



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

**“DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA PARCON HACIA ÁREAS ACADÉMICAS (CAMPUS PROSPERINA) A NIVEL DE PRE-FACTIBILIDAD”**

### **PROYECTO DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

### **INGENIERO CIVIL**

Presentado por:

**KASSANDRA GABRIELA LASTRA ARROYO**

**GABRIELA ANDREA SOLÓRZANO ASTUDILLO**

GUAYAQUIL-ECUADOR

2017

## DEDICATORIA

A Dios por sus bendiciones recibidas durante todo este trayecto.

A mi familia de quienes siempre recibí apoyo motivación para cumplir todos, mis objetivos, y su amor brindado, en especial a mi mami que es el pilar fundamental de mi vida y a la inquieta Marielisa.

A mis amigos y profesores que me han brindado su apoyo incondicional y todas las alegrías.

Kassandra Gabriela Lastra Arroyo

## **DEDICATORIA**

Dedico este logro a mi familia que siempre me apoyó en cada paso de la carrera de ingeniería civil en la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Gabriela Andrea Solórzano Astudillo

## AGRADECIMIENTO

En el presente trabajo nos gustaría agradecer a nuestro director de materia integradora, Dr. Miguel Ángel Chávez Moncayo por su dedicación, conocimiento y experiencia.

También nos gustaría agradecer a nuestros profesores que durante toda la carrera universitaria nos han compartido sus saberes, y en especial al Ing. Erwin Larreta, Ing. Carola Gordillo que aportó con su conocimiento para este proyecto, Al igual que Ingeniero Federico Torres y Don José.

Kassandra Gabriela Lastra Arroyo

Gabriela Andrea Solórzano Astudillo

# **TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

---

**PhD. Hugo Egüez Álava**

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**PhD. Miguel Ángel Chávez Moncayo**

**DIRECTOR DE MATERÍA INTEGRADORA y**

**TUTOR DE LA MATERIA INTEGRADORA**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio Intelectual de la misma, a la Escuela Superior Politécnica del litoral”

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL)

---

**Kassandra Gabriela Lastra Arroyo**

---

**Gabriela Andrea Solórzano Astudillo**

## RESUMEN

La Escuela Superior Politécnica del Litoral presenta un incremento en el número de vehículos que utilizan las vías de acceso al campus Prosperina, razón por la cual el ingreso de los estudiantes, profesores y personal administrativo a los edificios de facultades se ha vuelto un motivo de retraso constante. El congestionamiento en el horario matutino llega a durar más de una hora, afectando principalmente a los habitantes del sector norte que ingresan por la garita de Parcon, pero el congestionamiento se transmite a aquellos que ingresan por el sector de ceibos.

La presente propuesta presenta una alternativa de ingreso que conecta la entrada de la garita Parcon con la Y de ingreso a las áreas estudiantiles a la altura del reservorio de agua de ESPOL. El pre-diseño se efectuó a partir de información recolectada por un Dron y las curvas de nivel de la zona, brindando la información necesaria para cada consideración tomada en el momento del planteo de la carretera. Para el diseño de la vía fueron usados varios software de apoyo como Civil3D, ArcGis 10.4, Surfer, Galena, Google Earth Pro, para recolección de información y diseño.

Se plantean tres alternativas de trazado vial, de las cuales se selecciona la opción más viable para el diseño, que presente menos inconvenientes y represente menos gastos económicos, brindándole a usuario serviciabilidad y confort, resolviendo las necesidades para las cuales se plantea el proyecto. La segunda alternativa presentó mayor conveniencia al momento del análisis de pro y contras mediante matriz FODA, luego de haber inspeccionado la zona de cada alternativa.

El proyecto cuenta con 1 267 kilómetros de vía, diseñada usando pavimento rígido y complementado con un sistema de drenaje que cuenta con cunetas que conllevan el caudal de agua a 3 alcantarillas situadas en tramos estratégicos.

En el capítulo 2 se muestran los tramos de mayor consideración debido a las características del trazado y propias del terreno, a su vez las alternativas que se implementarían al momento de la construcción y habilitación de la carretera.



## **ABSTRACT**

The ESPOL causes an increase in the number of vehicles that use the access roads to the Prosperina campus, which is why the entry of students, professors and administrative staff to faculty buildings has become a reason for constant delay. The traffic in the morning schedule lasts more than an hour, and this affects mainly the inhabitants of the northern sector who enter through the Parcon gate. The congestion is also transmitted to those who enter through the Ceibos sector.

The present proposal presents an entry alternative that connects the entry of the Parcon booth with entrance Y to the student areas at the height of the ESPOL water reservoir. The pre-design was made based on information collected by a drone, and the level curves of the area. This provided the necessary information for each consideration taken at the time of the road proposal. Several support software such as Civil3D, ArcGis 10.4, Surfer, Galena, Google Earth Pro, were used to collect information and design the track.

Three road route alternatives are proposed, from which the most viable option for design is selected. Whichever one presents fewer inconveniences and represents less economic expenses while also providing to the user

serviceability and comfort, which in turn, solves the needs for which why project is proposed. The second alternative presented greater convenience from the analysis of pro and cons by means of a SWOT matrix, after having inspected the zone of each alternative.

The project has 1 267 kilometers of track which was designed using rigid pavement and complemented by a drainage system which has gutters that carry the flow of water to 3 sewers located in strategic sections.

Chapter 2 displays the sections of greater consideration due to the characteristics of the layout and proper terrain, and, in turn, it illustrates the alternatives which would be implemented at the time of construction and establishment of the road.

# INDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	IV
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN .....	V
DECLARACIÓN EXPRESA .....	VI
RESUMEN .....	VII
ABSTRACT .....	IX
ABREVIATURAS .....	XIX
SIMBOLOGÍA. ....	XXII
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción del problema .....	2
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo General .....	3
1.2.2 Objetivos Específicos .....	3
1.3 Justificación .....	4
1.4 Ubicación del proyecto.....	5

1.4.1 Selección de la alternativa.....	6
1.5 Metodología .....	12
1.5.1 Investigación bibliográfica .....	12
1.5.2 Investigación de campo.....	13
1.5.3 Investigación de laboratorio.....	13
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>15</b>
<b>ESTUDIO DE TRÁFICO .....</b>	<b>15</b>
2.1 Tráfico vehicular .....	16
2.1.1 Aforo vehicular .....	16
2.1.2 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).....	19
2.2.2 Encuesta de Origen y Destino .....	22
2.2.3 Vehículo de Diseño. ....	26
2.2.4 Tráfico Actual y tráfico futuro.....	28
2.2.5 Clasificación de carreteras de acuerdo al T.P.D.A .....	29
2.2 Especificaciones de diseño .....	34
2.2.1 Tipo de terreno .....	35
2.2.2 Velocidad.....	38
2.2.3 Visibilidad .....	39
2.2.4 Señalización .....	41

2.2.5 Diseño de señalización.....	59
<b>CAPÍTULO 3.....</b>	<b>69</b>
<b>DISEÑO DEFINITIVO .....</b>	<b>69</b>
3.1 Estudio y diseño de drenaje .....	70
3.1.1 Generalidades .....	70
3.1.2 Estudio preliminar.....	72
3.1.3 Sistema de drenaje vial .....	75
3.1.5 Métodos para el cálculo de caudales máximos .....	79
3.2 Diseño geométrico.....	94
3.2.1 Alineamiento horizontal .....	94
3.2.2 Alineamiento vertical .....	97
3.2.3 Planos .....	102
3.3 Movimiento de tierras .....	103
3.3.1 Limpieza y desbroce.....	103
3.3.2 Excavaciones y rellenos .....	104
3.3.3 Equipos para movimiento de tierra .....	106
3.3.4 Cálculo de volúmenes de corte y relleno.....	108
3.3.5 Esponjamiento y control de tierras .....	109
3.3.6 Diagrama de masas .....	110

<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>112</b>
<b>ESTABILIZACIÓN DE TALUDES .....</b>	<b>112</b>
4.1 Introducción .....	113
4.2 Mecánica de suelos .....	113
4.3 Ensayos de los suelos .....	114
4.3.1 Granulometría .....	114
4.3.2 Límite plástico .....	115
4.3.3 Límite líquido .....	117
4.3.4 Índice plástico.....	118
4.3.5 Proctor .....	119
4.3.6 CBR.....	122
4.3.7 Triaxial.....	124
4.4 Clasificación de suelos .....	126
4.4.1 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). .....	126
4.4.2 Clasificación AASHTO.....	128
4.5 Resultados de ensayos de suelos .....	129
4.5.1 Muestra 1 .....	129
4.5.2 Muestra 2 .....	135
4.5.3 Muestra 3 .....	141

4.5.4 Muestra 4 .....	147
4.5.5 Análisis general de las muestras.....	153
4.6 Elementos causantes de deslizamientos de taludes .....	159
4.6.1 Condiciones del terreno.....	159
4.6.2 Procesos Geomorfológicos .....	160
4.6.3 Otros factores.....	160
4.7 Métodos para disminuir el riesgo de fallas en taludes. ....	161
4.7.1 Prevención .....	161
4.7.2 Elusión de la amenaza .....	162
4.7.3 Control.....	163
4.8 Estabilización de Talud.....	164
4.8.1 Análisis del talud con abscisa 0+650 (corte) .....	167
4.8.2 Análisis del talud con abscisa 1+070 (relleno) .....	169
<b>CAPITULO 5.....</b>	<b>171</b>
<b>DISEÑO DE PAVIMENTO .....</b>	<b>171</b>
5.1 Introducción .....	172
5.1.1 Concepto de pavimento.....	172
5.1.2 Ventajas y desventajas del pavimento rígido .....	174
5.2 Diseño de pavimento rígido .....	176

5.2.1 Subrasante .....	176
5.2.2 Base .....	177
5.2.3 Método de diseño PCA.....	179
5.2.4 Procedimientos.....	187
5.3 Mantenimiento y reparación del pavimento .....	188
5.3.1 Problemas más frecuentes que se encuentran en los pavimentos rígidos.....	191
<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>193</b>
<b>IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>193</b>
6.1 Introducción .....	194
6.2 Antecedentes.....	194
6.3 Marco legal .....	194
6.3.1 Constitución Nacional del Ecuador.....	195
6.3.2 Ley de Gestión .....	198
6.3.3 Ley de Caminos .....	199
6.3.4 Texto Unificado de Legislación Ambiental (TUSLA).....	200
6.3.5 Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Transito y Seguridad Vial .....	201
6.3.6 Especificaciones Ambientales del MTOP .....	202



6.4 Área de influencia .....	208
6.4.1 Área de influencia directa .....	208
6.4.2 Área de influencia indirecta .....	209
6.5 Metodología de evaluación .....	209
6.5.1 Matriz de Leopold .....	209
6.5.2 Identificación de los impactos ambientales .....	215
6.5.3 Actividades del proyecto .....	216
6.5.4 Resultados de matrices evaluados por actividad .....	217
6.6 Plan de manejo ambiental .....	218
6.6.1 Medidas de mitigación .....	218
6.6.2 Medidas compensatorias .....	219
6.6.3 Medidas de prevención .....	219
6.6.4 Medidas de contingencia .....	219
<b>CAPITULO 7.....</b>	<b>222</b>
<b>PRESUPUESTO .....</b>	<b>222</b>
7.1 Análisis de precios unitarios .....	223
7.1.1 Costos directos .....	223
7.1.2 Costos indirectos .....	223
7.1.3 Precio unitario .....	224

<b>CAPÍTULO 8.....</b>	<b>226</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>226</b>
8.1 Conclusiones .....	227
8.2 Recomendaciones .....	229

**ANEXOS**

**BIBLIOGRAFÍA**

## ABREVIATURAS

TP	Tráfico Proyectado
TD	Tráfico Desarrollado
Td	Tráfico Desviado
TG	Tráfico Generado
TA	Tráfico actual
INAMHI	Instituto nacional de meteorología y e hidrología
NEVI	Norma ecuatoriana vial
PTV	punto final de curva vertical
PI	Punto de intersección de la prolongación de las tangentes.
PC	Punto donde empieza la curva simple
PT	Punto donde terminar la curva simple.
PCV	Punto de comienzo de curva vertical
PIV	Punto de intersección vertical
V	Velocidad permisible

R	Radio
LC	Cuerda larga
E	Externa
M	Ordenada Media
G	Grado de curvatura
L	longitud de curva
p (%):	Pendiente inicial o de llegada expresadas en porcentaje
q (%):	Pendiente final o de salida expresada en porcentaje
LV	Longitud de la curva vertical
S	Distancia de visibilidad
A	Diferencia algebraica de las gradientes expresadas en %
MTOP	Ministerio de transporte y obras publicas
MOP	Ministerio de obras publicas
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral

PARCON	Parque del Conocimiento
IGM	Instituto Geográfico Militar
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
ASTM	American Society for Testing and Materials
COPOL	Unidad Educativa Particular Politécnica
CIDIS	Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación de Sistemas Computacionales
TPDA	Trafico Promedio Diario Anual

## SIMBOLOGÍA.

I	Tasa de crecimiento.
Cd	coeficiente de drenaje
Q	Caudal de diseño
C	Coeficiente de escorrentía.
I	Intensidad
A	Área de la sub-cuenca
ITr	Periodo de retorno
mm/h	milímetros por hora
m <sup>3</sup> /seg	Metros cúbicos por segundo
Pm	perímetro mojado
Rh	Radio hidráulico
N	coeficiente de Manning
S	Pendiente
B	Base
N	Periodo de proyección en años
τ	Fuerza tractiva
Δ	Angulo de deflexión
T	Tangente

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1</b> Ubicación del proyecto.....	5
<b>Figura 1.2</b> Opción de Trazado N° 1.....	7
<b>Figura 1.3</b> Opción de Trazado N° 2.....	8
<b>Figura 1.4</b> Opción de Trazado N° 3.....	9
<b>Figura 2.1</b> Localización de los contadores automáticos.....	17
<b>Figura 2. 2</b> Sensores usados en el aforo .....	17
<b>Figura 2.3</b> Modelo de la encuesta realizada .....	23
<b>Figura 2.4</b> Cantidad de encuestados de acuerdo a la unidad académica...	24
<b>Figura 2.5</b> Utilizarían la vía .....	24
<b>Figura 2.6</b> Ahorro de tiempo.....	25
<b>Figura 2.7</b> Macro dominios morfológicos de Guayaquil 1.- Llanura aluvial ríos Daule y Babahoyo. 2.- Llano estuario deltaico río guayas. 3.- Cordillera Chongón Colonche. ....	36
<b>Figura 2.8</b> Tachas, funcionalidad en la noche en vías de poca iluminación.	46
<b>Figura 2.9</b> Tabla de funciones de la señalización vertical .....	48
<b>Figura 2.10</b> Reflexión de las luces en el letrero .....	53
<b>Figura 2.11</b> Altura de la señalización, variables. ....	58

<b>Figura 2.12</b> Ilustración de distancias de las líneas logarítmicas. ....	60
<b>Figura 2. 13:</b> Tramo #8 con radio de curvatura de 50m. ....	65
<b>Figura 3.1</b> Imagen planimetría del relieve de la zona por donde pasara la carretera. ....	70
<b>Figura 3.2</b> Mapa hidrológico con identificación de mayor y menor afectación en el terreno.....	71
<b>Figura 3.3</b> Promedio de precipitaciones anuales en mm/año .....	72
<b>Figura 3. 4</b> Anuario meteorológico Guayaquil U. Estatal. Precipitación media multianual mensual.....	73
<b>Figura 3.5</b> Gráficos de ciclo de precipitación mensual y anual de Guayaquil. .....	74
<b>Figura 3.6</b> Imagen semi-frontal de acumulación de agua debido a profundidades de las quebradas.....	75
<b>Figura 3.7</b> Presentación del relieve de la zona que muestra los puntos de mayor acumulación de agua.....	75
<b>Figura 3.8</b> Elementos de curva vertical .....	98
<b>Figura 3.9</b> Modelos de secciones transversales típicas .....	109
<b>Figura 4. 1.</b> Carta de casa grande para suelos cohesivos.....	128
<b>Figura 4.2</b> Clasificación de suelo según ASSHTO .....	129
<b>Figura 4.3</b> Gráfica de granulometría muestra 1.....	130
<b>Figura 4.4</b> Gráfica de límite líquido .....	131
<b>Figura 4.5</b> Gráfica Densidad Vs. Humedad.....	133



<b>Figura 4.6</b> Gráfica de granulometría .....	136
<b>Figura 4. 7</b> Gráfica de límite líquido .....	137
<b>Figura 4.8</b> Gráfica Densidad Vs. Humedad.....	139
<b>Figura 4.9</b> Gráfica de granulometría .....	142
<b>Figura 4.10</b> Gráfica de límite líquido .....	143
<b>Figura 4.11</b> Gráfica Densidad Vs. Humedad.....	145
<b>Figura 4.12</b> Gráfica de granulometría .....	147
<b>Figura 4.13</b> Gráfica Densidad Vs. Humedad.....	151
<b>Figura 4.14</b> Gráfica Densidad Vs. Humedad.....	155
<b>Figura 4.15</b> Gráfico de círculo de Mohr.....	157
<b>Figura 4.16</b> Taludes críticos de corte .....	168
<b>Figura 4.17</b> Taludes críticos para relleno .....	170
<b>Figura 5.1</b> Transmisión de carga sobre el pavimento rígido .....	174
<b>Figura 5.2</b> Propiedades asignadas al hormigón hidráulico.....	183
<b>Figura 5. 3:</b> Tasa anuales de crecimiento de tráfico y factores de proyección correspondientes. ....	185
<b>Figura 5. 4</b> Proporción de camiones en el carril derecho .....	186
<b>Figura 5.5</b> Técnicas para determinar nivel de daño en el pavimento.....	190
<b>Figura 6.1</b> Matriz de evaluación de impacto ambiental en la fase de construcción .....	217
<b>Figura 6.2</b> Matriz de evaluación de impacto ambiental en la fase de operación y mantenimiento.....	218

**Figura 7.1** Presupuesto detallado de pavimento rígido.....225

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla I.</b> Opción N°1 del trazado .....	6
<b>Tabla II.</b> Opción N°2 del trazado .....	6
<b>Tabla III.</b> Opción N°3 del trazado .....	6
<b>Tabla IV.</b> Volumen vehicular. ....	18
<b>Tabla V.</b> Cantidad de vehículos que ingresan por garita PARCON .....	18
<b>Tabla VI.</b> Características por tipos de vehículos .....	27
<b>Tabla VII.</b> Tasa de crecimiento anual de tráfico vehicular de la provincia del Guayas.....	30
<b>Tabla VIII.</b> Tasa de crecimiento anual de tráfico vehicular .....	31
<b>Tabla IX.</b> Trafico liviano proyectado a 20 años .....	32
<b>Tabla X.</b> Tráfico desviado y generado.....	33
<b>Tabla XI.</b> Clasificación de las carreteras en función del tráfico Proyectado según MOP.....	34
<b>Tabla XII.</b> Mínimo espesor necesario. ....	44
<b>Tabla XIII.</b> Retroreflexión en pinturas sobre pavimento .....	47
<b>Tabla XIV.</b> Distancia de visibilidad de señalización. ....	53
<b>Tabla XV.</b> Niveles de Retroreflexión (Cd/lx m2) .....	54

<b>Tabla XVI.</b> Niveles de Retroreflexión (Cd/lx m <sup>2</sup> ) .....	55
<b>Tabla XVII.</b> Altura de la señalización .....	57
<b>Tabla XVIII.</b> Tabla de separación de las líneas logarítmicas.....	62
<b>Tabla XIX.</b> Ubicación de las líneas logarítmicas sobre la calzada. ....	63
<b>Tabla XX</b> Señalización a ubicar.....	64
<b>Tabla XXI.</b> Tabla de acumulación de agua según profundidades. ....	72
<b>Tabla XXII.</b> Calidad del Drenaje .....	77
<b>Tabla XXIII.</b> Valores para el Coeficiente de drenaje Cd.....	78
<b>Tabla XXIV.</b> Coeficientes de escorrentía según el Manual de drenaje.....	82
<b>Tabla XXV.</b> Ecuaciones para la ciudad de Guayaquil usadas para análisis de la intensidad de lluvias. ....	83
<b>Tabla XXVI.</b> Intensidades diarias un periodo determinado.....	84
<b>Tabla XXVII.</b> Intensidad de precipitación en Guayaquil para un periodo de retorno de 100 años (mm/h). ....	85
<b>Tabla XXVIII.</b> Muestra la tabla de especificaciones según Plastigama para tuberías de drenaje de aguas lluvias. ....	88
<b>Tabla XXIX.</b> Calculo del coeficiente de Manning según el material .....	90
<b>Tabla XXX.</b> Máximas velocidades permisibles y valores de la fuerza tractiva .....	93
<b>Tabla XXXI.</b> Característica del índice de plasticidad .....	119

<b>Tabla XXXII.</b> Métodos de ensayo Proctor modificado. (Fuente: ASTM D 1557) .....	120
<b>Tabla XXXIII.</b> Características de los suelos según SUCS .....	127
<b>Tabla XXXIV.</b> Resultado de granulometría.....	129
<b>Tabla XXXV.</b> Resultado de límite líquido .....	131
<b>Tabla XXXVI.</b> Resultado de índice de plasticidad .....	132
<b>Tabla XXXVII.</b> Resultado de Proctor .....	132
<b>Tabla XXXVIII.</b> Resultado de Proctor .....	133
<b>Tabla XXXIX.</b> Datos obtenidos de la gráfica .....	133
<b>Tabla XL.</b> Resultado de granulometría .....	135
<b>Tabla XLI.</b> Resultado de límite plástico.....	136
<b>Tabla XLII.</b> Resultado de límite líquido .....	137
<b>Tabla XLIII.</b> Resultado de índice de plasticidad.....	138
<b>Tabla XLIV.</b> Resultado de Proctor .....	138
<b>Tabla XLV.</b> Resultado de Proctor.....	139
<b>Tabla XLVI.</b> Datos obtenidos de la gráfica .....	139
<b>Tabla XLVII.</b> Resultado de granulometría.....	141
<b>Tabla XLVIII.</b> Resultado de límite plástico .....	142
<b>Tabla XLIX.</b> Resultado de límite líquido .....	143
<b>Tabla L.</b> Resultado de índice de plasticidad.....	144
<b>Tabla LI.</b> Resultado de Proctor.....	144

<b>Tabla LII.</b> Resultado de Proctor.....	145
<b>Tabla LIII.</b> Datos obtenidos de la gráfica.....	145
<b>Tabla LIV.</b> Resultado de granulometría.....	147
<b>Tabla LV.</b> Resultado de límite plástico.....	148
<b>Tabla LVI.</b> Resultado de límite líquido.....	149
<b>Tabla LVII.</b> Resultado de índice de plasticidad.....	150
<b>Tabla LVIII.</b> Resultado de Proctor.....	150
<b>Tabla LIX.</b> Resultado de Proctor.....	151
<b>Tabla LX.</b> Datos obtenidos de la gráfica.....	152
<b>Tabla LXI.</b> Resultado de Proctor.....	154
<b>Tabla LXII.</b> Resultado de Proctor.....	154
<b>Tabla LXIII.</b> Datos obtenidos de la gráfica.....	155
<b>Tabla LXIV.</b> Resultado de triaxial.....	156
<b>Tabla LXV.</b> Cálculo para círculo de mohr.....	156
<b>Tabla LXVI.</b> Resultados obtenido de la gráfica.....	157
<b>Tabla LXVII.</b> Métodos de prevención.....	162
<b>Tabla LXVIII.</b> Métodos de elusión de la amenaza.....	163
<b>Tabla LXIX.</b> Estructura de control de masas en movimiento.....	164
<b>Tabla LXX.</b> Propiedades del macizo rocoso.....	165
<b>Tabla LXXI.</b> Calificación de las condiciones del pavimento en función del índice de servicio.....	181

<b>Tabla LXXII.</b> Módulo de ruptura recomendado .....	184
<b>Tabla LXXIII.</b> Valores típicos utilizados para la desviación estándar del MR .....	184
<b>Tabla LXXIV.</b> Evaluación de daños en pavimentos rígidos .....	190
<b>Tabla LXXV.</b> Factores para la matriz magnitud .....	212
<b>Tabla LXXVI.</b> Factores para la matriz de valoración de impacto ambiental	214
<b>Tabla LXXVII.</b> Plan de manejo ambiental en la etapa de construcción .....	220
<b>Tabla LXXVIII.</b> Plan de manejo ambiental en la etapa de operación y mantenimiento. ....	221

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**



## 1.1 Descripción del problema

Debido a la congestión vehicular que se presenta en horas de la mañana, en el tramo de garita de PARCON a las diferentes áreas académicas, transitar por dicho tramo resulta un dolor de cabeza para los conductores, ya que el pasar de una garita a otra le toma alrededor de 30 minutos.

La realización de este proyecto será de mucha ayuda para la comunidad politécnica, lo que conlleva que exista un ahorro de tiempo para los usuarios. Por lo que se debe realizar los estudios pertinentes para elaborar el diseño, y así colaborar con el crecimiento de nuestra institución.

Para la realización de este proyecto se contó con estudios previos de topografía los cuales fueron de mucha ayuda, también se debe hacer un estudio de suelo y se deberá contar con conocimientos académicos de las asignaturas como son: estabilización de suelos y rocas, diseño de pavimentos, hidráulica, gestión de obras civiles y evaluación de impacto ambiental.

En este trabajo se tomara en cuenta las normas para diseño vial como son: AASHTO 93 y el MTOP, al igual que las normas para ambientales, las cuales serán las referencias en caso de poder construir el proyecto.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo General**

Diseñar a nivel de Pre Factibilidad una nueva vía de acceso al área académica del Campus Gustavo Galindo.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

Determinar características del terreno por medio de su topografía.

Efectuar los estudios geológicos y geotécnicos

Analizar el tráfico vial.

Realizar diseño geométrico

Elaborar el diseño de pavimento

Realizar los diseños de drenaje pluvial

Determinar características del suelo existente

Realizar un plan de manejo ambiental

Elaborar planos del diseño vial

### 1.3 Justificación

El propósito de este proyecto es dar solución a un problema latente desde hace algunos años con respecto al ingreso al Campus Politécnico debido al constante aumento en el número de estudiantes y número de vehículos que ingresan a la ESPOL.

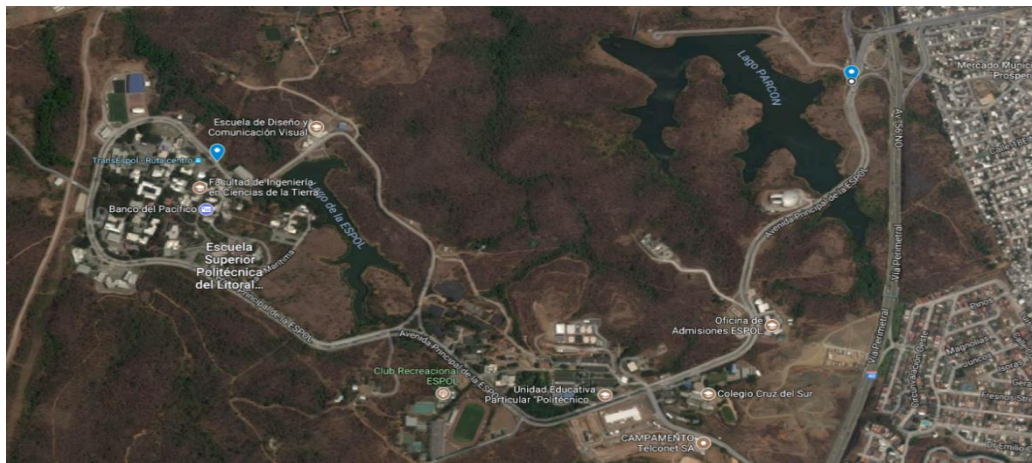
El ingreso al campus ESPOL en horas de la mañana de 6:30 a 8:30 AM se vuelve complicado y puede llegar a durar una hora logran ingresar al pabellón de aulas. Múltiples razones se adjudican a este problema como el ingreso simultáneo y salida de las Unidades Educativas Cruz del Sur y COPOL, provocando largas filas de congestionamiento debido a que paran en lugares no especificados para dejar y recoger estudiantes. El pabellón de aulas del pre-politécnico genera el mismo problema de congestión vehicular debido a la cantidad de alumnos que tienen su ingreso en horas pico donde el flujo se convierte en máximo.

Para realizar el diseño de una vía, uno de los factores de mayor relevancia que se necesita es el TPDA y para ello se necesita conocer todos los datos de tránsito real que circulan por esa zona. De acuerdo al tráfico sabremos que nivel de servicio se le asigna a esa vía y a su vez nos permite estimar la magnitud de cargas que resistirá durante su vida útil.

Para la obtención de dicha información de datos sobre el tráfico, se debe recurrir a la ejecución de un proceso de conteo del número y tipo de vehículos que transitan por un punto o una sección de la vía, a ese muestreo de volumen vehicular para un período determinado, se lo conoce como aforo vehicular.

#### 1.4 Ubicación del proyecto

La zona de estudios se encuentra en provincia del Guayas al noroeste de la ciudad de Guayaquil, en el Km 30.5 Vía Perimetral de la ciudad, en la parroquia Prosperina.



**Figura 1.1** Ubicación del proyecto.  
**Fuente:** Google Earth, 2017

Existen 3 alternativas de vía, las cuales tiene las siguientes coordenadas y longitudes:

**Tabla I.** Opción N°1 del trazado

<b>Longitud</b>	<b>Coordenas Iniciales</b>		<b>Coordenas Finales</b>	
Km	Y	X	Y	X
2 42	9763248,07	617116,61	9762985,34	615528,83

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

**Tabla II.** Opción N°2 del trazado

<b>Longitud</b>	<b>Coordenas Iniciales</b>		<b>Coordenas Finales</b>	
Km	Y	X	Y	X
1 18	9762497,73	616758,00	9762600,62	615779,24

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

**Tabla III.** Opción N°3 del trazado

<b>Longitud</b>	<b>Coordenas Iniciales</b>		<b>Coordenas Finales</b>	
Km	Y	X	Y	X
1 27	9762447,664	616734,288	9762561,497	615810,324

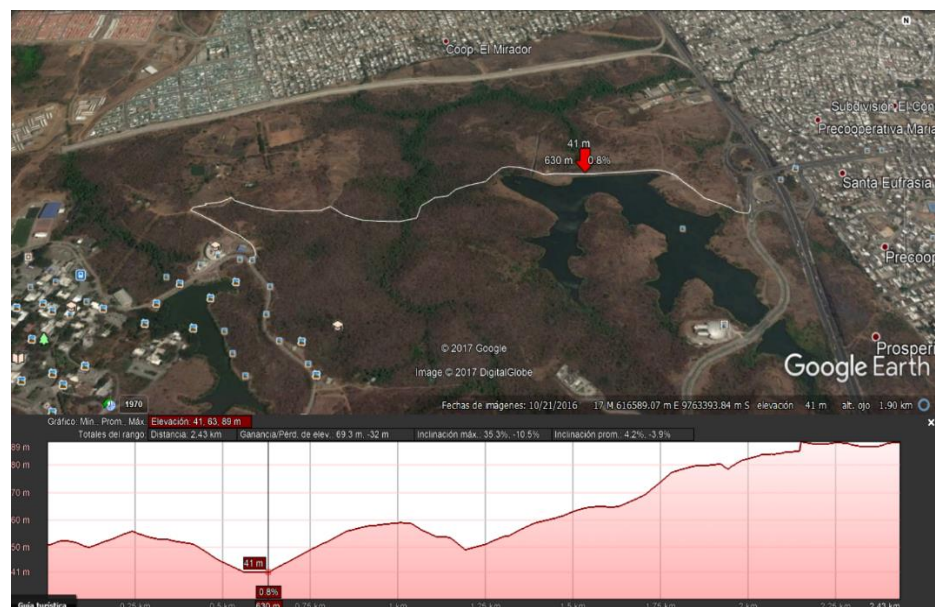
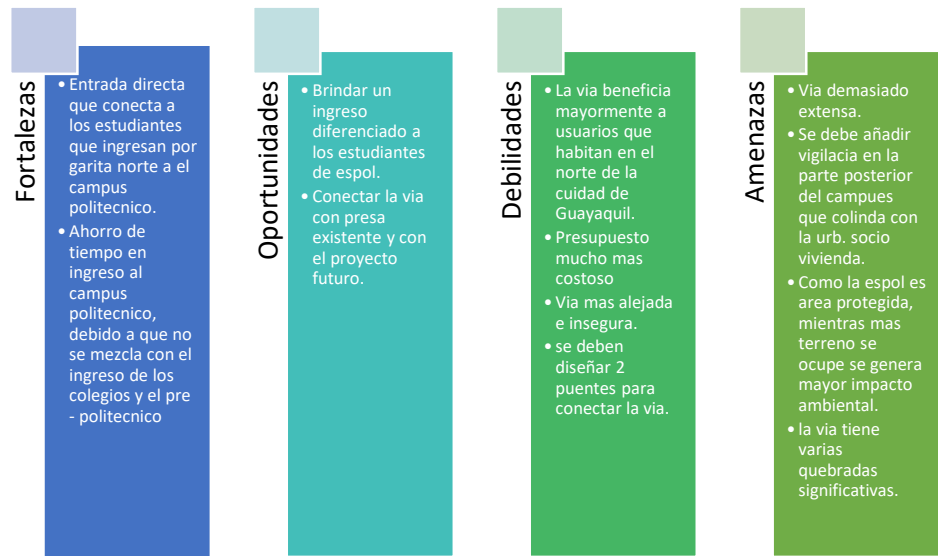
**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

#### 1.4.1 Selección de la alternativa

Para realizar la selección de la alternativa se hizo un análisis por el método de FODA presentando a continuación:

## Alternativa 1

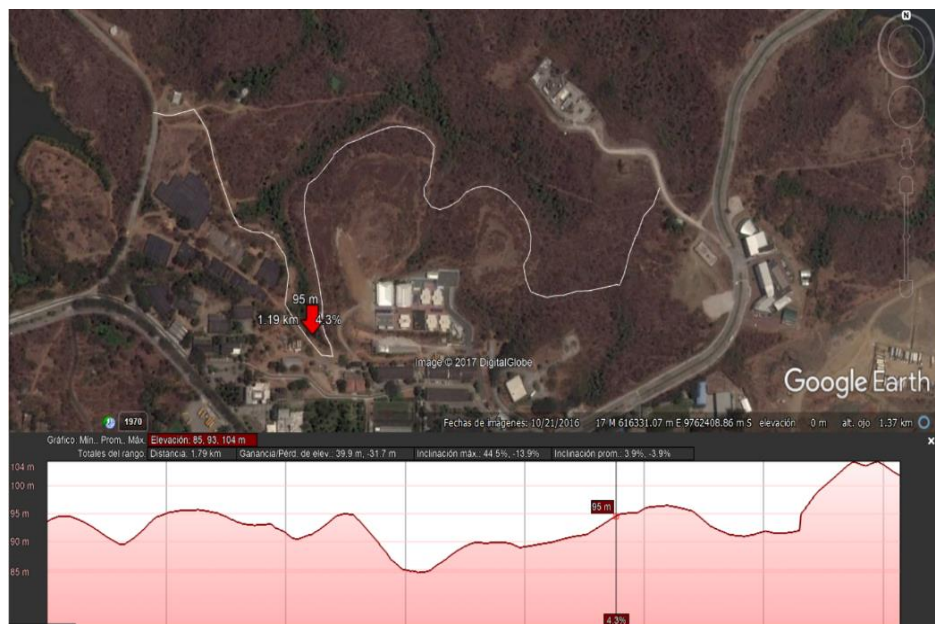
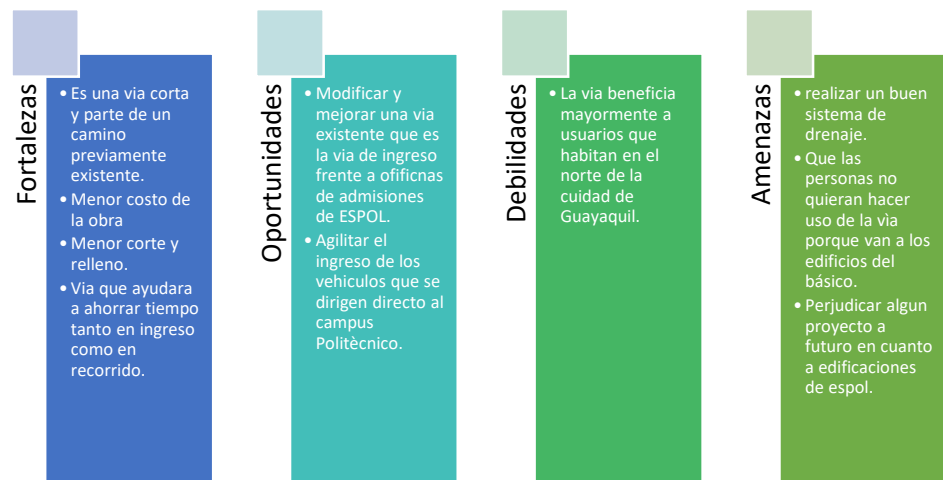
El primer trazado muestra la conexión entre la Avenida Crnl. Flavio Alfaro Delgado, entrada por garita Parcon y la escuela de Diseño y comunicación visual.



**Figura 1.2 Opción de Trazado N° 1**  
**Fuente: Google Earth, 2017.**

## Alternativa 2

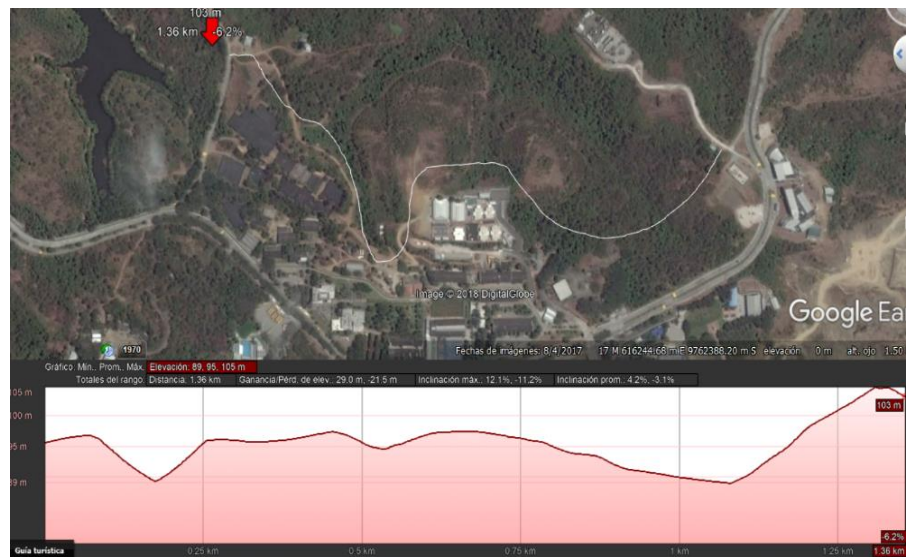
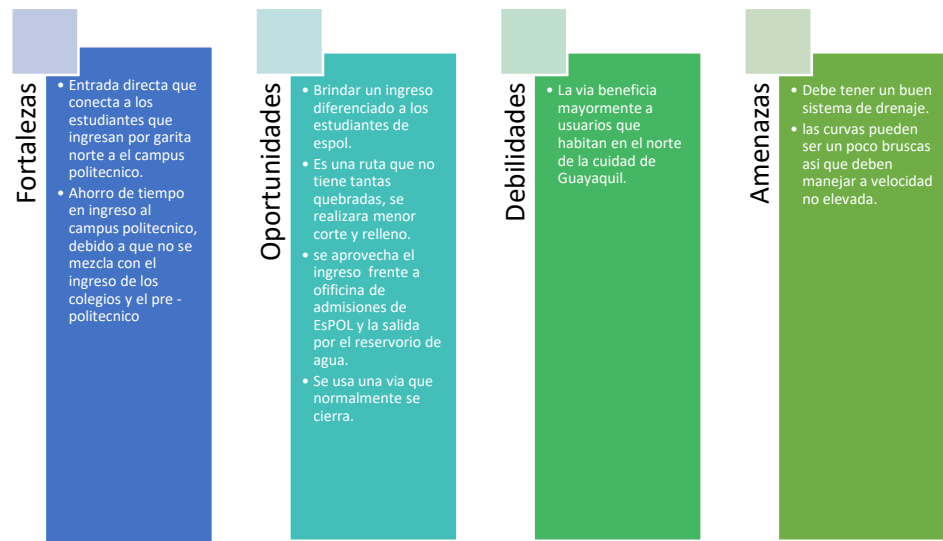
La segunda alternativa, el trazado que parte de la entrada frente a la oficina de admisiones de ESPOL, llegando al reservorio de agua dentro del campus Politécnico.



**Figura 1.3** Opción de Trazado N° 2  
**Fuente:** Google Earth, 2017

### Alternativa 3

La tercera alternativa nos permite el ingreso desde frente a las oficina de ESPOL admisiones hasta el reservorio, siguiendo la topografía del terreno.



