo dimensión de cuneta.	
- Cálculo diámetro tubería drenaje.	
2.4 Conclusiones y recomendaciones.....	23
Bibliografía.....	24

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.- Coordenadas geográficas del proyecto.

Tabla 2.- Coordenadas canal de drenaje

Tabla 3.- Intensidades máximas, estación pluviométrica M0040, fuente INAMHI.

Tabla 4.- Erosión materiales por velocidades del AALL, fuente MTOP.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.- Determinación del lugar afectado, fuente Google Earth 2017.
- Figura 2.- AALL estancadas, obstaculizando la vía Machala-Pasaje (foto jroldan).
- Figura 3.- Canal de drenaje para bananeras del lugar (foto jroldan).
- Figura 4.- Toma de datos con cinta (foto jroldan).
- Figura 5.- Perfil longitudinal, fuente Google Earth 2017.
- Figura 6.- Detalle de cuneta, fuente MTOP.

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1.- Mapa ubicación estaciones hidro-meteorológicas, fuente INAMHI.
- Anexo 2.- Ubicación estación pluviométrica Pasaje M0040, fuente INAMHI.
- Anexo 3.- Intensidades máximas estación Pasaje M0040, fuente INAMHI.
- Anexo 4.- Sección transversal típica en hormigón, terreno llano, fuente MTOP.
- Anexo 5.- Coeficiente C para método racional, fuente MTOP.
- Anexo 6.- Coeficiente n para calcular caudal Manning, fuente MTOP.

Introducción.

El ser humano, por historia ha sido la especie que mayormente a migrado, poblado y conquistado la mayor parte de la superficie terrestre, en su afán de colonizar nuevas tierras ya sea por simple curiosidad o por la necesidad de nuevos y mayores espacios.

Esto ha hecho que asentamientos que en un principios se creyeron pasajeros, con el tiempo se formarán en poblaciones de importancia, las cuales, unas pocas se ubicaron en zonas que presentan algún riesgo pluvial, el mismo que ahora con el calentamiento global se agudiza y merece una estrategia de parte de cada municipio y/o autoridad para poder sobrellevarlo.[1]

En el Ecuador, no es de asombrarse que las precipitaciones de aguas lluvias causan estragos en muchos ámbitos; y entre los principales están los económicos como pérdidas de cultivos, propiedades, etc y sociales como pérdida de vidas humanas, daños en la propiedad pública, etc.[2]

El caso de perjuicio y/o daños a la propiedad pública es a lo que nos concentramos, específicamente a las carreteras y no como primicia ya que a estos temas están dedicados muchos organismos (INAMHI, MTOP, IGM, etc.) que estudian, analizan estos fenómenos y en base a dichos estudios, por ejemplo, el MTOP desarrolla criterios y métodos de diseño para normar la seguridad en las vías[3].

En nuestra provincia de El Oro tenemos una diversidad de geografía, que va desde ciudades por sobre los 2400m.s.n.m. como chilla y otras como su capital Machala que esta muy proxima al mar, esta diversidad le da a El Oro cantones literalmente secos como huaquillas y otros como Balsas que en el año 2015 una quebrada de mínimo caudal anual, convirtió en verdaderos ríos sus calles céntricas, evidenciando un mal manejo y/o ninguna estrategia para el drenaje pluvial urbano[4]

Localmente, los vehículos que se dirigen desde la ciudad de Machala hacia la ciudad de Pasaje y que en conjunto con su viaje coincide una precipitación de aguas lluvias han experimentado el peligro que estas ocasionan al acumularse en la vía, por el sector del distribuidor de tráfico tipo trébol ubicado en el sitio conocido como “Y de Pasaje”.

Esta acumulación de aguas lluvias normalmente llega a cubrir más del 50% del ancho total de los carriles con destino a Pasaje (04 carriles unidireccionales), creando peligro tanto para carros: pesados tipo camiones y buses, livianos como autos o camionetas y mayor aún para motocicletas.

Lo anteriormente expuesto es el motivo de este trabajo, que tiene como finalidad aportar con una alternativa de solución al problema, lo cual contribuirá al aumento de la seguridad vial del sector, beneficiando a los usuarios que transitan este tramo de la autopista.

Técnicamente y además por seguridad de las personas que transitan en sus vehículos, es mundialmente necesario ofrecer siempre una vía que asegure un viaje confortable y sin accidentes, esto se puede alcanzar teniendo en cuenta normas de diseño internacionales y siguiendo las normas de diseño vigentes en cada país.

En el Ecuador tenemos a la entidad Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) el cual expidió un manual de “Normas de diseño geométrico de carreteras”, en este manual está dedicado el capítulo IX, a todo lo referente a drenajes de vías.[5]

Este estudio es una ilustración de cómo aplicar los conocimientos adquiridos en algunas de las cátedras recibidas a lo largo de la carrera, proponiendo una solución de drenaje a un tramo de vía.

1.1 Objetivo General:

Analizar los parámetros principales para el diseño de un drenaje longitudinal apropiado, mediante el estudio de precipitaciones del sector, siguiendo y cumpliendo las especificaciones técnicas del MTOP, para con ello mejorar las condiciones del tráfico vehicular de la vía Machala-Pasaje, cerca al sector del distribuidor de tráfico tipo trébol de la “Y de Pasaje”.

1.2 Objetivos Específicos:

- 1.- Visita de campo para determinar área mayormente afectada por la acumulación de aguas lluvias.
- 2.- Determinar con ayuda de las tablas del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), las intensidades máximas de precipitaciones en el sector y proyección a 50 años de la misma, para mediante el método racional transformarlo en caudales de aguas lluvias a drenar.
- 3.- Revisar Normas Técnicas del MTOP y proponer una alternativa de solución.
- 4.- Conclusiones recomendaciones.