**Figura 1.4** Opción de Trazado N° 3  
 Fuente: Google Earth, 2017



Para el proyecto de tesis se presentaron 3 alternativas ubicadas en diferentes zonas de la ESPOL, mediante la utilización de programas como ArcGis, Global Mapper y Google Earth se logró realizar una inspección profunda del terreno guiado por las curvas de nivel y los desniveles encontrados en la zona ayudaron a plantear la mejor alternativa. Esta información fue complementada por la inspección física del terreno, en la cual se encontraron detalles que no se podían apreciar con claridad de forma digital.

El trazado 1 presenta un trazado más extenso y que conecta las presas del lago Parcon y lago 2 que es un proyecto a futuro para ESPOL. Esta alternativa recorre mayor terreno por lo cual es más costosa además de la necesidad del diseño de 2 puentes para el paso sobre el aliviadero del lago Parcon y el lago 2, que representa un costo adicional.

El terreno de este trazado al igual que el de los trazados 2 y 3 presenta condiciones muy parecidas pero con pendientes mayores debido a la numerosa cantidad de elevaciones geográficas que se encuentran en el área. Esta carretera para muy cerca de los terrenos de socio vivienda lo cual lo vuelve zona de riesgo para los estudiantes en la noche.

El trazado número dos es el más directo de las tres alternativas, paso por un camino trazado con el tiempo. Cuando se realizó la inspección de campo se pueden apreciar tuberías que pasan a lo largo de la toda la vía a poca profundidad del terreno como se muestra en la figura 1.5, por lo cual vuelve esta alternativa poco viable.



**Figura 1.5** Sistema de tuberías existentes en trazado 2  
**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

La alternativa 3 presenta un relieve favorable y como pocos problemas, los cuales pueden ser solucionados con adecuación de señalización e iluminación. Las pendientes del terreno pueden ser evitadas bordeando las elevaciones, que no presentan mayor extensión. El sistema de drenaje tampoco es un obstáculo debido

a que las cuencas inician justo en los puntos donde pasa la carretera o el caudal que para por ella no es elevado.

La tercera alternativa presenta un inconveniente en el kilómetro 0+740.00 donde se dibuja una curva cerrada que no cumple con el radio necesario pero se busca una solución menos costosa en la señalización. (Ver Anexo A)

## **1.5 Metodología**

El proyecto de materia integradora denominado Diseño de una vía alterna desde garita de PARCON a áreas académicas se realizó mediante investigaciones bibliográficas, de campo y laboratorios.

### **1.5.1 Investigación bibliográfica**

Se utilizaron fuentes principales y secundarias:

- Carta topográfica obtenida en el instituto a Aeroespacial (IGM)
- Manual de normas de diseño geométrico 2003 MOP.
- Diseño de pavimento rígido PCA
- Normas Ecuatorianas Viales (NEVI 2012 en revisión).

Adicionalmente se utilizaron libros relacionado en el tema, además la cooperación de profesionales en el área vial con sus conocimientos y experiencia.

### **1.5.2 Investigación de campo**

Las investigaciones que se realizaron fueron:

- Cuantificar la cantidad de vehículos que circulan en una vía aledaña al proyecto (Aforo).
- Definir y determinar las cuencas para diseño de alcantarillas.

### **1.5.3 Investigación de laboratorio**

Se hicieron los siguientes ensayos de suelo:

- Granulometría (Normas de referencia: AASHTO 7-87-70, 7-88-70 - ASTM D421-58, D422- 63)
- Límite plástico (Normas de referencia: ASTM D424 -59 - AASHTO T- 90-56 )
- Límite líquido (Normas de referencia: ASTM DM 23-66 - AASHTO T- 89-68)
- Proctor modificado (Normas de referencia: ASTM D -698– 91, D 1557 - 91 - AASHTO T-180 – 93, T-99-94)

- CBR de laboratorio (Normas de referencia: ASTM D -1883 - 73 - AASHTO T – 193 - 63)

# **CAPÍTULO 2**

## **ESTUDIO DE TRÁFICO**

## **2.1 Tráfico vehicular**

El siguiente estudio comprende el pre diseño para una vía alterna de ingreso desde la garita de PARCON hacia las áreas académicas de ESPOL. El objetivo se centra en disminuir la congestión vehicular generada por el ingreso simultáneo de las unidades educativas Cruz del Sur y COPOL a las 7h30 de lunes a viernes.

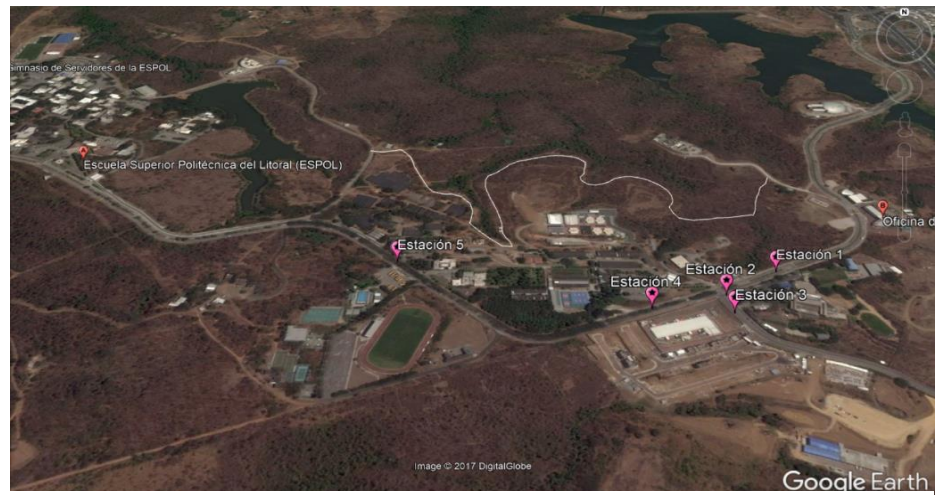
Como factores agravantes se encuentran la entrada de los vehículos de transporte público con rutas número 75B, 121 y alimentador de la metrovía aproximadamente cada 15 minutos y el ingreso al pre-politécnico a las 7h00.

Para dicho proyecto es importante conocer el tránsito que pasa actualmente; en la siguiente figura se puede observar la ruta que se pueden realizar.

### **2.1.1 Aforo vehicular**

Para esta etapa de proyecto se realizó un aforo automático el día martes 19 de Diciembre del 2017 hasta el día viernes 22 de Diciembre del 2017, este aforo se realizó por medios de manguera con sensores ubicados en forma transversal a la

calzada. La toma de datos se realizaron en 5 estaciones provisionales que fueron colocados a la altura del Colegio Cruz del Sur, COPOL, CIDIS y dos en la vía Perimetral que da a Garita principal de ESPOL. Ver figura 2.1



**Figura 2.1** Localización de los contadores automáticos  
**Fuente:** Google Earth, 2017



**Figura 2.2** Sensores usados en el aforo  
**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017



El tiempo de aforo fue de 24 horas al día, durante 4 días. En la tabla 4 se observa el resumen de los datos obtenidos en el aforo realizado, esta información será utilizada para el cálculo de la proyección del TPDA.

**Tabla IV.** Volumen vehicular.

Localización		Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Colegio Cruz Del Sur	Entrando	4352	4886	5176	3990
	Saliendo	994	1009	663	851
Ceibos	Entrando	5385	5588	5969	5712
	Saliendo	6069	6450	7337	6255
Garita	Entrando	7074	7458	7987	7114
	Saliendo	7065	7461	8002	7108
CIDIS	Entrando	6924	7308	7837	6964
	Saliendo	7035	7431	7972	7078

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

**Tabla V.** Cantidad de vehículos que ingresan por garita PARCON

Tipo	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Promedio
Moto	849	895	958	854	677
Liviano	2207	2327	2492	2220	1760
Bus	1231	1298	1390	1238	981
Camión	42	45	48	43	34

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

### 2.1.2 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).

El TPDA es la unidad utilizada para estimar la cantidad de vehículos que pasara por la vía en un año, es decir el volumen promedio de transito promedio que pasa en un día.

Para la obtención del TPDA se debe considerar lo siguiente:

- En dirección de una sola vía de circulación, el tráfico será contabilizado en esa misma dirección.
- En vías de dos direcciones de circulación, el volumen de tráfico será contabilizado en ambas direcciones.
- Sea el caso para autopistas, de forma general se toma el tráfico para cada sentido de circulación, ya que interviene un parámetro conocido como flujo direccional que comprende al % de vehículos en cada sentido de vía. Lo cual determina diferentes composiciones de volumen de tráfico en un mismo periodo.

El TPDA se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$PDA = TP + TD + Td + TG \quad \text{ec. 1}$$

### 2.1.2.1 Tráfico Proyectado (TP)

Se basan en pronosticar el volumen del tráfico que se tendrá generalmente después de 15, 20 o 30 años.

Este tráfico se puede calcular por medio de la siguiente fórmula:

$$T_P = T_A * (1 + i)^n \quad \text{ec. 2}$$

### 2.1.2.2 Tráfico Desarrollado (TD)

Se produce por el incremento de la producción de las tierras ubicadas dentro del territorio de influencia de la carretera, este tipo de tráfico se puede ir aumentando durante una parte o todo el periodo de estudio. Generalmente se toma en cuenta su efecto desde la incorporación de la vía al servicio de los usuarios.

$$T_D = T_A * (1 + i)^{n-3} \quad \text{ec. 3}$$

### 2.1.2.3 Tráfico Desviado (Td)

Es aquel tráfico que cuando no se tiene el diseño emplea caminos de su alrededor para su desplazamiento y

cuando ya se cuenta con el diseño utiliza una parte del camino o toda, pero manteniendo su punto de llegada.

$$T_d = 0.20 * (T_P + T_D) \quad \text{ec. 4}$$

#### 2.1.2.4 Tráfico Generado (TG)

Está formado por aquel número de viajes que se realizarán solo si suceden las mejoras propuestas, y lo compone:

Viajes que no se realizaron anteriormente.

Viajes que se hicieron anteriormente por medio de transporte público.

Viajes que se efectuaron anteriormente y con las nuevas comodidades atraen al tráfico a las vía propuesta.

$$T_G = 0.25 * (T_P + T_D) \quad \text{ec. 5}$$

Donde:

$$T_A = \frac{\text{total de vehiculos}}{\text{tiempo}}$$

\*El valor de la tasa de crecimiento se lo saca por medio de la tabla del MOP, dichos valores varían de acuerdo a la ciudad donde se hace el diseño de la vía.

### **2.2.2 Encuesta de Origen y Destino**

El objetivo de realizar esta encuesta es de obtener un porcentaje muy acertado de las personas que utilizarán nuestro proyecto vial.

Para el presente proyecto utilizamos el método de entrevistar directamente a los conductores de vehículos livianos en diferentes áreas de la ESPOL

**ENCUESTA**

Marque la respuesta con una X

1.- ¿A qué unidad académica se dirige?

- Facultad de Ciencias de la Tierra (FICT)
- Facultad de Electricidad y Computación (FIEC)
- Facultad de Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y Recursos Naturales (FIMCBOR)
- Facultad de Mecánica y Ciencia de la Producción (FIMCP)
- Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas (FISCH)
- Departamento de Ciencias Naturales y Matemáticas
- Escuela de Diseño y comunicación Visual (EDCOM)

2.- ¿Cree usted que este proyecto le ayudaría ahorrar tiempo?

- Si
- No
- Tal vez

3.- ¿Cuál sería la ventaja de esto?

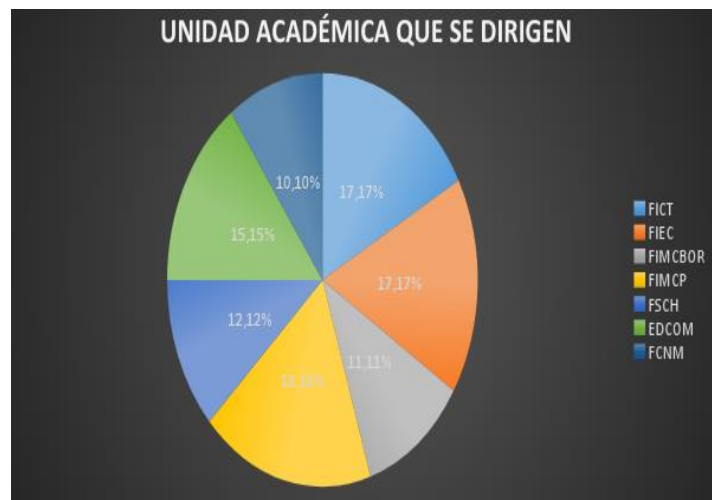
4.- ¿Utilizaría la opción de la vía alterna?

- Si
- No
- Tal vez

**Figura 2.3** Modelo de la encuesta realizada  
**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

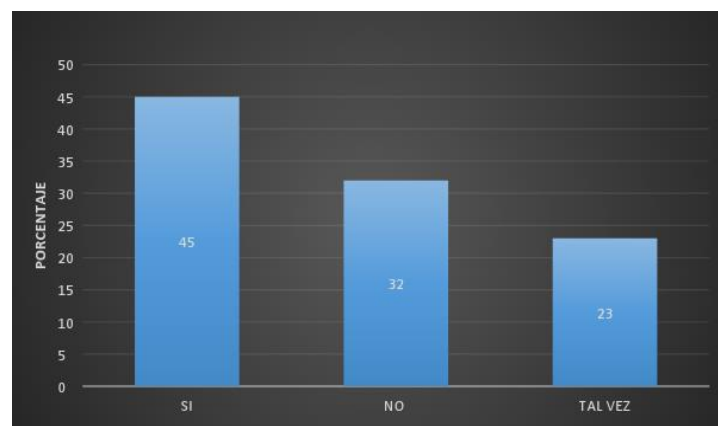
### 2.2.2.1 Resultados de la encuesta

1.- ¿A qué unidad académica se dirige?



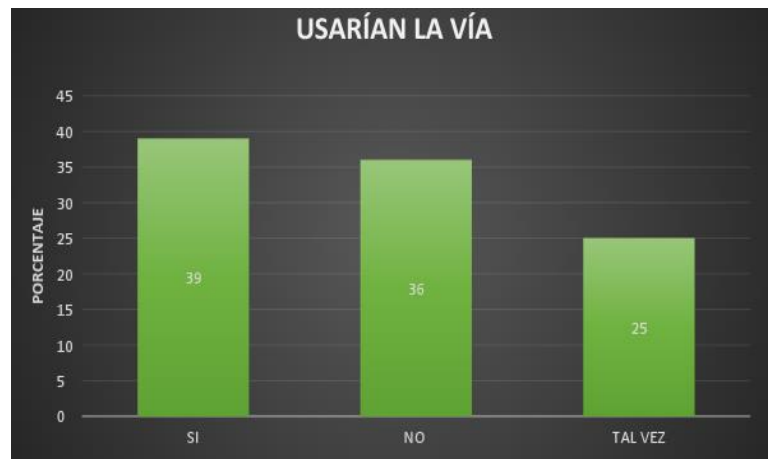
**Figura 2.4** Cantidad de encuestados de acuerdo a la unidad académica  
**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

2.- ¿Cree usted que este proyecto le ayudaría ahorrar tiempo?



**Figura 2.5** Utilizarían la vía  
**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

#### 4.- ¿Utilizaría la opción de la vía alterna?



**Figura 2.6** Ahorro de tiempo  
**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

La encuesta se realizó a una muestra aleatoria de 350 conductores del total de vehículos que ingresan a ESPOL por garita de PARCON.

De dichos resultados se analizaron los de la pregunta N° 4, para saber del total de vehículos cuantos usarán la vía nueva, de acuerdo a la ilustración 10 podemos observar que solo el 39% de los 350 encuestados utilizarían la vía del proyecto.

De la tabla V podemos ver que el promedio de vehículos que ingresan diarios es de 677 motos, 1760 vehículos livianos, 981 buses y 34 camiones.



Como nuestro proyecto está dirigido a los vehículos livianos, se procede a descartar los demás. De esta manera se tiene lo siguiente:

Vehículo que utilizarían la vía=  $1760 * 39\%$

Vehículo que utilizarían la vía= 687

### **2.2.3 Vehículo de Diseño.**

Según el NEVI-12 vehículo de diseño es un tipo de vehículos cuyos peso, dimensiones y características de operación se usan para establecer los controles de diseño que acomoden vehículos del tipo designado.

Para el diseño geométrico el vehículo de diseño debe ser tomado según el criterio del diseñador, pero sus dimensiones y radios mínimos de giro deben ser superiores a los vehículos de su clase.

Por lo general debemos conocer longitudes, alturas y anchos de los vehículos de diseño, ya que son necesarias para diseño de diferentes estructuras como intersecciones, retornos, círculos de tráfico, intercambiadores, etc.

El ministerio de Transporte y Obras Públicas por medio de la Normativa Ecuatoriana Vial considera varios tipos de vehículos de diseño, que son más o menos equivalentes a los estipulados en la AASHTO. Por lo cual tenemos:

- Livianos (A): (A1) usualmente para motocicletas, (A2) para automóviles.
- Buses y busetas (B).
- Camiones (C): (C-1) para dos ejes, (C-2) para tres ejes, (C-3) para más ejes.
- Remolques (R).

**Tabla VI.** Características por tipos de vehículos

<b>Vehículo de diseño</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>R</b>
Altura máxima (m)	2.4	4.1	4.1	4.3
Longitud máxima (m)	5.8	13	20	>20.50*
Anchura máxima (m)	2.1	2.6	2.6	3
Radios mínimos de giro (m)				
Rueda interna	4.7	8.7	10	12
Rueda externa	7.5	12.8	16	20
Esquina externa delantera	7.9	13.4	16	20

**Fuente:** NEVI-12 2A MTOP, 2012

En este proyecto se trabajará con los siguientes factores de equivalentes recomendados por el MTOP:

- 1 Liviano = 1 Vehículo de diseño.
- 1 Bus = 2 Vehículo de diseño.
- 1 Camión (C-1) = 2 Vehículo de diseño.

$$\text{Vehículos de diseño} = 687 \text{ veh/día} * 1$$

$$\text{Vehículos de diseño} = 687$$

#### **2.2.4 Tráfico Actual y tráfico futuro.**

Tráfico Actual: Este tráfico se lo puede calcular semanalmente realizando un conteo de 24 horas diarias como mínimo por 3 días a la semana. Este conteo se lo debe realizar en los días y meses más representativos del año.

Es el número de vehículos contados en un punto determinado en los dos sentidos de circulación durante un año las 24 horas del día dividido para 365 días.

Los datos obtenidos deben ser procesados.

Tráfico Futuro: Esta basado en el tráfico actual. El pronóstico del volumen y tráfico futuro se basa en una proyección de 15 A 30

años. Estos resultados se los utiliza para determinar la velocidad de diseño, radio y demás factores geométricos del diseño.

### **2.2.5 Clasificación de carreteras de acuerdo al T.P.D.A**

Se debe realizar el aforo sea este manual o automático para así determina el tráfico actual (cantidad y tipo de vehículos), con el cual se determina el TPDA y se puede catalogar el tipo de carretera.

Para el presente proyecto se realizó aforo automático durante 4 días desde el 19 de Diciembre al 22 de Diciembre del presente año, los valores obtenidos serán procesados para obtener el tráfico promedio.

Para obtener el factor de crecimiento se usará la tasa de incremento vehicular de la siguiente tabla:

**Tabla VII.** Tasa de crecimiento anual de tráfico vehicular de la provincia del Guayas

<b>Periodo</b>	<b>Liviano</b>	<b>Buses</b>	<b>Camiones</b>
2015-2020	5.56	3	3.33
2020-2025	4.95	2.67	2.96
2025-2030	4.45	2.4	2.67
2030-2035	4.04	2.18	2.43

**Fuente:** MOP Departamento de Factibilidad, 2015

Como nuestro proyecto no se trataba de un diseño vial interestatal se procedió a calcular una tasa de crecimiento relacionada al tipo de obra a realizar. Los cálculos se lo realizaron por medio de la información de la relación entre la cantidad de alumnos que ingresan y egresan del campus prosperina de ESPOL, obteniendo la siguiente tabla VIII:

**Tabla VIII.** Tasa de crecimiento anual de tráfico vehicular

<b>Periodos</b>	<b>Livianos</b>	<b>Buses</b>	<b>Camión</b>
2015-2019	2.67	1.44	1.60
2020-2024	2.38	1.28	1.42
2025-2029	2.14	1.15	1.28
2030-2034	1.94	1.05	1.17
2035 en adelante	1.94	1.05	1.17

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

A continuación presentamos un resumen de los valores calculados para el TPDA con proyección a 20 años:

**Tabla IX.** Trafico liviano proyectado a 20 años

<b>Tiempo (años)</b>	<b>AÑO</b>	<b>LIVIANO</b>
	2017	687
1	2018	705
2	2019	724
3	2020	741
4	2021	759
5	2022	777
6	2023	796
7	2024	815
8	2025	832
9	2026	850
10	2027	868
11	2028	887
12	2029	906
13	2030	923
14	2031	941
15	2032	960
16	2033	978
17	2034	997
18	2035	1017
19	2036	1036
20	2037	1057
<b>TRÁFICO PROYECTADO</b>		<b>1057</b>

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

**Tabla X.** Tráfico desviado y generado.

Tráfico Desviado (Td)	0.20*tráfico proyectado	211
Tráfico Generado (Tg)	0.25*tráfico proyectado	264

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

$$TPDA_{\text{proyectado}} = T_p + T_d + T_g$$

$$TPDA_{\text{proyectado}} = 1057 + 211 + 264$$

$$TPDA_{\text{proyectado}} = 1532 \text{ Veh/día}$$

El Ministerio de Obras Públicas y Transporte según el valor del TPDA clasifica la vía, la misma que se muestra continuación:



**Tabla XI.** Clasificación de las carreteras en función del tráfico  
Proyectado según MOP

Clase de carretera	Tráfico proyectado TPDA
R-I O R-II	Más de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
<b>II</b>	<b>De 1.000 a 3.000</b>
III	De 300 a 1.000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado a 15 o 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año 10 sobrepasa los 7.000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículos equivalentes.

**Fuente:** Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003

## 2.2 Especificaciones de diseño

Es necesario dejar establecido que la alternativa de apertura de esta nueva ruta se da con la finalidad de descongestionamiento vehicular en horarios de ingreso por lo cual la vía cuenta exclusivamente con carriles de entrada más no de salida.

La ESPOLE mediante un contrato con Holcim diseñó las vías de ingreso al campus de hormigón motivo por el cual los futuros procesos de crecimiento vial se hicieron del mismo material por las características de la obra terminada y la duración de la misma, además se busca guardar la

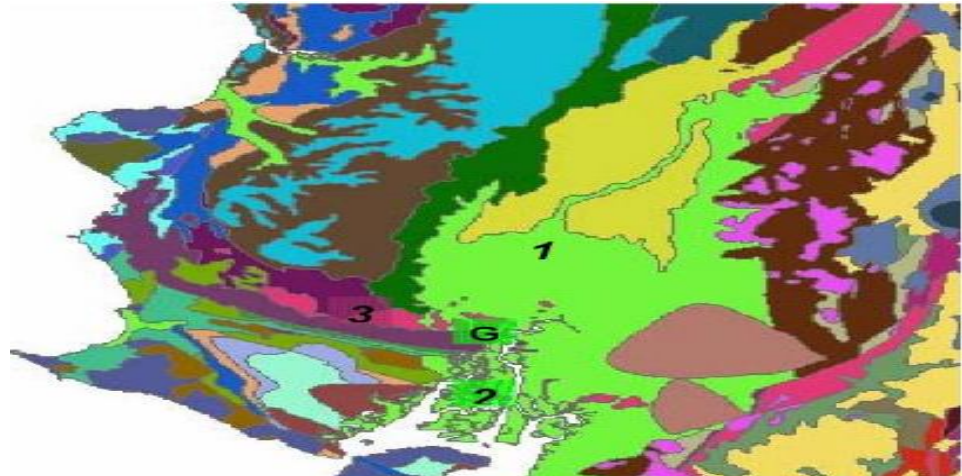
continuidad del diseño. Durante el estudio de tráfico la carretera resultó de segundo orden con un TPDA de 1.532 vehículos al día, un diseño de pavimento rígido no es la primera opción, pero por el diseño el previo de las vías del campus el diseño se realizará de hormigón.

En el caso del pavimento rígido la vida útil es de 20 años, pero para el diseño se realizó con un TPDA proyectado a 20 años ubicando la carretera como clase II. A partir de esta información se determinan los valores de diseño de la carretera que conectara la entrada de PARCON con el campus Politécnico.

### **2.2.1 Tipo de terreno**

El campus Politécnico Gustavo Galindo tiene una extensión de 690 hectáreas, de las cuales 600 son áreas protegidas pertenecientes a Bosque protector “La Prosperina”, 40 hectáreas se encuentran urbanizadas en la actualidad y 50 hectáreas están destinadas para proyectos futuros.

El relieve de esta zona es característico de la formación Cayo perteneciente al marco de dominio de la Colina de la cordillera Chongón - Colonche (Figura 2.7)



**Figura 2.7** Macro dominios morfológicos de Guayaquil 1.- Llanura aluvial ríos Daule y Babahoyo. 2.- Llano estuario deltaico río guayas. 3.- Cordillera Chongón Colonche.

**Fuente:** E. Benítez, 2005

Los cerros de la cordillera Chongón Colonche se ubican al Noroeste de la zona metropolitana de Guayaquil, desarrollándose hacia el Oeste de la ciudad. Esta compuesto por las rocas de las formaciones Ancón, Las Masas, San Eduardo, Guayaquil, Cayo y Piñón (Mite, 1989). Esta Zona se asocia 3 dominios representativos:

Dominio estructural

Dominio erosivo

Dominio acumulativo.

De las cuales el campus politécnico Prosperina se encuentra en el Dominio erosivo en el cual afloran las rocas pertenecientes a las formaciones Cayo y Piñón, con un relieve predominante en colinas bajas y alargadas de alturas menores a las 100m en direcciones Noreste o Sureste. Según (página espol) la ESPOL cuenta en su dominio por la formación Cayo sensu strictu donde las colinas son de baja altura entre 20 – 50 m con vertiente cóncava convexa, aunque la Noroeste se presentan colinas de entre 100 – 200m de altura. Esta formación está constituida principalmente por brechas a diferencia de la formación Guayaquil que también se ubica en parte del Campus ESPOL y se conformada mayormente de Lutitas Silíceas cherts, el relieve de esta formación se denota por colinas de 80 – 100 m de altura con vertientes cóncavas convexas con cimas redondeadas, de igual manera hacia el NO se presentan colinas de mayor elevación entre 100 – 200 m.

El terreno natural del campus Politécnico está formado por rocas antiguas del Paleógeno y del Cretáceo con colinas pronunciadas de pendiente escarpada, lo cual ubica a la zona como un terreno entre montañoso y ondulado, que contiene taludes de roca en excelentes condiciones y roca meteorizada en distintas etapas

debido a los procesos erosivos intensos a los que fueron sometidos desde el Eoceno superior.

## **2.2.2 Velocidad**

La velocidad de una vía tiene alta importancia en el diseño vial porque considera parámetros de seguridad, confort y movilidad de los usuarios, de manera que la carretera brinde la funcionalidad para la cual fue diseñada.

La vía de acceso de Parcon hacia las facultades se diseña para un TPDA de 1.532 vehículos al día y se encuentra proyectada hacia un terreno natural montañoso, por lo cual se tienen las siguientes consideraciones:

### **2.2.2.1 Velocidad de diseño**

Velocidad de diseño se denomina a la velocidad de referencia con la que se cuenta para definir las características geométricas principales de los elementos de un trazado, contando con condiciones óptimas de comodidad y seguridad.

Las características del terreno de la ESPOL y las condiciones de tráfico presentes, permiten ubicar la velocidad de diseño en 50 km/H.

### 2.2.2.2 Velocidad de circulación

La velocidad de circulación recomendada para la vía alterna de ingreso al campus politécnico es:

$$V_c = (1.32)V_d^{0.89} \quad \text{ec. 6}$$

$$V_c = (1.32)(50)^{0.89} = 42.91 \text{ Km/h}$$

$$V_c \cong 50 \text{ Km/h}$$

## 2.2.3 Visibilidad

### 2.2.3.1 Distancia de visibilidad de parada

La visibilidad de parada corresponde a la distancia mínima que el conductor necesita para visualizar un objeto en su trayectoria y detenerse, transitando a la velocidad de diseño.

$$D_p = 90 \text{ m.}$$

### **2.2.3.2 Distancia de visibilidad para rebasamiento de un vehículo**

La distancia mínima que el conductor necesita para realizar alguna maniobra en estas condiciones de terreno es de 345m.

### **2.2.3.3 Radio mínimo de curvas horizontales.**

El radio de curvatura está en función a la velocidad a lo largo del tramo de la vía. Siendo la velocidad de circulación 50 Km/H, el radio de curvas  $R_c = 75$  m.

### **2.2.3.4 Peralte**

La inclinación transversal de la vía que se da de la calzada hacia el interior de la vía no debe sobrepasar el 10% para brindar un correcto desempeño de los vehículos.

### **2.2.3.5 Parámetros de diseño de la calzada**

- Curvas verticales convexas de 19 m y curvas verticales cóncavas de 19m.

- El gradiente longitudinal mínimo debe encontrarse en 0.5% y el gradiente longitudinal máximo debe encontrarse entre 7% - 8%.
- El pavimento utilizado será hormigón con la finalidad de darle continuidad a las vías existentes además de garantizar la durabilidad por un periodo de 20 años.
- El ancho del pavimento será de 6.7m con espaldones de 2m de cada lado.
- El gradiente transversal de la calzada será de 2%, mientras el gradiente de los espaldones es de 2% - 4%.

#### **2.2.4 Señalización**

Según el INEN resolución 612-2010 la señalización de una vía debe cumplir parámetros básicos y esenciales de tal manera que sirvan para resguardar la seguridad y salud de aquellas personas que transiten la misma. Las normativas son cumplidas en todas las vías, ya sean estas de interés público lo privado, de carácter urbano o rural.

Dada la importancia que cierta cantidad de accidentes se deben a la mala señalización de las carreteras, los puntos negros como



se conoce a estos tramos no brindan la correcta información para el usuario.

Existen dos tipos de señalización cada una con distintas funciones:

- Vertical
  
- Horizontal o marcas viales

#### **2.2.4.1 Señalización horizontal**

Se debe satisfacer condiciones específicas para que se pueda considerar una buena señalización o que cumplir con el objetivo propuesto, informar al conductor y darle seguridad.

Según el NTE INEN estos lineamientos que una señalización horizontal cumplirá son:

- a) Debe ser necesaria.
  
- b) Debe ser visible y llamar la atención
  
- c) Deber ser legible y fácil de entender
  
- d) Debe dar tiempo suficiente al usuario para responder adecuadamente

- e) Debe infundir respeto
- f) Deber ser creíble

A diferencia de las señales verticales las horizontales no hacen que el conductor quite la vista de la vía en la que circula debido a que esta se encuentra en la calzada.

**Desventajas:** El polvo, la neblina, condiciones climáticas variable pueden afectar la visibilidad de estas señales.

#### **Características generales:**

- **Uniformidad:** Deben seguir los lineamientos establecidos por en el reglamento técnico de tal manera que facilite el entendimiento para los usuarios.
- **Ubicación:** Se encuentran en lugares estratégicos que permitan a los usuarios de distintas capacidades ejecutar una reacción oportuna incluso si estos transitan al límite de velocidad en la vía (MOPT, 1992).
- **Materiales:** Se presentan con variedad de costos, duración o que el color tenga tiempo de vida útil prolongado, distintos métodos de instalación.

- **Espesores:** la aplicación de distintos productos sobre la calzada debe cumplir con al menos mínimos requerimientos como:

**Tabla XII.** Mínimo espesor necesario.

Min. Zona urbana	300 micras en seco
Min. Zona rural	250 micras en seco

**Fuente:** INEN, 2011

### **Clasificación:**

**Líneas Longitudinales:** Se usan para la delimitación de carriles y son indicativos de zonas aptas o con restricciones de rebasar. Consta de franjas de 0.1m - 0.3m impresas en un material reflectivo a lo largo de toda la calzada (MOPC, 2011).

**Líneas transversales:** Indican el límite frente al cual los vehículos deben detenerse para un cruce peatonal. Se diferencia por franjas de ancho de 0.3m – 0.6m a lo largo de la vía.

**Leyendas y Simbología:** Sirven de guía y advertencia con la finalidad de regular la circulación, es usada para delimitación de carriles indicación de direcciones, paradas de transporte público y privado, etc.

**Señalización complementaria:** Cumplen con una funcionalidad muy variada (CONASET, 2015).

1. Delimitación de la calzada. En vía de mayor jerarquía se colocan en los laterales de la calzada.
2. Guía de reflexión: Gracias a la iluminación proporcionada por los faros de los vehículos en la noche.
3. Sistema de alerta (seguridad vial): En caso de dormirse y comenzar a perder pista el sonido y la sensación de vibración podrá alerta al conductor.

### **Tipos de señalización complementaria**

- **Demarcadores:** Indicadores o delimitantes de la calzada que como se indicó con anterioridad cumplen funciones de seguridad, reflexión. Estos pueden ser tachas, ojo de gato Figura 2.8



**Figura 2.8** Tachas, funcionalidad en la noche en vías de poca iluminación.

**Fuente:** Reynafarje, 2015

- **Bordillos notables:** Se colocan con la finalidad de confinamiento y separación de carriles de uso exclusivo como en el caso de Guayaquil para la Metrovía. También es usada para restricción de paso de giros y delimita un camino hasta que eventualmente se visualice una señal vertical de integración a otro carril.
- **Retroreflexión:** Señalizaciones horizontales deben presentar los valores mínimos indicados por NTE INEN 1 042 vigente, además sus complementarios como pintura de tráfico y materiales de retroreflexión que serán

unidos a las tachas de igual manera cumplen con NTE INEN 2 289 (NTE-INEN, 2011).

**Tabla XIII.** Retroreflexión en pinturas sobre pavimento

Visibilidad	Ángulos		Colores	
	Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
a 15 m	3.5°	4.5°	150	95
a 30 m	1.24°	2.29°	150	70

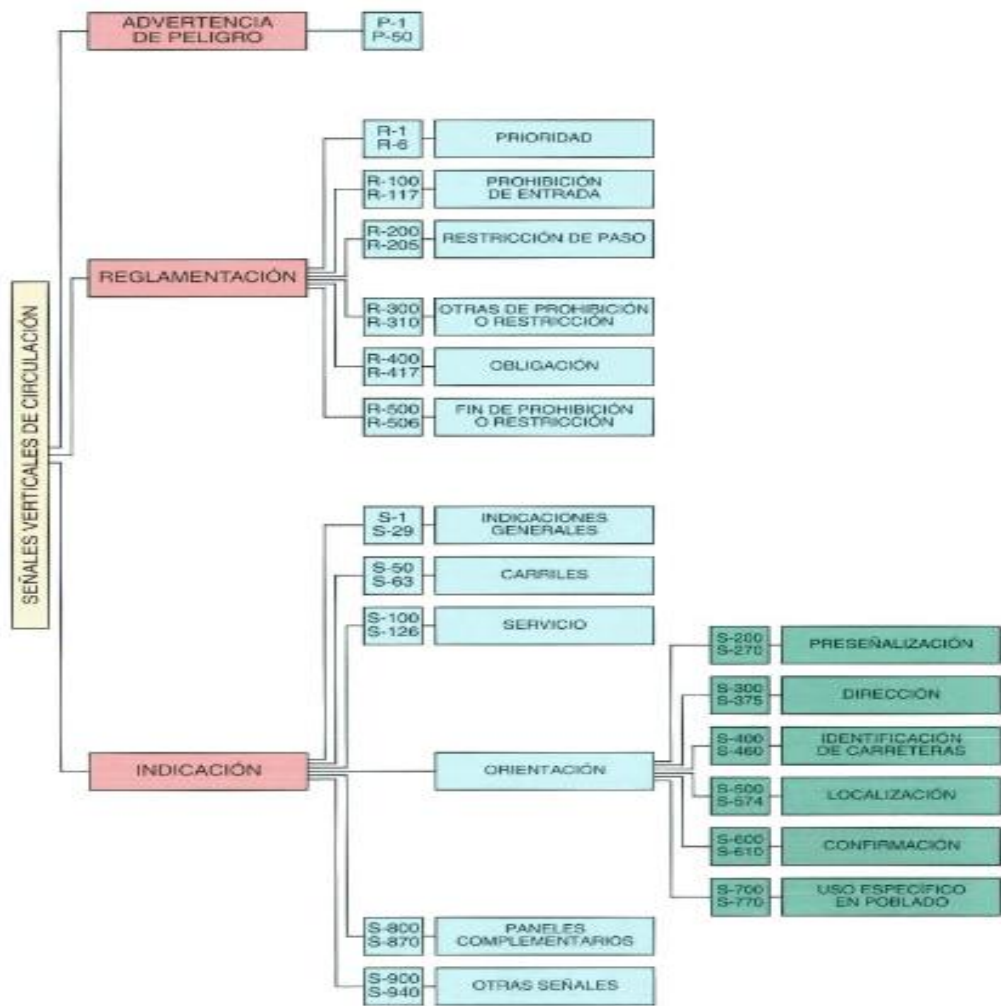
**Fuente:** ASOCIADOS, 2012

Complementario a los parámetros de señalización vial se debe tener en cuenta la iluminación a lo largo de la vía de tal manera que no se considere peligrosa y ayude a visualizar defectos existentes.

#### 2.2.4.2 Señalización vertical

Elementos que sirven para prevenir, informar y reglamentar a todos los usuarios con cierto tiempo de antelación. Estas indican las condiciones referentes al diseño de la vía y a la circulación en la misma, información necesaria para el conductor y peatones, de

tal manera que puedan proceder con cautela (Bañon, 2000).



**Figura 2.9** Tabla de funciones de la señalización vertical  
**Fuente:** MOPT, 1992

**Clasificación:**

Se subdividen en tres tipos de señales cada una identificada por su color, forma, tamaño y símbolo o contenido.

- a) **Señales de peligro:** Indican o advierten de la peligrosidad del tramo próximo, ya sea por condiciones o parámetros de trazado, regulaciones o emplazamiento, situaciones tales que puedan provocar accidentes a los usuarios de la vía.

**Descripción: Código P**

- b) **Señales reglamentarias:** Aquellas que jerarquizan el acceso a la vía y reglamentan el tránsito, un incumplimiento corresponde a una infracción.

**Descripción: Código R**

- c) **Señales de información:** Indican a los usuarios puntos de interés turísticos, direcciones, rutas, ubicación de servicios.

**Descripción: Código I**



- d) **Señales especiales delineadoras:** Aproximación a un lugar con cambios rápidos y bruscos como de altura, dirección y ancho, además de indicar la obstrucción en la misma.

**Descripción: Código D**

- e) **Señalizaciones de trabajos en vía:** Indica trabajos en calzada y aceras de tal manera que el usuario está obligado a transitar con mayor cuidado, además indica condiciones temporales y de peligro.

**Descripción: Código T**

**Características básicas:**

**Mensaje:** Este debe ser claro, que no se preste a interpretación y puede estar en símbolo o en leyendo; en caso de esta ambos, deben tener concordancia y están normadas según el Instituto Ecuatoriano de Normalización.

**Formas:** Se colocan de manera estandarizada para que con la ayuda del color se facilite la identificación de las mismas.

Estas formas están dadas de igual manera por la INEN como organismo regulador.

**Color:** Cada clasificación tiene asignado un color representativo que permitirá al conductor o usuario activo identificar de manera más rápida, según (INEN, 2011) estos son:

- **Rojo:** Indicador de peligro, relacionado con la restricción de movimiento o reducción de la velocidad. Se usa en el disco PARE, la prohibición de estacionamiento, no ingresar, etc. todas indicativas de flujos prohibidos.
- **Blanco:** Se usa como fondo de la mayoría de las señales regulatorias o informativas.
- **Amarillo:** Este color indica precaución y es usada en señales preventivas y como complementarias de velocidades y distancias.
- **Verde:** Señales con información de destinos.
- **Azul:** Usada en señaléticas referente a información de servicios.

**Tamaño:** Según (MOPC, 2011) el tamaño de las señalizaciones va de acuerdo a la velocidad de circulación por lo cual ya se encuentra predeterminada una distancia a la que los vehículos van a poder visualizar el letrero.

En el caso de las señales informativas esto no será regido por la velocidad sino por el tamaño de la letra y de la leyenda.

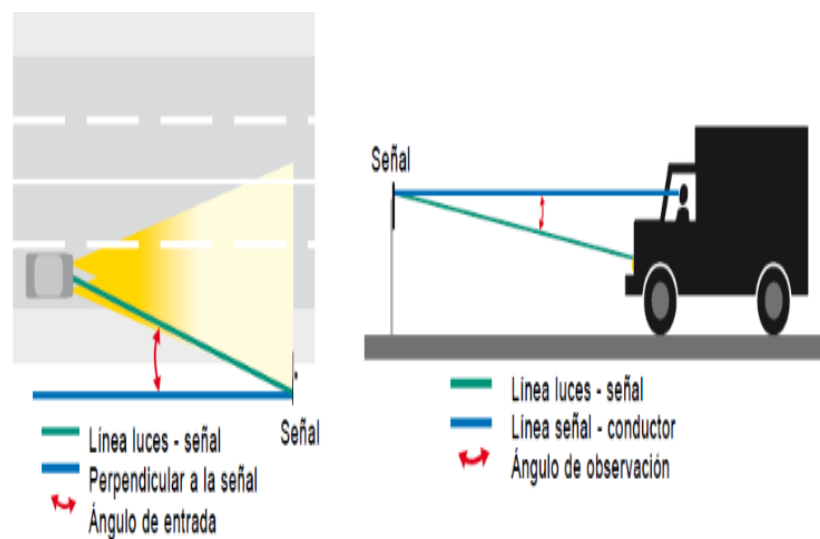
**Letras:** Las letras del alfabeto a usarse en mayúscula corresponden a las series A-B propias de estacionamientos y demás señales que serán leídas a velocidades bajas.