1.3 Argumentación de la propuesta:

Uno de los activos más grandes y preciados de los países y/o ciudades en desarrollo es sin duda su red de vías, ya que por medio de ellas el crecimiento interno se potencia a través de la comunicación de su gente desde los sitios más recónditos hacia las grandes ciudades.

Es por esto que siempre se diseñan conjuntas con ellas obras que garanticen su buen estado y entre los principales enemigos de una vía están las aguas lluvias, para esto dentro de las grandes ciudades como Guayaquil se modelan redes de aguas lluvias, drenajes pluviales[6] y en vías como autopistas intracantonales, interprovinciales, etc. se diseñan drenajes longitudinales.

El distribuidor de tráfico tipo trebol de la vía Machala-Pasaje no es la excepción y aunque actualmente no se aprecia elementos de drenaje longitudinal, obligatoriamente se instalarán, así sea necesario la ejecución de un contrato complementario en caso de no haber sido considerados en el proyecto principal; por tal motivo este estudio pretende proponer y/o contribuir con una alternativa de las muchas posibles e imaginables soluciones, ya que el peligro causado por la acumulación de AALL que ahora existe no podrá continuar una vez finalizada la obra.

1.4 Ubicación de proyecto:

El tramo de vía en el que este estudio va a concentrarse esta ubicado después del distribuidor de tráfico tipo trebol de la vía que conecta los cantones Machala y Pasaje en la provincia de El Oro - Ecuador.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE DISTRIBUIDOR DE TRÁFICO SITIO "Y DE PASAJE"			
---	GD	GMS	UTM
Latitud	-3,306901249	S 3° 18' 24,844"	623264,6
Longitud	-79,89048647	O 79° 53' 25,751"	9634415,1

Tabla 1.- Coordenadas geográficas lugar de estudio.

2. DESARROLLO DEL TRABAJO PRÁCTICO

2.1 Determinar área mayormente afectada:

Se realiza visita de campo, para por medio de observación directa, determinar el área en donde se acumula mayormente las AALL, esto es en el kilómetro 7,2 de la vía Machala-Pasaje, sitio Y de Pasaje.

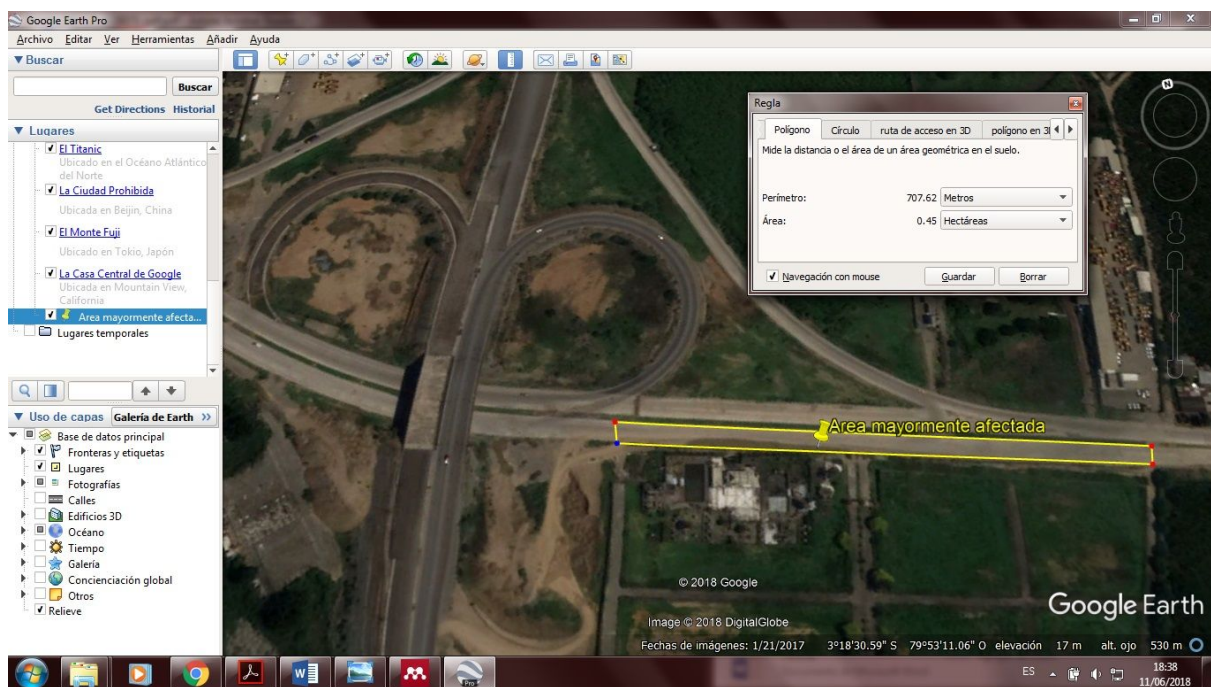


Figura 1.- Determinación del lugar afectado, fuente Google Earth 2017.

Se realizó una pre-inspección el día Martes 15 de Mayo del 2018 a las 16:20, como es de entender el problema se presenta cuando hay precipitación de aguas lluvias y últimamente no se ha dado dicho fenómeno por estar ya en época de verano; sin embargo al momento de la inspección aún se podía apreciar, en menor cantidad, agua lluvia acumulada, a pesar de que la última precipitación se registró 5 días antes.



Figura 2.- AALL estancadas, obstaculizando la vía Machala-Pasaje (foto jroldan).

También se pudo localizar in situ, un cuerpo receptor de descarga para las aguas lluvias a drenar; y es que afortunadamente existe un canal profundo que sirve de drenaje a las bananeras del sector.