**Distancia de legibilidad:** Las letras mayúsculas de las series C, D, E modificada, E deben ser leídas desde cierta distancia (INEN, 2011):

**Tabla XIV.** Distancia de visibilidad de señalización.

Serie de letras	Distancia de legibilidad en metros por 10 mm de tamaño de letra
C	5 m
D	6 m
E	7 m
E modificada	7.5 m*

Fuente: INEN, 2011

**Figura 2.10** Reflexión de las luces en el letrero

Fuente: (RTE004-2, 2011)

Las señales deben ser visibles sin importar las condiciones climáticas o la ausencia de luz por lo que estas son diseñadas con materiales que cumplen estas condiciones.

Los colores de una señal emplazada con velocidades menores que 100 km/h debe cumplir con parámetros de niveles de Retroreflexión:

**Tabla XV.** Niveles de Retroreflexión (Cd/lx m<sup>2</sup>)

Entrada	Observación	blanco	amarillo	rojo	verde	azul	café	amarillo limón
-4	0.2	56	40	11.2	7.2	3.2	0.8	230
-4	0.5	24	20	6	3.6	1.6	0.2	160
30	0.2	24	17.6	4.8	2.8	1.4	0.2	85
30	0.5	12	10.4	2.4	1.8	0.6	0.2	60

**Fuente:** INEN, 2011

Pero cuando las velocidades son igual o mayores a 100 km/h debe cumplir con parámetros de niveles de Retroreflexión:

**Tabla XVI.** Niveles de Retroreflexión (Cd/lx m<sup>2</sup>)

Entrada	Observación	blanco	Amarillo	rojo	verde	azul	café	amarillo limón
-4	0.2	200	136	36	36	16	9.6	230
-4	0.5	76	49.6	12	12	6	4	160
30	0.2	120	80	20	20	8.8	6.8	85
30	0.5	52	36	8	8	4	2.8	60

**Fuente:** INEN, 2011

En casos como pórticos las señales se ven afectadas debido a que el nivel de reflexión nos es el adecuado y la normativa obliga a utilizar materiales por encima de los de mínima seguridad, también estas señales se ven afectadas por el polvo por lo cual el mantenimiento es una obligación.

**Ubicación:** Son colocadas en el lado derecho de la vía pero existen variaciones debido a circunstancias especiales en las cuales se duplican la señalización del lado izquierdo o se las coloca elevado sobre la calzada, si se coloca la señalización en un lugar expuesto a golpes y accidentes es necesario colocar contención flexible como protección. (INEN, 2011).

**Altura:** Se deben tener en cuenta ciertas consideraciones generales para que no se afecte la visibilidad de los usuarios como:

1. Altura máxima de crecimiento de la vegetación, altura de los vehículos que circulan o se encuentran estacionados.
2. Geometría horizontal y vertical de la Vía.

La altura que se recomienda es medida desde el centro del letrero hasta la parte más alta de la calzada.

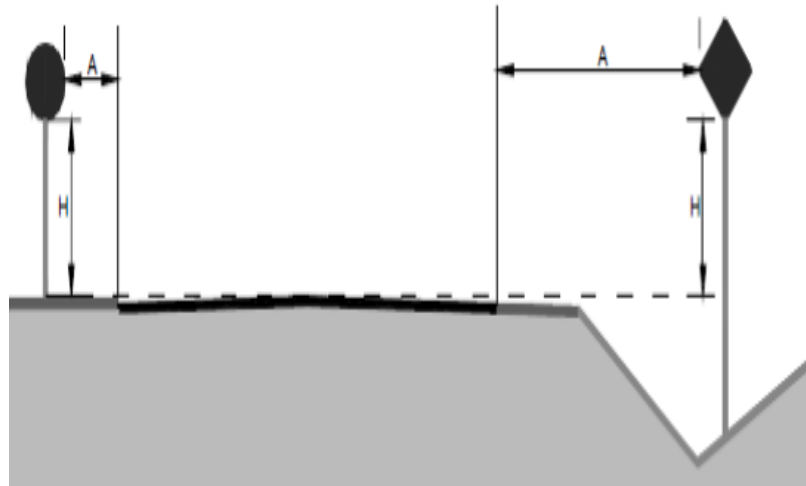
**Tabla XVII.** Altura de la señalización

	A(m) Min	H(m)	
		Min	Máx.
Autopistas y autovías	3.5	1.5	2.2
Vía convencional rural con velocidad máx. > 90km/h	3	1.5	2.2
Vía convencional rural con velocidad máx. <80km/h	2.5*	1.5	2.2
Vía convencional urbana con solera.	0.3	1.8	2.2
Vía convencional urbana sin solera	1.5	1.8	2.2

Fuente: INEN, 2011



Donde A y H se indican en la Figura



**Figura 2.11** Altura de la señalización, variables.  
**Fuente:** (RTE004-2, 2011)

En el problema planteado la señalización vertical constituye una solución de bajo costo con posibilidad de solución rápida. Haciendo referencia al tema a tratar a continuación se enlistan ciertas señaléticas.



Curva cerrada derecha o izquierda: indica la aproximación de una curva pronunciada con ángulo de viraje menor o igual a 90°.



Curva tipo U derecha o izquierda: Aproximación de un retorno, recomendable acompañar esta señal con una de velocidad.



Reduzca la velocidad: Velocidad alta y se aproxima una reducción de velocidad debido a posible detención adelante.



Límite máximo de velocidad: Limitante de velocidad en cierto tramo o restituyente de la misma.

### 2.2.5 Diseño de señalización

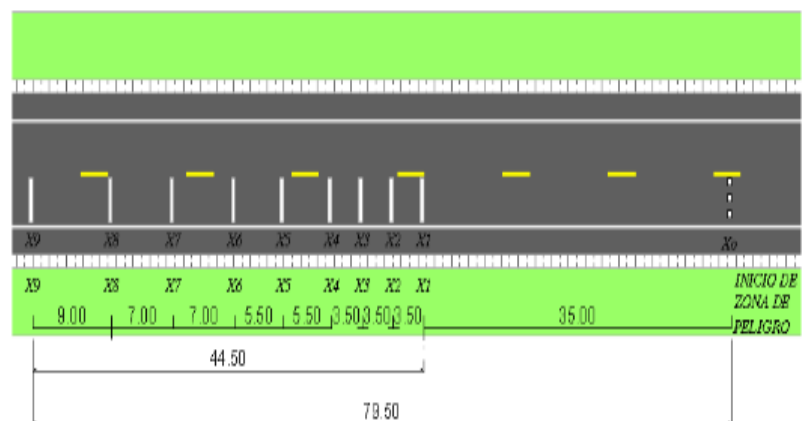
El diseño de la señalización es necesario para brindar a los usuarios de la carretera los niveles de seguridad necesarios para que transiten en ella sin tener ningún tipo de accidentes. El sistema de señalización debe cumplir con las normativas RTE INEN 004-1 de diseño horizontal, RTE INEN 004-2 diseño vertical y con el RTE INEN 069 sobre alumbrado público.

Es importante tomar en cuenta el tramo #8 de la carretera el cual se encuentra ubicado el en kilómetro 0+767.49 este presenta un diseño en condiciones desfavorables debido a su radio de curvatura de 50m, para la clase de vía de segundo nivel debería ser como mínimo 75m. Este es el único tramo que presenta tal inconveniente por lo que se busca una solución viable y económica al solucionar este problema mediante un sistema adecuado de señalización.

Para prevención del usuario se tomaron en consideración todos los factores de afectación y por ende las precauciones correspondientes como el uso de líneas logarítmicas para prevenir zona de peligro y una reducción progresiva de la velocidad a lo largo del tramo.

### 2.2.5.1 Implementación de líneas logarítmicas.

Las líneas logarítmicas son usadas para indicar a los conductores que deben reducir la velocidad de circulación debido a determinadas condiciones del terreno como la aproximación a una zona de curva peligrosa o donde existe poca visibilidad.



**Figura 2.12** Ilustración de distancias de las líneas logarítmicas.

**Fuente:** INEN, 2011

Está representada por líneas continuas transversales de color blanco ubicadas de manera secuencial sobre la calzada, perpendicular al eje vial. Para la vía alterna de ingreso a el campus ESPOL estas líneas deben cumplir ciertas características como que el ancho será de 200mm y que la primera línea se encuentra a una distancia reglamentaria de 35m de la zona de afectación, las distancias consecutivas se muestran en la tabla XVIII (INEN, Señalización vial parte 2 Señalización Horizontal, 2011)

Para una velocidad  $\leq 50$  Km/h

**Tabla XVIII.** Tabla de separación de las líneas logarítmicas

<b>Punto</b>	<b>Separación</b>	<b>Ubicación en la vía</b>	<b>Descripción</b>
<b>X 0</b>	0m	0+767.00	Inicia zona peligrosa
<b>X 1</b>	35,00 m	0+732.00	
<b>X 2</b>	38,50 m	0+728.50	
<b>X 3</b>	42,00 m	0+725.00	
<b>X 4</b>	45,50 m	0+721.5	
<b>X 5</b>	51,00 m	0+716.00	
<b>X 6</b>	56,50 m	0+710.50	
<b>X 7</b>	63,50 m	0+703.50	
<b>X 8</b>	70,50 m	0+696.50	
<b>X 9</b>	79,50 m	0+687.50	




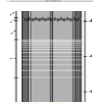




**Fuente:** INEN, 2011

**Tabla XIX.** Ubicación de las líneas logarítmicas sobre la calzada.

Punto	PI existente	Tramo	Velocidad	Descripción
1		0+000 – 0+117.43	50	
2	PI 1	0+117.43 – 0+324.68	50	
3		0+324.68 – 0+451.00	50	
4	PI 2	0+451.00 – 0+546.56	50	
5		0+546.56 – 0+639.26	50	
6	PI 3	0+639.26 - 0+717.37	45	Comienza el tramo peligroso
7		0+717.37 – 0+767.49	45	
8	PI 4	0+767.49 – 0+890.99	40	Tramo de curva cerrada
9		0+890.99 – 0+921.75	50	Fin de zona de peligro
10	PI 5	0+921.75 – 1+012.45	50	
11		1+012.45 – 1+035.91	50	
12	PI 6	1+035.91 – 1+076.30	50	
13		1+076.30 – 1+114.52	50	
14	PI 7	1+114.52 – 1+267.45	50	

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

Tabla XX Señalización a ubicar.

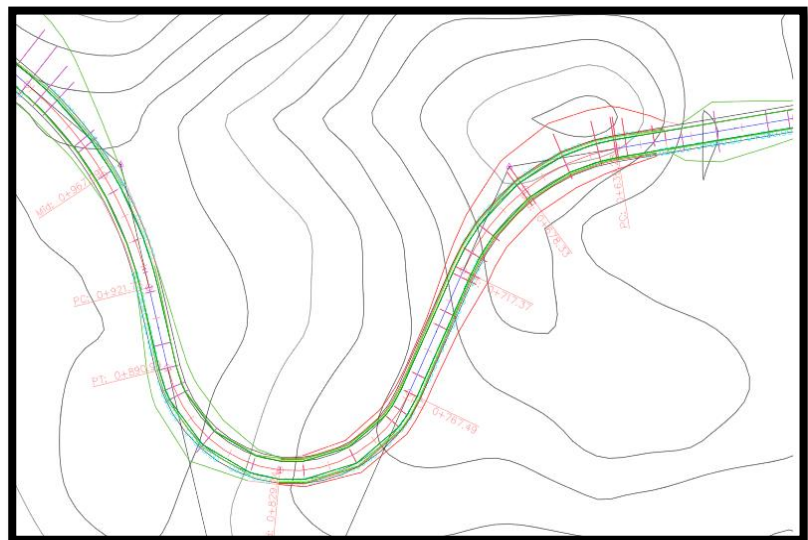
Punto	Imagen	Nombre de señalizaciones	Descripción	Afectación	Ubicación
1		Línea continua	De color blanco/lado derecho de la vía	0+000 – 1+267.45	0+000 – 1+267.45
2		Línea continua	De color amarillo/lado izquierdo de la vía	0+000 – 1+267.45	0+000 – 1+267.45
3		Línea continua	20m antes de línea de pare	1+240.0 - 1+260.0	1+240.00 – 1+260.00
4		Línea segmentada	Línea de separación de carriles. De color blanco	0+000 – 1+240.00	0+000 – 1+240.00
5		Línea continua	Prohibido rebasar	0+780.00 – 0+880.00	0+760.00 – 0+880.00
6		Velocidad máxima	Velocidad de 50 Km/h	0+000 - 0+639.26 0+890.99 – 1+267.45	0+050.00 0+850.00
7		Velocidad máxima	Velocidad de 45 Km/h	0+639.26 - 0+767.49	0+560.00
8		Velocidad máxima	Velocidad de 40 Km/h	0+767.49 - 0+890.99	0+729.00
9		Líneas logarítmicas	Tabla #2	0+687.50 - 0+767.00	0+687.50 - 0+767.00
10		Curva peligrosa a la derecha.		0+767.49 - 0+890.99	0+680.00
11		Pare	Previo a una bifurcación T.		1+260.00
12		Una vía	Vía de ingreso	0+000.00 – 1+267.45	0+000.00
13		Solo vehículos livianos	Vía de ingreso	0+000.00 – 1+267.45	0+000.00

Fuente: Lastra, K. Solórzano, G., 2017

### 2.2.5.2 Características de las señaléticas

#### Curva peligrosa

Cuando la velocidad de circulación es menor a 75 Km/h la distancia de colocación de la señalización de curva peligrosa a la derecha se encuentra ubicada en uno de rango de 80 – 120m antes del inicio de la curva. La curva contará con señalización de línea continua del kilómetro 0+760.00 – 0+880.00, indicando que no se puede rebasar en ese tramo Figura 2.13.



**Figura 2. 13:** Tramo #8 con radio de curvatura de 50m.  
**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017



### **Señales de velocidad**

Son colocadas a lo largo de la vía para indicar la máxima velocidad a la que el conductor puede transitar sin incurrir en faltas contra la ley o propenso a accidentes. El tramo que presenta mayor problemas es el 0+767.49 - 0+890.99, cuya solución es colocar señales de reducción gradual de velocidad como las señales de velocidad desde 50 Km/h a 45 Km/h a 40 Km/h desde el tramo 0+639.26 hasta terminar la curva.

Adicional se implementaran líneas logarítmicas según las especificaciones (RTE004-2, 2011) sobre la calzada las cuales detallan la distancia en la tabla #2. Estas líneas tienen un espesor de 200mm de ancho debido a que la velocidad es 50 Km/h.

### **Trazado de líneas de demarcación de carriles**

Las líneas de demarcación del carril se encuentran a los costados de la vía denotadas por colores amarillo para el extremo izquierdo y blanco para el extremo derecho. Según (INEN, Señalización vial parte 2 Señalización Horizontal, 2011) la norma de señalización horizontal, se debe marcar el ancho del carril dependiendo de la

velocidad de diseño. Para la carretera propuesta que se encuentra en zona urbana y la velocidad de diseño es de 50 Km/h se debe delimitar el carril como máximo de 3m por carril, de tal manera que 0.35m restantes se los excluyen trazado del carril colocando las líneas de borde correspondiente, el excedente se distribuye de manera equitativa desde el centro de la calzada.

### **Iluminación**

La carretera a diseñar pertenece a una vía de clase II contando con un TPDA de 1532 vehículos por día, es una vía unidireccional de dos carriles que cuenta con tramos de mayor cuidado. La carretera se diseño solo para vehículos livianos que circulen a una velocidad de 50 Km/h, siguiendo los parámetros antes mencionados se establece que la carretera contara con iluminación tipo M3 como se indica en la Figura 2.14, debido a los parámetros de velocidad y además de la cantidad de vehículos que circulan por hora equivalente a 250 vehículos en promedio, representativo a las horas hábiles del campus Gustavo Galindo.

Clase de Iluminación	Descripción vía	Velocidad de circulación (km/h)		Tránsito de vehículos T (Veh/h)	
		Extra alta	V>80	Muy importante	T>1000
M1	Autopistas y carreteras	Extra alta	V>80	Muy importante	T>1000
M2	Vías de acceso controlado y vías rápidas.	Alta	60<V<80	Importante	500<T<1000
M3	Vías principales y ejes viales.	Media	30<V<60	Media	250<T<500
M4	Vías primarias o colectoras	Reducida	V<30	Reducida	100<T<250
M5	Vías secundarias	Muy reducida	Al paso	Muy reducida	T<100

**Figura 2.14:** Tabla de iluminación según el tipo de vía  
**Fuente:** (MinCIT, 2010)

Tomando un  $H=10\text{m}$  equivalente a la altura del poste se encuentra una relación  $S/H$  donde  $S$  es la separación entre luminarias. Siguiendo la clase de luminaria M3, la relación  $S/H$  es 4 por lo tanto la separación  $S=40\text{m}$ .

Para las secciones donde se describe una curva la luminaria será ubicada según los parámetros de (MinCIT, 2010):

Luminaria en tramo exterior de la curva:

$$S=0.7(40)= 28\text{m}$$

Luminaria en tramo interior de la curva:

$$S=0.55(40)= 22\text{m}$$

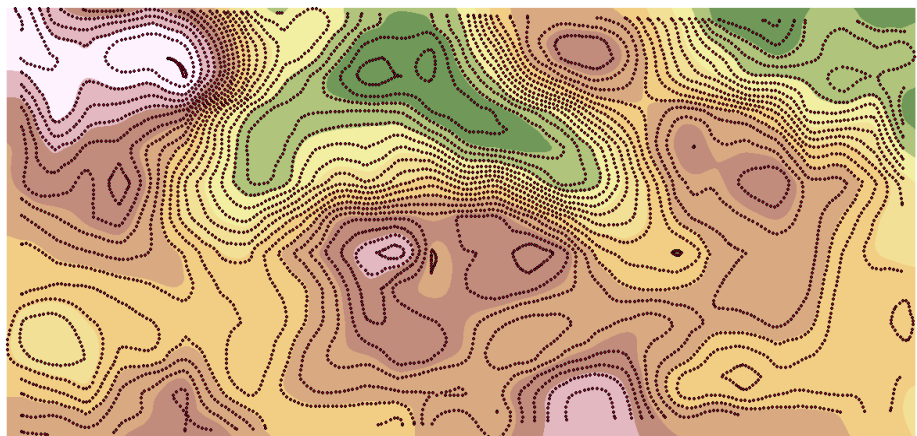
# **CAPÍTULO 3**

## **DISEÑO DEFINITIVO**

## 3.1 Estudio y diseño de drenaje

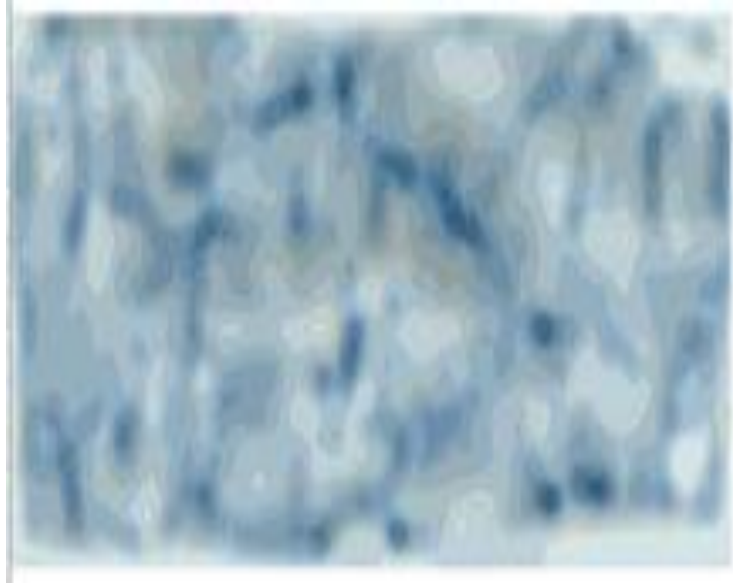
### 3.1.1 Generalidades

La ESPOL se encuentra rodeada por el bosque seco, el cual no ha sido intervenido en numerosos tramos del mismo, contando con especies silvestres y árboles endémicos, de igual manera sus cerros. La vía alterna bordeara varias colinas con pronunciadas quebradas las cuales cuentan con una hidrología activa, por lo cual en época de lluvias las quebradas son paso de las aguas hacia los drenajes naturales y artificiales.



**Figura 3.1** Imagen planimetría del relieve de la zona por donde pasara la carretera.

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017



**Figura 3.2** Mapa hidrológico con identificación de mayor y menor afectación en el terreno.

**Fuente:** ArcGis, 2018

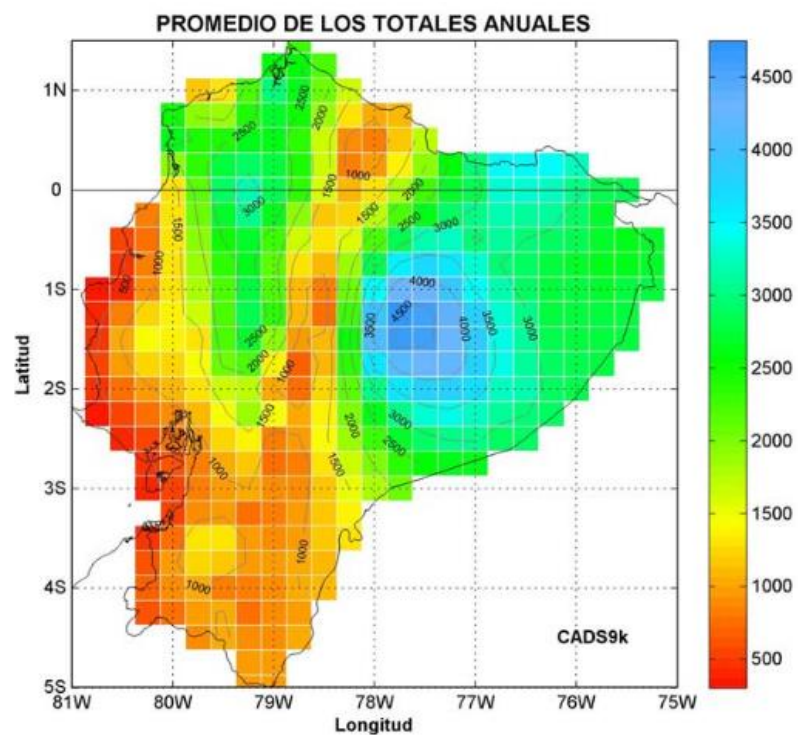
La imagen se encuentra proyectado en una gama de azules, que resaltan las zonas de mayor y menor acumulación de agua. La tabla 3.1 muestra los niveles de profundidad de acumulación de agua de la zona sobre la cual se diseña.

**Tabla XXI.** Tabla de acumulación de agua según profundidades.

0	- 25.26057095
25.26057096	- 50.5211419
50.52114191	- 75.78171285
75.78171286	- 101.0422838
101.0422839	- 126.3028547
126.3028548	- 151.5634257
151.5634258	- 176.8239966
176.8239967	- 202.0845676
202.0845677	- 227.3451385

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

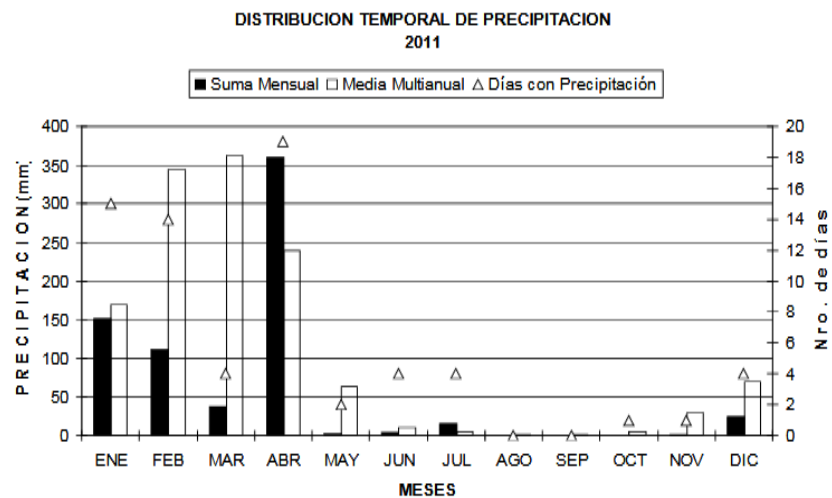
### 3.1.2 Estudio preliminar



**Fuente:** Cedeño & Donoso, 2010

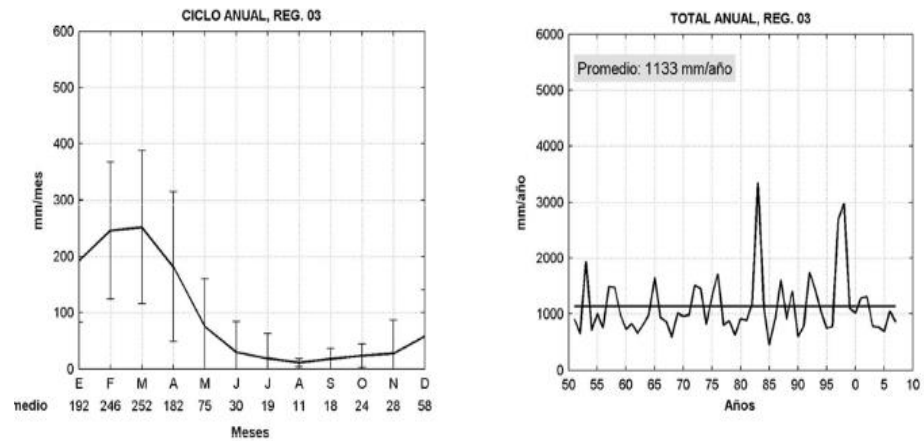
En la figura 3.3 se puede apreciar los datos pluviométricos del Ecuador, en los cuales se sitúa la zona donde se encuentra la ESPOL mostrando en rangos aproximados de niveles promedios de precipitación anua de entre 1000 – 1500 mm/año.

El periodo de lluvias en Guayaquil inicia desde diciembre extendiéndose hasta mayo por lo general, el mes con mayor precipitación se datos del anuario meteorológico (INAHMI, 2014) , en un promedio multianual es marzo con 360mm en nivel de precipitación.



**Figura 3. 4** Anuario meteorológico Guayaquil U. Estatal.  
Precipitación media multianual mensual  
**Fuente:** INAHMI, 2014



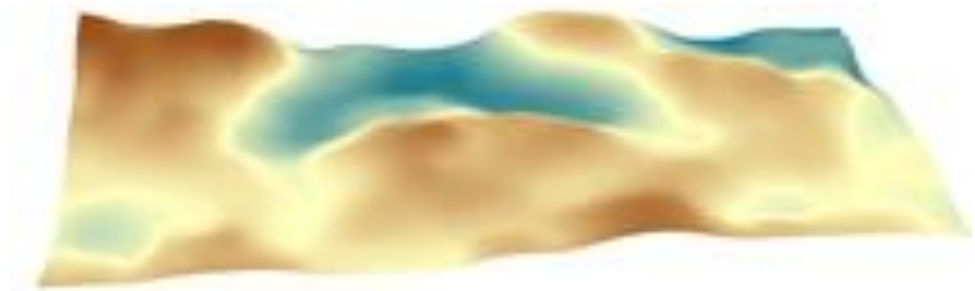


**Figura 3.5** Gráficos de ciclo de precipitación mensual y anual de Guayaquil.

**Fuente:** INAHMI, 2014

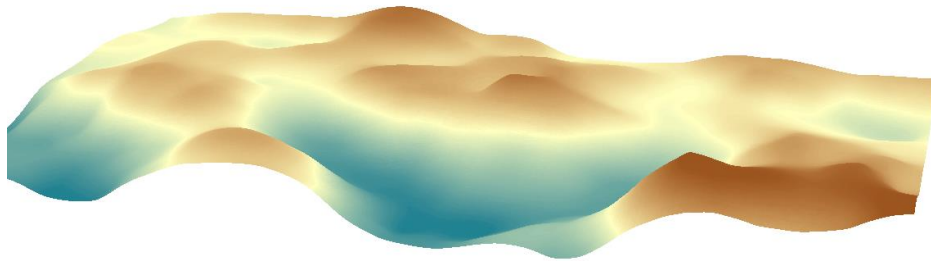
La figura 3.4 se comprueba que el mes con mayor nivel de precipitación es marzo con un promedio de 252 mm/mes según (Cedeño & Donoso, 2010), además tiene una precipitación anual de 1133 mm/año.

Para la identificación de las zonas de mayor afectación por acumulación de agua, se utilizó el programa ArcGis 10.4.1 con el cual mediante las curvas de nivel a sus respectivas alturas se dibujó el terreno y se pudo proyectar la gráfica de acumulación de agua debido a las quebradas naturales del terreno.



**Figura 3.6** Imagen semi-frontal de acumulación de agua debido a profundidades de las quebradas.

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017



**Figura 3.7** Presentación del relieve de la zona que muestra los puntos de mayor acumulación de agua.

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

### 3.1.3 Sistema de drenaje vial

El análisis de la red hídrica se realizó mediante el uso de la cartografía de la zona se determinó el área de las sub-cuencas que atraviesan la vía para la determinación del caudal de diseño.

El correcto drenaje de una vía es fundamental para mantener el correcto comportamiento de la estructura del pavimento a lo largo de su vida útil, además de garantizar la funcionalidad del mismo

y que brinde confort al usuario de la vía. El coeficiente de drenaje (Cd) permite evaluar las condiciones del pavimento basado en:

- **Calidad del drenaje**

Basándose en el tiempo que tarda la evacuación del agua infiltrada en la estructura del pavimento.

- **Exposición a la saturación**

Este valor depende de las condiciones del drenaje y de la precipitación media anual, en el cual se mide el porcentaje de exposición del pavimento a niveles de humedad que se aproximan a la saturación durante el periodo de un año. La tabla que se presenta a continuación desglosa varias condiciones del drenaje:

**Tabla XXII.** Calidad del Drenaje

<b>CALIDAD DEL DRENAJE</b>	<b>TIEMPO EN QUE TARDE EL AGUA EN SER EVACUADA</b>
Excelente	El suelo libera el 50% de agua en dos horas
Bueno	El suelo libera el 50% de agua en 1 día
Mediano	El suelo libera el 50% de agua libre en 7 días
Malo	El suelo libera el 50% de agua libre en 1 mes
Muy malo	El agua no evacua

---

**Fuente:** AASHTO, 1993

Con la ayuda de la calidad del drenaje y el tiempo de exposición del pavimento a grandes niveles de humedad, se determina el valor del coeficiente del drenaje dado por la tabla XX.

**Tabla XXIII.** Valores para el Coeficiente de drenaje Cd

CALIDAD DEL DRENAJE	PORCENTAJE DEL TIEMPO EN QUE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTA A NIVELES DE HUMEDAD PROXIMOS A SATURACIÓN			
	Menos del 1%	1% - 5%	5% - 25%	Más del 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Mediano	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Malo	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy malo	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

**Fuente:** AASHTO, 1993

Es importante evitar que exista presencia de agua, dado que en caso de presentarse, afectará en gran medida a la respuesta estructural del pavimento. El agua atrapada puede producir efectos nocivos como:

- Reducción de la resistencia de materiales granulares
- Reducción de la resistencia de la subrasante.
- Expulsión de finos.
- Levantamientos diferenciales de suelos expansivos.

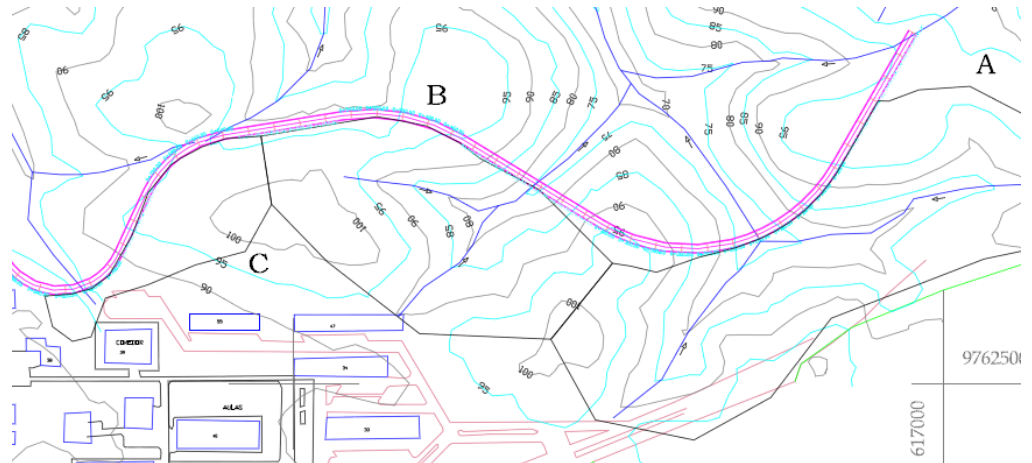
### 3.1.5 Métodos para el cálculo de caudales máximos

Para el uso del método racional se debe tener en cuenta que el área de influencia no sea mayor a 500 ha, lo cual en el caso de la carretera no es inconveniente. Este método permite estimar el caudal que actúa sobre determinada zona y cuál es el funcionamiento que debe tener el sistema de drenaje superficial, como son las cunetas en el caso de nuestra vía, para que no presente ningún daño a la carretera.

$$Q = C * I * A \quad \text{ec. 7}$$

Lo más importante en el diseño vial es un apropiado drenaje que cumpla correctamente con su función y que evite el rápido deterioro de la carretera por infiltraciones o lavado de finos.

Para el diseño de la vía alterna de ingreso a la espol se toma en consideración que tres subcuencas intersectan la vía como se muestra en la Figura 3.8



**Figura 3.8:** Muestra las 3 micro- cuencas presentes en el terreno  
**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

Durante el análisis de la topografía del terreno se identificaron los puntos de mayor afectación que son el área de afectación A en el kilómetro 0+200.00, segunda área de afectación B en el kilómetro 0+386.00, en el kilómetro 0+810.00 se encuentra la última microcuenca C que afecta la carretera. En cada uno de estos puntos se colocaran sumideros para direccionar el flujo de agua hacia las cuencas naturales, para el drenaje superficial de la carretera se usarán cunetas que evitaren el estacamiento del agua en la vía y el futuro deterioro de la misma.

Cada microcuenca tiene una área portante diferente, la cual fue calculada mediante el uso de Autocad con el plano hídrico de la zona. Ver anexo B

Área A: 49770.523m<sup>2</sup>

Área B: 29586.931 m<sup>2</sup>

Área C: 10272.287 m<sup>2</sup>

### **Coeficiente de escorrentía**

Según la tabla (MOP, 1967) utilizando sus parámetros hasta la actualidad muestra como determinar el coeficiente de escorrentía dependiendo de factores como las condiciones del terreno y el tipo de zona para el cual se diseña.



**Tabla XXIV.** Coeficientes de escorrentía según el Manual de drenaje

Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno	
		Alta	Media
Bosques con vegetación densa	Impermeable	0,50	0,45
	Semipermeable	0,40	0,35
	Permeable	0,20	0,15

**Fuente:** MOP, 1967

Conociendo las características de del terreno se puede ubicar esta zona en un rango de 0,50 – 0,45 como valor del coeficiente de escorrentía, debido a que es un bosque con vegetación con pendientes variantes entre altas y medias, un suelo con valores de drenaje calificados como de malo a impermeable. Estos valores son corroborados por el PhD. Miguel Angel Chávez que nos facilitó en valor de 0,482 como coeficiente de drenaje (Cd) usado en sus proyectos anteriores.

### Intensidad

Los periodos de mayor intensidad de lluvia son tomados en cuenta para el diseño del sistema de drenaje, los valores de la intensidad de lluvia fueron mediante la información publicada por (INAMHI, 1999), El estudio de lluvias intensas que se encuentra zonificado en 35 secciones.

Los Datos fueron referenciados desde la estación pluviográfica manejada por el INAMHI ubicada en la Universidad de Guayaquil, latitud 022669 longitud 799008 a una elevación de 4msnm.

**Tabla XXV.** Ecuaciones para la ciudad de Guayaquil usadas para análisis de la intensidad de lluvias.

Código	Estación	Duración	Ecuación
M056	Guayaquil	5 min – 85 min	$I_{TR}=35.17t^{-0.3063}I_{dTR}$
M056	Guayaquil	85 min – 1440 min	$I_{TR}=288.42t^{0.7779}I_{dTR}$

**Fuente:** INAMHI, 1999

En la tabla XXII se muestra la intensidad diaria de lluvia para un periodo de tiempo establecido en mm/h (Acosta, 2013).

**Tabla XXVI.** Intensidades diarias un periodo determinado.

<b>Tr</b>	<b>Id<sub>TR</sub></b>
100	10,20
50	9,10
10	6,50
5	5,30

**Fuente:** Acosta,2013

Para el diseño del drenaje superficial se tomara un periodo de retorno de 100 años. Según la tesis de (Acosta, 2013) la tabla XXIII muestra la intensidad de precipitación para cualquier periodo de retorno ( $I_{TR}$ ).

**Tabla XXVII.** Intensidad de precipitación en Guayaquil para un periodo de retorno de 100 años (mm/h).

<b>Periodo de retorno</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Ecuación INAMHI (mm/h)</b>
100 años.	30	126,57
	60	102,36
	90	88,08
	120	71,00
	180	51,79
	240	41,41
	300	34,81
	360	30,20

**Fuente:** Acosta,2013

El sistema a usar para el drenaje superficial de la carretera serán cunetas a lo largo de la vía las cuales serán conectadas a los sumideros que desembocarán a su respectiva cuenca natural, que por la topografía del terreno de la ESPOLE seguirá su curso sin causar estancamientos.

El sistema de drenaje se diseñara para una intensidad de precipitación para un periodo de 100 años en un tiempo máximo por hora el cual es de 102,36 mm/h según (Acosta, 2013), trabajo realizado a partir de los datos del INAMHI.

### 3.1.5.1 Cálculo de caudal de diseño

Se muestran las características cada tramo donde la vía corta el flujo natural del cauce.

1) El tramo A ubicado en el kilómetro 0+200.00

$$A = 49770.523 \text{ m}^2$$

$$C = 0,482$$

$$I = 102,36 \text{ mm/h} = 2.8433 \times 10^{-5} \text{ m/seg}$$

$$Q = C * I * A$$

$$Q = 0,482 \times 2.8433 \times 10^{-5} \times 49770.523 = 0.682 \text{ m}^3/\text{seg}$$

2) El tramo B ubicado en el kilómetro 0+386.00

$$A = 29586.931 \text{ m}^2$$

$$C = 0,482$$

$$I = 102,36 \text{ mm/h} = 2.8433 \times 10^{-5} \text{ m/seg}$$

$$Q = C * I * A$$

$$Q = 0,482 \times 2.8433 \times 10^{-5} \times 29586.931 = 0.4055$$

m<sup>3</sup>/seg

3) El tramo C ubicado en el kilómetro 0+810.00

$$A = 10272.287 \text{m}^2$$

$$C = 0,482$$

$$I = 102,36 \text{ mm/h} = 2.8433 \times 10^{-5} \text{ m/seg}$$

$$Q = C * I * A$$

$$Q = 0,482 \times 2.8433 \times 10^{-5} \times 10272.287 = 0.141$$

m<sup>3</sup>/seg

El máximo caudal se encuentra en el punto A, siendo este el máximo será utilizado como el caudal de diseño 0.682 m<sup>3</sup>/seg.

### **Diseño de los sumideros**

#### **Cálculo de la tubería**

Para el diseño de los sumideros se considera una tubería plastigama de 500mm de diámetro interior cuyas especificaciones se presentan en la tabla XXV.

**Tabla XXVIII.** Muestra la tabla de especificaciones según Plastigama para tuberías de drenaje de aguas lluvias.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS TUBERÍAS DE PVC PARED ESTRUCTURADA NOVAFORT PLUS						
Diámetro nominal	Diámetro interior	Longitud útil (NO incluye campana)	Rigidez anular ISO 9969 kPa (KN/m) INEN 2059		RIGIDEZ Rigidez del tubo ASTM D-2412 lb/plg2 (kN/m2)	
			serie 5	* serie 6	serie 5	* serie6
mm	Mm	m	serie 5	* serie 6	serie 5	* serie6
125	110	6		8		
175	160	6	4		29(199)	57(394)
220	200	6	4		29(199)	
280	250	6	4		29(199)	
335	300	6	4		29(199)	
400	364	6	4		29(199)	
440	400	6	4		29(199)	
540	500	6	4		29(199)	
650	600	6	4		29(199)	
760	700	6	4		29(199)	
875	800	6	4		29(199)	
*975	900	6	4		29(199)	

**Fuente:** Plastigama, 2017

### Perímetro mojado

$$P_m = 2 \times \pi \times R = 2 \times \pi \times 0.25 = 1.57\text{m}$$

### Área de la cuneta

$$A = \pi \times R^2$$

$$A = \pi \times 0.25^2 = 0.20\text{m}^2$$

### Radio hidráulico

$$R_h = \frac{A}{P_m}$$

$$R_h = \frac{0.20}{1.57} = 0.13\text{m}$$

### **Caudal del tubo**

La tabla XXIX nos permite ver el coeficiente de rugosidad para el tubo PVC ( $n=0.009$ ), también se debe tomar en cuenta que la inclinación del tubo de salida sea colocado con una pendiente del 4%.