Figura 3.- Canal de drenaje para bananeras del sector (foto jroldan).

Coordenadas canal de drenaje (UTM)	
Latitud:	623700.26
Longitud:	9634269.21

Tabla 2.- Coordenadas canal de drenaje

Se procedió a realizar el levantamiento de datos del área de acumulación de aguas lluvias, identificada en la pre-inspección.- Como la vía ya está definida se realizó levantamiento de la geometría transversal con ayuda de una cinta con la cual obtuvimos el ancho de la capa de rodadura que es de 14,24 metros (4,26m.+3,66m+3,66m+2,66m).



Figura 4.- Toma de datos con cinta (foto jroldan).

Para determinar el perfil, se trazó una línea a lo largo de la vía en una extensión de 294 metros, cubriendo lo que previamente se identificó como el área mayormente afectada, tomando como abscisa 0+000 el punto paralelo al canal en la vía, con la cual obtuvimos las diferencias de nivel, identificando un tramo de longitud 234 metros que presenta una depresión intermedia en la abscisa 0+216.

Es justo allí en la abscisa 0+216 en donde se debe instalar un elemento sumidero o canal que capture toda el AALL que contribuirá el área ya identificada (14,24m x 234,0m).

DEFINICION DE FRANJA TRIBUTARIA				
Nombre	abs	Coord. UTM		cota
		E	N	
O	0+000	623696.47	9634270.00	16
B	0+060	623532.71	9634332.74	17
MP	0+216	623488.85	9634330.43	15
A	0+294	623414.53	9634352.05	17
F	0+340	623370.85	9634364.74	16

<p>* Distancia entre puntos de inflexion A-B A-B= 294 - 60 A-B= 234 m.</p>	<p>* Pendiente Tramo Este (A-MP) P1= 2/156 P1= 0.01282</p>
<p>* Distancia entre B-MP y A-MP B-MP= 216-60 B-MP= 156 m.</p>	<p>* Pendiente Tramo Oeste (B-MP) P2= 2/78 P2= 0.02564</p>
<p>* Distancia entre B-MP y A-MP A-MP= 234-156 B-MP= 78 m.</p>	



Figura 5.- Perfil longitudinal, fuente Google Earth 2017.

Con los datos recopilados se obtuvo que el área de aporte es de 3332,16 m² (0,33 Ha), con una pendiente desde el Oeste igual a 0,02 (2%) y una pendiente desde el Este igual a 0,01 (1%)

2.2 Determinar intensidad máxima para periodo propuesto:

Para poder cuantificar la cantidad de precipitaciones máximas del sector, podríamos calcularlo siguiendo una metodología ya establecida y utilizada por los organismos de muchos países en Latinoamérica.[7]

Sin embargo tenemos al ente rector del tema en el Ecuador, como es el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), el cual tiene disponible para descargar anuarios con información detallada por estaciones hasta el año 2012, para el caso nos concentramos en los datos de la estación pluviométrica (PV) más cercana ubicada en la ciudad de Pasaje con código de identificación M0040. (ver Anexo 2)

Anteriormente el INAMHI tenía disponible en su biblioteca virtual solo las herramientas necesarias para el cálculo y proyección de las intensidades máximas de lluvia, “Definimos a la intensidad como la cantidad de agua de lluvia que cae en un punto, por unidad de tiempo y ésta es inversamente proporcional a la duración de la tormenta. La intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la cantidad de agua que precipitó medida en milímetros por unidad de tiempo, esta intensidad puede ser instantánea o promedio, sobre la duración de la lluvia”.[8]

Estas herramientas eran los anuarios individuales por año, el mapa del Ecuador en donde se identificaban 35 zonas de diferente intensidad de precipitación y unas ecuaciones para cada zona, esto último no había sido actualizado desde el año 1999 que fue su publicación, en este mapa la estación pluviométrica M0040 estaba incluida en la zonificación 30.

En el año 2015 este organismo (INAMHI), publicó un nuevo mapa que identifica 72 zonas, cada una con sus respectivas ecuaciones para el cálculo particular que se quiera hacer, y como un plus una tabla con las proyecciones ya calculadas para los periodos de retorno más utilizados; esta información actualizada es la que se necesita.

En el nuevo mapa de zonificación podemos identificar que la estación pluviométrica de nuestro interés, la Pasaje M0040, está dentro de la zona 22 para la cual el INAMHI ha desarrollado la siguiente tabla de proyecciones:

TR (Años)	5	10	15	20	30	60	120	360	1440
2	99.33	77.50	67.03	60.47	52.30	43.88	25.54	10.83	3.67
5	104.61	81.62	70.59	63.68	55.08	46.21	26.89	11.40	3.86
10	126.58	98.77	85.42	77.06	66.65	55.92	32.54	13.80	4.67
25	153.25	119.57	103.42	93.30	80.69	67.70	39.40	16.70	5.66
50	172.30	134.43	116.27	104.89	90.72	76.11	44.29	18.78	6.36
100	190.76	148.84	128.73	116.13	100.44	84.26	49.04	20.79	7.04

Tabla 3.- Intensidades máximas estación M0040, fuente INAMHI.

Como se había mencionado, nos interesa un periodo de retorno de 50 años y tomamos el valor correspondiente a un tiempo de 60 minutos; según la tabla la intensidad máxima para ese periodo e intervalo es de 76,11mm/h, con este valor ya estamos en condiciones de dimensionar un sistema de drenaje longitudinal.[9]

2.3 Revisar normas técnicas, proponer una alternativa:

La seguridad vial en nuestro país está regulada por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas, o también conocido como MTOP, así que para poder desarrollar una propuesta alternativa al drenaje longitudinal del tramo de vía en estudio; debemos cumplir con las especificaciones técnicas de sus componentes.[10]

Un elemento principal del drenaje longitudinal es la cuneta, ya que esta es quien recoge las aguas lluvias del área tributaria y debe cumplir bien esta función, para esto se debe tener un área transversal apropiada.

El MTOP tiene certificadas el uso de varias formas de cunetas, que van de acuerdo al tipo de terreno en donde se las vaya a implantar; para nuestro caso utilizaremos la forma triangular que está aceptada en proyectos viales de terreno llano y terreno ondulado.

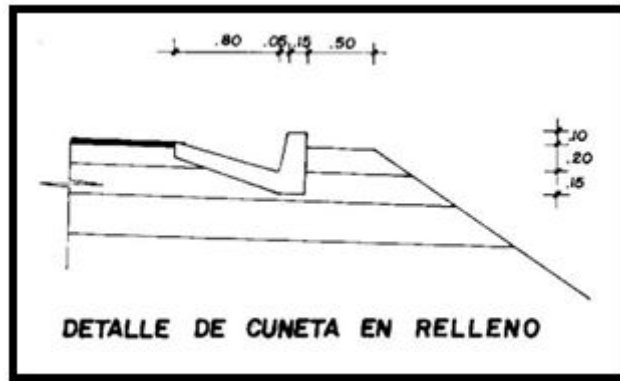


Figura 6.- Detalle de cuneta, fuente MTOP

El estudio previo nos dio como área tributaria 0,33Ha; entonces podemos calcular un caudal de diseño para dimensionar cuneta y la tubería necesaria para un óptimo trabajo del drenaje longitudinal que necesitamos, en concordancia con las normas y especificaciones técnicas del MTOP, una variables importante a controlar es la velocidad del agua lluvia, ya que de esta depende la erosión del tipo de material que esté conformada la vía.

La vía en estudio tiene una capa de rodadura que está conformada por hormigón por lo que su elemento cuneta también debe ser del mismo material, el cual tiene un rango muy amplio de velocidades que no causarán mayores problemas de erosión ($4,5 < V > 0$).

TABLA IX.1 VELOCIDADES DEL AGUA CON QUE SE EROSIONAN DIFERENTES MATERIALES.

MATERIAL	VELOCIDAD m/s .	MATERIAL	VELOCIDAD m/s .
Arena fina	0.45	Pizarra suave	2.0
Arcilla arenosa	0.50	Grava gruesa	3.50
Arcilla ordinaria	0.85	Zampeado	3.4-4.5
Arcilla firme	1.25	Roca sana	4.5 – 7.5
Grava fina	2.00	Hormigón	4.5-7.5

Tabla 4.- Erosión materiales por velocidades del AALL, fuente MTOP

Como ya tenemos los datos de la franja tributaria y la intensidad de lluvia proyectada a 50 años del sitio de interés, ya podemos calcular el caudal de AALL que el sistema de drenaje longitudinal deberá evacuar de manera eficiente, para esto se debe hacer uso del método racional modificado, el cual nos permite determinar el caudales de cuencas con áreas menores a 30000Km² (3000000Ha.) y tiempos de intensidades de precipitación de AALL desde 0,25-24 horas.[11]

DATOS			
LONGITUD DEL TRAMO DE VIA=	234 M		
ANCHO DEL TRAMO DE VIA=	14,24	3 CARRILES DE 3.66 M + UN CARRIL DE SEGURIDAD DE 2.66 M + ESPACIO ENTRE PARTERRE Y 1ER CARRIL DE 0,6 M	
AREA TRIBUTARIA:	3332,16 m ²		
AREA TRIBUTARIA:	0,333216 ha		
INTENSIDADES MAXIMAS-DE ESCURRIMIENTO ÁREA DE DRENAJE			
Este metodo se basa en la forma de la ecuación			
Calculo del Caudal por el metodo Racional			
PARA LA ZONA			
Calculo de la Intensidad de la Lluvia	I= 76,11 mm/h	C= 0,75 Adimensional	Coficiente de Escorrentia,
		I= 76,11	Intensidad de la zona de estudio mm/h
		A= 0,33	Superficie de drenaje en (ha)
		Q= $\frac{C \cdot I \cdot A}{360}$	
		Q= $\frac{0,75 \cdot 76,11 \cdot 0,33}{360}$	
		Q= 0,05 m ³ /s	
		Q= 53,00 Lts/s	

El cálculo nos da como resultado un caudal de Q=0,05 m³/s (53 ltr/s.); con este dato estamos listos para calcular la sección transversal tanto de cuneta como de tubería, las mismas que según las normas deben cumplir su trabajo con máximo el 60% de su sección, el 40% debe quedar libre para que tenga circulación de aire atmosférico ya que estos sistemas cumplen su función por efectos de la gravedad.

CALCULO DE CUNETAS TRAMO 2, S=0,025				
Rugosidad de Maning:	n=	0,013	Adimencion SEGÚN NORMA NTE-005 PARA DSEÑO DE ALCANTARILLADO	
Pendiente:	S=	0,025	Adimencion	
Area hidraulica cuneta:	A=	0,0625	m ²	$Q = \frac{A R^{2/3} S^{1/2}}{n}$
Perimetro de la cuneta:	P=	0,81	m	
Radio Hidraulico	R=	$\frac{A}{P}$	Q= $\frac{0,0625 \left(\frac{0,0625}{0,81} \right)^{2/3} (0,025)^{1/2}}{0,013}$	
	R=	$\frac{0,0625}{0,81}$	Q= $\frac{0,0625 \left(0,1813 \right)^{2/3} (0,1581)^{1/2}}{0,013}$	
	R=	0,0772	m	Q= 0,138 m ³ /s
				Q= 137,8054327 Lts./ s Cumple
DIMENSIONES CUNETA:	0,5	0,25		
AREA TRANSVERSAL MEDIA	0,063	m ²		
PERIMETRO	0,81			
Comprobacion:	0,3846	area transversal de cuneta si cumple.		