**Tabla XXIX.** Calculo del coeficiente de Manning

Material	coeficiente de Manning	Coef. Hazen-Williams	Coef. Rugosidad Absoluta e(mm)
Asbesto cemento	0.011	140	0.0015
Latón	0.011	135	0.0015
Tabique	0.015	100	0.6
Fierro fundido (nuevo)	0.012	130	0.26
Concreto (cimbra metáli	0.011	140	0.18
Concreto (cimbra made	0.015	120	0.6
Concreto simple	0.013	135	0.36
Cobre	0.011	135	0.0015
Acero corrugado	0.022		45
Acero galvanizado	0.016	120	0.15
Acero (esmalte)	0.01	148	0.0048
Acero(nuevo, sin recubrimi	0.011	145	0.045
Acero (remachado)	0.019	110	0.9
Plomo	0.011	135	0.0015
Plástico (PVC)	0.009	150	0.0015
Madera (duelas)	0.012	120	0.18
Vidrio (laboratorio)	0.011	14	0.0015

**Fuente:** Meadows, 2002

El caudal que colecta este sumidero es más que suficiente para el máximo caudal esperado. La caja de la alcantarilla tendrá dimensiones de 1.90m de largo y 0.4m de ancho. La tubería debe estar

colocada como mínimo a 0.90m de la superficie según la norma ASTM 2321.

$$Q = \frac{1}{n} \times Rh^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A$$

$$Q = \frac{1}{0.009} \times 0.13^{\frac{2}{3}} \times 0.04^{\frac{1}{2}} \times 0.2 = 1.14 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$$

### **Diseño de cunetas Tipo A.**

#### **Base de la cuneta**

$$b1 = 0.30\text{m}$$

$$b2 = 0.05\text{m}$$

$$b = b1 + b2 = 0.35\text{m}$$

#### **Perímetro mojado**

$$x1 = \sqrt{0.30^2 + 0.30^2} = 0.43\text{m}$$

$$x2 = \sqrt{0.30^2 + 0.05^2} = 0.31\text{m}$$

$$Pm = 0.43 + 0.31 = 0.74\text{m}$$

#### **Área de la cuneta**

$$A = bx \frac{h}{2}$$

$$A = 0.35 \times \frac{0.3}{2} = 0.052\text{m}^2$$

### **Radio hidráulico**

$$Rh = \frac{A}{Pm} \quad \text{ec. 8}$$

$$Rh = \frac{0.052}{0.74} = 0.07\text{m}$$

### **Caudal de la cuneta**

Para el cálculo de la velocidad media se utilizó la tabla XXIV proporcionada por el Instituto de vías de Colombia, basando el análisis de las velocidades con respecto a las condiciones del agua y las características del terreno.

Coefficiente de rugosidad para el concreto (n=0.012).

**Tabla XXX.** Máximas velocidades permisibles y valores de la fuerza tractiva

Tipo de terreno	Agua clara		Agua con sedimentos coloidales(*)	
	V(m/S)	$\tau$ (Kg/m <sup>2</sup> )	V(m/s)	$\tau$ (Kg/m <sup>2</sup> )
Arena fina coloidal	0.45	0.13	0.75	0.37
limo arenoso no coloidal	0.5	0.18	0.75	0.37
Sedimentos limosos	0.6	0.23	0.9	0.54
Sedimentos aluviales no coloidales	0.6	0.23	1	0.73
limo arenoso no coloidal	0.75	0.37	1	0.73
ceniza volcánica	0.75	0.37	1	0.73
Arcilla dura	1.15	1.27	1	2.25
Sedimentos aluviales coloidal	1.15	1.27	1.5	2.25
Pizarras	1.8	3.27	1.8	3.27
Grava	0.75	0.37	1.5	1.56
Limo a ripio, suelo no coloidales	1.15	1.86	1.5	3.23
Limo a ripio, suelo coloidal	1.2	2.1	1.6	3.91
Grava gruesa	1.2	1.47	1.8	3.27
Bolos	1.5	4.44	1.6	5.38

**Fuente:** INVIAS, 2009

El suelo sobre el cual se diseña tiene características arcillosas, pero superficialmente, como se detalló en el capítulo 4 se retirará la capa de arcilla que es alrededor de 50cm y se trabajara con la roca en o en caso de necesitarse relleno se lo compensará con el material de la muestra 5 que es una grava. Por lo tanto la velocidad es tomada para un terreno de grava y agua clara, como se aprecia en la tabla XXIV

$$V = 0.75 \text{ m/seg.}$$

El caudal se lo determinó a partir de la fórmula de manning.

$$Q = \frac{1}{n} \times R h^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A$$

$$Q = \frac{1}{0.009} \times 0.07^{\frac{2}{3}} \times 0.04^{\frac{1}{2}} \times 0.052 = 0.19 \frac{\text{m}^3}{\text{seg.}}$$

## 3.2 Diseño geométrico

### 3.2.1 Alineamiento horizontal

Es la proyección del eje de la ruta sobre un plano horizontal la cual esta formados por tangentes (tramos rectos) que están enlazados en nuestro caso con curvas simples. Este alineamiento dependerá del tipo de terreno que se tenga y sus características hidrológicas.

De acuerdo al MTOP se debe considerar los siguientes criterios:

### 3.2.1.1 Curvas horizontales

Las curvas circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que son utilizados para unir dos tangentes de una vía.

El diseño geométrico de este proyecto se presentan 4 curvas las cuales son dos a la izquierda y dos a la derecha, los detalles de los componentes se presentan en el Anexo C

Estas curvas están compuesta por los siguientes elementos:

- **Angulo de deflexión  $[\Delta]$ :** formado por la prolongación de uno alineamiento recto y el siguiente.
- **Tangente  $[T]$ :** Distancia que existe entre PI y PC ó entre el PI y PT de la curva, la cuales es medida en los extremos de las tangentes.
- **Radio  $[R]$ :** Es la distancia de la circunferencia que describe el arco de la curva.
- **Cuerda larga  $[LC]$ :** Línea recta que une dos puntos (PC y PT).

- **Externa [E]:** Distancia mínima desde el PI al punto medio de la curva.
- **Ordenada Media [M]:** Longitud desde el punto medio de la curva.
- **Grado de curvatura [G]:** Corresponde al ángulo central subtendido por un arco.
- **Longitud de la curva [L]:** Distancia del arco entre PC y PT.
- **PI:** punto de intersección de la prolongación de las tangentes.
- **PC:** punto donde empieza la curva simple.
- **PT:** punto donde terminar la curva simple.

#### 3.2.1.2 Sobreancho

Ayuda a que los vehículos tengan más seguridad y comodidad al pasar por una curva, ya que las rueda traseras no siguen la misma trayectoria que las delanteras o por la dificultad que presentan los conductores de mantenerse en el centro del carril, por lo cual es ancho de la calzada debe ser aumentada.

### 3.2.2 Alineamiento vertical

Es la representación del eje real de la vía sobre una superficie vertical conocida como rasante o subrasante, compuesto por rectas o pendientes, curvas cóncavas y convexas. Está directamente relacionado con la velocidad de diseño, distancia de visibilidad y curvas horizontales.

El MTOP emite los siguientes criterios para el alineamiento vertical:

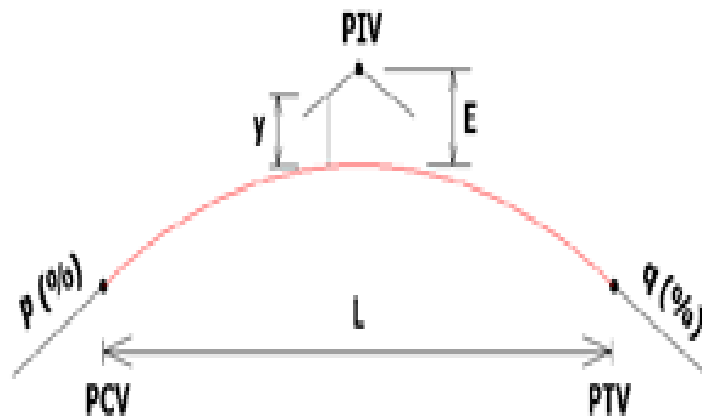
1. Evitar perfiles que contengan dos curvas verticales en la misma dirección enlazadas con tangentes cortas.
2. Se recomiendan que en ascensos largos la mayor pendiente este al inicio y luego se suavice.
3. En carreteras de baja velocidad de diseño, en la relación de la curva vertical a emplearse en un enlace determinado se debe tener en cuenta la apariencia estética de la curva y los requisitos para drenar la alzada de forma adecuada.



### 3.2.2.1 Curvas verticales

Nos ayuda a unir dos tangentes verticales con pendientes constantes determinadas, con el objetivo de suavizar la transición de una pendiente a otra en la circulación vertical del vehículo también colabora en la seguridad, comodidad y mejor apariencia de la vía.

Los elementos de una curva vertical son los siguientes:



**Figura 3.8** Elementos de curva vertical  
**Fuente:** INVIAS, 2009

### **Curvas verticales convexas**

La longitud mínima de esta tipo de curva se la determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad de parada de un vehículo, se considera un altura del ojo del conductor de 1.15m y un altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0.15m.

El valor de K varía de cauro a la velocidad de diseño y clase de vía

### **Curvas verticales cóncavas.**

A diferencia de las curvas convexas no tiene un criterio único de diseño, en este tipo de curvas se considera los siguientes:

- Apariencia de la vía
- Comodidad para conducir y para los usuarios
- Control de drenaje
- Distancia de visibilidad nocturna, que es el principal.

El valor de K varía de cauro a la velocidad de diseño y clase de vía

En la fórmula anterior se basa en una altura de 0.60, para los faros de los vehículos y un grado de divergencia hacia arriba de los rayos de luz con respecto al eje longitudinal del vehículo, por motivos de seguridad debe ser igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo. Ver Anexo D

### **3.2.2.2 Sección transversal típica**

La sección transversal típica que se adopta en un carretera está relacionada con el volumen de tráfico y del terreno y por ende de la velocidad de diseño para dicha vía.

Al momento de seleccionar la sección transversal se debe tomar en cuenta el costo de mantenimiento como el beneficio de los usuarios.

En nuestro proyecto de diseño de una vía alterna de ESPOL la sección típica consta de una calzada de dos carriles en el mismo sentido (de entrada) de 3.35m cada uno, con bermas de 1m con un bombeo de 2%, teniendo así un ancho de vía de 8.70m, con sus respectivos taludes.

### **3.2.2.3 Ancho de calzada**

Asignada para la circulación de los vehículos, constituida de uno o más carriles en uno o dos direcciones, el ancho lo establece el volumen de tráfico, las dimensiones del vehículo y el terreno. Para carreteras de tipo II el ancho recomendado es de 6.70m. Ver Anexo D

### **3.2.2.4 Berma**

Tiene como función:

- Se los utiliza para estacionamiento provisional y así evitar accidentes.
- Mejora la capacidad de la carretera.
- Mejorar la distancia de visibilidad en curvas horizontales.
- Sirve de confinamiento lateral de la superficie de rodamiento. Ver Anexo D

### **3.2.2.5 Cunetas**

Son canales generalmente de forma triangular, donde se interceptan el agua de lluvia que circula por la capa de rodadura. Son construidas paralelamente a las bermas.

### **3.2.2.6 Taludes**

Superficie lateral inclinada comprendida entre la cuneta y terreno natural, los taludes son muy importante ya que ayuda a que la sección típica tenga una mejor estabilidad sea más segura y da una buena apariencia de la vía. En terreno montañoso y ondulado se debe dar especial atención a los taludes en corte en las curvas horizontales, a fin de proveer una adecuada distancia de visibilidad un costo razonable. En la especifica los valores para un vía clase II. Ver Anexo D

### **3.2.3 Planos**

Ver anexo E

### **3.3 Movimiento de tierras**

Es una ciencia que requiere, muy a menudo, una gran precisión. Consiste en una serie de procedimientos, entre las que se encuentran la excavación y vaciado, que se llevan a cabo en un terreno antes de comenzar la ejecución de una obra.

Algunas de las consecuencias que presenta el movimiento de tierra son:

- Afecta al medio ambiente ya que produce contaminación sonora.
- Alteración en las aguas superficiales y subterráneas.
- Alteración del suelo
- Cambios en el comportamiento de la fauna
- Grandes consumos de energía

#### **3.3.1 Limpieza y desbroce**

Esta actividad consiste en despejar tanto el terreno en donde se llevará a cabo la obra como en su zona de préstamo del material, es decir eliminar todos los árboles, matorrales, cercas vivas, arbustos, la capa de tierra vegetal y cualquier otra vegetación.

La limpieza y desbroce se puede realizar por medios eficaces manuales y mecánicos o cualquier otro método que resulte satisfactorio, este trabajo contemplará también la conservación,

evitando todo daño o deformación, de la vegetación o plantaciones y objetos destinados a conservarse.

Cuando se necesita conservar la capa de tierra vegetal para colocar en algún lugar de siembra, este material será almacenado en un sitio determinado.

En ningún proyecto se podrá realizar movimiento de tierra mientras las operaciones de limpieza y desbroce no se hayan finalizado.

### **3.3.2 Excavaciones y rellenos**

**Excavación:** se refiere a retirar material de una zona de corte sea esto de forma manual o mecánica, cuyo objetivo es alcanzar el plano de arranque.

**Rellenos:** son procedimientos de extensión y compactación del suelo, con material propio (tomado de una excavación) o prestados de alguna zona cercana.

#### **Clasificación de excavación y relleno:**

- **Excavación para la plataforma del camino:** se trata de excavar y disponer, de todo el material cuya transportación sea necesaria para formar la obra básica del camino. Se

incluye la construcción de cunetas laterales, taludes, terraplenes, escalones para terraplenes a media ladera, zonas de empalmes y accesos, la remoción y reemplazo de material inadecuado para la construcción del camino, la excavación y acarreo del material designado para uso como suelo seleccionado, la remoción de derrumbes conforme a lo estipulado en las especificaciones y el desecho de todo material excedente

- **Excavación sin clasificar:** es la que se realiza a todo material en cualquier parte del trabajo con excepto a la excavaciones que son realizadas con otro rubro.
- **Excavación de roca:** para este tipo de excavación se utiliza explosivos, es el desalojo de todo material peñascoso de origen ígneo, metamórfico o sedimentario, en forma estratificada o maciza.
- **Excavación en fango:** se la realiza a materiales que están compuesto por tierra o materia orgánica, las cuales o están aptas para ser aceptadas en la obra.
- **Excavación de Préstamo:** consiste en la excavación, acarreo e incorporación del de material apto para la construcción de terraplenes y rellenos, cuando no se alcanza con el material



que dentro de los límites fijados. Los trabajos de limpieza y desbroce se deben realizar con anticipación en estas zonas.

- **Material de préstamo local:** material que se obtiene de una zona que está cerca de la zona del camino.
- **Material de préstamo importado:** material que se obtiene de una zona que esta fuera del derecho de vía de la obra a realizar.
- **Excavación para cunetas:** consiste en la excavación para la construcción de zanjas para evacuar las aguas superficiales que este dentro o adyacente a la zona, las cuales tengan un ancho menor a 3m.

### 3.3.3 Equipos para movimiento de tierra

Según el Ministerio de Obras Públicas agrupan de la siguiente manera al referirse al trabajo de movimiento de tierra en la construcción de Carreteras.

- Remoción de tierras desechables: generalmente se utiliza tractores, palas mecánicas y mototraíllas.
- Banqueos: requiere equipos a base de compresores, tractores, traíllas, mototraíllas, palas mecánicas, equipos especiales de perforación y voladura y camiones.

- Excavaciones en préstamos: este trabajo se realiza con tractores con pala de empuje, compresores, traíllas, mototraíllas, palas mecánicas, equipos especiales de perforación y voladura y camiones.
- Ejecución de terraplenes: se realiza con tractores de oruga para remolque, tractores de oruga con cuchilla para extender los materiales, tractores de ruedas de caucho para remolque, motoniveladoras, rastras, camiones cisternas, compactadores vibratorios, rodillos pata de cabra, compactadores de rueda neumática, súper compactadoras, aplanadoras de rodillos lisos, aplanadoras con zapata, etc.
- Transporte: Para toda actividad que tenga una distancia mayor de 200m, se lo realiza con tractores, traíllas, mototraíllas y camiones. Los equipos de movimiento de tierra se pueden agrupar de la siguiente forma:

**Equipos de excavación:** tenemos Tractores, Palas, Escarificadoras, Motoniveladoras.

**Equipos de remoción y transporte:** tenemos Tractores de Empuje, Traíllas, Mototraíllas, Camiones o volquetes.

**Equipos de esparcimiento y compactación:** tenemos Motoniveladoras, Aplanadoras, Rodillos Pata de Cabra,

Rodillos neumáticos, Compactadores vibratorios.

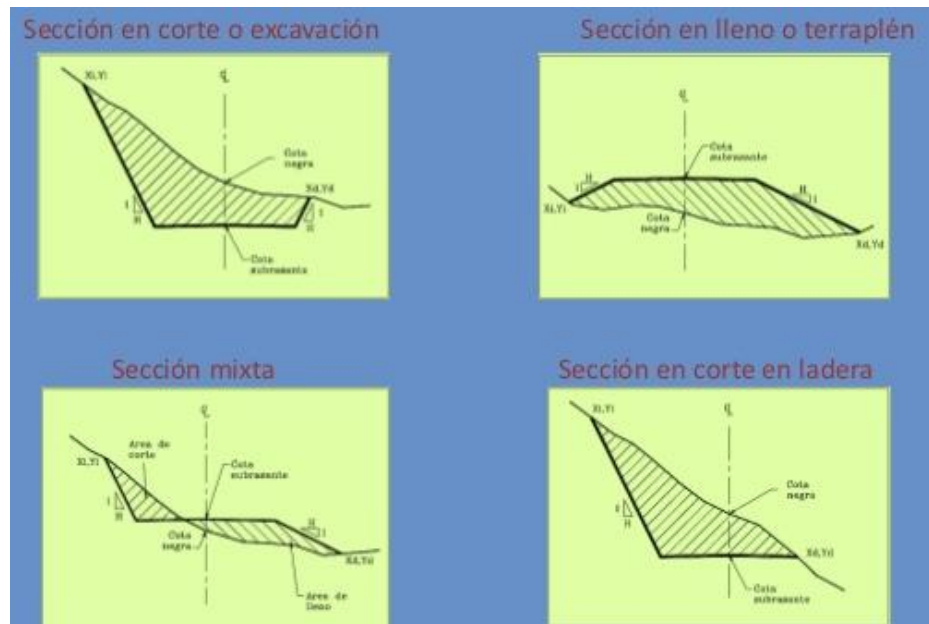
La selección del equipo dependerá de la cantidad de material a remover, características, distancia de transporte, condiciones del lugar y tiempo para ejecución de la obra.

### **3.3.4 Cálculo de volúmenes de corte y relleno**

Una vez que se cuenta con el alineamiento horizontal con su respectivo peralte y alineamiento vertical, procedemos a calcular los volúmenes de corte y relleno. Por medio de las herramientas de AutoCAD civil 3D obtuvimos los perfiles de las secciones transversales correspondientes a las abscisas. Ver anexo F

Los perfiles transversales pueden presentarse en los siguientes casos:

- Si ambos perfiles son de corte llamado también de desmonte.
- Si ambos perfiles son de relleno llamado también terraplén.
- Si uno es de corte y otro de relleno.
- Caso más complejo cuando uno o los dos están en parte de corte y otra de relleno.



**Figura 3.9** Modelos de secciones transversales típicas  
**Fuente:** Esteban, 2015

### 3.3.5 Esponjamiento y control de tierras

Cuando un terreno es excavado, ese material sufren un cierto aumento de su volumen, a este aumento de volumen se lo conoce como esponjamiento.

Para calcular el material de excavación se lo debe hacer antes de ser excavado, es decir en banco, en ningún caso debe ser tenido en cuenta el volumen transportado de las tierras, que es mayor debido al esponjamiento.

Si dicho material se lo necesita para relleno se debe tener en cuenta que puede llegar a recuperar su volumen o disminuir al

momento de compactar el material. Por tal razón un metro cubico de corte no producirá un metro cúbico de relleno sino menos, por lo que se deberá tener en cuenta el coeficiente de compactación 1/10.

### 3.3.6 Diagrama de masas

Es la representación gráfica de los volúmenes de tierra que resultan en exceso o en defecto, en un proyecto de carreteras, permite determinar la mejor forma de distribuir los cortes y rellenos, conocido con el nombre de diagrama de Bruckner en honor a su inventor, en las ordenadas se colocan los valores de los volúmenes, tomando como positivo al corte y con negativos a los rellenos.

#### Propiedades del Diagrama de masa:

- Un tramo longitudinal que coincida con la línea de ceros indica que volúmenes de corte y relleno son iguales.
- Lo punto máximos del diagrama indican pasos de corte a relleno y los mínimos de relleno a corte en el sentido del abscisado.
- Un tramo de curva ascendente representa corte y un tramo de curva descendente representa relleno.

Al ubicar una línea compensatoria paralela al eje de las abscisas (x) y la curva se encuentra por encima de la horizontal el movimiento del material debe ser en el sentido del abscisado y sucede lo contrario cuando la curva está por debajo de la horizontal. Ver Anexo F.

### **3.3.7 Distancia de acarreo libre y sobreacarreo**

Distancia de acarreo libre: máxima distancia que se tiene para transportar un material sin generar costo adicional. La distancia que ha sido fijada por el MOP es de 500 m.

Distancia de sobreacarreo: se refiere a una distancia mayor a la distancia libre cuando se traslada el material de corte o de préstamos para relleno.

Las distancias de acarreo libre y sobreacarreo se las miden desde el centro de masa de la zona de excavación y de la zona de utilización de la materia.

# **CAPÍTULO 4**

## **ESTABILIZACIÓN DE TALUDES**

#### **4.1 Introducción**

El comportamiento de los taludes sean estos formados por suelo o rocas, es de mucha importancia para la ingeniería civil, por lo que se debe evitar que los taludes sean inestables ya que puede ocasionar problemas en los que se verán afectados los humanos y por ende la parte económica y social.

El propósito de realizar la estabilización de taludes es evitar y controlar las amenazas y riesgos que se pueden presentar en una estructura, sin embargo no se puede erradicar totalmente los problemas por los métodos preventivos por lo cual se debe presentar medidas de control para reducir los deslizamientos.

#### **4.2 Mecánica de suelos**

Para la construcción de un vía se debe realizar una serie de procedimientos para conocer algunos componente, para ello se desarrolla trabajo de oficina y campo. En el trabajo de oficina se elabora la planificación, trazados, presupuestos u otros, mientras en el trabajo de campo se realiza la topografía, aforo vehicular, estudio de suelo y otros.



En este proyecto los ensayos de suelo realizados fueron: Granulometría, límite líquido, límite plástico, Proctor Modificado, CBR y Triaxial.

### **4.3 Ensayos de los suelos**

Una vez que se definió el trazado preliminar de la vía, se arrancó con los estudios de suelos, para los cuales se realizaron 4 calicatas de 0.40 m de profundidad y un diámetro de 0.50m, estas calicatas fueron hechas cada 500 m y la última a 270m de distancia, esto nos dará a conocer las condiciones del terreno a lo largo de la vía y así determinar los espesores de las capas que conformarán la estructura.

#### **4.3.1 Granulometría**

Se basa en separar y clasificar los granos de un determinado tipo de suelo y observar si cumplen con las especificaciones. La clasificación se lo realiza por medio de los tamices.

#### **Equipo:**

- Tamices normalizados
- Balanza
- Recipiente

**Procedimiento por lavado:**

- Se coloca una muestra representativa (300 gramos) del material que se va a utilizar.
- Se coloca dicho material sobre el tamiz 200 y se va colocando agua poco a poco.
- Se va lavando el material hasta que el agua salga limpia, esto quiere decir que ya no hay material fino.
- El retenido del tamiz 200 se lo coloca en el orden.

**Procedimiento por tamizado**

- Colocar de manera decreciente los tamices normalizados.
- Se mide lo retenido en cada tamiz, lo cual representa un porcentaje del peso total de la muestra.
- Realizar una tabla con los porcentajes de pesos retenidos, porcentajes de pesos retenidos acumulado y con los porcentajes de pesos pasantes acumulados; y así determinar la cantidad de finos, arena y grava de la muestra.

**4.3.2 Límite plástico**

Menor contenido de humedad con el cual el suelo se mantiene en estado plástico.

Al colocar la subbase se deberá evitar compactar el material cuando su contenido de humedad es igual o mayor a su límite plástico.

**Equipo:**

- Espátula
- Bandeja para mezclar
- Envase con agua
- Vidrio para moldear

**Procedimiento:**

- Se realiza a la mano con el de límite líquido, se toma la muestra que este en el rango de 30-40 golpes.
- Se realiza dos bolitas con esa muestra y luego se la aplana hasta formar una tira de 3 mm de diámetro, la cual debe presentar fisuras o grietas.
- En el caso que no se presente esto se vuelve hacer bolita y se lo vuelve aplanar, este procedimiento se repite hasta tener las fisuras.
- Se las pesas y luego se las lleva al horno por 24 horas para obtener el contenido de humedad.

### 4.3.3 Límite líquido

Contenido de humedad que posee un suelo que pasa de estado plástico al estado líquido, para esto se utiliza el aparato de Casagrande.

Para determinar el límite líquido del suelo se emplea el diagrama que tiene en sus abscisas el N<sup>o</sup> de golpes en escala logarítmica y como ordenadas el contenido de humedad.

#### **Equipo:**

- Probeta
- Espátula
- Bandeja para mezclar
- Envase con agua
- Acanalador
- Copa de Casagrande
- Piseta

#### **Procedimiento:**

- Se coloca la muestra sobre el tamiz 40 y del pasante se pesa 200 gr.

- Se coloca sobre la bandeja, se coloca agua y se va mezclando hasta tener una pasta homogénea y manejable.
- Se coloca la mezcla sobre la copa de Casagrande y se lo va moldeando con la espátula.
- Con ayuda del acanalador se realiza una abertura por la mitad de la copa de Casagrande, en la cual se pueda observar el fondo de la copa.
- Procedemos a girar la palanca de la copa de Casagrande a 2 revoluciones por segundo hasta que la abertura comience a cerrar y solo tenga 3mm la rendija, se debe anotar el número de golpes.
- Con la espátula se toma la parte de la muestra que se unió y se la pesa.
- Luego se la coloca al horno por 24 horas para obtener el peso seco.

\* El rango de los golpes debe estar entre 10-20, 20-30 y 30-40

#### **4.3.4 Índice plástico**

Es la diferencia que existe entre el límite líquido y límite plástico, por lo que se puede decir que es el contenido de humedad que tiene un material para estar en estado plástico.

**Tabla XXXI.** Característica del índice de plasticidad

Índice de plasticidad	Característica
$IP > 20$	Suelos muy arcillosos
$20 > IP > 10$	Suelos arcillosos
$10 > IP > 4$	Suelos poco arcillosos
$IP = 0$	Suelos exentos de arcilla

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

En los siguientes casos no se puede determinar el índice de plasticidad:

- Suelo muy arenoso.
- LP es mayor que LL
- LP es igual a LL

En el caso en que el índice de plasticidad sea igual a cero ( $IP = NP$ ) se considera suelo no plástico.

#### 4.3.5 Proctor

Sirve para determinar la relación densidad seca máxima y el porcentaje de humedad óptimo que puede alcanzar un tipo de suelo compactado. Esto nos optimiza el inicio de la obra con relación al costo y el desarrollo estructural e hidráulico.

Para precisar que tipo de método se va a usar se debe tomar en cuenta la siguiente tabla:

**Tabla XXXII.** *Métodos de ensayo Proctor modificado*

MÉTODO	MATERIAL EMPLEADO	DIÁMETRO DEL MOLDE	DESCRIPCIÓN	
			NÚMERO DE GOLPES	GRADACIÓN
A	< N°4	4''	25	Hasta 20% > N°4
B	< 3/8''	4''	25	Más 20% > N°4 Hasta 20% > 3/8''
C	< 3/4''	6''	56	Más 20% > 3/8'' Hasta 30% > 3/4''

**Fuente:** ASTM D 1557

**Equipo:**

- Cilindro metálico de 6'' y 4'' de diámetro y un collarín con 6'' y 4'' de diámetro.
- Pistón metálico
- Regla metálica
- Balanza
- Horno
- Recipiente metálico
- Probetas de 100 ml
- Piseta

**Procedimiento:**

- Pesar el molde cilíndrico sin el collarín.
- Armar el molde con el collarín y engrasar levemente con ayuda de una brocha para evitar que se adhiera la muestra.
- En un recipiente grande colocar la muestra e ir añadiendo agua poco a poco y revolver.
- Colocar 5 capas del material humedecido, en cada capa se da 56 o 25 (dependiendo del molde) golpes con el pistón para compactar el material.
- Después de realizar la compactación del suelo se retira el collarín y se engrasa el material con el borde del molde, se vuelve a pesar la muestra con el molde.
- Para extraer el material del molde se parte verticalmente en el centro y se toma una porción una muestra representativa, la cual se la coloca en el horno a una temperatura de 100°C para determinar la humedad.
- Se repite este procedimiento para 4 cilindros en los cuales va cambiando la cantidad de agua. Y así para cada muestra.



#### 4.3.6 CBR

Mide el esfuerzo cortante del suelo bajo las condiciones de humedad y densidad controlada.

Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de Subrasante, base y sub-base.

##### **Equipo:**

- Cilindro con collarín.
- Pistón metálico
- Regla metálica
- Trípode
- Balanza
- Placa de metal perforada
- Recipiente
- Disco de papel filtro
- Horno
- Disco espaciador
- Probeta

**Procedimiento:**

- Se debe pesar el molde con su base, se coloca el collarin y el disco espaciador y sobre este el disco de papel de filtro del mismo diámetro.
- Se coloca en el molde la muestra humedecida en 5 capas y se da 56 – 25 y 12 golpes con el pistón para ser compactada la muestra.
- Se retira el collarín y se enrasa con el molde, cualquier vacío que se presente se lo puede rellenar con el mismo material.
- Se desmonta el molde y se lo vuelve a colocar de forma invertida quitan el disco espaciador y colocando el papel filtro entre el molde y la base, se pesa.
- Se coloca sobre la muestra invertida la placa perforada con vástagos, y, sobre esta los anillos necesarios para completar una sobrecarga.
- Se coloca el trípode y se realiza la primera lectura del hinchamiento, se sumerge la muestra permitiendo el ingreso del agua por la parte inferior y superior de la muestra.
- Se mantiene la probeta en estas condiciones durante 4 días, en los cuales se va tomando las lecturas para ir viendo su hinchamiento.

### 4.3.7 Triaxial

#### Equipo:

- Cilindro metálico de 6'' y 4'' de diámetro y un collarín con 6'' y 4'' de diámetro
- Pistón metálico.
- Regla metálica.
- Piseta.
- Probeta.
- Balanza.
- Horno
- Recipiente
- Tallador de muestras, cuchillas y sierras
- Cámara Triaxial
- Máquina de compresión triaxial
- Membrana de caucho
- Compresor de aire
- Bomba de vacío
- Aro-sello de caucho
- Lupas

**Procedimiento:**

- Compactar la muestra con la humedad óptica obtenida en el ensayo de Proctor. De la cual se debe tomar una cantidad para determinar el contenido de humedad.
- Se procede a tallar la muestra hasta obtener las dimensiones del cilindro.
- Se pesa el espécimen y se lo coloca en la base de la cámara triaxial.
- Se coloca la membrana de caucho, tanto en la parte inferior como en la superior de la muestra se colocan lupas y se lo asegura con los aros de caucho.
- Se coloca la cámara con su tapa, asegurándose con los tornillos.
- Introducimos el pistón en el hueco de la cabeza de plástico.
- Centramos el brazo de carga con el pistón y colocamos el dial de las deformaciones en cero.
- Aplicamos presión al tanque de almacenamiento de la agua y luego abrimos las válvulas que permiten el paso del agua a la cámara
- Aplicamos la carga hasta romper la muestra; anotando las lecturas de las deformaciones axiales y de la carga aplicada.

- Una vez terminadas el ensayo se reduce la presión y se devuelve el agua al tanque de almacenamiento, se seca la cámara.
- Se procede a pesar la muestra una vez terminado el ensayo para determinar el contenido de humedad.
- El proceso se repite con los demás especímenes, se debe utilizar presiones laterales diferentes.

#### **4.4 Clasificación de suelos**

La clasificación de suelos describe la agrupación de estos de acuerdo a sus propiedades químicas, físicas y biológicas.

Una correcta clasificación permite al ingeniero tener una idea de cómo reaccionar un suelo como cimiento firme.

Existen varios métodos de clasificación de suelos pero los más conocidos y utilizados son: el método SUCS y el método de la AASHTO.

##### **4.4.1 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).**

Este método fue propuesto inicialmente por Arturo Casagrande (1942), el cual fue utilizado por el cuerpo de Ingenieros del

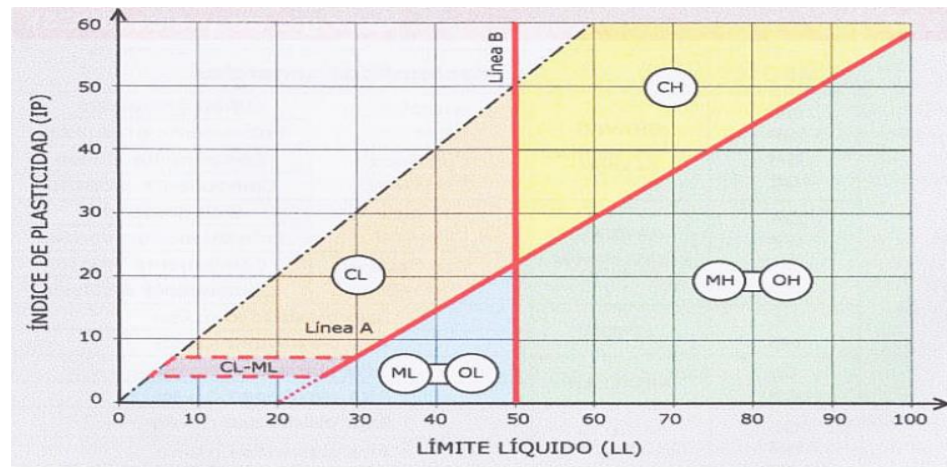
ejército de los EE.UU. en la construcción de pistas de aterrizaje durante la II Guerra Mundial.

Después de 10 años este método fue ligeramente modificado por el Bureau of Reclamation, estableciendo el SUCS cual fue adoptado por la ASTM como uno de sus métodos normalizados.

**Tabla XXXIII.** Características de los suelos según SUCS

DIVISIONES PRINCIPALES	SÍMBOLO	COMPORTAMIENTO MECÁNICO	CAPACIDAD DE DRENAJE	DENSIDAD ÓPTIMA(P.M.)	CBR (IN SITU)		
	Gravas	GW	Excelente	Excelente	2.00-2.24	60_80	
		GP	Bueno a excelente	Excelente	1.76-2.08	25_60	
		GM (d)	Bueno a excelente	Aceptable a mala	2.08-2.32	40_80	
		GM (u)	Bueno	Mala a impermeable	1.92-2.24	20_40	
<b>SUELOS DE GRANO GRUESO</b>		GC	Bueno	Mala a impermeable	1.92-2.24	20_40	
	Arenas	SW	Bueno	Excelente	1.76-2.08	20_40	
		SP	Aceptable a bueno	Excelente	1.60-1.92	10_25	
		SM(d)	Aceptable a bueno	Aceptable a mala	1.92-2.16	20_40	
		SM(u)	Aceptable	Mala a impermeable	1.68-2.08	10_20	
	SC	Malo a aceptable	Mala a impermeable	1.68-2.08	10_20		
	Limos y arcillas (LL<50)	ML	Malo a aceptable	Aceptable a mala	1.60-2.00	5_15	
		CL	Malo a aceptable	Casi impermeable	1.60-2.00	5_15	
	<b>SUELOS DE GRANO FINO</b>	Limos y arcillas (LL>50)	OL	Malo	Mala	1.44-1.70	4_8
			MH	Malo	Aceptable a mala	1.28-1.60	4_8
		CH	Malo a aceptable	Casi impermeable	1.44-1.76	3_5	
	OH	Malo a muy malo	Casi impermeable	1.28-1.68	3_5		
<b>SUELOS ORGÁNICOS</b>		Pt	Inaceptable	Aceptable a mala	—	—	

Fuente: Blázquez, 2010



**Figura 4. 1.** Carta de casa grande para suelos cohesivos  
**Fuente:** (Bañón, 2000)

#### 4.4.2 Clasificación AASHTO

Esta clasificación es tomada para la construcción de carreteras por parte de la Asociación Americana en los Estados Unidos, en esta clasificación se separa los gruesos de los finos, en este caso el retenido del tamiz 200 es mínimo el 65% de la muestra se lo considera material grueso y si el pasante del tamiz 200 es mayor al 35% se lo considera material fino.

Clasificación general	Material granular (35%, o menos pasa el tamiz N° 200)							Materiales limo-arcillosos (Más del 35% pasa el tamiz N° 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Subgrupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
Porcentaje que pasa el tamiz: N° 10 (2.00mm) N° 40 (0.425mm) N° 200 (0.075mm)	50 máx. 30 máx. 15 máx.	- 50 máx. 25 máx.	- 51 mín. 10 máx.	- 35 máx.	- 35 máx.	- 35 máx.	- 35 máx.	- 36 mín.	- 36 mín.	- 36 mín.	-
Características del material que pasa el tamiz N° 40 (0.425mm): Limite líquido Índice de plasticidad	-		-	40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 11 mín.	41 mín. 11 mín.	40 máx. 10 máx.	41 mín. 10 máx.	40 máx. 11 mín.	41 mín. 11 mín*
Terreno de fundación	Excelente a bueno		Excelente a bueno	Excelente a bueno				Regular a malo			

\* El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5, es igual o menor a LL-30  
El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6, es mayor que LL-30

**Figura 4.2** Clasificación de suelo según ASSHTO  
**Fuente:** ASSHTO, 2011

## 4.5 Resultados de ensayos de suelos

### 4.5.1 Muestra 1

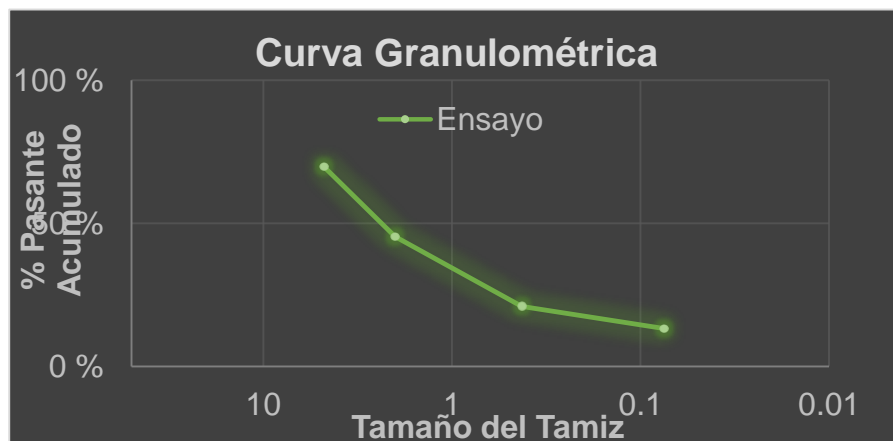
#### ▪ Granulometría

**Tabla XXXIV.** Resultado de granulometría

TAMIZ	TAMIZ	Peso	%	%	%
N°4	4.760	90.7	30.233	30.233	69.767
N°10	2.000	73	24.367	54.600	45.400
N°40	0.425	73.220	24.407	79.007	20.993
N°200	0.075	23.240	7.747	86.753	13.247
Fondo		39.740	13.247	100	0
Total		300.000	100%		

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017





**Figura 4.3** Gráfica de granulometría muestra 1

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

▪ **Límite plástico**

**Tabla XXXV.** Resultado de límite plástico

<b>No. Ensayo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
No. Recipiente	18	38
Recipiente + Peso húmedo (Wh+r)	10.69	8.53
Recipiente + Peso seco (Ws+r)	9.87	8.13
Peso de Recipiente r(gr)	6.16	6.18
Peso Agua Ww	0.82	0.40
Peso seco Ws	3.71	1.95
Contenido de humedad w (%)	22.10	20.51

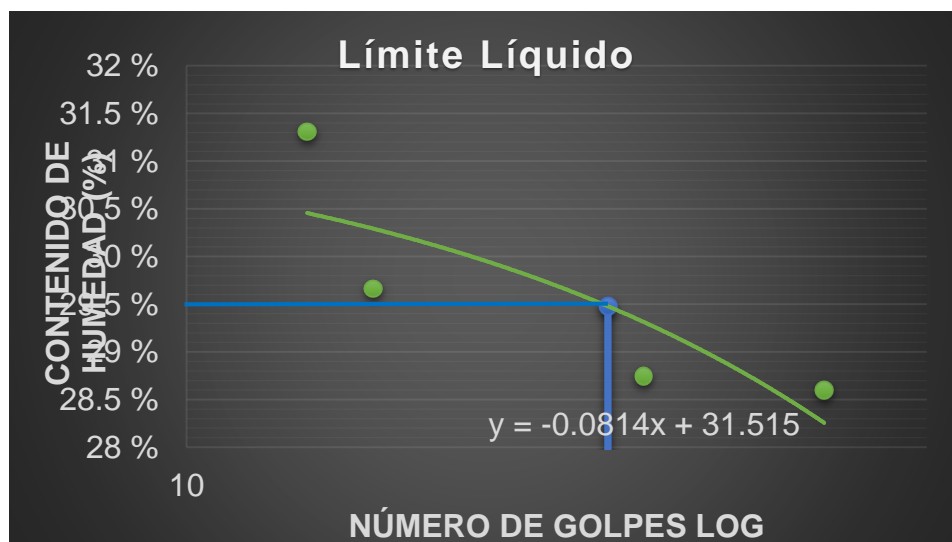
**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

- **Límite líquido**

**Tabla XXXVI.** Resultado de límite líquido

No. Ensayo		1	2	3	4
No. Recipiente		310	48	53	30
Recipiente + Peso húmedo (Wh+r)		23.62	15.64	16.56	19.61
Recipiente + Peso seco (Ws+r)		19.44	13.51	14.20	16.61
Peso de Recipiente r(gr)		6.09	6.33	5.99	6.12
Peso Agua	Ww	4.18	2.13	2.36	3.00
Peso seco	Ws	13.35	7.18	8.21	10.49
Contenido de humedad (%)	w	31.31	29.67	28.75	28.60
Número de Golpes		13	15	27	40
log (No. Golpes)		1.113	1.176	1.431	1.602
		9	1	4	1

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017



**Figura 4.4** Gráfica de límite líquido  
**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

- **índice plástico**

**Tabla XXXVII.** Resultado de índice de plasticidad

<b>LP</b>	<b>21.31</b>
<b>LL</b>	<b>29.48</b>
<b>IP</b>	<b>8.17</b>

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

- **Proctor**

**Tabla XXXVIII.** Resultado de Proctor

Cantidad de Agua ml	No. Recipiente	Peso Tierra Húmeda + rcp gr	Peso Tierra Seca + rcp gr	Peso del Recipiente gr	Peso del Agua gr	Peso Seco gr	W %
100	1	1534.08	1415.4	146.64	118.68	1268.76	9.35
200	8	1608.81	1467.3	150.3	141.51	1317	10.74
300	sin número	1561.63	1408.48	149.05	153.15	1259.43	12.16
400	13	1504.77	1333.5	144.49	171.27	1189.01	14.4
500	4	1589.11	1404.36	156.49	184.75	1247.87	14.81

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

Tabla XXXIX. Resultado de Proctor

Peso Tierra Húmeda + cilindro	Peso Tierra Húmeda	$1+W/100$	Peso Tierra Seca	Peso Volumétri co seco
Kg	Kg		Kg	kg/m <sup>3</sup>
6.296	3574	10.935	3.27	1538.74
6.496	3774	11.074	3.41	1604.44
6.794	4072	11.216	3.63	1709.28
6.798	4076	11.440	3.56	1677.4
6.818	4096	11.481	3.57	1679.75

Fuente: Lastra, K. Solórzano, G., 2017

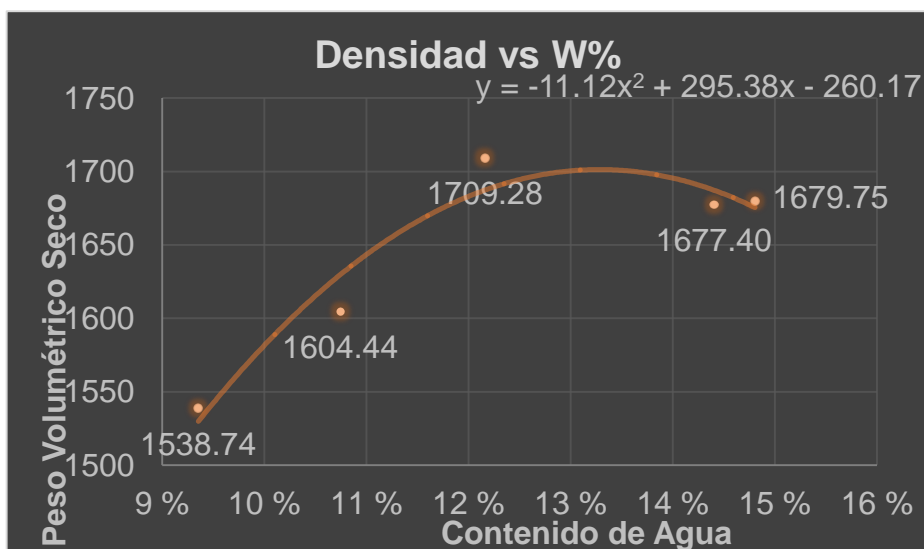


Figura 4.5 Gráfica Densidad Vs. Humedad

Fuente: Lastra, K. Solórzano, G., 2017

**Tabla XL.** Datos obtenidos de la gráfica

<b>Densidad Máx.</b>	1701.3
<b>Humedad Óptima</b>	13.2 %
<b>Fuente:</b> Lastra, K. Solórzano, G., 2017	

#### 4.5.1.1 Análisis

El material encontrado en la calicata ubicada en el punto del eje 0+500 corresponde a una arena arcillosa (SC). Más de la mitad del material es retenido en el tamiz N° 200, con un pasante del 69.76% en el tamiz N° 4 y un pasante del 13.24% en el tamiz 200. Según la Figura 4.0 el material fino corresponde a una arcilla con un límite líquido elevado (CL), dando como resultado una arena con una cantidad apreciable de finos mezclada con grava y arcilla.

Para la elección del diseño del pavimento se realizó el ensayo de Proctor modificado que resultó con una humedad óptima del 13.2% y una densidad máxima de 1701.3  $\text{Kg/m}^3$ . Como referencia de la tabla XXXIII el CBR del material es 15 verificado con la tabla 4.5 del manual

de diseño de pavimentos ASSHTO 1993, Capítulo 4 sección 3.1, esta categorizado como un suelo con un comportamiento mecánico de malo a aceptable y una capacidad de drenaje de mala a impermeable según la tabla XXXIII.

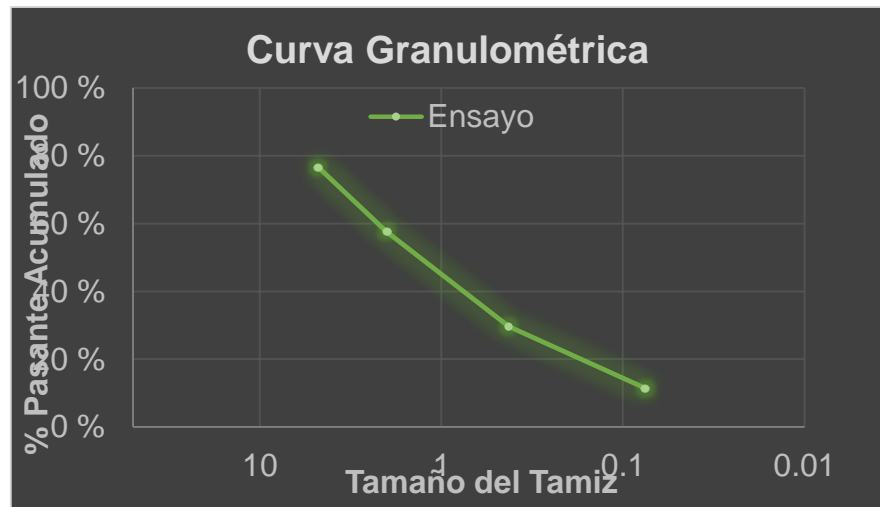
#### 4.5.2 Muestra 2

- **Granulometría**

**Tabla XLI.** Resultado de granulometría

TAMIZ	TAMIZ (mm)	Peso parcial (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado
Nº4	4.760	70.43	23.48	23.48	76.52
Nº10	2.000	56.77	18.92	42.4	57.6
Nº40	0.425	84.04	28.01	70.41	29.59
Nº200	0.075	54.65	18.22	88.63	11.37
Fondo		34.11	11.37	100	0
Total		300.000	100%		

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017



**Figura 4.6** Gráfica de granulometría  
**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

- **Límite plástico**

**Tabla XLII.** Resultado de límite plástico

No. Ensayo		1	2
No. Recipiente		72	33
Recipiente + Peso húmedo (Wh+r)		8.23	8.02
Recipiente + Peso seco (Ws+r)		7.79	7.61
Peso de Recipiente r(gr)		6.16	6.09
Peso Agua	Ww	0.44	0.41
Peso seco	Ws	1.63	1.52
Contenido de humedad	w (%)	26.99	26.97

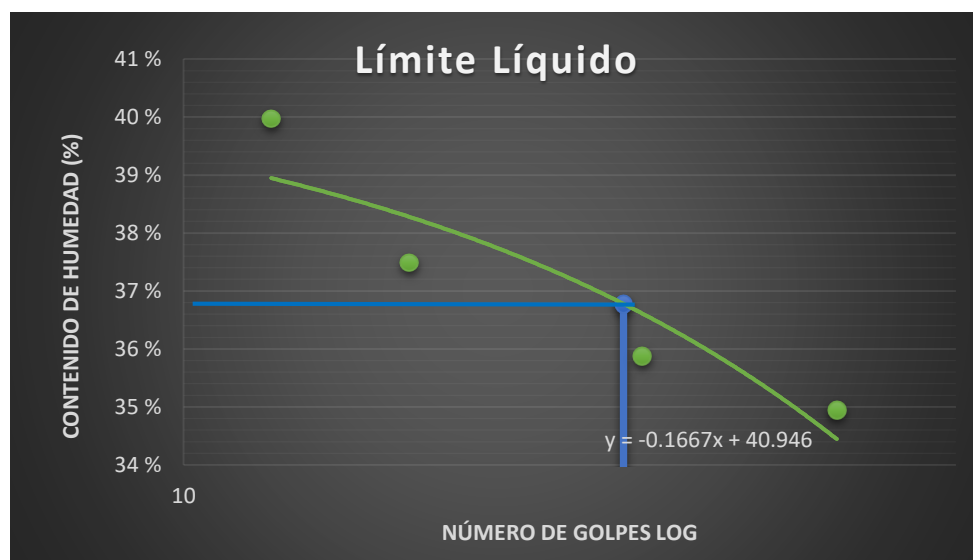
**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

- Límite líquido

**Tabla XLIII.** Resultado de límite líquido

No. Ensayo	1	2	3	4
No. Recipiente	4	6	37	40
Recipiente + Peso húmedo (Wh+r)	26.61	40.51	31.99	35.10
Recipiente + Peso seco (Ws+r)	20.73	31.13	25.22	27.58
Peso de Recipiente r(gr)	6.02	6.11	6.35	6.06
Peso Agua Ww	5.88	9.38	6.77	7.52
Peso seco Ws	14.71	25.02	18.87	21.52
Contenido de humedad (%)	39.97	37.49	35.88	34.94
Número de Golpes	12	16	26	39
<b>log (No. Golpes)</b>	1.0792	1.2041	1.4150	1.5911

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017



**Figura 4. 7** Gráfica de límite líquido  
**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017



- **índice plástico**

**Tabla XLIV.** Resultado de índice de plasticidad

<b>LP</b>	26.98
<b>LL</b>	36.78
<b>IP</b>	9.80

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

- **Proctor**

**Tabla XLV.** Resultado de Proctor

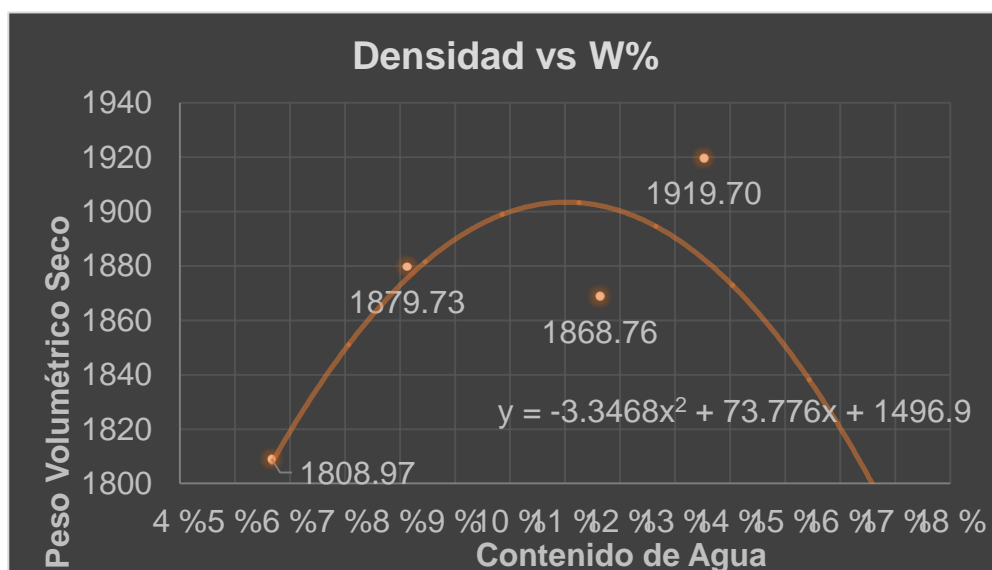
Cantidad de Agua	No. Recipiente	Peso Tierra Húmeda + rcp	Peso Tierra Seca + rcp	Peso Del Recipiente	Peso del Agua	Peso Seco	W
ml		Gr	Gr	Gr		gr	%
50	4	1474.63	1403.57	150.14	71.06	1253.43	5.67
100	1	1315.99	1227.88	144.39	88.11	1083.49	8.13
<b>150</b>	14	1359.8	1233.6	148.73	126.2	1084.87	11.63
<b>250</b>	3	1462.09	1306.57	156.41	155.52	1150.16	13.52
<b>350</b>	4	1512.23	1317.44	146.49	194.79	1170.95	16.64

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

**Tabla XLVI.** Resultado de Proctor

Peso Tierra Húmeda + cilindro Kg	Peso Tierra Húmeda Kg	1+W/100	Peso Tierra Seca Kg	Peso Volumétrico co seco kg/m <sup>3</sup>
3.634	1642	10.567	1.554	1808.97
3.738	1746	10.813	1.615	1879.73
3.784	1792	11.163	1.605	1868.76
3.864	1872	11.352	1.649	1919.7
3.784	1792	11.664	1.536	1788.61

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017



**Figura 4.8** Gráfica Densidad Vs. Humedad  
**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

**Tabla XLVII.** Datos obtenidos de la gráfica

<b>Densidad Máx.</b>	1903.5
<b>Humedad Óptima</b>	11 %
<b>Fuente:</b> Lastra, K. Solórzano, G., 2017	

#### 4.5.2.1 Análisis

La calicata ubicada en el punto del eje 1+000 corresponde a una arena arcillosa (SC). Mas de la mitad del material es retenido en el tamiz N° 200, con un pasante del 76.52% en el tamiz N° 4 y un pasante del 11.38% en el tamiz 200. Según la Figura 4.0 el material fino corresponde a una arcilla con un límite líquido elevado (CL), dando como resultado una arena con una cantidad apreciable de finos mezclada con grava y arcilla.

Para la elección del diseño del pavimento se realizó el ensayo de Proctor modificado que resultó con una humedad óptima del 11% y una densidad máxima de  $1903 \text{ Kg/m}^3$ . Como referencia de la tabla XXXIII el CBR del material es 15 verificado con la tabla 4.5 del manual de diseño de pavimentos ASSHTO 1993, capítulo 4 sección 3.1, esta categorizado como un suelo con un

comportamiento mecánico de malo a aceptable y una capacidad de drenaje de mala a impermeable según tabla XXXIII.

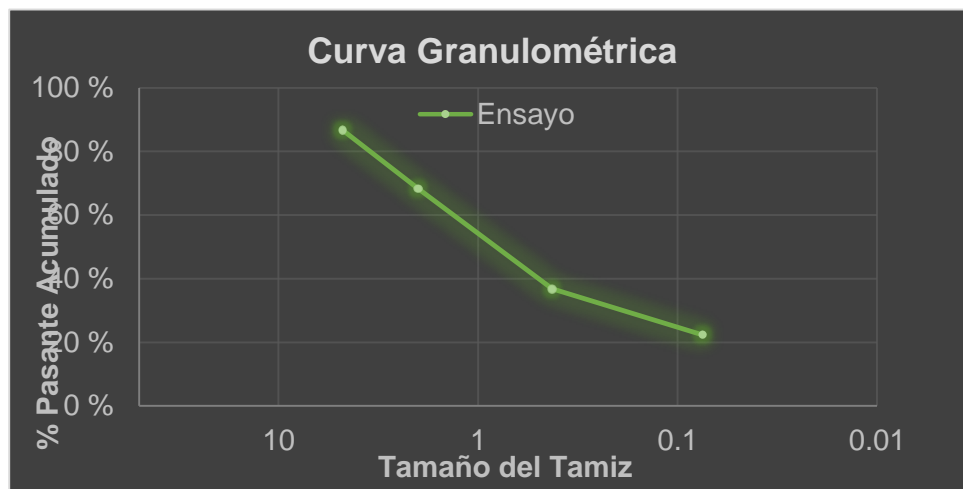
#### 4.5.3 Muestra 3

- **Granulometría**

**Tabla XLVIII.** Resultado de granulometría

TAMIZ	TAMIZ (mm)	Peso parcial (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado
N°4	4.760	40.14	13.380	13.380	86.620
N°10	2.000	54.98	18.327	31.707	68.293
N°40	0.425	94.5	31.500	63.207	36.793
N°200	0.075	43.29	14.430	77.637	22.363
Fondo		67.09	22.363	100	0
Total		300.000	100%		

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017



**Figura 4.9** Gráfica de granulometría  
**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

- **Límite plástico**

**Tabla XLIX.** Resultado de límite plástico

No. Ensayo	1	2
No. Recipiente	73	75
Recipiente + Peso húmedo (Wh+r)	8.34	7.44
Recipiente + Peso seco (Ws+r)	7.86	7.07
Peso de Recipiente r(gr)	6.26	5.88
Peso Agua Ww	0.48	0.37
Peso seco Ws	1.60	1.19
Contenido de humedad w (%)	30.00	31.09

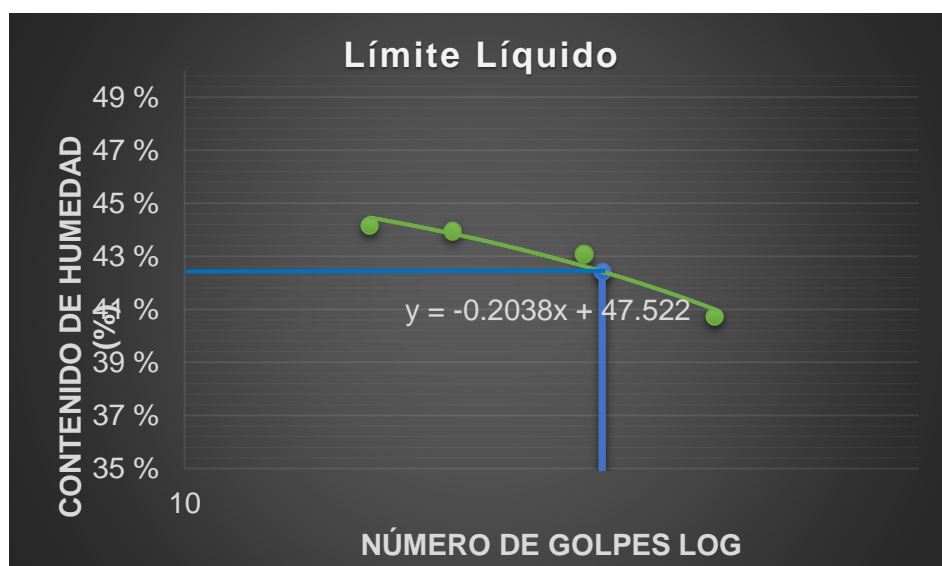
**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

- Límite líquido

**Tabla L.** Resultado de límite líquido

No. Ensayo		1	2	3	4
No. Recipiente		49	42	22	32
Recipiente + Peso húmedo (Wh+r)		14.70	14.97	14.30	15.36
Recipiente + Peso seco (Ws+r)		12.13	12.35	11.93	12.70
Peso de Recipiente r(gr)		6.31	6.39	6.43	6.17
Peso Agua	Ww	2.57	2.62	2.37	2.66
Peso seco	Ws	5.82	5.96	5.50	6.53
Contenido de humedad	w (%)	44.16	43.96	43.09	40.74
Número de Golpes		15	18	24	32
log (No. Golpes)		1.1761	1.2553	1.3802	1.5051

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017



**Figura 4.10** Gráfica de límite líquido  
**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

- **índice plástico**

**Tabla LI.** Resultado de índice de plasticidad

<b>LP</b>	30.55
<b>LL</b>	42.43
<b>IP</b>	11.88

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

- **Proctor**

**Tabla LII.** Resultado de Proctor

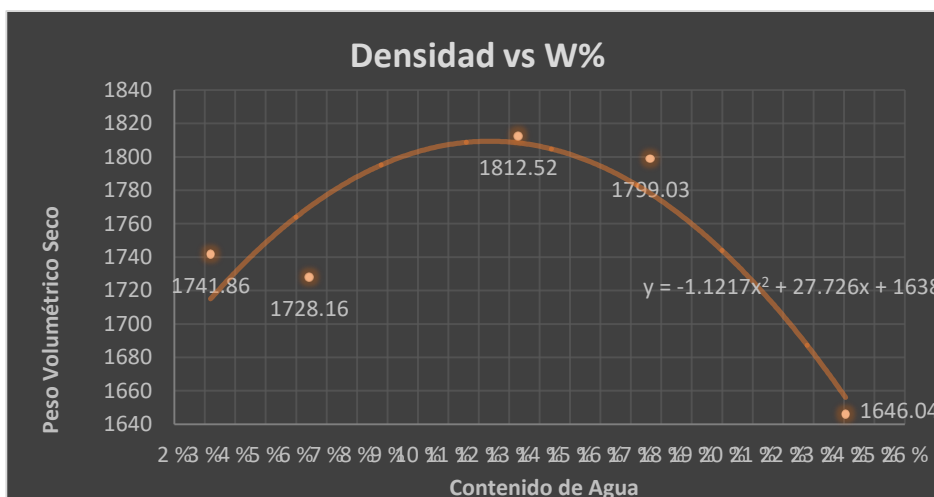
Cantidad de Agua ml	No. Recipiente	Peso Tierra Húmeda + rcp gr	Peso Tierra Seca + rcp gr	Peso del Recipiente gr	Peso del Agua	Peso Seco gr	W %
100	1	1534.08	1415.4	146.64	118.68	1268.76	9.35
200	8	1608.81	1467.3	150.3	141.51	1317	10.74
300	sin número	1561.63	1408.48	149.05	153.15	1259.43	12.16
400	13	1504.77	1333.5	144.49	171.27	1189.01	14.4
500	4	1589.11	1404.36	156.49	184.75	1247.87	14.81

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

**Tabla LIII.** Resultado de Proctor

<b>Peso Tierra Húmeda + cilindro</b>	<b>Peso Tierra Húmeda</b>	<b>1+W/100</b>	<b>Peso Tierra Seca</b>	<b>Peso Volumétrico seco</b>
<b>Kg</b>	<b>Kg</b>		<b>Kg</b>	<b>kg/m3</b>
6.296	3574	10.935	3.27	15387.4
6.496	3774	11.074	3.41	16044.41
6.794	4072	11.216	3.63	17092.84
6.798	4076	11.440	3.56	16774.01
6.818	4096	11.481	3.57	16797.47

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

**Figura 4.11** Gráfica Densidad Vs. Humedad.

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

**Tabla LIV.** Datos obtenidos de la gráfica.

<b>Densidad Máx.</b>	1809.4
<b>Humedad Óptima</b>	12.5 %

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017



#### 4.5.3.1 Análisis

La calicata ubicada en el punto del eje 1+500 corresponde a una arena limosa (SM). Más de la mitad del material es retenido en el tamiz N° 200, con un pasante del 86.62% en el tamiz N° 4 y un pasante del 22.36% en el tamiz 200. Según la Figura 4.0 el material fino corresponde a limo con un límite líquido elevado (ML), dando como resultado una arena con una cantidad apreciable de finos mezclada con grava y limo.

Para la elección del diseño del pavimento se realizó el ensayo de Proctor modificado que resultó con una humedad óptima del 12.5% y una densidad máxima de  $1809.4 \text{ Kg/m}^3$ . Como referencia de la Como referencia de la tabla XXXIII el CBR del material es 30 verificado con la tabla 4.5 del manual de diseño de pavimentos ASSHTO 1993, capítulo 4 sección 3.1, esta categorizado como un suelo con un comportamiento mecánico de aceptable a buena y una capacidad de drenaje de aceptable a mala según tabla XXXIII.

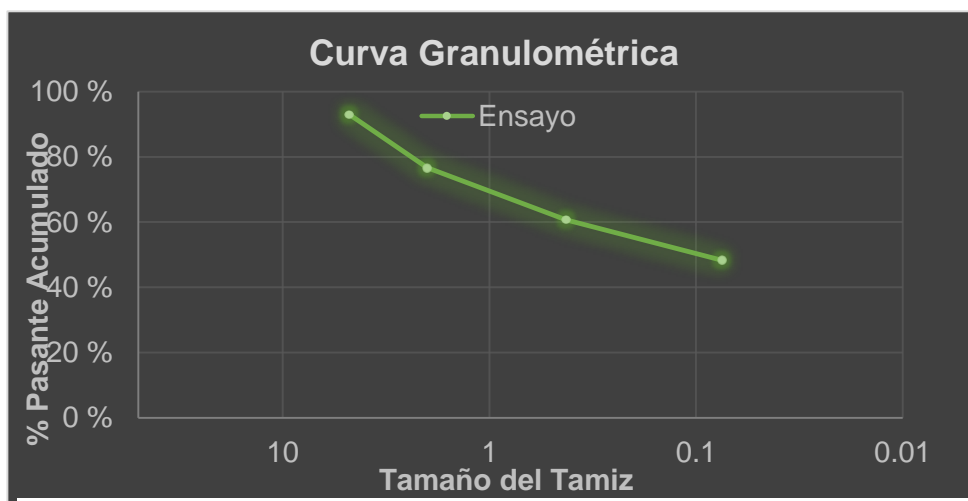
#### 4.5.4 Muestra 4

- **Granulometría**

**Tabla LV.** Resultado de granulometría

TAMIZ	TAMIZ (mm)	Peso parcial (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante acumulado
Nº4	4.760	21.09	7.030	7.030	92.970
Nº10	2.000	48.96	16.320	23.350	76.650
Nº40	0.425	47.81	15.937	39.287	60.713
Nº200	0.075	37.08	12.360	51.647	48.353
Fondo		145.06	48.353	100	0
Total		300.000	100%		

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017



**Figura 4.12** Gráfica de granulometría  
**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

- **Límite plástico**

**Tabla LVI.** Resultado de límite plástico

<b>No. Ensayo</b>		<b>1</b>	<b>2</b>
No. Recipiente		80	88
Recipiente + Peso húmedo (Wh+r)		8.78	8.27
Recipiente + Peso seco (Ws+r)		8.29	7.93
Peso de Recipiente r(gr)		6.06	6.39
Peso Agua	Ww	0.49	0.34
Peso seco	Ws	2.23	1.54
Contenido de humedad	w (%)	21.97	22.08

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

▪ **Límite líquido**

**Tabla LVII.** Resultado de límite líquido

<b>No. Ensayo</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
No. Recipiente		<b>3</b>	<b>87</b>	<b>1</b>	<b>11</b>
Recipiente + Peso húmedo (Wh+r)		24.80	22.67	24.09	25.11
Recipiente + Peso seco (Ws+r)		19.21	17.87	19.00	20.07
Peso de Recipiente r(gr)		5.92	6.08	6.18	5.97
Peso Agua	Ww	5.59	4.80	5.09	5.04
Peso seco	Ws	13.29	11.79	12.82	14.10
Contenido de humedad	w (%)	42.06	40.71	39.70	35.74
Número de Golpes		13	18	22	37
log (No. Golpes)		1.1139	1.2553	1.3424	1.5682

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

- **índice plástico**

**Tabla LVIII.** Resultado de índice de plasticidad

<b>LP</b>	22.03
<b>LL</b>	38.89
<b>IP</b>	16.86

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

- **Proctor**

**Tabla LIX.** Resultado de Proctor

Cantidad de Agua	No. Recipiente	Peso Tierra Húmeda + rcp	Peso Tierra Seca + rcp	Peso del Recipiente	Peso del Agua	Peso Seco	W
ml		gr	gr	Gr		Gr	%
50	3	1405.14	1334.75	148.3	70.39	1186.45	5.93
100	4	1210.08	1114.02	148.93	96.06	965.09	9.95
200	99	1422.33	1272.57	148.65	149.76	1123.92	13.32
300	8	1587.37	1378.89	157.34	208.48	1221.55	17.07
450	1	1492.95	1234.74	143.41	258.21	1091.33	23.66

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

Tabla LX. Resultado de Proctor

Peso Tierra Húmeda + cilindro Kg	Peso Tierra Húmeda Kg	1+W/100	Peso Tierra Seca Kg	Peso Volumétrico o seco kg/m <sup>3</sup>
3.598	1602	10.593	1.512	1760.51
3.656	1660	10.995	1.510	1757.54
3.812	1816	11.332	1.602	1865.51
3.870	1874	11.707	1.601	1863.56
3.760	1764	12.366	1.426	1660.64

Fuente: Lastra, K. Solórzano, G., 2017

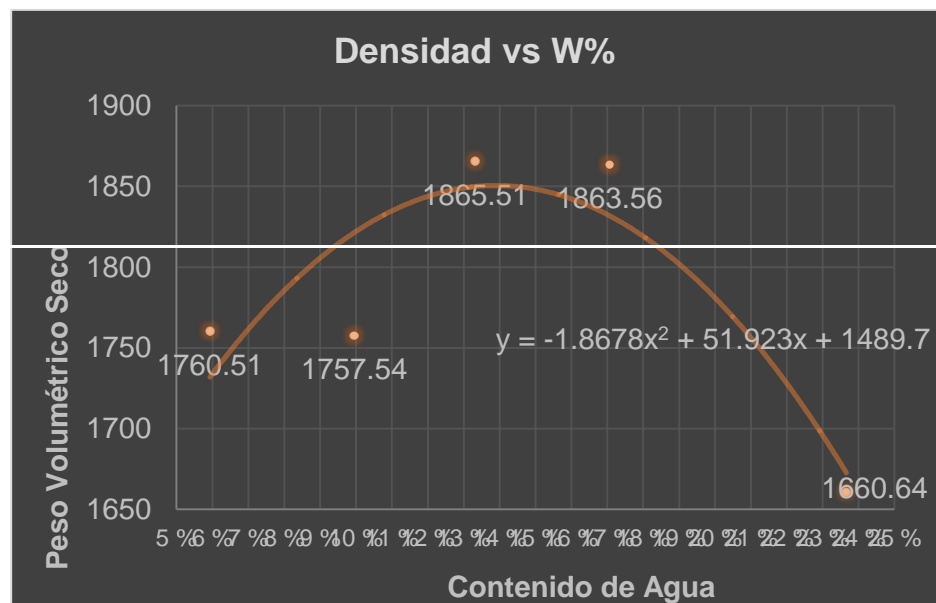


Figura 4.13 Gráfica Densidad Vs. Humedad.

Fuente: Lastra, K. Solórzano, G., 2017

**Tabla LXI.** Datos obtenidos de la gráfica

<b>Densidad Máx.</b>	1850.7
<b>Humedad Óptima</b>	13.2 %

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

#### 4.5.4.1 Análisis

La calicata ubicada en el punto del eje 1+500 corresponde a una arena limosa (SC). Más de la mitad del material es retenido en el tamiz N° 200, con un pasante del 92.97% en el tamiz N° 4 y un pasante del 48.36% en el tamiz 200. Según la Figura 4.0 el material fino corresponde a arcilla con un límite líquido elevado (CL), dando como resultado una arena con una cantidad apreciable de finos mezclada con grava y arcilla.

Para la elección del diseño del pavimento se realizó el ensayo de Proctor modificado que resultó con una humedad óptima del 13.2% y una densidad máxima de 1850.7 Kg/m<sup>3</sup>. Como referencia de la Como referencia de la tabla XXXIII el CBR del material es 15 verificado con la tabla 4.5 del manual de diseño de pavimentos ASSHTO 1993, capítulo 4 sección 3.1, esta categorizado como un suelo con un comportamiento mecánico de

malo a aceptable y una capacidad de drenaje de mala a impermeable según tabla XXXIII.

#### **4.5.5 Análisis general de las muestras**

El material encontrado en el sitio no cumple las características para ser usado en la subrasante sin necesitar un previo mejoramiento. Según estudios previos realizados por Ingeniero Miguel Ángel Chávez en este sector la capa de este tipo de suelos se encuentra variando máximo de 30 -50 cm de profundidad, como se muestra en el Anexo G

Un material utilizado en la construcción de las presas de ESPOL muestra las características adecuadas para ser usado como material mejorado en los tramos que se necesite de la creación de un terraplén según los niveles topográficos. Los ensayos de la muestra se presentan a continuación:



#### 4.5.5.1 Muestra extra

- **Proctor**

**Tabla LXII.** Resultado de Proctor

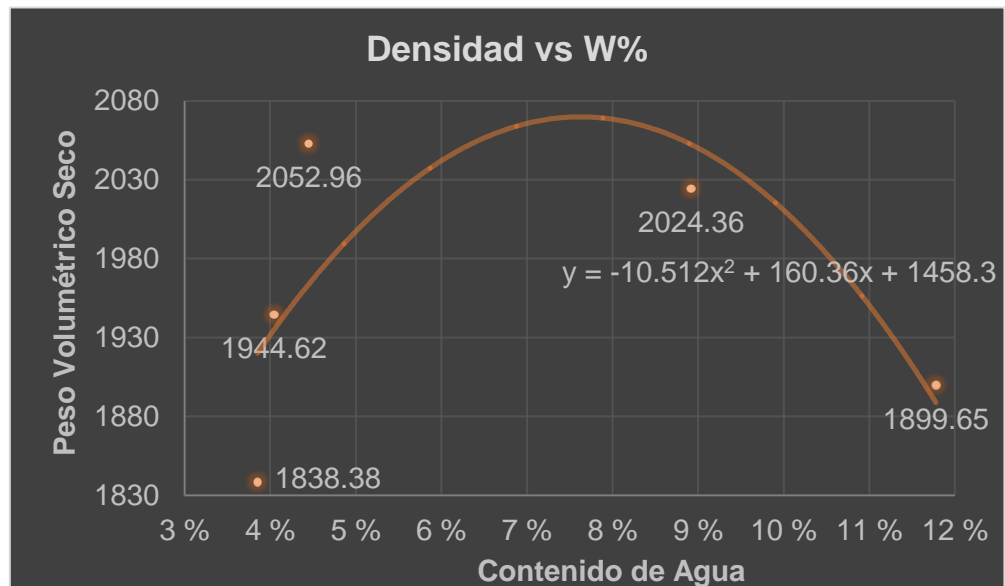
Cantidad de Agua	No. Recipiente	Peso Tierra Húmeda + rcp	Peso Tierra Seca + rcp	Peso del Recipiente	Peso del Agua	Peso Seco	W
ml		gr	gr	gr		gr	%
200	4	1566.16	1505.46	141.91	60.7	1363.55	4.45
300	13	1333.85	1236.46	144.39	97.39	1092.07	8.92
400	1	1393.41	1262.02	146.53	131.39	1115.49	11.78
100	5	1602.12	1545.42	143.72	56.7	1401.7	4.05
50	12	1548.27	1496.65	156.52	51.62	1340.13	3.85

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

**Tabla LXIII.** Resultado de Proctor

Peso Tierra Húmeda + cilindro	Peso Tierra Húmeda	$1+W/100$	Peso Tierra Seca	Peso Volumétrico seco
Kg	Kg		Kg	kg/m <sup>3</sup>
3.834	1842	10.445	1.76	2052.96
3.886	1894	10.892	1.74	2024.36
3.816	1824	11.178	1.63	1899.65
3.730	1738	10.405	1.67	1944.62
3.632	1640	10.385	1.58	1838.38

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017



**Figura 4.14** Gráfica Densidad Vs. Humedad.

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

**Tabla LXIV.** Datos obtenidos de la gráfica.

<b>Densidad Máx.</b>	2069.0
<b>Humedad Óptima</b>	7.91 %

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

▪ **Triaxial**

**Tabla LXV.** Resultado de triaxial

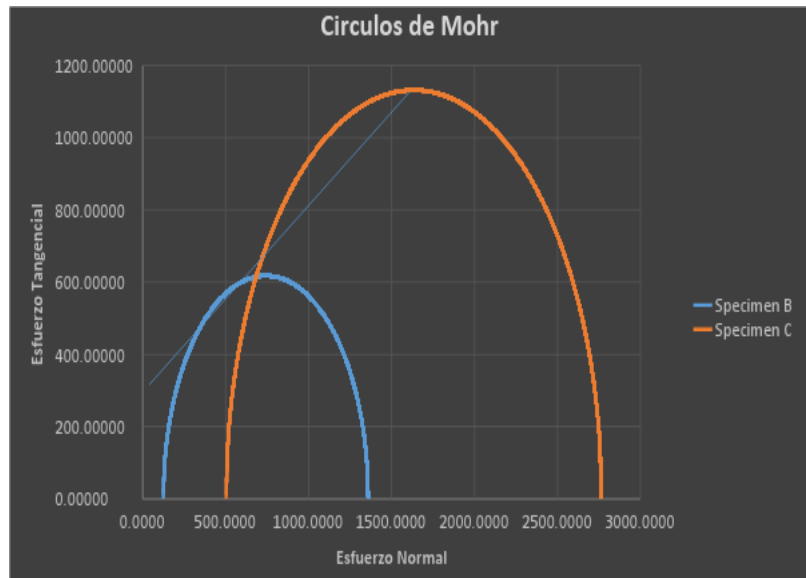
<b>Espécimen</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
Esfuerzo mayor	1359.3	2765.3
Esfuerzo menor	123.8	502.2
Radio		
Centro	617.75	1131.55
	741.55	1633.75

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

**Tabla LXVI.** Cálculo para círculo de mohr

$\theta$	Radianes	Sigma B	Tau B	Sigma C	Tau C	Sigma Prom.	Tau Prom.
0	0	13.593.000	0	27.653.000	0	2062.3	0
10	0.1745	13.499.150	10.727.116	27.481.092	1.964.916	20.490.121	1.518.814
20	0.3491	13.220.451	21.128.294	26.970.592	3.870.129	200.955.215	2.991.479
30	0.5236	12.765.372	30.887.500	26.137.010	5.657.750	194.511.912	4.373.250
40	0.6981	12.147.740	39.708.205	25.005.676	7.273.463	185.767.077	5.622.142
50	0.8727	11.386.320	47.322.395	23.610.963	8.668.176	174.986.418	6.700.208
60	10.472	10.504.250	53.498.719	21.995.250	9.799.510	1.624.975	7.574.691
70	12.217	9.528.329	58.049.512	20.207.629	10.633.092	148.679.792	8.219.022
80	13.963	8.488.212	60.836.499	18.302.416	11.143.592	133.953.138	8.613.621
90	15.708	7.415.500	61.775.000	16.337.500	11.315.500	1187.65	8.746.500
100	17.453	6.342.788	60.836.499	14.372.584	11.143.592	103.576.862	8.613.621
110	19.199	5.302.671	58.049.512	12.467.371	10.633.092	888.502.082	8.219.022
120	20.944	4.326.750	53.498.719	10.679.750	9.799.510	750.325	7.574.691
130	22.689	3.444.680	47.322.395	9.064.037	8.668.176	625.435.817	6.700.208
140	24.435	2.683.260	39.708.205	7.669.324	7.273.463	517.629.228	5.622.142
150	26.180	2.065.628	30.887.500	6.537.990	5.657.750	430.180.881	4.373.250
160	27.925	1.610.549	21.128.294	5.704.408	3.870.129	365.747.849	2.991.479
170	29.671	1.331.850	10.727.116	5.193.908	1.964.916	326.287.899	1.518.814
180	31.416	1.238.000	0	5.022.000	0	313	0

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017



**Figura 4.15** Gráfico de círculo de Mohr  
**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

**Tabla LXVII.** Resultados obtenido de la gráfica

<b>Cohesión</b>	320 kPa
<b>Ang. Fricción</b>	27.21°

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

La muestra extra será usada como material de relleno y para el diseño de los taludes debido a que su ángulo de fricción es 27.21 grados, resultado como un material de muy buena calidad óptimo para la vía con una densidad máxima de  $2069.0 \text{ kg/cm}^3$  a una humedad óptima de 7.91% y un CBR resultante de 70. Según las

características del suelo este es una GW grava bien graduada con poca presencia de finos.