CAUDAL MAXIMO PARA DISEÑO DEL SISTEMA DE AALL				
	Q=	0,05	m ³ /s	
	Q=	53,00	Lts/s	
CALCULO DE CUNETAS TRAMO 1, S=0,012				
Rugosidad de Maning:	n=	0,013	Adimencion SEGÚN NORMA NTE-005 PARA DSEÑO DE ALCANTARILLADO	
Pendiente:	S=	0,012	Adimencion	
Area hidraulica cuneta:	A=	0,0625	m ²	$Q = \frac{A R^{2/3} S^{1/2}}{n}$
Perimetro de la cuneta:	P=	0,81	m	
Radio Hidraulico	R=	$\frac{A}{P}$	Q= $\frac{0,0625 \left(\frac{0,0625}{0,81} \right)^{2/3} (0,012)^{1/2}}{0,013}$	
	R=	$\frac{0,0625}{0,81}$	Q= $\frac{0,0625 \left(0,1813 \right)^{2/3} (0,1095)^{1/2}}{0,013}$	
	R=	0,0772	m	Q= 0,095 m ³ /s
				Q= 95,44399038 Lts./ s Cumple
DIMENSIONES CUNETA:	0,5	0,25		
AREA TRANSVERSAL	0,063	m ²		
PERIMETRO	0,81			
Comprobacion:	0,555299	area transversal de cuneta si cumple.		

Se realizó los cálculos pertinentes con diferentes dimensiones, finalmente se adoptó una sección transversal de cuneta triangular de 0,5m x 0,25m con un área de 0,063 m² la misma que si cumple con el caudal y pendiente de ambos lados de demanda.

Con los mismos datos se pre-diseña una diámetro de tubería que cumpla con la descarga del caudal de AALL obtenido, el cual después de comprobar dio un diámetro de 350mm que trabajaría a un 55% lleno.

CAUDAL MAXIMO PARA DISEÑO DE CUNETA			
	Q=	0,05	m3/s
	Q=	53,00	Lts/s
DISEÑO DE LA TUBERIA PRINCIPAL			
Rugosidad de Manning:	n=	0,011	Adimencion SEGÚN NORMA NTE-005 PARA DSEÑO DE ALCANTARILLADO
Pendiente:	S=	0,0125	Adimencion
Area de la tubería:	A=	0,0481	m2
Perimetro de la cuneta:	P=	0,55	m
			$Q = \frac{A R^{2/3} S^{1/2}}{n}$
Radio Hidraulico	R=	$\frac{A}{P}$	
	R=	$\frac{0,04810575}{0,55}$	
	R=	0,0875 m	
			$Q = \frac{0,04810575 \left(\frac{0,0875}{0,011} \right)^{2/3} \left(\frac{0,0125}{0,011} \right)^{1/2}}$
			$Q = \frac{0,04810575 \left(\frac{0,1971}{0,011} \right) \left(\frac{0,1118}{0,011} \right)}$
			Q= 0,096 m3/s
			Q= 96,36797489 Lts./s
DIAMETRO DEL TUBO DREN		0,35 o 12"	
AREA TRANSVERSAL MEDIA		0,048 m2	
PERIMETRO NOJADO MEDIO		0,55 m	
Comprobacion:		0,549975	area transversal media de tubería si cumple.

Con los resultados hasta ahora obtenidos se puede ya ir formulando una alternativa de solución, pues tenemos el punto MP 0+216 más bajo del perfil de nuestra franja para allí instalar elemento de captación (sumidero o canal), tenemos las dimensiones apropiadas de cuneta, diámetro de tubería para conducción hasta cuerpo de descarga.



Todos los cálculos se los realiza manualmente y para agilizar el proceso de prueba y error se elaboró una hoja de cálculo Excel, en donde se configuró y programó las fórmulas del método racional y cálculo de caudal de Manning. [5]

2.4 Conclusiones y recomendaciones:

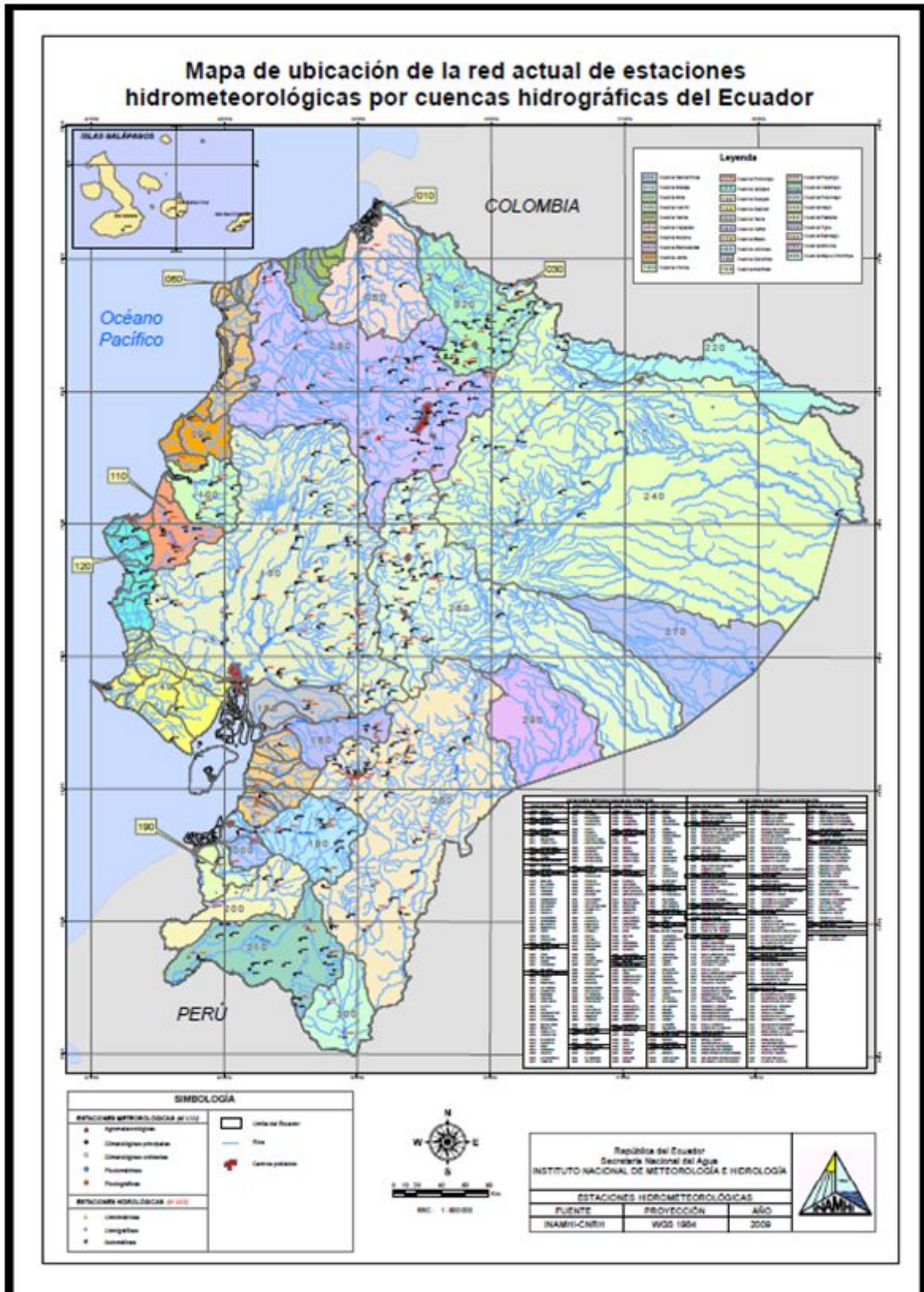
- Comúnmente es conocido el decir que “en ocasiones la alternativa más simple, resulta ser la mejor”, por tal razón se propone conducir las aguas lluvias recolectadas por los elementos calculados y diseñados en línea recta por acera hasta llegar a cuerpo de descarga previamente identificado en sitio.
- Luego de desarrollado este trabajo de estudio y análisis, se evidencia que las investigaciones sobre temas de vías de comunicación no han sido mayormente actualizadas en nuestro medio, sus manuales de diseño están vigentes desde el 2003 y algunas normas han sido revisadas y ampliadas en los seis volúmenes NEVI-12 (Norma Ecuatoriana Vial) publicados en 2012.
- Los resultados obtenidos han sido calculados para satisfacer la situación peor imaginada y proyectada a 50 años según un historial de precipitaciones, pero no debemos olvidar que existen ocasiones en donde la naturaleza sorprende.
- Por ser este caso de estudio un trabajo práctico previo a la titulación, no se llegó a profundizar un poco en el elemento cámara o pozo de revisión, muy importante de dimensionar a fin de poder realizar mantenimientos preventivos; por lo que este trabajo queda abierto a contribuciones.
- Como recomendación, se sugiere a la UAIC promover estudios científicos en mención a temas de investigación de vías de comunicación para enriquecer el repositorio virtual de la carrera.

Referencias Bibliográficas.