Como las muestra tomadas en los cuatro puntos de la carretera no puede ser utilizada se procederá a retirar el material hasta los 50 cm de profundidad de donde se encontrará la capa de roca en buenas condiciones o parcialmente meteorizada de la formación Cayo Senufo rodeado mayormente de Lutitas Silíceas Chert.

La estratigrafía del suelo muestra que la composición actual del suelo es de una capa de suelo de 0 – 5 cm de profundidad de material orgánico mayormente, cabe recalcar que se generan pequeñas variaciones a lo largo del terreno. De 5 -20 cm arena arcillosa o limosa está en algunas secciones llega a más de 20 cm, 20 – 50 cm se puede visualizar roca en un estado de meteorización predominante y de los 50 cm en adelante se puede encontrar roca menos meteorizada hasta encontrar roca en buenas condiciones, de igual manera la roca en perfectas condiciones se puede encontrar a menos profundidad como se da en la calicata 1, depende de la topografía del terreno.

## **4.6 Elementos causantes de deslizamientos de taludes**

Se denomina deslizamiento cuando existe una rotura y desplazamiento del suelo, sea este hacia abajo y afuera del talud.

Reconocer los diversos elementos que afectan en el cambio de un talud estable a uno inestable es muy importante para poder analizar el fenómeno que afectara y así tomar las medidas de protección necesarias.

Las causas de falla más comunes son:

### **4.6.1 Condiciones del terreno**

Características de la masa que pueden ser determinadas en la superficie o alrededor del talud por medio de exploraciones superficiales tales como perforaciones, trincheras o calicatas.

Dichas características se las determinó por medio de ensayos de laboratorio, y son los siguientes:

- Arcilla de alta comprensibilidad
- Arena arcillosa

#### **4.6.2 Procesos Geomorfológicos**

Son las transformaciones que sufre la geomorfología del terreno las cuales deben ser registradas para después ser comparadas con archivos preexistentes como mapas, fotografías aéreas u observaciones por la población o expertos y puede ser:

- Remoción de vegetación
- Erosión en los límites del talud
- Áreas con roturas
- Socavación al pie del talud
- Incremento en la corona del talud

#### **4.6.3 Otros factores**

Otros factores que intervienen en el deslizamiento de talud son:

- Lluvias intensas
- Sismos
- Escurrimientos por inundaciones o roturas de presa naturales
- Excavación de talud
- Mal mantenimiento del sistema de drenaje

- Vibraciones

#### **4.7 Métodos para disminuir el riesgo de fallas en taludes.**

Una vez analizado el talud y cada uno de sus factores de riesgo, se pasa a la etapa de diseño de la estabilización. Para resolver estos problemas existen una variedad de métodos los cuales dependen de una serie de factores técnicos, sociales, económicos, políticos; con una gran cantidad de variables en el espacio y en el tiempo.

Algunas de las metodologías que se han utilizado para la reducción de los riesgos de deslizamientos son:

##### **4.7.1 Prevención**

La prevención incluye el manejo de la vulnerabilidad, evitando la posibilidad de que se presenten riesgos o amenazas. La prevención debe ser un programa del estado, en todos sus niveles mediante una legislación y un sistema de manejo de amenazas que permita disminuir los riesgos a deslizamiento en un área determinada.

En la siguiente tabla se presenta alguna metodología de prevención con sus respectivas ventajas y desventajas:



**Tabla LXVIII.** Métodos de prevención

<b>Método</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Disuasión con medidas coercitivas	Son muy efectivas cuando la comunidad está consciente del riesgo y colabora con el estado.	El manejo de los factores socioeconómicos y sociales es difícil.
Planeación del uso de la tierra	Es una solución ideal para las zonas urbanas y es fácil de implementar.	No se puede aplicar cuando ya existe el riesgo.
Código técnicos	Presenta herramientas precisas para el control y prevención de la amenaza.	Se requiere de una entidad que los haga cumplir.
Aviso y Alarma	Disminuye en forma considerable el riesgo cuando es inminente.	Generalmente, se aplica después de ocurrido el desastre.

**Fuente:** Araujo, 2016

#### 4.7.2 Elusión de la amenaza

Eludir la amenaza consiste en evitar que los elementos en riesgos sean expuestos a la amenazas de deslizamiento.

**Tabla LXIX.** Métodos de elusión de la amenaza

Método	Ventajas	Desventajas
Variantes o relocalización del proyecto	Se recomienda cuando existe el riesgo de activar grandes deslizamientos difíciles de estabilizar existen deslizamientos antiguos de gran magnitud. Puede ser el mejor de los métodos si es económico hacerlo.	Puede resultar costoso y el nuevo sitio o alineamiento puede estar amenazado por deslizamientos.
Remoción total de deslizamientos	Es atractivo cuando se trata de volumen pequeño de excavación	La remoción de los deslizamientos puede producir nuevos movimientos.
Remoción parcial e inestables	se acostumbra el remover los suelos subsuperficiales inestables cuando sus espesores no son muy grandes	Cuando el nivel freático se encuentra subsuperficial se dificulta el proceso de excavación.
Modificación del nivel de proyecto o subrasante de una vía puentes o viaductos sobre los movimientos	La disminución de la altura de los cortes en un alineamiento de gran longitud puede resolver la viabilidad técnica de un proyecto Muy útil en terrenos de pendientes muy altas	Generalmente, al disminuir la altura de los cortes se desmejoran las características del proyecto. se requiere cimentar los puentes sobre suelo estable y las pilas deben ser capaces de resistir las fuerzas laterales del material inestable

**Fuente:** Araujo, 2016

#### 4.7.3 Control

Métodos tendientes a controlar las amenazas activa antes de que se produzca el riesgo a personas o propiedades. Generalmente, consisten en estructuras que retienen lamas en movimiento. Este

tipo de obras se construyen abajo del deslizamiento para detenerlo después que se ha iniciado.

**Tabla LXX.** Estructura de control de masas en movimiento.

<b>Método</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Bermas	Generalmente son económicas, rápidas de construir.	se requiere un de espacio grande a mitad del talud
Trincheras	Sirven al mismo tiempo para controlar las aguas lluvias.	los cantos fácilmente pasan por encima
Estructuras de retención	Retienen las masas en movimiento.	se pueden requerir estructuras algo costosas
Cubiertas de protección	Son uno de los método más efectivos para disminuir el riego en carreteras	son muy costosos

**Fuente:** Araujo, 2016

#### 4.8 Estabilización de Talud

La estabilización de un talud comprende los siguientes factores:

1. Determinar el sistema o combinación de sistemas de estabilización más apropiados teniendo en cuenta todas las circunstancias del talud estudiado.
2. Instrumentación y control durante y después de la estabilización.

Debe tenerse en cuenta que en taludes, nunca existen diseño detallado sin modificables y que las observaciones que se hacen durante el proceso

de construcción tienden generalmente, a introducir modificaciones al diseño inicial y esto debe proveerse en las cláusulas contractuales de construcción.

Los taludes ya sean artificiales y naturales sufren alteraciones por diferentes factores como físicos y químicos los cuales complican sus estabilidad, para los cuales existen una variedad de métodos para determinar las condiciones más desfavorables que presenten y conocer sus posibles fallas.

Por medio de las propiedades del esfuerzo cortante de las perforaciones realiza por la empresa Geocimiento tenemos los siguientes:

**Tabla LXXI.** Propiedades del macizo rocoso

Propiedades	Valores
Ángulo de fricción	30°
Cohesión	80 T/m <sup>2</sup>
Peso volumétrico	2.20 T/m <sup>3</sup>

**Fuente:** PhD. Miguel Ángel Chávez, 2018

Dichos factores fueron usados para conocer las características del material de la Formación Cayo que será utilizada para los terraplenes de relleno al igual que para la base de nuestra vía.

Se pudo determinar que material que se obtenga de la Formación Cayo es de muy buena calidad y resistente ya que está conformado por areniscas bastas, arenosas, conglomerados, brechas finas de material volcánico, entre otros. Al compactar este material sobre roca la estructura que se coloque encima será muy estable.

En la actualidad se cuenta con diversos software que agilitan el proceso de cálculos, por medio de estos se puede obtener resultados con mayor precisión, los cuales permite tomar las medidas correctivas más convenientes, económicas y eficaz.

Según la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC -15 capítulo de Geotecnia y Cimentaciones, para el análisis en condiciones estáticas, el valor del FS deberá ser mayor o igual a 1.50, el cual se lo recomienda para un talud estable; mientras que cuando se considera fuerzas sísmicas (pseudo- estáticas) es aceptable un valor de FS mayor o igual a 1.05.

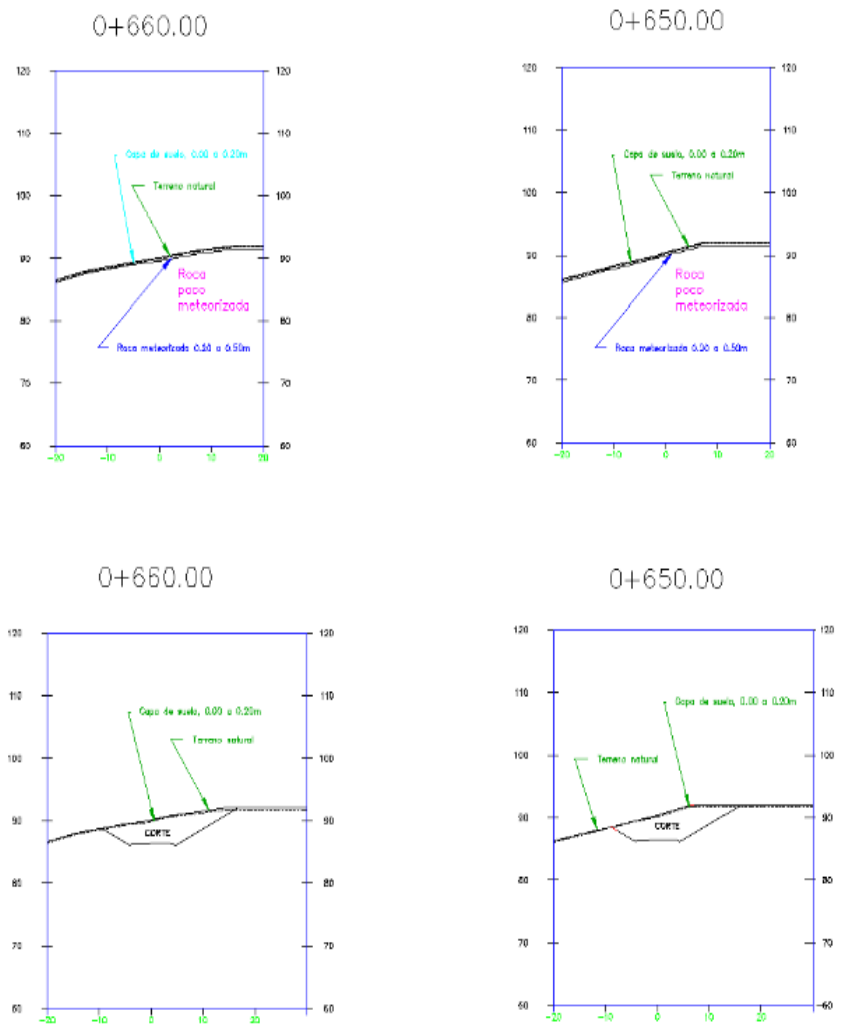
En nuestro proyecto se realizaron dos corridas con ayuda del software Galena 6.10, para lo cual se escogieron las secciones más críticas de corte y relleno de la vía las cuales fueron 0+650 y 1+070 respectivamente, los modelos fueron expuestos a diversos factores con el fin de conocer la región de falla y su estabilidad.

#### **4.8.1 Análisis del talud con abscisa 0+650 (corte)**

Suelo arcilloso (0 – 0.20 m)

Roca meteorizada (0.20-0.50 m)

Roca poco meteorizada (mayor a 0.50m)



**Figura 4.16** Taludes críticos de corte  
**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

Para el análisis se evaluaron dos casos, el primero en condiciones normales del terreno y el segundo con una aceleración sísmica de 0.4 g. en condiciones normales del terreno se obtuvo el menor factor de seguridad de  $FS= 7.28$  y con

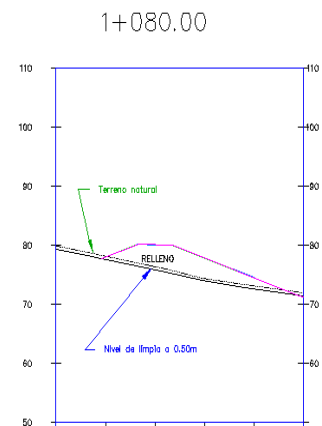
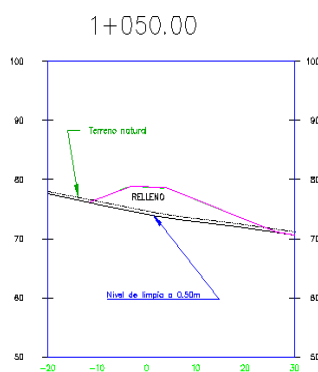
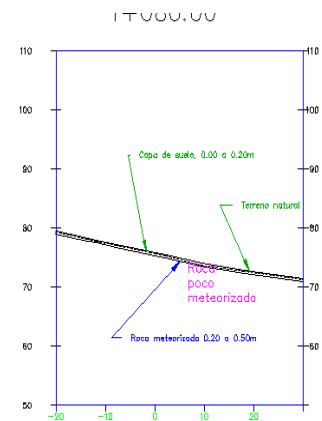
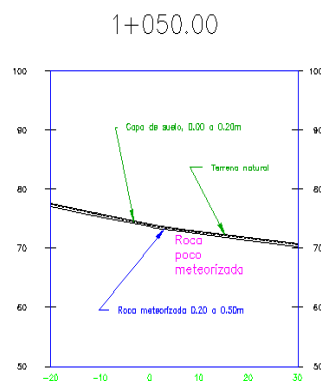
el evento sísmica se obtuvo como menor FS= 3.70. Se puede decir que los valores de FS son aceptable según la NEC-15

### 4.8.2 Análisis del talud con abscisa 1+070 (relleno)

Suelo arcilloso (0 – 0.20 m)

Roca meteorizada (0.20-0.50 m)

Roca poco meteorizada (mayor a 0.50 m)





Al igual que en la abscisa anterior se analizaron dos casos, el primero en condiciones normales del terreno y el segundo con una aceleración sísmica de 0.4 g. en condiciones normales del terreno se obtuvo el menor factor de seguridad de  $FS= 6.85$  y con el evento sísmica se obtuvo como menor  $FS= 1.86$ . Para el relleno se utilizará material de la FORMACIÓN CAYO que se encuentra en la ESPOL, dicho material cuenta con las características antes mencionada. Con los factores de seguridad obtenidos se puede ver que el relleno con dicho material es

**Figura 4.17** Taludes críticos para relleno

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

estable.

Los resultados obtenidos del análisis se presentan en el Anexo H

En este proyecto se considerara como alternativa para la estabilización el uso de una capa de suelo arcilloso para permitir el crecimiento de vegetación y así evitar la erosión de la roca y por ende los problemas que ocasiona dicho proceso.

# **CAPITULO 5**

## **DISEÑO DE PAVIMENTO**

## **5.1 Introducción**

El campus politécnico tiene un diseño vial que viene desde 1986 con un diseño inicial de pavimento rígido debido a las condiciones del terreno y debido a su periodo de durabilidad. El terreno natural de ESPOL esta formado por rocas antiguas del periodo Paleógeno y del Cretáceo, las mismas que han sido sometidas a procesos erosivos intensos desde aproximadamente el Eoceno superior (Benitez, 1985). Las condiciones del terreno son adecuadas para un diseño de pavimento rígido para el cual según los resultados de estudio de suelos se retirarán una capa de máximo 0.50m de altura y en caso de necesitarse terraplén de relleno se usará el material de la muestra extra que cumple con las condiciones requeridas..

### **5.1.1 Concepto de pavimento**

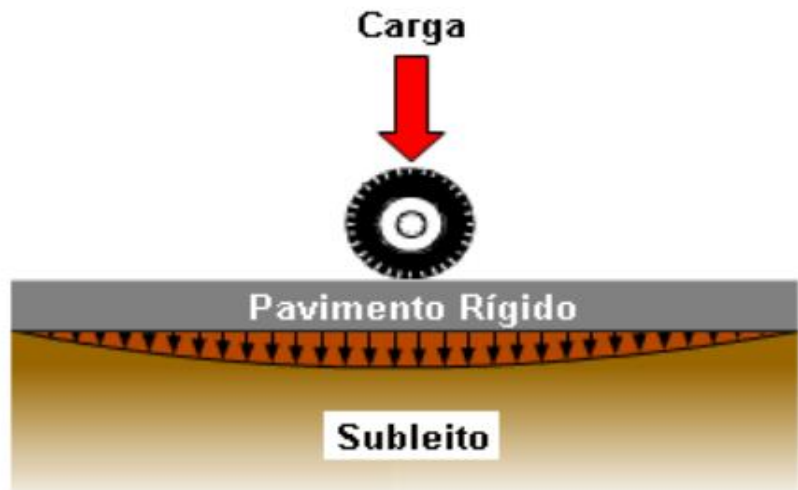
El pavimento es una estructura compuesta por capas superpuestas de materiales previamente procesados por encima del terreno natural, teniendo como finalidad la correcta distribución de las cargas aplicadas por los diferentes vehículos de manera que no sobrepasar la capacidad portante de la subrasante.

La capa superior está conformada por materiales más resistentes que las que se encuentran a mayor profundidad. Estructurar el pavimento de esta forma permite proveer una adecuada resistencia al ahuellamiento, agrietamiento y desplazamiento, brindando al usuario una calidad de manejo aceptable.

#### **5.1.1.1 Pavimento rígido**

El pavimento rígido está constituido por una losa de hormigón hidráulico apoyada sobre la subrasante o sobre una capa de material mejorado como se da en el caso de la vía diseñada debido al estado de deterioro de la roca. Las placas de hormigón permiten que el área de distribución de cargas sea mayor de tal manera que se

genere una presión pequeña de fundación del pavimento.



**Figura 5.1** Transmisión de carga sobre el pavimento rígido

**Fuente:** Araujo, 2016

## 5.1.2 Ventajas y desventajas del pavimento rígido

### 5.1.2.1 Ventajas

El tiempo de vida útil del pavimento será de 20 a 30 años, sin obviar los mantenimientos que serán menos frecuentes que colocando un pavimento flexible. Los costos iniciales se consideran elevados pero el resultado

es duradero y se genera menos gastos por mantenimientos.

Este tipo de pavimentos tiene un alto nivel de soporte de inundaciones y contaminación de la capa freática, lo cual resulta ideal para las condiciones del terreno de ESPOLO donde a pesar del sistema de drenaje la vía se encuentra en un sector de quebradas donde desemboca agua proveniente del bosque seco.

#### **5.1.2.2 Desventajas**

El pavimento de hormigón hidráulico tiene costos iniciales altos y requiere un tiempo de colocación mayor debido al fraguado, aunque con la utilización de cemento Base vial el tiempo de fraguado se reduce.

Durante la colocación de la capa de hormigón se pueden producir grietas reflejo de las placas aledañas, por lo tanto las juntas constructivas formadas al final de un día y al comienzo de otro deben ser diseñadas con mucha cautela. Una desventaja adicional es que se deben nivelar bien las capas inferiores porque de no ser así se

generan problemas de rotura de placas y posterior deterioro de la vía.

## **5.2 Diseño de pavimento rígido**

### **5.2.1 Subrasante**

Es la capa de terreno que soporta la estructura de un pavimento, la cual puede ser de los suelos naturales disponibles en el sitio del proyecto, aunque en ciertas ocasiones cuando no cumple con las propiedades físicas como: granulometría, clasificación de los suelos y relación humedad- densidad y las propiedades ingenieriles como: módulo resiliente, módulo de poisson, valor de soporte del suelo y módulo de reacción de subrasante, se debe mejorar o estabilizar.

Esta capa puede estar formada por corte o relleno para cumplir con las secciones transversales y las pendientes, en ambos casos se deberá realizar movimiento de tierra.

Las fallas en los pavimentos rígidos se producen principalmente cuando el suelo es sensible al bombeo, en esos casos no se recomienda usar directamente la losa de hormigón.

Un suelo se va a considerar sensible al bombeo, cuando presenta las siguientes características:

- Porcentaje de pasante N°200 es mayor al 45%
- Límite líquido mayor a 26
- Índice plástico mayor a 6

En base a nuestros ensayos realizados y tomando los resultados más críticos tenemos:

- Porcentaje de pasante N°200 : 48.353%
- Límite líquido : 42.43
- Índice plástico :11.88

En este caso se colocara una capa de base de 15 cm para así evitar los problemas que se presenten por ser un suelo sensible al bombeos.

### **5.2.2 Base**

Para pavimentos rígidos la base es un material de mejor calidad colocado sobre la subrasante previamente preparada. El material se coloca por capas y está compuesto de por agregados grueso total o parcialmente triturados y complementado con agregado



fino que procede de suelo fino seleccionado o material triturado (MOP, 2002).

Los materiales de base deben cumplir con parámetros como, que el límite líquido de la fracción del pasante N°40 deberá ser menor que 25 y con un índice de plasticidad menor a 6. El soporte de CBR deberá ser mayor o igual al 80%, mientras que el porcentaje de desgaste a la abrasión será mayor del 40%.

Bases se pueden dar de 4 clases según el manual del MOP 2002:

Clase 1: Conformada por agregados gruesos y finos con nivel de trituración al 100%, deben ser graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos para tipo A y B.

Clase 2: Constituida por fragmentos de roca o grava triturada. Contendrá una fracción de agregado grueso mayor al 50% en peso. Debe ser graduada dentro de los límites granulométricos.

Clase 3: Formada por fragmentos de roca o grava triturada, con una fracción de agregado grueso mayor al 25% en peso. Debe ser graduada dentro de los límites granulométricos.

Clase 4: Agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente.

### 5.2.3 Método de diseño PCA

Este método de diseño está basado en las teorías de Westergaard, Pickett y Ray, y se complementa con base en elementos finitos con los que se estudió el comportamiento de una losa de hormigón de espesor variable y dimensiones establecidas, a la cual se le aplicaron cargas en el centro, bordes y esquinas, considerando diferentes condiciones de apoyo y soporte. Se deben controlar especialmente la fatiga (para prevenir el agrietamiento debido a las cargas) y la erosión (para limitar la deflexión en los bordes de la losa). La vida útil del pavimento termina cuando se da la ruptura del hormigón por las repeticiones de carga. (ASOCRETO, 2014)

El propósito de este método es obtener el espesor mínimo de la losa, para soportar las cargas que se le impondrán en determinado período de tiempo. Si el espesor es mayor de lo necesario, el pavimento prestará un buen servicio con bajos costos de mantenimiento, pero el costo inicial será alto. En caso de que el espesor no sea el adecuado, los costos prematuros y elevados de mantenimiento e interrupciones en el tráfico sobrepasarán los bajos costos iniciales. Una correcta ingeniería requiere que los diseños de espesores balanceen

apropiadamente el costo inicial y los costos de mantenimiento. (ASOCRETO, 2014).

#### **5.2.3.1 Periodo de diseño y vida útil**

El periodo de diseño es el tiempo elegido al iniciar el diseño con el que se determina las características de los pavimentos. El periodo de diseño para los pavimentos rígidos debe ser igual o superior a 20 años. La vida útil es el tiempo que tendrá el pavimento, para permitir el paso de los vehículos en condiciones de operación buena, el periodo de diseño debe ser mayor a la vida útil. En el presente proyecto se utilizará un periodo de diseño de 20 años.

#### **5.2.3.2 Serviciabilidad (PSI)**

El índice de serviciabilidad es un concepto que se refiere al nivel de confort que ofrecerá la superficie del pavimento una vez que se construya. El uso normal de la vía hace que este índice disminuye con el paso del tiempo. La serviciabilidad se define como la habilidad del pavimento de servir al tipo de tráfico (autos y camiones)

que circulan en la vía, se mide en una escala del 0 al 5 en donde 0 (cero) significa una calificación para pavimento intransitable y 5 (cinco) para un pavimento excelente. La serviciabilidad es una medida subjetiva de la calificación del pavimento, sin embargo la tendencia es poder definirla con parámetros medibles. La Tabla LXXI muestra la calificación del estado del pavimento en función del índice de servicio.

**Tabla LXXII.** Calificación de las condiciones del pavimento en función del índice de servicio.

<b>Índice de servicio</b>	<b>Calificación</b>
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

En el diseño intervienen dos índices de serviciabilidad, el inicial y el final. El índice de serviciabilidad inicial ( $P_o$ ) es la condición que tiene un pavimento inmediatamente después de la construcción del mismo, para su elección es necesario considerar los métodos de construcción, ya que de esto depende la calidad del pavimento.

Usando buenas técnicas de construcción, el pavimento de concreto puede tener una serviciabilidad  $P_o = 4.7$  ó  $4.8$ .

El índice de serviciabilidad final ( $P_t$ ) tiene que ver con la calificación que esperamos tenga el pavimento al final de su vida útil, o bien, el valor más bajo que pueda ser admitido, antes de que sea necesario efectuar una rehabilitación, un refuerzo o la reconstrucción del pavimento. La diferencia entre ambos índices es:  $\Delta PSI = P_o - P_t$ , que se define como pérdida de serviciabilidad.

En los términos de referencia se establece que el índice de serviciabilidad inicial ( $P_o$ ) será 4 y el final ( $P_t$ ) será 2. De esta manera se tiene que la pérdida de serviciabilidad ( $\Delta PSI$ ) para el proyecto de diseño de la vía Garita Parcon – Áreas académicas sería de 2 en todas las zonas.

### 5.2.3.3 Módulo resiliente de la Subrasante (Mr)

Para un valor de  $f'_c$  de 35MPa (350Kg/cm<sup>2</sup>) el valor del módulo de rotura equivale a aproximadamente 4.5Mpa (45 Kg/cm<sup>2</sup>); este valor es correlacionado utilizando el trabajo investigativo de N. García y H. Egüez (2008) realizado en el Centro Técnico del Hormigón (CTH). El módulo de elasticidad se determina utilizando la ecuación del ACI 318-08 que se describe a continuación:

$$E \text{ (MPa)} = 4700 \sqrt{f'_c \text{ (MPa)}} \text{ ec. 9}$$



**Figura 5.2** Propiedades asignadas al hormigón hidráulico.

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

### Tipo de pavimento MR recomendado

**Tabla LXXIII.** Módulo de ruptura recomendado

Tipo de pavimento	MR recomendado	
	Kg/cm <sup>2</sup>	PSI
Autopistas	48	682.7
Carreteras	48	682.7
Zonas industriales	45	640.1
Urbanas principales	45	640.1
Urbanas secundarias	42	597.4

**Fuente:** HORMIGON, 1995

**Tabla LXXIV.** Valores típicos utilizados para la desviación estándar del MR

Promedio		
Concreto pre-mezclado	6% a 12%	9.0%
Mezclado central	5% a 10%	7.5%

**Fuente:** HORMIGON, 1995

#### 5.2.3.4 Factor de crecimiento anual

Para determinar dicho factor se debe conocer los años de diseños y la tasa de crecimiento anual, con estos datos y con ayuda de la tabla, con estos datos y con ayuda de la tabla de la figura 5.3 se obtiene el valor de 1.3

Tasa anual de crecimiento de tráfico	Factor de Proyección, 20 años	Factor de Proyección, 40 años
1	1.1	1.2
1 ½	1.2	1.3
2	1.2	1.5
2 ½	1.3	1.6
3	1.3	1.8
3 ½	1.4	2.0
4	1.5	2.2
4 ½	1.6	2.4
5	1.6	2.7
5 ½	1.7	2.9
6	1.8	3.2

**Figura 5. 3:** Tasa anuales de crecimiento de tráfico y factores de proyección correspondientes.

**Fuente:** HORMIGON, 1995

#### 5.2.3.5 Factor direccional

Nos ayuda a diferenciar si la vía va en un sentido o va en doble sentido, en el caso de un sentido se utiliza un factor de 1 y para doble sentido se utiliza un factor de 0.50.



En ciertos casos de doble sentido se asume que la misma cantidad de vehículos va de ida y regreso por lo que su factor es 0.50, cuando no sucede esto se deberá hacer un ajuste apropiado de acuerdo al sentido con mayor tráfico.

### 5.2.3.6 Factor de distribución por carril

Nos permite determinar el porcentaje de vehículos que circulan por el carril de la derecha que es el carril con más tráfico, para esto se recomienda utilizar la figura 5.4.

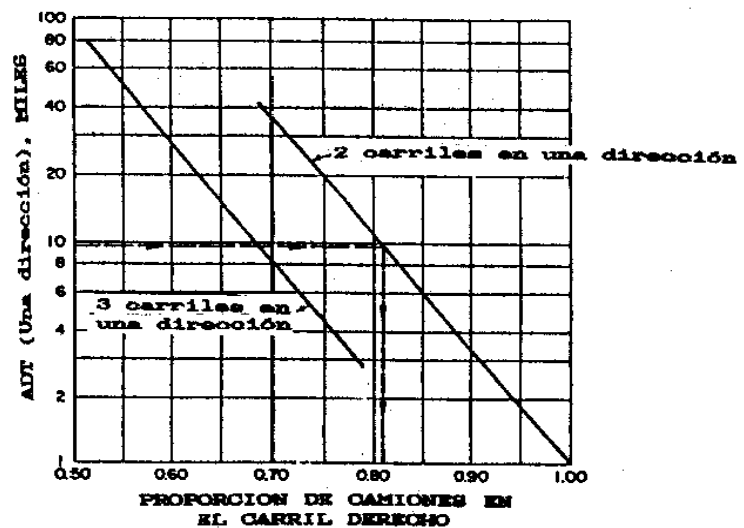


Figura 5. 4 Proporción de camiones en el carril derecho

Fuente: HORMIGON, 1995

### 5.2.3.7 Factor de seguridad de la capa (LSF)

El factor de seguridad de carga se multiplicará por la cargas por eje.

Los factores de seguridad de carga recomendados son:

- 1.0 para carreteras, calles residenciales, y otras que soportan pequeños volúmenes de tráfico de camiones.
- 1.1 para carreteras y calles arteriales donde el volumen de tráfico de camiones será moderado.
- 1.2 para proyectos interestatales y otros de múltiples carriles donde el flujo de tráfico será ininterrumpido y donde habrán altos volúmenes de tráfico de camiones.

### 5.2.4 Procedimientos

Para el uso de este método se necesita conocer ciertos factores como son:

- Tipo de junta
- Resistencia a la flexión del concreto (MR) a 28 días

- El valor de módulo de reacción K del terreno de apoyo
- Factor de seguridad de la carga (LSF)
- Factor de crecimiento anual
- El valor de CBR% de la subrasante
- Factor direccional
- Factor de distribución por carril

Y una vez que se ha definido estos valores se procede a ingresarlo en un plantilla de excel, se comienza a tantear colocando diferentes espesores de la losa y subbase hasta que el análisis por fatiga y erosión sean menor al 100%. Dicha plantilla de excel también me dará el número de repeticiones esperadas para cada tipo de eje. Ver Anexo I

### **5.3 Mantenimiento y reparación del pavimento**

Los pavimentos rígidos tienen una vida útil de 20 años, siempre y cuando estén bien proyectados y construidos, no obstante, como en los demás pavimentos se requiere de mantenimiento aunque no con tanta frecuencia como en los pavimentos flexibles, lo que cual se considera una ventaja. El mantenimiento y reparación de este tipo de pavimentos de hormigón hidráulico es un poco complicado y depende del tipo de error que se

cometa. Los errores más comunes se pueden dar tanto en la concepción del proyecto como en la construcción (AIPCR, 2006):

### **Errores de diseño**

- Drenaje
- Espesores del pavimento
- Elección de materiales de base
- No mejoramiento de la subrasante (en caso de ser necesario)

### **Errores de construcción**

- Ejecución de las juntas
- Calidad del hormigón
- Protección del hormigón a tempranas edades

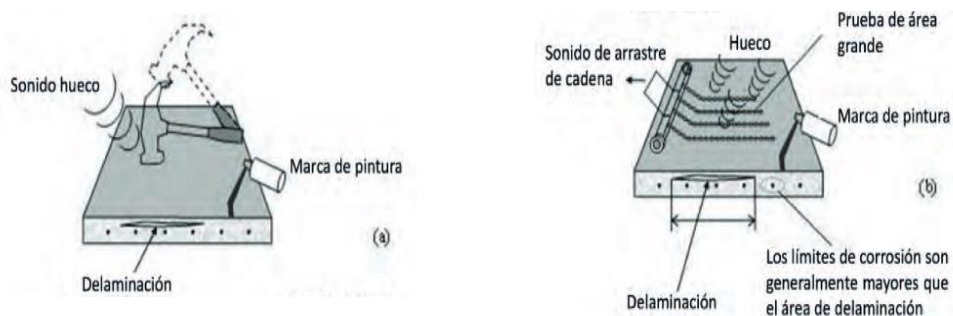
El mantenimiento de estas carreteras se da también para evitar el deterioro por el constante uso, mediante trabajos periódicos para los cuales se realiza primero una evaluación profunda del nivel de daño en la calzada que proporcione las causas del desperfecto.

Segundo se debe identificar se debe identificar si necesita reparación a nivel parcial o a profundidad total tabla LXIX

**Tabla LXXV.** Evaluación de daños en pavimentos rígidos

Nivel parcial	Profundidad total
- Si el daño es menor a 1/3 de la profundidad de la losa.	- Si el daño es mayor a 1/3 de la profundidad de la losa.
- Si al usar el martillo o una varilla, el sonido metálico es un zumbido se considera que el daño es superficial y el concreto se encuentra en buen estado.	- Si al usar el martillo o una varilla, el sonido generado es hueco como un tambor se considera que hay áreas debilitadas.
- Usando el método de las cadenas se obtiene el mismo resultado, pero se necesita un equipo de identificación de ruidos.	- Usando el método de las cadenas se obtiene el mismo resultado, pero se necesita un equipo de identificación de ruidos.
Ver Figura 5.3 a	Ver Figura 5.3 b

**Fuente:** TOXEMENT, 2017

**Figura 5.5** Técnicas para determinar nivel de daño en el pavimento.

**Fuente:** TOXEMENT, 2017

### **5.3.1 Problemas más frecuentes que se encuentran en los pavimentos rígidos.**

- Fisuras transversales que pueden ser ocasionados por espesores de losa insuficientes, longitudes de losa excesivas, insuficiencia en la resistencia del hormigón o por falta de capacidad portante del apoyo del pavimento.
- Desportillado o fisuras superficiales se ocasionan por una mala relación agua cemento o insuficiente protección del hormigón joven.
- Las fisuras longitudinales se deben al movimiento de la explanada por variaciones del contenido de agua, también se puede producir por poca profundidad de aserrado de las juntas.
- El levantamiento de las losas por pandeo puede darse por presiones de compresión excesivas cuando se funde en invierno o porque el hormigón no tiene buena calidad en determinados puntos.
- Se pueden producir asentamientos debido a las deformaciones permanentes del soporte por falta de compactación o variación de la humedad.
- Falta de adherencia cuando se utilizan materiales de poca resistencia al pulido debido al tráfico que soporta la carretera.

- La capa de hormigón debe ser protegida contra la agresión de los cambios de temperatura que obligan a que se parta o se raye por lugares no determinados. Se recomienda anticipar este tipo de daño construyendo una losa por paños unidos por juntas longitudinales y transversales, no el objetivo de que absorban las deformaciones en el hormigón.
- Sellado de juntas defectuoso se ocasiona cuando se emplea un producto de mala calidad o mala colocación. Este material necesita mantenimiento cada 5 años debido a que este es el tiempo de vida útil del producto.

# **CAPÍTULO 6**

## **IMPACTO AMBIENTAL**



## **6.1 Introducción**

Con el análisis de impacto ambiental del presente trabajo se busca cuantificar y disminuir los impactos que se producirá durante el proceso de constructivo y el mantenimiento de la misma, evaluando su magnitud e importancia.

Para dicho trabajo se deberá elaborar un Plan de Manejo Ambiental que ayude a minimizar los impactos negativos.

## **6.2 Antecedentes**

Todo cambio positivo o negativo que se presente en el desarrollo de cualquier actividad se la conoce como impacto ambiental, y la Evaluación de Impacto Ambiental ayuda en la identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales que se presenta en el desarrollo de un proyecto. Así ver si se debe aceptar, rechazar o modificar el proceso.

## **6.3 Marco legal**

Está conformado por las disposiciones reglamentarias ambientales vigentes en nuestro país, para la cual se utilizara

### 6.3.1 Constitución Nacional del Ecuador

**Artículo 14.-** se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumakkawsay.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

1. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
2. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
3. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

**Artículo 397.-** En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

1. Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio.

La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.

2. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.

3. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.

4. Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.

5. Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad.

**Artículo 399.-** El ejercicio integral de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza.

### 6.3.2 Ley de Gestión

La codificación de la Ley de Gestión Ambiental, con registro oficial suplemento 418 del 10 de septiembre del 2004. En su primer artículo menciona: “La presente Ley establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.”

**Artículo 19:** “Las obras públicas, privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por lo organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector sea precautelar”.

Lo que quiere decir que los proyectos que puedan causar impacto ambiental antes de la ejecución deben contar con la licencia respectiva dada por el ministerio pertinente.

**Artículo 23:** “La evaluación del impacto ambiental comprenderá: la estimación de los efectos a la población humana, la

biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la función de los ecosistemas presentes en el área.”

### **6.3.3 Ley de Caminos**

Según el Decreto Supremo 1351, Registro Oficial N° 285 del 7 de Julio de 1.964, entre los artículos que menciona esta ley tenemos:

**Artículo 3:** “Establece el derecho de vía, que consiste en la facultad de ocupar, en cualquier tiempo, el terreno necesario para la construcción, conservación, ensanchamiento, mejoramiento o rectificación de caminos”.

La nota de aviso se la deberá dejar como mínimo 8 días antes de la ocupación algún familiar en el caso de no encontrarse dejará al vecino más cercano, en el acuerdo de aprobación se determina el derecho de vía correspondiente.

**Artículo 4:** “De manera general, el derecho de vía Se extenderá a 25 m; medido desde el eje de la vía hacia cada uno de los costados, distancias a partir de la cual podrá levantarse únicamente el cerramiento; debiendo, para la construcción de vivienda, observando un retiro adicional de 5 m ”.

**Artículo 37:** “Prohíbese la conservación, en las inmediaciones de los caminos públicos, de construcciones, carteles y otras cosas que puedan afectar a la seguridad del tránsito o a la buena presentación del lugar”.

#### **6.3.4 Texto Unificado de Legislación Ambiental (TUSLA)**

Comprende las políticas básicas ambientales del país. La Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental está compuesto por los siguientes Reglamentos relativos a la contaminación de los recursos agua, aire y suelo:

- Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas: Compuesta por 4 artículos, los cuales indican la prohibición de descargas de aguas residuales sin tener el debido tratamiento o sin establecer las normas técnicas.
- Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación del Aire: Trata sobre las prohibiciones de expulsar o descargar contaminantes a la atmósfera, sin ser tratados de acuerdo a las normas técnicas.
- Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de los Suelos: Establece las prohibiciones y

medidas de control acerca de las descargas o actividades que puedan alterar la calidad del suelo, afectar la salud humana, flora, fauna, recursos naturales y otros bienes.

### **6.3.5 Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial**

**Artículo 181:** “Los usuarios de la vía están obligados a comportarse de forma que no entorpezcan la circulación, ni causen peligro, perjuicios o molestias innecesarias a las personas, o daños a los bienes. Queda prohibido conducir de modo negligente o temerario”.

**Artículo 182:** “No se podrá conducir vehículos automotores si se ha ingerido alcohol en niveles superiores a los permitidos, según las escalas que se establezcan en el Reglamento; ni sustancias estupefacientes, narcolectivos y psicotrópicas”.

**Artículo 183:** “Los usuarios de las vías están obligados a obedecer las normativas, reglamentaciones viales, indicaciones del agente de tránsito y señales de tránsito que establezcan una obligación o prohibición, salvo circunstancias especiales que lo justifiquen”.



**Artículo 209:** “Toda vía a ser construida, rehabilitada o mantenida deberá contar en los proyectos con un estudio técnico de seguridad y señalización vial, previamente al inicio de las obras”.

**Artículo 211 de la contaminación por fuentes móviles:** Todos los automotores que circulen dentro del territorio ecuatoriano deberán estar provistos de partes, componentes y equipos que aseguren que no rebasen los límites máximos (60%) permisibles de emisión de gases y ruidos contaminantes establecidos en el Reglamento.

**Artículo 214 de la contaminación visual:** Se prohíbe la instalación en carreteras de vallas, carteles, letreros luminosos, paneles publicitarios u otros similares que distraigan a los conductores y peatones, afecten la seguridad vial, persuadan o inciten a prácticas de conducción peligrosa, antirreglamentaria o riesgosa.

### **6.3.6 Especificaciones Ambientales del MTOP**

**En lo que refiere a:**

- **La construcción y funcionamiento de campamentos, bodegas y talleres de obra**

**201 – 01 Descripción.-** Son construcciones provisionales y obras anexas que el Contratista debe realizar con el fin de proporcionar alojamiento y comodidad para el desarrollo de las actividades de trabajo del personal técnico, administrativo (del Contratista y de la Fiscalización) y de obreros en general.

Este trabajo comprenderá la construcción y equipamiento o amueblamiento de campamentos incluyendo oficinas, talleres, bodegas, puestos de primeros auxilios, comedores y viviendas para personal del Contratista, de acuerdo a los planos por él presentados y aprobados por el Fiscalizador. También incluirá la construcción o suministro de edificaciones de oficinas, comedores y viviendas de uso del personal de fiscalización, de acuerdo a los requisitos de las especificaciones especiales y los planos suministrados por el Contratante. Deberá incluirse el suministro de muebles y enseres de oficinas y viviendas, cuando los documentos contractuales así lo indiquen. En caso de ser requerida la provisión de edificaciones para laboratorios y balanzas para el pesaje de materiales, se la efectuará de acuerdo a lo estipulado en el numeral 103-3.07 de la Especificaciones MTOP-001-F - 2000.

- **Al control del polvo**

**205 – 01 Descripción.-** Este trabajo consistirá en la aplicación, según las órdenes del Fiscalizador, de un paliativo para controlar el polvo que se produzca, como consecuencia de la construcción de la obra o del tráfico público que transita por el proyecto, los desvíos y los accesos.

El control de polvo se lo hará mediante el empleo de agua o estabilizantes químicos tales como los agentes humidificadores, sales higroscópicas y agentes creadores de costra superficial como el cloruro sódico y el cloruro cálcico. El material empleado, los lugares tratados y la frecuencia de aplicación deberán ser aprobados por el Fiscalizador.

- **La recuperación y acopio de la capa vegetal**

**208 – 01 Descripción.-** Se entenderá por recuperación de la capa vegetal a las actividades tendientes a la remoción de las capas superficiales de terreno natural, cuyo material no sea aprovechable para la construcción, que se encuentran localizados sobre los sitios donde se implementarán obras conexas con la obra vial como campamentos, patios de maquinarias, bodegas, bancos de préstamos, etc. y que una vez terminada la obra vial deberán ser restaurados.

El acopio se refiere a la acumulación y mantenimiento en buenas condiciones de la capa vegetal levantada, para su posterior uso sobre las áreas ocupadas.

- **La seguridad industrial y salud ocupacional**

**213 – 01 Descripción.-** La seguridad industrial es el conjunto de normas de prevención y control que el Contratista debe implementar en cada uno de sus frentes de trabajo e instalaciones a fin de evitar la ocurrencia riesgos y accidentes de trabajo. La salud ocupacional, previene la generación de enfermedades profesionales, consideradas graves y que son resultado de efectuar labores en un ambiente de trabajo inadecuado.

- **La prevención y control de la contaminación del suelo**

**213 – 01 Descripción.-** Al ocupar áreas en las que el suelo se encontraba en su estado natural, es importante que se tomen medidas de prevención y control a fin de evitar su deterioro y contaminación.

**214 – 02 Procedimiento de Trabajo.-**

Procedimiento de Trabajo.- El Contratista deberá:

Evitar la compactación de aquellos suelos donde no sea necesario el tránsito de maquinaria, ubicación de instalaciones, acopio de materiales y de demás tareas que se asienten sobre suelo firme.

Inicialmente medirá el grado o valor de compactación de los suelos a usar y propondrá al Fiscalizador los métodos de descompactación, en caso que no estuvieran estipulados en las especificaciones ambientales particulares.

- **La prevención y control de la contaminación del aire**

**214 – 01 Descripción.-** Esta sección pretende dar las pautas generales para prevenir y controlar los impactos ambientales negativos que se generan por efecto de las emisiones de gases contaminantes que salen de vehículos, transporte pesado, maquinaria y otros, necesarios para ejecutar la obra vial.

- **La conservación de la flora y fauna nativas**

**217 – 01 Descripción.-** Un manejo racional de la vegetación y fauna nativas que se encuentren en la zona de la obra dará como resultado la conservación del patrimonio natural; además, el disponer de una educación y conciencia ambiental por parte de cada uno de los obreros que laboran en la obra, permitirá lograr

los objetivos que se pretende alcanzar con la aplicación de lo descrito en esta sección.

- **La educación y concienciación ambiental**

**220 – 01 Descripción.-** Esta sección conlleva la ejecución por parte del Contratista de un conjunto de actividades cuya finalidad es la de fortalecer el conocimiento y respeto por el patrimonio natural y el involucramiento de los habitantes que serán beneficiados por la obra.

Estarán dirigidas hacia dos puntos focales de la obra:

- a) La población directamente involucrada con la obra y demás actores sociales que se localizan dentro del área de influencia; y
- b) El personal técnico y obrero que está en contacto permanente con la obra y el ambiente.

Su proceso de ejecución debe iniciar 15 días antes del arranque de las obras y ser continuo hasta la finalización de la construcción.

## **6.4 Área de influencia**

Es el territorio que se ve afectada sobre la totalidad del medio ambiente o sobre alguno de sus componentes naturales, sociales o económicos. La afectación puede ser de forma directa o indirectamente por parte de la construcción de la vía.

Para determinar el área de influencia se debe tener las siguientes consideraciones:

- Localización geográfica donde se va realizar la construcción y posterior funcionamiento de la obra.
- Naturaleza y severidad de los posibles impactos que se podrían generar durante y después de la construcción de la vía.
- Grupos sociales que se encuentran inmersos en el área del proyecto.

### **6.4.1 Área de influencia directa**

Es la zona donde se va asentar el proyecto, lugar donde se generarán los impactos con mayor intensidad.

En este proyecto se considerará un área de influencia directa de 60 m, es decir 30 m para cada lado contados desde el eje de vía

en toda la trayectoria, este valor corresponde a una vía tipo II, cabe resaltar que en esa área se encuentran pobladores

#### **6.4.2 Área de influencia indirecta**

Se establece 100 m siguiendo las mismas consideraciones, desde el eje de la vía hacia ambos lados en toda su trayectoria. En esta distancia también se puede presentar afectaciones al ecosistema, medio ambiente y medio socio económico.

### **6.5 Metodología de evaluación**

Las matrices de causa- efecto son métodos de valoración cualitativas y cuantitativas muy valiosas para el proyecto .La matriz de Leopold es la más conocida y la primera metodología que se diseñó para las EIA.

Una matriz es un cuadro de doble entrada, donde los factores ambientales que pueden ser afectados por el proyecto ocupan las filas y las acciones impactantes (agrupadas por fases) las columnas.

#### **6.5.1 Matriz de Leopold**

La matriz de Leopold fue desarrollada en 1971, en respuesta a la Ley de Política Ambiental de los EEUU de 1969. La matriz de



Leopold establece un sistema para el análisis de los diversos impactos. Se preparó para el servicio Geológico del Ministerio del Interior de los estados unidos, como elemento de guía de los informe y de las evoluciones de impacto ambiental.

El análisis no produce un resultado cuantitativo, sino más bien un conjunto de juicio de valor.

La matriz sirve para garantizar que los impactos de diversas acciones sean evaluados y propiamente considerados en la etapa de planeación del proyecto.

La matriz consiste en un cuadro de doble entrada, en las filas se coloca los factores ambientales que pueden ser afectados, en las columnas las acciones propuesta que tiene lugar y que pueden causar posibles impactos.

Entre las matrices utilizadas para la evaluación ambiental tenemos las siguientes:

- Matriz intensidad

Indica el grado de incidencia que tiene una acción sobre el ambiente, su valoración va de 1-10, donde:

1 impactos de baja incidencia

10 impactos de alta incidencia

- Matriz extensión

Estima el área de influencia del proyecto donde se produce in impacto, tiene la siguiente valoración:

1 impactos puntuales

5 impactos locales

10 impactos regionales

- Matriz duración

Indica la duración del impacto de una actividad al ambiente, su valoración es:

0 no aplica

1 dura menos de 1 año

3 dura de 1 a 4 años

5 dura de 5 a 9 años

10 dura más de 10 años

- Matriz signo

Indica si el impacto es positivo o negativo, su valoración es:

+1 para actividades de impacto positivo

-1 para actividades de impacto negativo

- Matriz magnitud

Es la suma de las matrices intensidad, extensión y duración, la suma se le debe multiplicar por un factor que considera el grado de importancia del impacto y posteriormente sumadas, dará un nuevo valor.

Donde:

Para nuestro proyecto, los factores que se consideraron fueron los siguientes:

**Tabla LXXVI.** Factores para la matriz magnitud

Factores	
0.4	Intensidad
0.2	Extensión
0.4	Duración

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

- Matriz reversibilidad

Indica la posibilidad de recuperar sus condiciones iniciales una vez que se produce el impacto

0 no aplica

1 impactos reversibles

5 impactos parcialmente reversibles

8 impactos reversibles a largo plazo

10 impactos irreversibles

- Matriz riesgo

Indica la probabilidad de ocurrencia de la afectación

0 no aplica

1 baja ocurrencia

5 media ocurrencia

10 alta ocurrencia

- Matriz de valoración de impacto ambiental

Es la multiplicación de las matrices de magnitud, riesgo y reversibilidad por los factores que los acompañan

Donde:

**Tabla LXXVII.** Factores para la matriz de valoración de impacto ambiental

Factores	
0.3	Magnitud
0.3	Riesgo
0.4	Reversibilidad

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

- Matriz rango de impacto ambiental

En esta matriz se establece un rango para cuantificar el impacto que tendrán las actividades, su valoración es:

0 impacto neutro

1-3.9 bajo impacto

4-6.9 impacto medio

7-10 alto impacto

En el Anexo J se puede observar las matrices con sus respectivas puntuaciones en cada fase

### **6.5.2 Identificación de los impactos ambientales**

Los factores ambientales que se consideran para identificar los impactos ambientales en el presente proyecto son los siguientes:

Biológico

- Fauna
- Flora

Aire

- Ruido
- Contaminantes

Agua

- Agua subterránea
- Agua superficial
- Calidad del agua

Suelo

## Aspectos socioeconómicos

### 6.5.3 Actividades del proyecto

En las matrices anteriormente nombradas se valora las actividades que causen algún efecto en ella. Las actividades que serán evaluadas son las siguientes:

- Campamento
- Desbroce/ limpieza
- Corte/relleno
- Compactación
- Drenaje
- Colocación del material
- Obras complementarias
- Señalización
- Flujo vehicular
- Señalización
- Reparación de grieta en el hormigón
- Limpieza de cuneta
- Limpieza de alcantarillado
- Cambio de carpeta de rodadura

#### 6.5.4 Resultados de matrices evaluados por actividad

En la figura 6.1 y 6.2 respectivamente se presentan los resultados obtenidos en el análisis de evaluación de impacto ambiental en sus diferentes etapas.

En la etapa de construcción la actividad que causa un mayor impacto es corte y relleno seguido de desbroce y limpieza y los factores más afectados es aspecto socioeconómico y suelo.

En la etapa de operación y mantenimiento la actividad que causa un mayor impacto es el cambio de capa de rodadura seguido del flujo vehicular y los factores más afectados es aspecto socioeconómico y ruido

ACTIVIDADES	Recurso Biológico		Recurso Aire		Recurso Agua			Suelo	Aspectos Socioeconómicos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Subterránea	Superficial	Calidad			
Campamento	1.44	1.44	1.39	2.49	0.00	1.11	1.11	1.33	0.00	10.31
Desbroce / limpieza	8.86	8.86	6.81	6.00	6.44	6.81	6.44	9.69	9.69	69.60
Corte / relleno	9.42	9.42	7.34	6.57	8.22	6.81	8.66	9.69	9.69	75.82
Compactación	0.00	0.00	6.16	4.75	0.00	4.11	4.45	8.31	7.25	35.02
Drenaje	0.00	6.44	0.00	2.16	0.00	6.26	5.89	3.19	5.73	29.66
colocacion del material	0.00	0.00	4.60	6.18	0.00	4.88	2.69	6.26	5.18	29.78
Obras de complementarias	0.00	0.00	0.00	1.11	0.00	1.11	1.33	0.00	0.00	3.54
Señalización	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.98	5.98
	19.73	26.16	26.30	29.25	14.65	31.08	30.56	38.48	43.50	259.72 259.72

**Figura 6.1** Matriz de evaluación de impacto ambiental en la fase de construcción

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017



ACTIVIDADES	Recurso Biológico		Recurso Aire		Recurso Agua			Suelo	Aspectos Socioeconómicos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Subterránea	Superficial	Calidad			
Flujo vehicular	0.00	0.00	3.31	3.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.76
Señalización	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.79	1.79
Reparación de grietas en el hormigón	0.00	0.00	2.16	2.38	0.00	0.00	0.00	0.00	1.68	6.22
Limpieza de cuneta	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.19	3.19
Limpieza de alcantarillado	0.00	0.00	2.00	1.23	0.00	0.00	0.00	0.00	3.19	6.42
Cambio de carpeta de rodadura	0.00	0.00	2.98	2.98	0.00	0.00	0.00	0.00	1.68	7.63
	0.00	0.00	10.44	10.04	0.00	0.00	0.00	0.00	11.53	32.01 - 32.01

**Figura 6.2** Matriz de evaluación de impacto ambiental en la fase de operación y mantenimiento.

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

## 6.6 Plan de manejo ambiental

Es el conjunto de aplicaciones y actividades que ayudan a prevenir, mitigar y corregir los impactos presente en las diferentes fases del proceso, el plan de manejo ambiental se lo análisis a partir de la matriz VIA en la cual nos muestra cual es el factor y actividad que tienen mayor impacto.

### 6.6.1 Medidas de mitigación

Son las actividades que nos ayudan a disminuir los impactos negativos durante las diferentes fases del proyecto.

### **6.6.2 Medidas compensatorias**

Son actividades que mejoran las situaciones de los implicados.

### **6.6.3 Medidas de prevención**

Acciones realizadas para proteger la integridad de los miembros de una obra.

### **6.6.4 Medidas de contingencia**

Acciones inmediatas que se realizan ante situaciones de emergencia, que no son absorbidas por las medidas de prevención.

Estas medidas nos ayudan a evitar o mitigar impactos negativos que se presenten en el proyecto.

**Tabla LXXVIII.** Plan de manejo ambiental en la etapa de construcción

<b>Impacto</b>	<b>Medidas</b>	<b>Tipos de medida</b>	<b>Responsabilidad</b>
contaminación por ruido	uso adecuado de las maquinarias	correctiva	
	humedecer el área para disminuir el levantamiento de polvo	mitigación	
contaminación del aire	maquinaria en buen estado para evitar la emisión de humo	correctiva	
	proteger con lonas los volquetes al sacar los desperdicios	correctiva	
	colocar depósitos de basura dentro de la área el proyecto	correctiva	contratista / fiscalizador
Suelo	evitar el derrame de aceite e hidrocarburos de las maquinarias	correctiva	
	instalar baterías sanitarias en los campamentos que se evacuen periódicamente	correctiva	
	uso de equipos	preventiva	
personal	señalización provisional	preventiva	
	utilización de botiquín de primeros auxilios	preventiva	

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

**Tabla LXXIX.** Plan de manejo ambiental en la etapa de operación y mantenimiento.

<b>Impacto</b>	<b>Medidas</b>	<b>Tipos de medida</b>	<b>Responsabilidad</b>
falta de mantenimiento y retiro de desechos en la vía	mantenimiento periódico de la obra por parte de la entidad competente	preventiva	contratista/autoridad de la ESPOL
falta de señalización	instalación adecuada y mantenimiento de señalización vertical y horizontal	compensatoria	contratista/fiscalizador
Crecimiento de maleza en la parte lateral de la vía	personal para realizar desbroce de maleza	compensatoria	autoridad de la ESPOL
mantenimiento de la obra	realizar mantenimiento necesario para obtener una vía en buen estado	preventiva	autoridad de la ESPOL
Limpieza de cuneta y alcantarillas	limpiar periódicamente cunetas y alcantarillas para evitar la acumulación de basura	preventiva	autoridad de la ESPOL

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

# **CAPITULO 7**

## **PRESUPUESTO**

## **7.1 Análisis de precios unitarios**

Una vez realizado el estudio, diseño geométrico de la vía y el diseño del pavimento rígido, se elaboró este presupuesto con sus respectivos análisis de precios unitarios para la ejecución del proyecto.

Para dicho cálculos se debe tener en cuenta las especificaciones técnicas y cantidades de obra relacionados con cada una de las actividades a efectuarse durante el proceso constructivo.

### **7.1.1 Costos directos**

Es la suma de los gastos que intervienen en la etapa de ejecución física de la obra como son: materiales, equipos, mano de obra y transporte.

### **7.1.2 Costos indirectos**

Son los gastos que permite la realización de los trabajos tales como: gastos de administración, dirección técnica, organización, vigilancia, imprevistos, construcciones de instalaciones generales, inversión publicitaria, etc. A estos valores se le añade

los costos de operación como son: lubricantes, combustible, copias, artículos de limpieza, etc.

### **7.1.3 Precio unitario**

Es el pago total que se debe realizar al contratista, se lo calcula sumando los costos directos e indirectos utilizados en la obra.

OBRA: DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON HASTA AREAS ACADEMICAS					
PRESUPUESTO REFERENCIAL DE OBRA					
RUBRO	DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIT	PRECIO TOTAL
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES - INSTALACIONES PROVISIONALES</b>				
1.1	Letrero de señalización e indentificación de obra (2.4x4.8m)	m2	4.00	641.33	2.565.32
1.2	Limpieza de terreno y desalojo	m2	31.756.50	1.18	37.472.67
1.3	Cerramiento provisional yute + desmontaje	m	50.00	5.29	264.50
1.4	Cerramiento provisional	m2	200.00	7.43	1.486.00
1.5	Instalación eléctrica provisional	Glb.	10.00	96.00	960.00
1.6	Instalación de AA.PP. Provisional	Glb.	10.00	78.00	780.00
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>42.748.49</b>
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2.1	Trazado, replanteo y nivelación	m2	1.270.26	0.23	292.16
2.2	Excavación sin clasificación (inc. Desalojo)	m3	12.831.72	3.27	41.959.72
2.3	Relleno compactado con material del sitio	m3	15.935.51	1.25	19.919.39
2.4	Desalojo	m3	50.00	5.81	290.50
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>62.461.77</b>
<b>3</b>	<b>PAVIMENTO</b>				
3.1	Capa de rodadura de hormigón f'c=350 kg/cm2/ planta e=15cm	m2	8.510.742	0.66	5.617.09
3.2	Hormigón estructural cemento portland f'c=280 kg/cm2, incluido encofrado (cunetas)	m2	1.016.208	38.25	38.869.96
3.3	Marcas de pavimento. Líneas de separación de carriles (color blanca)	Km	1.27	264.12	335.43
3.4	Señales preventivas de curva Izq. O Der. 750 x 750mm.	u	7.00	341.10	2.387.70
3.5	Señales preventivas de velocidad máxima 750 x 750 mm.	u	3.00	341.24	1.023.72
3.6	Señales informativa de la vía 1500 x 1000mm.	u	3.00	444.76	1.334.28
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>49.568.18</b>
<b>4</b>	<b>SEGURIDAD AMBIENTAL</b>				
4.1	Agua para control de polvo	m3	30.00	3.16	94.80
4.2	Monitoreo control de aire	m3	3.00	420.00	1.260.00
4.3	Volante informativa	u	250.00	2.02	505.00
4.4	Botiquín primeros auxilios	u	5.00	115.00	575.00
4.5	Punto de monitoreo de ruido	u	3.00	52.12	156.36
4.6	Control de residuos	mes	3.00	237.11	711.33
4.7	Protección para trabajadores	u	10.00	55.66	556.60
				<b>SUBTOTAL:</b>	<b>3.859.09</b>
	<b>COSTO DIRECTO DE OBRA:</b>				<b>158.637.53</b>
	<b>COSTOS INDIRECTOS:</b>				<b>31.727.51</b>
	<b>SUBTOTAL COSTOS OBRA( SIN IVA):</b>				<b>190.365.04</b>

**Figura 7.1** Presupuesto detallado de pavimento rígido

**Fuente:** Lastra, K. Solórzano, G., 2017

Ver en el Anexo K los APUS



# **CAPÍTULO 8**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 8.1 Conclusiones

- Es posible construir una vía unidireccional de acceso alterna que mejore significativamente el tráfico en las horas picos de ingreso a la ESPOL.
- Se logrará un importante ahorro de tiempo.
- La vía tendría una longitud de 1260 m y un ancho de 6.70 m.
- El sistema de drenaje requerido consta de cunetas a dos direcciones y de alcantarillas que descargan aguas a las quebradas naturales.
- Para el diseño de la carretera se analizó las características de la zona mediante la inspección física inicial de la zona y se complementó con software de diseño e informáticos que revelaron el relieve real del terreno, los tramos de elevaciones y quebradas existentes.
- El tráfico es un factor influyente en el diseño de una carretera, por tal motivo se realizó un conteo automático vehicular y de manera simultánea un conteo manual para determinar el tráfico actual en las vías de estudio y mediante una encuesta se identificó cual es el porcentaje que usaría la vía alterna de ingreso, dando como resultado un TPDA de 1532 vehículos por día. La carretera se clasifica como una vía de segundo orden.
- Contando con un trazado predeterminado se usó Civil 3D para diseñar la vía usando las curvas de nivel del terreno y los puntos obtenidos por

el dron. Las características de la carretera fueron dadas las especificaciones del MOP y se usaron para el detallamiento de la vía.

- Las características del suelo existente son necesarias al momento de diseñar el pavimento, para lo cual se tomaron muestras de 4 puntos a lo largo del trazado y fueron analizados para concluir que no eran aptos para ser usados como subbase. La solución planteada es retirar la capa de suelo que no excede 0.5m de altura y diseñar sobre la roca o utilizar el material de la muestra extra para nivelar en caso de ser necesario.
- El pavimento rígido es la mejor opción debido a la resistencia y durabilidad, por lo tanto una mejor alternativa que el asfáltico. Mediante el análisis de las características de la formación Cayo se determinó que la carretera se asentará sobre roca teniendo pequeña capa de base y una carpeta de rodadura
- Realizar una revisión periódica de las vías para evitar un deterioro al igual que la limpieza de las alcantarillas y cunetas, para asegurar la seguridad del usuario.
- Se identificaron las diferentes actividades que causan mayor perjuicio al realizar este proyecto, para lo cual se propusieron medidas necesarias para disminuir los daños que se presentarían.

## 8.2 Recomendaciones

- Es necesario disponer de un levantamiento topográfico más preciso.
- Se debe analizar la posibilidad de acortar el trayecto, en unos 120 m, evitando la curva pronunciada. Se propone efectuar un diseño que incluya una solución de tierra armada.
- Ciertos tramos de la vía del pre-diseño no están alejados de las edificaciones existentes, razón por la cual se debe tomar en cuenta los parámetros de iluminación que se indican en el capítulo 2, para no afectar a las especies que habitan en la zona y por seguridad del conductor.
- Se debe verificar que al momento de realizar la construcción y operación del proyecto se cumplan con las medidas de plan de manejo descrito anteriormente para disminuir los impactos ambientales.

## **ANEXOS**

## Anexo A

Foto del recorrido realizado por las posibles zonas del proyecto









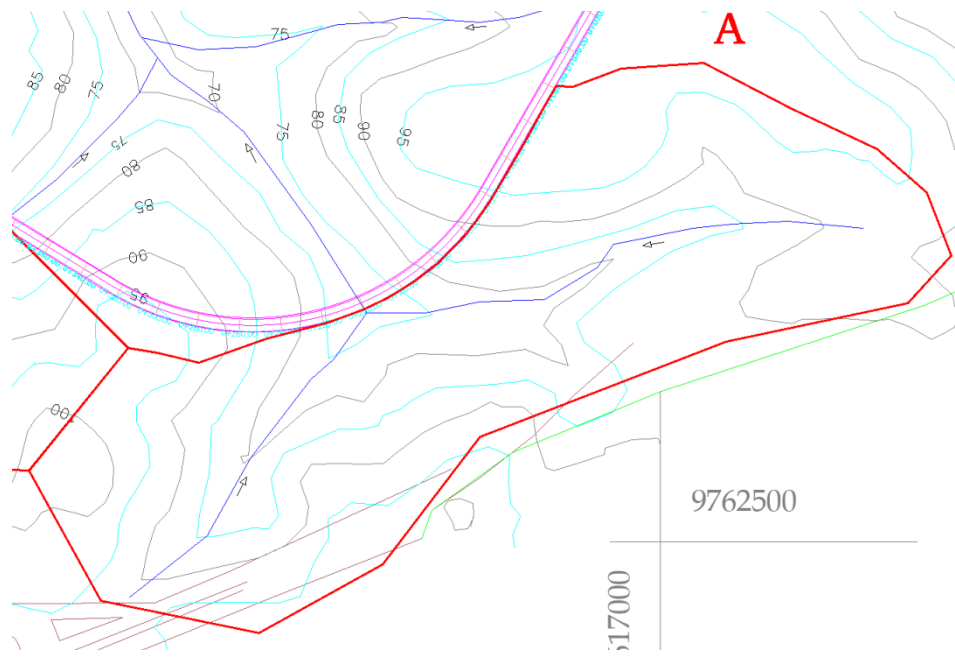
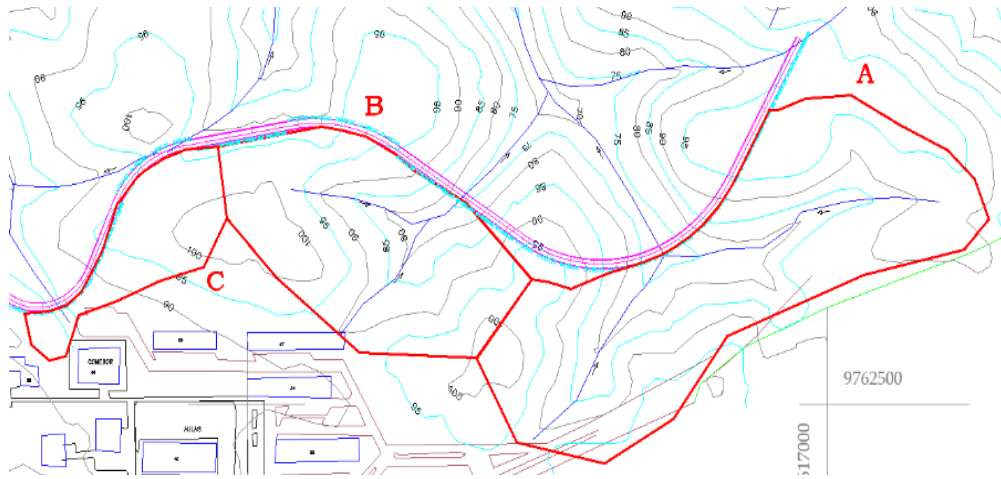


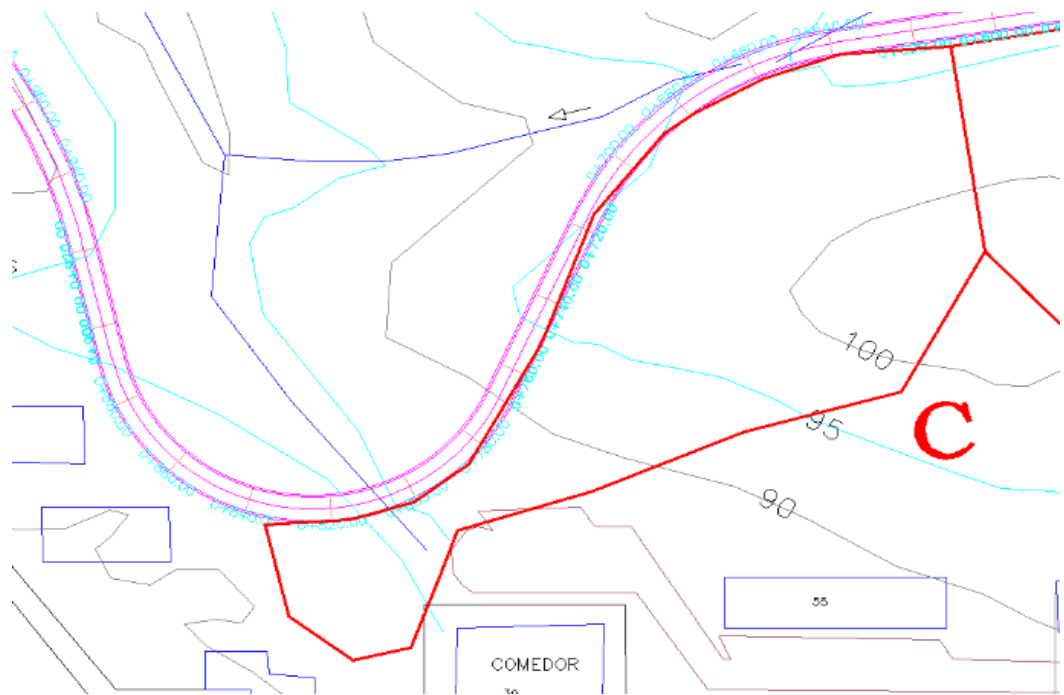
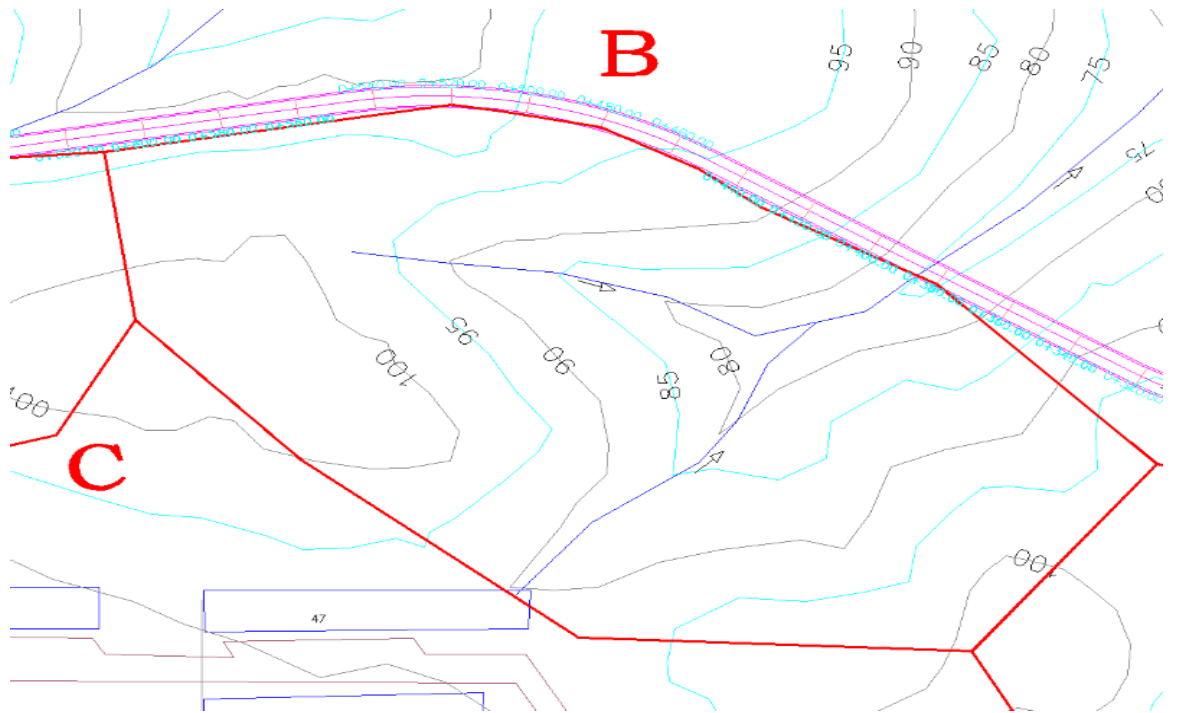




# Anexo B

## Planos de la microcuenca





## Anexo C

### Tablas de las curvas horizontales del diseño

TABLA DE ELEMENTOS DE CURVA													
N° CURVA	DIRECCION	DELTA	RADIO	T	Le	Lc	E	M	PI	PC	PT	PI NORTE	PI ESTE
PI:1	S75° 40' 10"W	91°20'46"	130.00	133.09	207.26	185.99	56.05	39.16	0+250.52	0+117.43	0+324.68	9762228.68	616612.54
PI:2	N78° 56' 07"W	40°33'20"	135.00	49.88	95.56	93.57	8.92	8.37	0+500.88	0+451.00	0+546.56	9762389.56	616348.39
PI:3	S52° 49' 16"W	55°55'54"	80.00	42.48	78.10	75.03	10.58	9.34	0+681.75	0+639.28	0+717.37	9762359.93	616165.70
PI:4	N84° 22' 52"W	141°31'38"	50.00	143.29	123.51	94.42	101.78	33.53	0+910.77	0+787.49	0+890.99	9762145.90	618088.56
PI:5	N32° 10' 53"W	37°07'40"	140.00	47.02	90.72	89.14	7.68	7.28	0+988.74	0+921.73	1+012.45	9762360.72	618014.52
PI:6	N39° 10' 36"W	23°08'14"	100.00	20.47	40.38	40.11	2.07	2.03	1+056.38	1+035.91	1+076.30	9762418.28	615944.09
PI:7	N54° 59' 29"W	54°45'59"	160.00	82.88	152.94	147.18	20.19	17.93	1+197.39	1+114.52	1+287.45	9762543.73	615878.48

### Tablas de las curvas verticales del diseño

Curva Vertical No.1									
Curva PIV1	Convexa 0+215.70					Cota PIV1	77.39		
					Lcv	99.93			
	Abscisa	m (%)	Cota sobre tg	x	(-) y	Cota sobre la curva			
<b>PCv1</b>	0+165.74	-1.07	77.92	0	0.00	77.92			
	0+170	-1.07	77.88	4.26	0.00	77.88			
	0+190	-1.07	77.67	24.26	0.11	77.55	m1	-1.07	
	0+210	-1.07	77.45	44.26	0.38	77.07	m2	2.78	
	0+215.70	-1.07	77.39	49.96	0.48	76.91	G	-1.07	
	0+230	2.78	77.79	64.26	0.80	76.99	S	132.19	
	0+250	2.78	78.34	84.26	1.37	76.98	LCV	115.07	
<b>PTv1</b>	0+265.68	2.78	78.90	104.26	0.00	78.90			

Curva Vertical No.2									
Curva PIV2	Concava 0+422.71					Cota PIV3	85.44		
					Lcv	65.19			
	Abscisa	m (%)	Cota sobre tg	x	(-) y	Cota sobre la curva			
<b>PCv2</b>	0+390.16	1.14	85.07	0	0.00	85.07	m1	1.14	
	0+410	1.14	85.29	19.84	0.19	85.10	m2	7.5	
	0+430	1.14	85.36	39.84	0.77	84.58	G	1.14	
	0+450	1.14	85.13	59.84	1.75	83.38	S	137.65	
<b>PTv2</b>	0+455.26	7.50	87.88	0.00	0.00	87.88			

Curva Vertical No.3								
Curva PIV3	Concava				Cota PIV3	87.8		
	0+629.67				Lcv	209.04		
	Abscisa	m (%)	Cota sobre tg	x	(-) y	Cota sobre la curva		
<b>PCv3</b>	0+525.15	1.14	86.61	0	0.00	86.61		
	0+530	1.14	86.66	4.85	0.00	86.66		
	0+550	1.14	86.89	24.85	0.06	86.83	m1	1.14
	0+570	1.14	87.12	44.85	0.21	86.91	m2	-3.2
	0+590	1.14	88.25	64.85	0.44	87.82	G	-3.2
	0+610	1.14	88.02	84.85	0.75	87.28	S	127.58
	0+620.67	1.14	87.90	95.52	0.95	86.96	LCV	124.25
	0+650	-3.2	87.15	124.85	1.62	85.53		
	0+670	-3.2	86.51	144.85	2.18	84.33		
	0+690	-3.2	85.87	164.85	2.82	83.05		
	0+710	-3.2	87.15	124.85	1.62	85.53		
<b>PTv3</b>	0+734.19	-3.2	86.51	144.85	2.18	84.33		

Curva Vertical No.4								
Curva PIV4	Convexa				Cota PIV4	77.39		
	1+021.50				Lcv	187.98		
	Abscisa	m (%)	Cota sobre tg	x	(-) y	Cota sobre la curva		
<b>PCv4</b>	0+927.51	-3.2	80.40	0	0.00	80.40		
	0+930	-3.2	80.32	2.5	0.00	80.32		
	0+950	-3.2	79.68	22.5	0.15	79.53	m1	-3.2
	0+970	-3.2	79.04	42.5	0.52	78.51	m2	7.68
	0+990	-3.2	76.38	62.5	1.13	75.25	G	-3.2
	1+010	-3.2	77.02	82.5	1.97	75.05	S	127.58
	1+021.50	-3.2	77.39	94	2.56	74.83	LCV	311.49
	1+030	7.68	77.39	94	2.56	74.83		
	1+050	7.68	78.04	102.5	0.00	78.04		
	1+070	7.68	79.58	122.5	0.00	79.58		
	1+090	7.68	81.12	142.5	0.00	81.12		
	1+110	7.68	82.65	162.5	0.00	82.65		
<b>PTv4</b>	1+115.49	7.68	84.19	182.5	0.00	84.19		

Curva Vertical No.5								
Curva PIV5	Concava 1+198.75				Cota PIV5	91.66		
					Lcv	74.08		
	Abscisa	m (%)	Cota sobre tg	x	(-) y	Cota sobre la curva		
<b>PCv5</b>	1+161.71	1.14	91.24	0	0.00	91.24		
	1+170	1.14	91.26	2.29	0.00	91.26		
	1+190	1.14	91.49	22.29	0.21	91.28	m1	1.14
	1+210	1.14	91.60	42.29	0.77	90.83	m2	7.5
	1+230	1.14	91.95	62.29	1.67	90.28	G	1.14
<b>PTv5</b>	1+235.79	7.50	93.99	68.08	1.99	92.00		