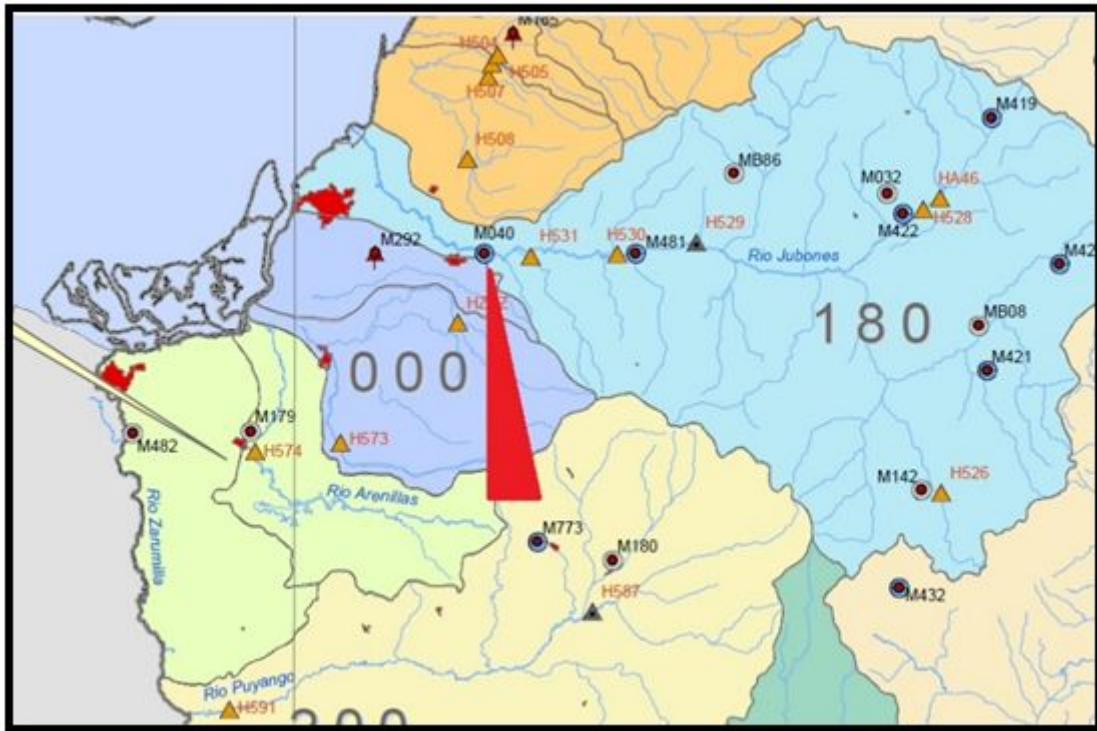
- [1] Á. Humberto, "Perspectiva del manejo del drenaje pluvial frente al cambio climático - caso de estudio: ciudad de Barranquilla, Colombia," *Rev.Ing.*, pp. 54–59, 2012.
- [2] F. J. Ferrando, "En torno a los desastres : Tipología, conceptos y reflexiones," *Rev. INVI*, vol. 18, no. 47, pp. 13–29, 2003.
- [3] P. NEVI-12-MT and P. Viales, "Ministerio de transporte y obras públicas," *procedimientos para Proy. VIALES*, vol. NEVI-12-MT, p. 2012, 2012.
- [4] L. Alejandro and S. Román, "Inundaciones pluviales en una cuenca urbana aplicando el método de ponderación mixta," vol. XXXIII, no. 2, pp. 90–105, 2012.
- [5] Ministerio de Obras Públicas, "Normas de Diseño Geometrico de Carreteras," p. 475, 2003.
- [6] D. J. Jiménez, "Modelaje De Un Sistema Urbano De Alcantarillado Pluvial En El Área De Drenaje De Los Esteros Miraflores Y Represado ...," vol. xx, no. May, 2017.
- [7] A. Breña and M. Jacobo, "Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial," 2006.
- [8] W. Guachamín and G. Fernando, "Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación," p. 283, 2015.
- [9] Empresas Públicas de Medellín E.S.P., "Guía para el diseño Hidráulico de Redes de Alcantarillado," p. 72, 2009.
- [10] NEVI.VOL.5, "Procedimientos de operación y seguridad vial," p. 2012, 2012.
- [11] M. N. Ingenier and R. R. Naturales, "Cálculo Hidrológico del Barranco de los Carriles aplicando el Método Racional modificado por Témez," 2017.

ANEXOS.

Anexo 1



Mapa ubicación estaciones hidro-meteorológicas, fuente INAMHI.
Anexo 2

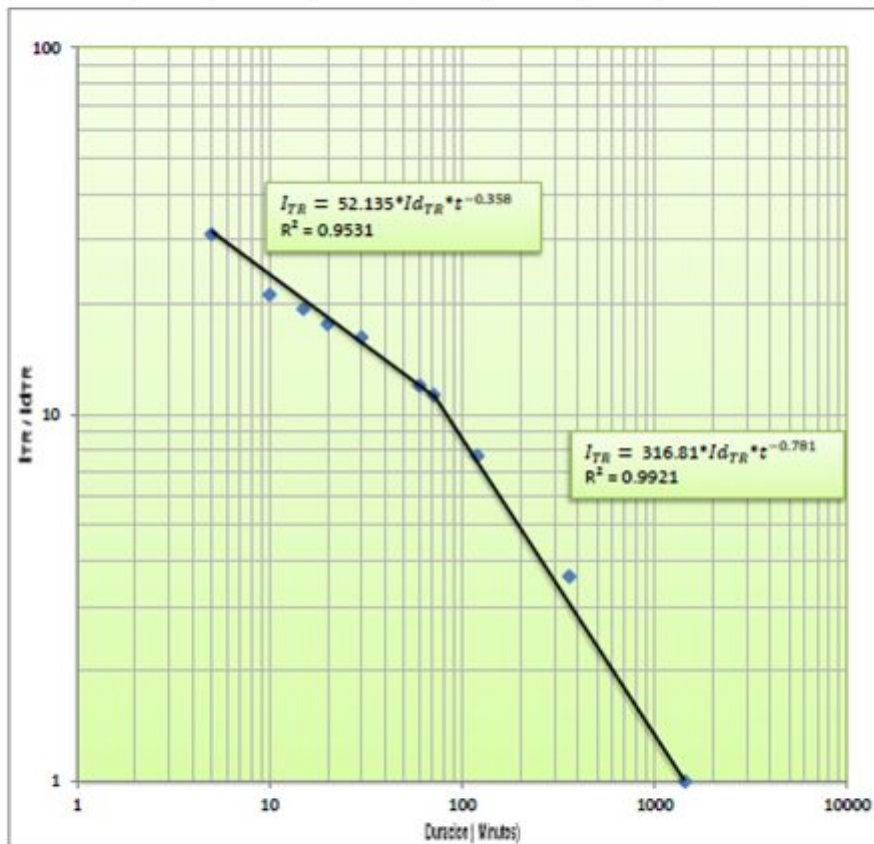


Ubicación estación pluviométrica Pasaje M0040, fuente INAMHI.

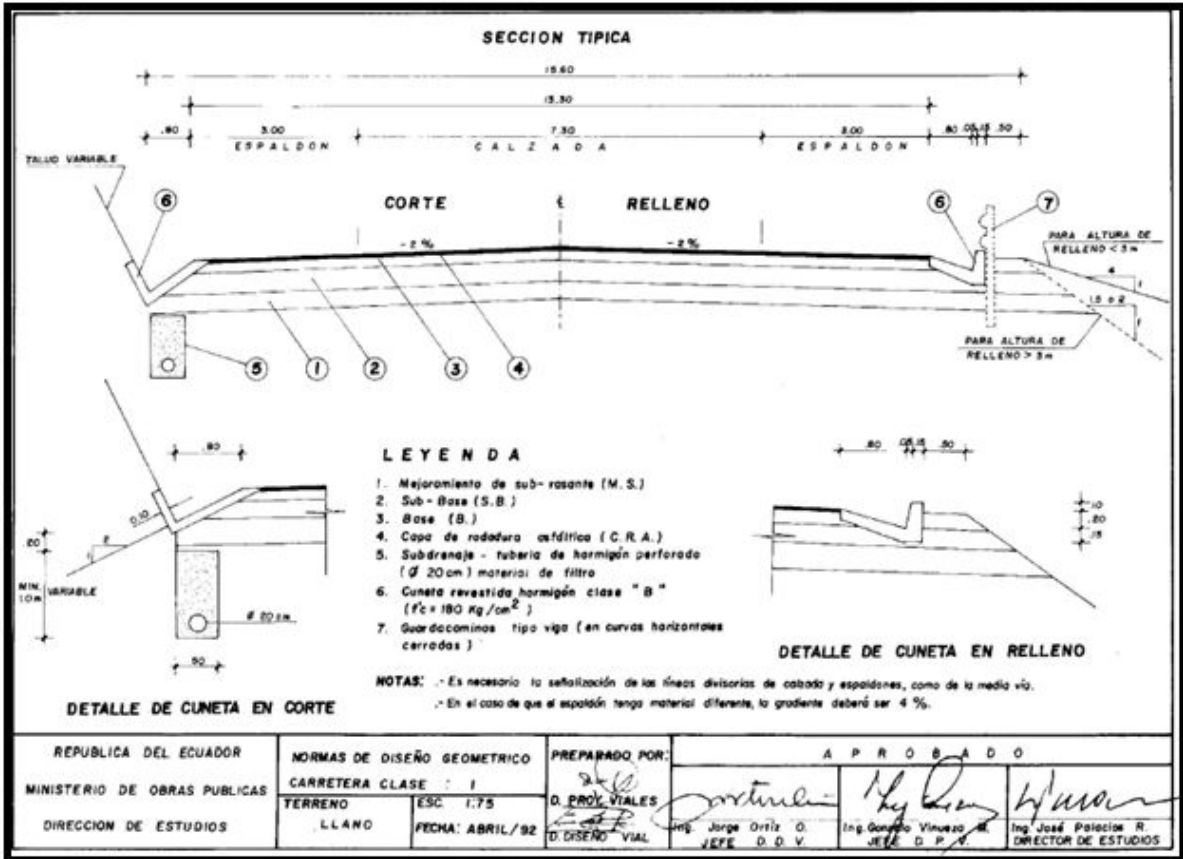
Anexo 3

CUADROS N° 22: INTENSIDADES MAXIMAS DE LA ESTACION PASAJE COD. M0040

TR (Años)	5	10	15	20	30	60	120	360	1440
2	99.33	77.50	67.03	60.47	52.30	43.88	25.54	10.83	3.67
5	104.61	81.62	70.59	63.68	55.08	46.21	26.89	11.40	3.86
10	126.58	98.77	85.42	77.06	66.65	55.92	32.54	13.80	4.67
25	153.25	119.57	103.42	93.30	80.69	67.70	39.40	16.70	5.66
50	172.30	134.43	116.27	104.89	90.72	76.11	44.29	18.78	6.36
100	190.76	148.84	128.73	116.13	100.44	84.26	49.04	20.79	7.04



Intensidades máximas estación Pasaje M0040, fuente INAMHI.
Anexo 4



Sección transversal típica en hormigón, terreno llano, fuente MTOP.

Anexo 5

TABLA IX.5 COEFICIENTE DE ESCORRENTIA "C"						
COEFICIENTE DE ESCORRENTIA C						
COBERTURA VEGETAL	TIPO SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPECIABLE
		50%	20%	5%	1%	
SIN VEGETACION	IMPERMEABLE	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	SEMIPERMEABLE	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	PERMEABLE	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
CULTIVOS	IMPERMEABLE	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	SEMIPERMEABLE	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	PERMEABLE	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
PASTOS VEGETACION LIGERA	IMPERMEABLE	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	SEMIPERMEABLE	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	PERMEABLE	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
HIERBA, GRAMA	IMPERMEABLE	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	SEMIPERMEABLE	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	PERMEABLE	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
BOSQUES DENSA VEGETACION	IMPERMEABLE	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	SEMIPERMEABLE	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	PERMEABLE	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Coefficiente C para método racional, fuente MTOP.

Anexo 6

TABLA IX.6 COEFICIENTE DE RUGOCIDAD “n”

DESCRIPCION	"n"
TUBOS DE HORMIGON	0.012
Tubos de metal corrugado o tubos en arco:	
a) Simple o revestido	0.024
b) Solera pavimentada	0.019
Tubo de arcilla vitrificada	0.012
Tubo de hierro fundido	0.013
Alcantarilla de ladrillo	0.015
Pavimento asfáltico	0.015
Pavimento de hormigón	0.014
Parterre de césped	0.05
Tierra	0.02
Grava	0.02
Roca	0.035
Areas cultivadas	0.03-0.05
Matorrales espesos	0.07-0.14
Bosques espesos-poca maleza	0.10-0.15
Cursos de agua	
a) Algo de hierba y maleza-poco o nada de matorrales	0.03-0.035
b) Maleza densa	0.035-0.05
c) Algo de maleza-matorrales espesos a los costados	0.05-0.07

Coeficiente n para calcular caudal Manning, fuente MTOP.