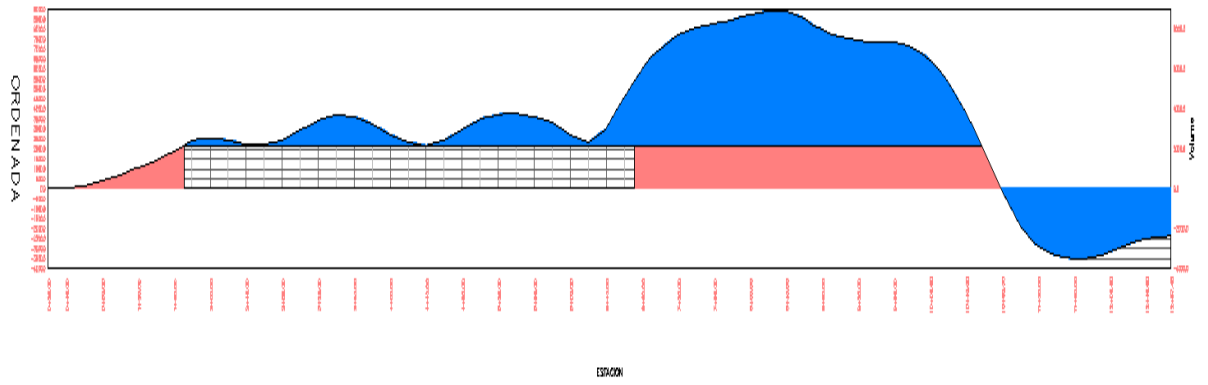
## **Anexo E**

Planos

## **Anexo F**

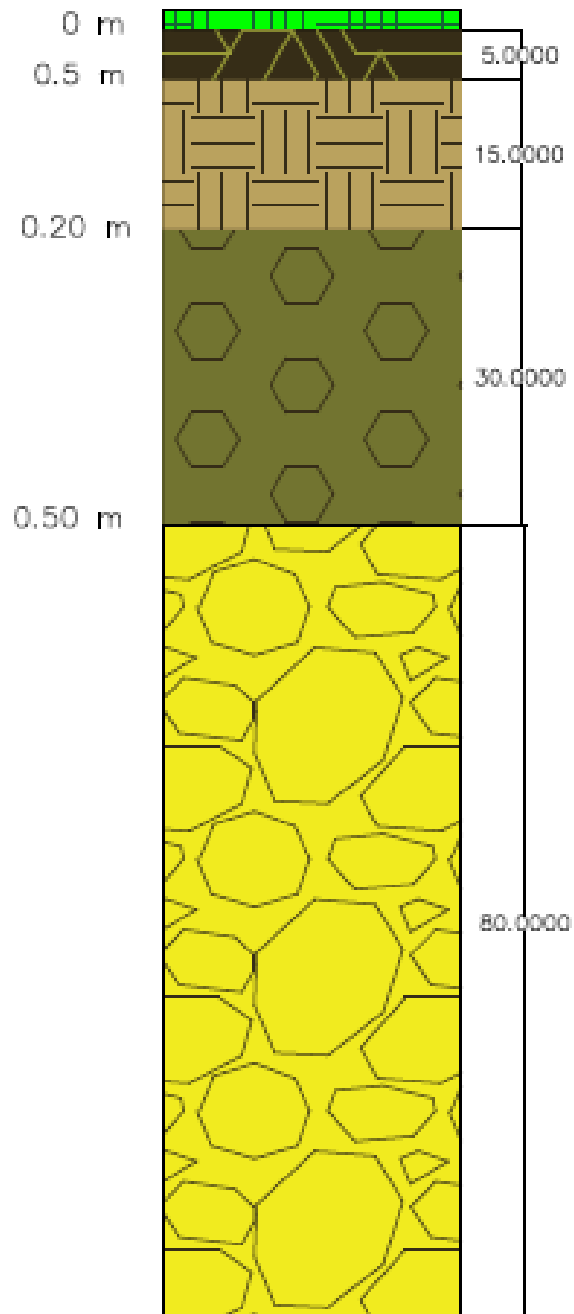
Secciones transversales

# Diagrama de masa



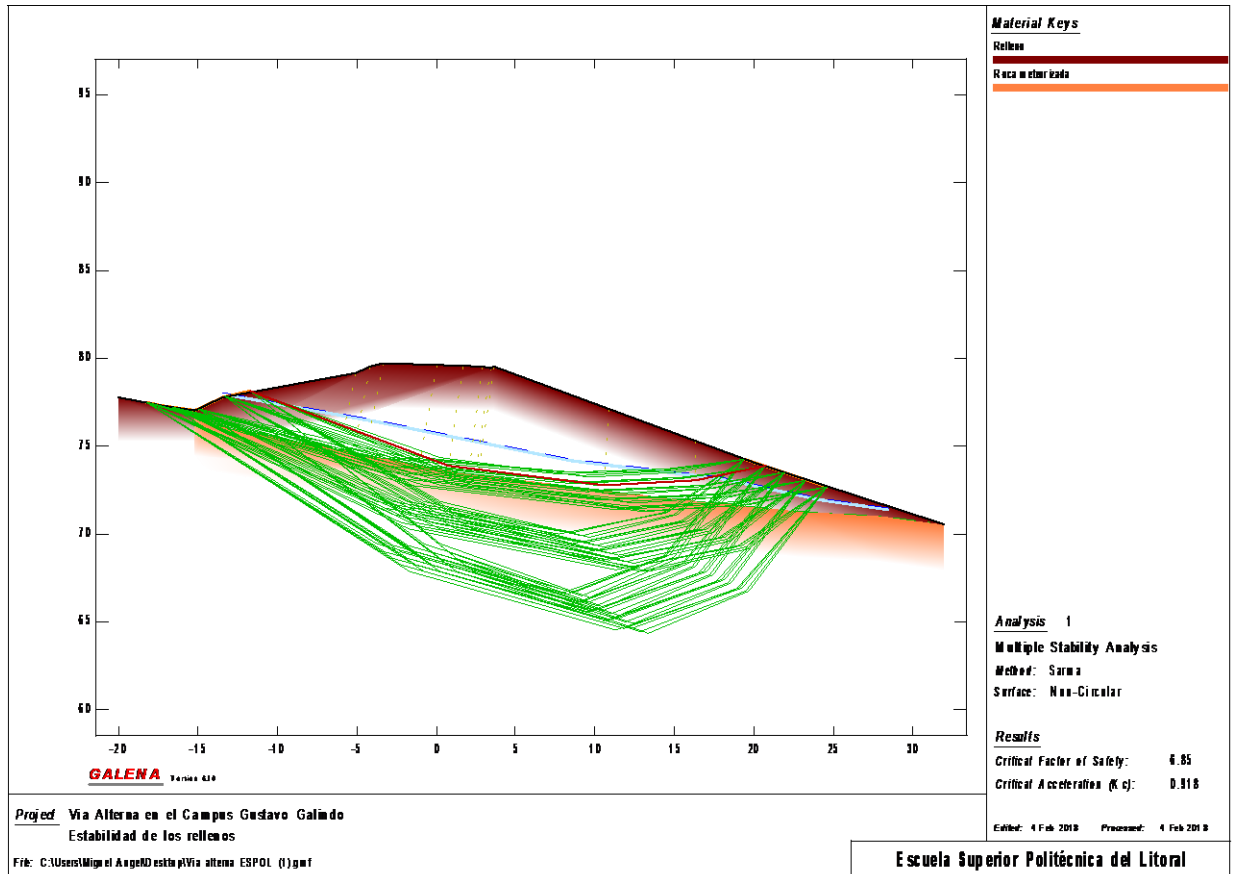
## Anexo G

### Estratigrafía del suelo

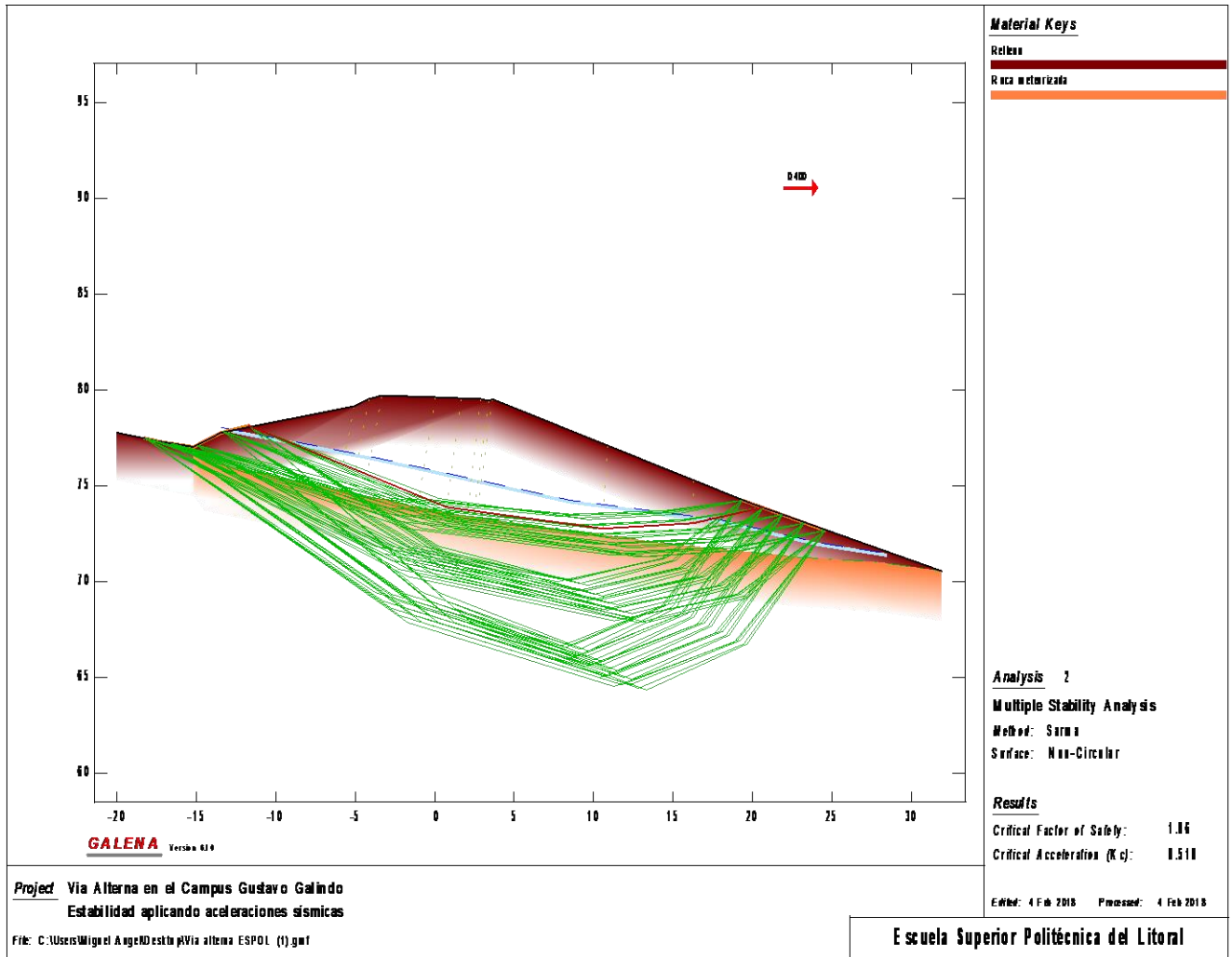


## Anexo H

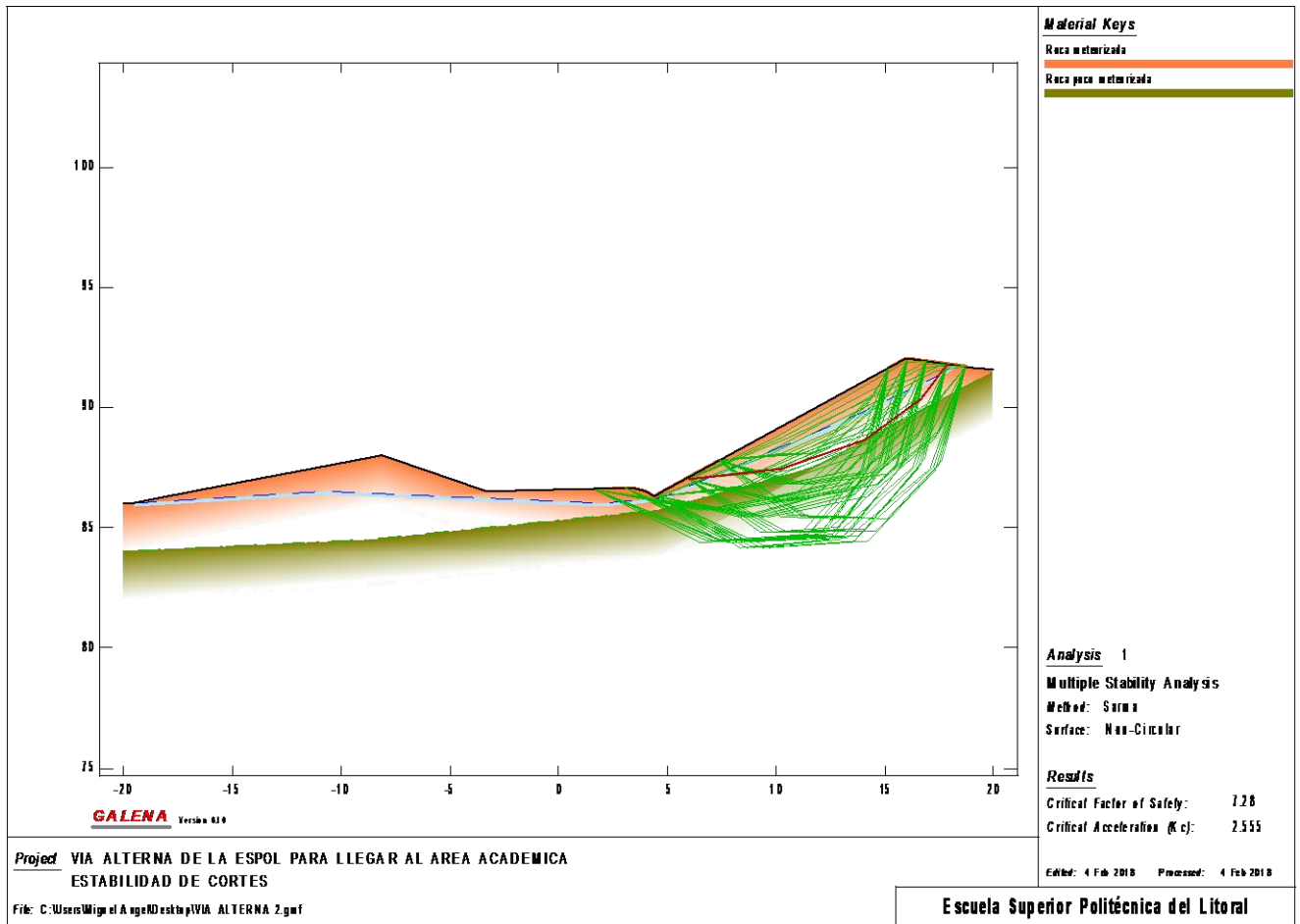
Estabilidad del relleno considerado precipitaciones sin la ocurrencia de sismos



Estabilidad del mayor relleno considerado precipitaciones y una aceleración sísmica de 0.4g

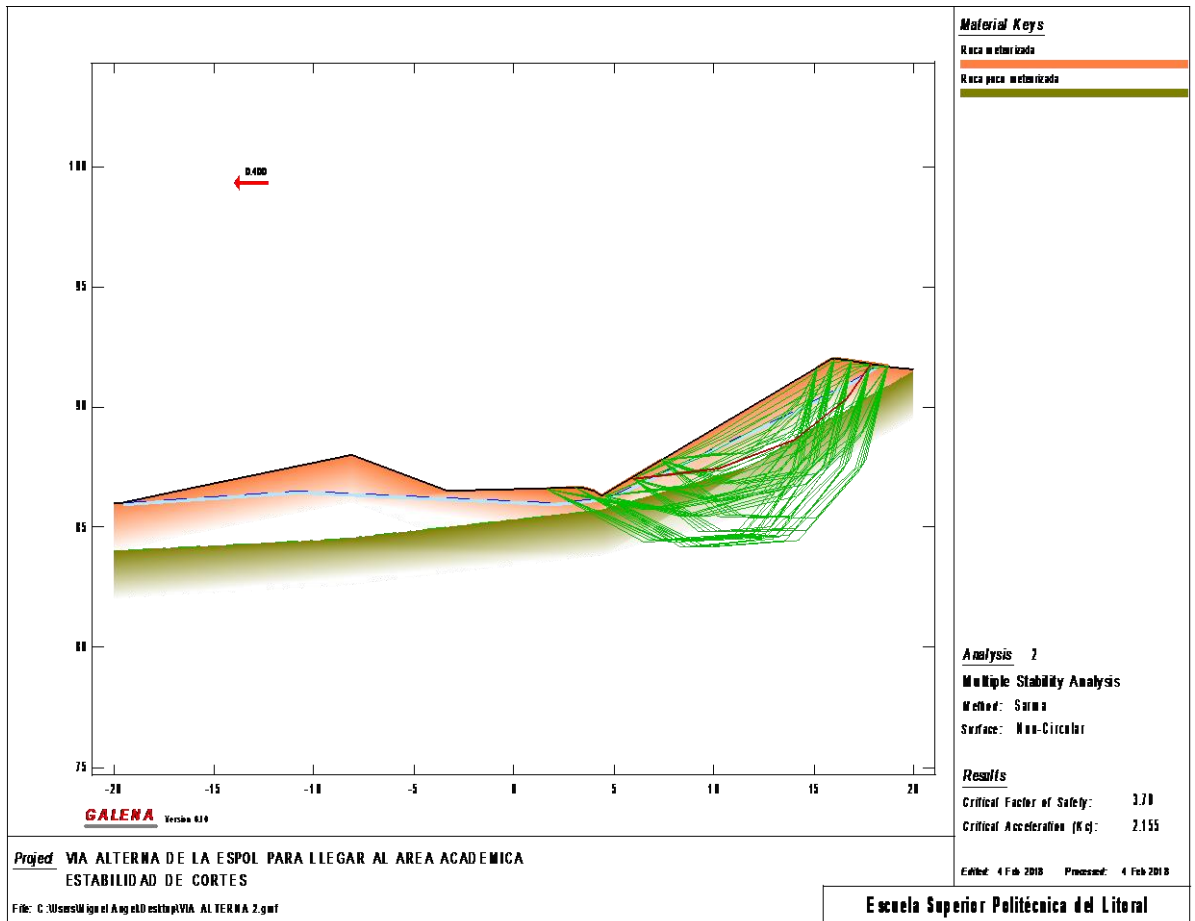


Estabilidad del mayor corte considerado precipitaciones sin la ocurrencia de sismos





Estabilidad del mayor corte considerado precipitaciones y una aceleración sísmica de 0.4g



## Anexo I

### Diseño de pavimento de hormigón por el método de PCA

#### Datos Generales

<b>Proyecto:</b>	Diseño de via alterna de garita PARCON aéreas académicas		
<b>Tipo de carretera:</b>	II		
<b>Numero de carriles por sentido:</b>	2		
<b>Bermas de hormigón:</b>	No		
<b>Barras pasajuntas:</b>	No		
<b>Tipo de subbase:</b>	Granular		
<b>Observaciones adicionales:</b>	-		
<b>Periodo de diseño:</b>	<b>20</b>	años	
<b>Tipo de distribución de cargas de tráfico:</b>	Liviano		
<b>% camiones que circulan sobre el borde del pavimento:</b>	<b>6.0</b>	% (Método PCA considera el 6%)	
<b>Factor de seguridad de cargas:</b>	<b>1.0</b>		
<b>T.P.D.A. (incluyendo vehículos livianos)=</b>	<b>1.532.00</b>	vehículos/día	
<b>Porcentaje de vehículos pesados en el tráfico:</b>	<b>19.0%</b>		
<b>Tasa de crecimiento anual:</b>	<b>2.5%</b>		
<b>Factor de distribución por carril:</b>	<b>0.96</b>		
<b>Factor direccional:</b>	<b>1%</b>		
<b>Tráfico de diseño (solo camiones pesados):</b>	<b>26.166</b>	(vehículos de más de cuatro llantas)	

PLANILLA DE CÁLCULO DE ESPESORES						
<b>Valor CBR subrasante:</b> 70 %				<b>Espesor losa de Hormigón:</b> 15.0 cm		
Módulo k de subrasante: 175.1 MPa/m 646.1 pci				Espesor subbase:		15.0 cm
Modulo k combinado: 179.4 MPa/m 662.0 pci						
Modulo de rotura: 4.8 Mpa 696.2 psi						
Varianza de resistencia: 15% (Método considera 15%)						
Carga por eje (Ton)	Corrección carga por LSF	Repeticiones en el periodo de diseño	Análisis por fatiga		Análisis por erosión	
			Repeticiones admisibles	Acumulación de fatiga	Repeticiones admisibles	Acumulación erosión
<b>EJES SENCILLOS</b>						
Esfuerzo equivalente: 2.0 MPa			294.6 psi			
Relación de esfuerzos: 0.423						
15.4	15.4	-	275	0.0%	16672	0.0%
14.5	14.5	-	899	0.0%	23599	0.0%
13.6	13.6	-	2957	0.0%	34083	0.0%
12.7	12.7	-	9771	0.0%	50379	0.0%
11.8	11.8	-	32451	0.0%	76508	0.0%
10.9	10.9	-	108380	0.0%	119978	0.0%
10.0	10.0	25	458356	0.0%	195607	0.0%
9.1	9.1	111	6494295	0.0%	334728	0.0%
8.2	8.2	414	Ilimitadas		609704	0.1%
7.3	7.3	995	Ilimitadas		1208699	0.1%
6.4	6.4	1.468	Ilimitadas		2711420	0.1%
5.4	5.4	3.245	Ilimitadas		7454584	0.0%
4.5	4.5	5.363	Ilimitadas		31248298	0.0%
3.6	3.6	12.641	Ilimitadas		815920709	0.0%
2.7	2.7	19.161	Ilimitadas		Ilimitadas	
1.8	1.8	44.307	Ilimitadas		Ilimitadas	
<b>EJES TANDEM</b>						
Esfuerzo equivalente: 1.7 MPa			239.9 psi			
Relación de esfuerzos: 0.345						
27.2	27.2	-	101169	0.0%	33132	0.0%
25.4	25.4	-	298542	0.0%	48980	0.0%
23.6	23.6	-	1509333	0.0%	74392	0.0%
21.8	21.8	-	44489056	0.0%	116666	0.0%
20.0	20.0	-	Ilimitadas		190203	0.0%
18.2	18.2	-	Ilimitadas		325427	0.0%
16.3	16.3	110	Ilimitadas		592530	0.0%
14.5	14.5	1.821	Ilimitadas		1173704	0.2%
12.7	12.7	1.792	Ilimitadas		2628589	0.1%
10.9	10.9	1.025	Ilimitadas		7200490	0.0%
9.1	9.1	1.494	Ilimitadas		29866276	0.0%
7.3	7.3	1.963	Ilimitadas		705822437	0.0%
5.4	5.4	3.645	Ilimitadas		Ilimitadas	
3.6	3.6	2.240	Ilimitadas		Ilimitadas	
1.8	1.8	835	Ilimitadas		Ilimitadas	
<b>Total Fatiga =</b>				<b>0.0%</b>	<b>Total Erosión =</b>	<b>0.6%</b>

**NOTA IMPORTANTE:** En esta versión del método de la Asociación del Cemento Portland de los EE.UU. no se consideraron los efectos del clima sobre los materiales de las diferentes capas del pavimento, por lo tanto no se incluyen variaciones de humedad y temperatura en la subrasante, subbase y losa de hormigón. El modelo de elementos finitos empleado para el desarrollo de este método consideraba solamente losas planas totalmente apoyadas y sin alabeo, sin embargo una gran cantidad de estudios verificaron que las tensiones generadas por alabeo combinado con cargas de tráfico son mucho mayores debido a la falta de soporte que se produce por la curvatura de las losas.





MATRIZ REVERSIBILIDAD									
ACTIVIDADES	Recurso Biológico		Recurso Aire		Recurso Agua			Suelo	Aspectos Socioeconómicos
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Subterránea	Superficial	Calidad		
Campamento	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Desbroce / limpieza	8	8	5	5	5	5	5	10	10
Corte / relleno	10	10	5	5	8	5	10	10	10
Compactación	8	8	5	5	8	5	5	10	8
Drenaje	8	8	5	1	10	10	8	8	8
colocacion del material	5	5	5	8	5	5	1	10	8
Obras de complementarias	1	1	1	1	1	1	1	5	5
Señalización	1	1	1	1	1	1	1	1	10

MATRIZ EVALUACIÓN									
ACTIVIDADES	Recurso Biológico		Recurso Aire		Recurso Agua			Suelo	Aspectos Socioeconómicos
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Subterránea	Superficial	Calidad		
Campamento	alto	alto	alto	alto	neutra	alto	alto	alto	neutra
Desbroce / limpieza	alto	alto	alto	alto	alto	alto	alto	alto	alto
Corte / relleno	alto	alto	alto	alto	alto	alto	alto	alto	alto
Compactación	neutra	neutra	alto	alto	neutra	alto	alto	alto	alto
Drenaje	neutra	alto	neutra	alto	neutra	alto	alto	alto	alto
colocacion del material	neutra	neutra	alto	alto	neutra	alto	alto	alto	alto
Obras de complementarias	neutra	neutra	neutra	alto	neutra	alto	alto	neutra	neutra
Señalización	neutra	neutra	neutra	neutra	neutra	neutra	neutra	neutra	alto
	alto	alto	alto	alto	alto	alto	alto	alto	alto

- Fase de operación y mantenimiento

MATRIZ INTENSIDAD									
ACTIVIDADES	Recurso Biológico		Recurso Aire		Recurso Agua			Suelo	Aspectos Socioeconómicos
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Subterránea	Superficial	Calidad		
Flujo vehicular	0	0	1	3	0	0	0	0	0
Señalización	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Reparación de grietas en el hormigón	3	2	3	1	0	0	1	0	8
Limpieza de cuneta	0	0	0	4	0	0	0	0	8
Limpieza de alcantarillado	0	0	4	0	0	0	0	0	8
Cambio de carpeta de rodadura	0	0	6	6	0	0	0	0	8

MATRIZ EXTENSIÓN									
ACTIVIDADES	Recurso Biológico		Recurso Aire		Recurso Agua			Suelo	Aspectos Socioeconómicos
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Subterránea	Superficial	Calidad		
Flujo vehicular	0	0	5	5	0	0	0	0	0
Señalización	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Reparacion de grietas en el hormigón	0	0	5	5	0	0	0	0	10
Limpieza de cuneta	0	0	5	5	0	0	0	0	10
Limpieza de alcantarillado	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Cambio de carpeta de rodadura	0	0	5	5	0	0	0	0	10

MATRIZ EVALUACIÓN									
ACTIVIDADES	Recurso Biológico		Recurso Aire		Recurso Agua			Suelo	Aspectos Socioeconómicos
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Subterránea	Superficial	Calidad		
Flujo vehicular	neutra	neutra	alto	alto	neutra	neutra	neutra	neutra	neutra
Señalización	neutra	neutra	neutra	neutra	neutra	neutra	neutra	neutra	alto
Reparación de grietas en el hormigón	neutra	neutra	alto	alto	neutra	neutra	neutra	neutra	alto
Limpieza de cuneta	neutra	neutra	neutra	neutra	neutra	neutra	neutra	neutra	alto
Limpieza de alcantarillado	neutra	neutra	alto	alto	neutra	neutra	neutra	neutra	alto
Cambio de carpeta de rodadura	neutra	neutra	alto	alto	neutra	neutra	neutra	neutra	alto

MATRIZ REVERSIBILIDAD									
ACTIVIDADES	Recurso Biológico		Recurso Aire		Recurso Agua			Suelo	Aspectos Socioeconómicos
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Subterránea	Superficial	Calidad		
Flujo vehicular	0	0	1	1	0	0	0	0	5
Señalización	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Reparación de grietas en el hormigón	0	0	1	1	0	0	0	0	1
Limpieza de cuneta	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Limpieza de alcantarillado	0	0	1	1	0	0	0	0	5
Cambio de carpeta de rodadura	0	0	1	1	0	0	0	0	1

MATRIZ DURACIÓN									
ACTIVIDADES	Recurso Biológico		Recurso Aire		Recurso Agua			Suelo	Aspectos Socioeconómicos
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Subterránea	Superficial	Calidad		
Flujo vehicular	0	0	10	10	0	0	0	0	0
Señalización	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Reparación de grietas en el hormigón	0	0	1	1	0	0	0	0	1
Limpieza de cuneta	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Limpieza de alcantarillado	0	0	1	1	0	0	0	0	1
Cambio de carpeta de rodadura	0	0	1	1	0	0	0	0	1

MATRIZ SIGNO									
ACTIVIDADES	Recurso Biológico		Recurso Aire		Recurso Agua			Suelo	Aspectos Socioeconómicos
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Subterránea	Superficial	Calidad		
Flujo vehicular	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0
Señalización	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Reparación de grietas en el hormigón	0	0	-1	-1	0	0	0	0	1
Limpieza de cuneta	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Limpieza de alcantarillado	0	0	-1	-1	0	0	0	0	1
Cambio de carpeta de rodadura	0	0	-1	-1	0	0	0	0	1

## Anexo K

### Presupuestos

**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON HASTA AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 1.1

**UNIDAD:** m2

**DETALLE** Letrero de señalización e indentificación de obra (2.4x4.8m)

<b>M. - EQUIPOS</b>							
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R		
Herramienta menor			10.99	1.000	10.99		
Andamio	1.00	0.06	0.06	1.00	0.06		
<b>SUBTOTAL (M)</b>					11.05		
<b>N.- MANO DE OBRA</b>							
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Maestro mayor en ejecución de obra civiles	C1	1.00	3.93	3.93	1.000	3.93	
Instalador de revestimiento en general		1.00	3.55	3.55	1.000	3.55	
Peón E2		1.00	3.51	3.51	1.000	3.51	
<b>SUBTOTAL (N)</b>					10.99		
<b>O.- MATERIALES</b>							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B			
Base de soporte para letrero	u	1.00	50.00	50.00			
Lamina Vinyl reflectiva grado ingeniería (colores)	m2	11.56	40.00	462.40			
<b>SUBTOTAL O</b>					512.40		
<b>P.- TRANSPORTE</b>							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B			
<b>SUBTOTAL (P)</b>					0.00		
Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, 20 de Enero del 2018					<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>534.44</b>	
					<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	20.00%	106.89
					<b>OTROS INDIRECTOS</b>		0.00
					<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		641.33
					<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>		<b>641.33</b>

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORIZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON HASTA  
AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 1.2

**UNIDAD:** m2

**DETALLE** Limpieza de terreno y desalojo

<b>M. - EQUIPOS</b>									
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R				
Herramienta menor (5%)			0.04	0.00300	0.00012				
Excavadora oruga	0.50	47.00	23.50	0.00300	0.07				
<b>SUBTOTAL (M)</b>					0.07				
<b>N.- MANO DE OBRA</b>									
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R			
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles C1		0.50	3.93	1.97	0.003	0.01			
operador excavadora C1-l		0.50	3.93	1.97	0.003	0.01			
Peón E2		2.00	3.51	7.02	0.003	0.02			
Engrasador o Abastecedor responsable		0.50	3.55	1.78	0.003	0.01			
<b>SUBTOTAL (N)</b>					0.04				
<b>O.- MATERIALES</b>									
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B					
	u	0.00	0.00	0.00					
<b>SUBTOTAL O</b>					0.00				
<b>P.- TRANSPORTE</b>									
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B					
Desalojo de material	m3*Km	0.87	1.00	0.87					
<b>SUBTOTAL (P)</b>					0.87				
Nota: estos precios no incluyen IVA VERDADERO					<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>		<b>0.98</b>		
					INDIRECTOS Y UTILIDADES		20.00%	0.20	
					OTROS INDIRECTOS		0.00		
					COSTO TOTAL DEL RUBRO		1.18		
					VALOR OFERTADO (\$)		1.18		

FIRMA DEL OFERENTE



**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORIZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON HASTA  
AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 1.3

**UNIDAD:** m

**DETALLE** Cerramiento provisional yute + desmontaje

<b>M. - EQUIPOS</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	
SUBTOTAL (M)					0.00	
<b>N.- MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro mayor en ejecucion de obra civiles C1		0.15	3.93	0.59	0.167	0.10
Carpintero D2		1.00	3.55	3.55	0.167	0.59
Peón E2		2.00	3.51	7.02	0.167	1.17
SUBTOTAL (N)					1.86	
<b>O.- MATERIALES</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Tela de yute	m2	2.00	0.60	1.20		
Clavos de 2`	Kg	0.002	2.13	0.00		
Tiras de 2` 4m	u	1.50	0.90	1.35		
SUBTOTAL O					2.55	
<b>P.- TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)					0.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):					<b>4.41</b>	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%					0.88	
OTROS INDIRECTOS					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5.29	
VALOR OFERTADO (\$)					<b>5.29</b>	

Nota: estos precios no incluyen IVA  
Guayaquil, 20 de Enero del 2018

FIRMA DEL OFERENTE

**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORIZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON HASTA  
AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 1.4

**UNIDAD:** m2

**DETALLE** Cerramiento provisional

<b>M. - EQUIPOS</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor			1.62	0.14286	0.23	
SUBTOTAL (M)					0.23	
<b>N.- MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro mayor en ejecucion de obra civiles C1		0.20	3.93	0.79	0.14286	0.11
Carpintero D2		1.00	3.55	3.55	0.14286	0.51
Peón E2		2.00	3.51	7.02	0.14286	1.00
SUBTOTAL (N)					1.62	
<b>O.- MATERIALES</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Caña picada 6m	u	1.10	2.26	2.49		
Cuarton de encofrado '' 4 x4''	u	0.30	1.98	0.59		
Tiras de encifrado	u	0.50	1.88	0.94		
Clavos 2''	kg	0.15	2.13	0.32		
SUBTOTAL O					4.34	
<b>P.- TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)					0.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):					<b>6.19</b>	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%					1.24	
OTROS INDIRECTOS					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7.43	
VALOR OFERTADO (\$)					<b>7.43</b>	

Nota: estos precios no incluyen IVA  
Guayaquil, 20 de Enero del 2018

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON HASTA  
AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 1.5

**UNIDAD:** Glb.

**DETALLE** Instalación electrica provisional

M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	
SUBTOTAL (M)					0.00	
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
		0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
SUBTOTAL (N)					0.00	
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Consumo Electrico	mes	1.00	80.00	80.00		
SUBTOTAL O					80.00	
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
		0.00	0.00	0.00		
SUBTOTAL (P)					0.00	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>					<b>80.00</b>	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%					16.00	
OTROS INDIRECTOS					0.00	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>96.00</b>	
<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>					<b>96.00</b>	

Nota: estos precios no incluyen IVA  
Guayaquil, 20 de Enero del 2018

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON HASTA  
AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 1.6

**UNIDAD:** Glb.

**DETALLE** Instalación de AA.PP. Provisional

M. - EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	
SUBTOTAL (M)					0.00	
N.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
		0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
SUBTOTAL (N)					0.00	
O.- MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Consumo de agua potable	mes	1.00	65.00	65.00		
SUBTOTAL O					65.00	
P.- TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
		0.00	0.00	0.00		
SUBTOTAL (P)					0.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):					<b>65.00</b>	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%					13.00	
OTROS INDIRECTOS					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					78.00	
VALOR OFERTADO (\$)					<b>78.00</b>	

Nota: estos precios no incluyen IVA  
Guayaquil, 20 de Enero del 2018

FIRMA DEL OFERENTE

**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON  
HASTA AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 2.1

**UNIDAD:** m2

**DETALLE** Trazado, replanteo y nivelación

<b>M. - EQUIPOS</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor (5%)			0.100	0.01	0.00	
Equipo topografico (est. Toal, teodolito, nivel,etc)	1.00	3.75	3.75	0.01	0.04	
SUBTOTAL (M)					0.04	
<b>N.- MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Topógrafo 2: titulo experiencia mayor a 5 años C		1.00	3.93	3.93	0.010	0.04
Maestro mayor ene jecucion de obra civiles C1		0.10	3.93	0.39	0.010	0.00
Cadeneros D2		0.50	3.55	1.78	0.010	0.02
Peon E2		1.00	3.51	3.51	0.010	0.04
SUBTOTAL (N)					0.10	
<b>O.- MATERIALES</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Tiras	u	0.05	0.90	0.05		
SUBTOTAL O					0.05	
<b>P.- TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
		0.00	0.00	0.00		
SUBTOTAL (P)					0.00	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>					<b>0.19</b>	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%					0.04	
OTROS INDIRECTOS					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.23	
VALOR OFERTADO (\$)					<b>0.23</b>	

Nota: estos precios no incluyen IVA  
Guayaquil, 20 de Enero del 2018

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON  
HASTA AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 2.2

**UNIDAD:** m3

**DETALLE** Excavacion sin clasificacion (inc. Desalojo)

<b>M. - EQUIPOS</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Retroexcavadora (75 hp)	3.00	35.00	105.000	0.01053	1.11	
Volqueta 8m3	3.00	30.00	90.00	0.01053	0.95	
Herramientas menores (5%)			0.78	0.01053	0.0082134	
SUBTOTAL (M)					2.06	
<b>N.- MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operado retroexcavadora C1-Gi		3.00	3.93	11.79	0.01053	0.12
Chofer volquetas C1-CH		3.00	5.15	19.80	0.01053	0.21
Engasador o abastecedor responsable D2		6.00	3.55	21.30	0.01053	0.22
Peón E2		3.00	3.51	20.80	0.01053	0.22
SUBTOTAL (N)					0.78	
<b>O.- MATERIALES</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
	0.00	0.00	0.00	0.00		
SUBTOTAL O					0.00	
<b>P.- TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
	0.00	0.00	0.00	0.00		
SUBTOTAL (P)					0.00	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>					<b>2.84</b>	
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>					15.00%	0.43
<b>OTROS INDIRECTOS</b>					0.00	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>3.27</b>	
<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>					<b>3.27</b>	

Nota: estos precios no incluyen IVA  
Guayaquil, 20 de Enero del 2018

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORIZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON  
HASTA AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 2.3

**UNIDAD:** m3

**DETALLE** Relleno compactado con material del sitio

<b>M. - EQUIPOS</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramientas menores (5%)			0.240	0.01250	0.003	
Motoniveladora (155 HP)	1.00	56.00	56.00	0.01250	0.7	
Rodillo vibratorio doble tambor	0.25	30.00	7.50	0.01250	0.09375	
SUBTOTAL (M)					0.80	
<b>N.- MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro mayor en ejecución de obras civiles C1		0.10	3.93	0.39	0.01250	0.004913
Operador demotoniveladora C1-G1		1.00	3.93	3.93	0.01250	0.049125
Engrador o abastecedor responsable D2		2.00	3.55	7.10	0.01250	0.088750
Peón E2		2.00	3.51	7.02	0.01250	0.087750
Operador rodillo C2		0.25	3.74	0.94	0.01250	0.011688
SUBTOTAL (N)					0.24	
<b>O.- MATERIALES</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Material de base	m3	0.00	0.00	0.00		
Agua inc. Transporte	m3	0.00	0.00	0.00		
SUBTOTAL O					0.00	
<b>P.- TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
		0.00	0.00	0.00		
SUBTOTAL (P)					0.00	
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>					<b>1.04</b>	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%					0.21	
OTROS INDIRECTOS					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.25	
VALOR OFERTADO (\$)					<b>1.25</b>	

Nota: estos precios no incluyen IVA  
Guayaquil, 20 de Enero del 2018

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORIZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON  
HASTA AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 2.4

**UNIDAD:** m3

**DETALLE** Desalojo

<b>M. - EQUIPOS</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramientas menores			0.910	0.050	0.05	
Cargadora frontal (130hp)	0.50	35.20	17.60	0.050	0.88	
Volqueta 8m3	2.00	30.00	60.00	0.050	3.00	
SUBTOTAL (M)					3.93	
<b>N.- MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/ HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Operador cargador frontal C1-GI		0.50	3.93	1.97	0.050	0.09825
Chofer volquetas C1-CH		1.00	3.93	3.93	0.050	0.19650
Engrasador o abastecedor responsable D2		1.50	3.55	5.33	0.050	0.26625
Peón E2		2.00	3.51	7.02	0.050	0.35100
SUBTOTAL (N)					0.91	
<b>O.- MATERIALES</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Malla rompevientos 2.10 mx 100 m	m2	2.50	0.00	0.00		
SUBTOTAL O					0.00	
<b>P.- TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
		0.00	0.00	0.00		
SUBTOTAL (P)					0.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):					<b>4.84</b>	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%					0.97	
OTROS INDIRECTOS					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5.81	
VALOR OFERTADO (\$)					<b>5.81</b>	

Nota: estos precios no incluyen IVA  
Guayaquil, 20 de Enero del 2018

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE



**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON HASTA  
AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 3.1

**UNIDAD:** Km

**DETALLE** Capa de rodadura de hormigón f'c=350 kg/cm2/ planta e=15cm

<b>M. - EQUIPOS</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor (5%)			0.56	0.022	0.012	
Concreteira (1 saco, 13.5 hp, a gasolina)	1.00	4.48		0.022	0.000	
SUBTOTAL (M)					0.01	
<b>N. - MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón E2		4.00	3.51	14.04	0.022	0.31
Maestro mayor en ejecución de obras civiles C1		1.00	3.93	3.93	0.022	0.09
Ferrero D2		2.00	3.55	7.10	0.022	0.16
SUBTOTAL (N)					0.56	
<b>O. - MATERIALES</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
Cemento	Kg		0.15			
Arena	m3		13.50			
Agua	L		0.74			
Agregado grueso	m3		10.63			
SUBTOTAL O					0.00	
<b>P. - TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)					0.00	
					<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P): 0.57</b>	
Nota: estos precios no incluyen IVA					INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00% 0.09	
Guayaquil, 20 de Enero del 2018					OTROS INDIRECTOS 0.00	
					COSTO TOTAL DEL RUBRO 0.66	
					VALOR OFERTADO (\$) 0.66	

FIRMA DEL OFERENTE

**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON HASTA AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 3.2

**UNIDAD:** Km

**DETALLE** Hormigón estructural cemento portland f'c=280 kg/cm2, incluido encofrado (cunetas)

<b>M. - EQUIPOS</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor (5%)			5.89	0.200	1.18	
Vibrador de manguera (3hp)	1.00	4.06	4.06	0.200	0.81	
Concretera (1 saco, 13.5 hp, a gasolina)	1.00	4.48	4.48	0.200	0.90	
SUBTOTAL (M)					2.89	
<b>N.- MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro mayor en ejecución de obras civiles C1		0.20	3.93	0.79	0.200	0.16
Albañil D2		2.00	3.55	7.10	0.200	1.42
Carpintero D2		2.00	3.55	7.10	0.200	1.42
Peon E2		3.00	3.51	10.53	0.200	2.11
Operador de concretera C1-GI		1.00	3.93	3.93	0.200	0.79
SUBTOTAL (N)					5.89	
<b>O.- MATERIALES</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
agua	L	0.150	0.740	0.11		
arena	m3	0.35	13.50	4.73		
agregado grueso	m3	0.35	10.63	3.72		
encofrado	m2	3.050	3.500	10.68		
cemento portland	Kg	35.00	0.15	5.25		
SUBTOTAL O					24.48	
<b>P.- TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)					0.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):					<b>33.26</b>	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%					4.99	
OTROS INDIRECTOS					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					38.25	
VALOR OFERTADO (\$)					<b>38.25</b>	

Nota: estos precios no incluyen IVA  
Guayaquil, 20 de Enero del 2018

FIRMA DEL OFERENTE

**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON HASTA  
AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 3.3

**UNIDAD:** Km

**DETALLE** Marcas de pavimento. Lineas de separación de carriles (color blanca)

<b>M. - EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menos (5%)			37.64	2.500	94.10
Frangidora	1.00	10.00	10.00	2.500	25.00
escoba mecancia	1.00	17.17	17.17	2.500	42.93
SUBTOTAL (M)					162.03

<b>N.- MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles C1		0.20	3.93	0.79	2.500	1.97
Operador de tractor de ruedas C2-GII		1.00	3.74	3.74	2.500	9.35
Peón E2		3.00	3.51	10.53	2.500	26.33
SUBTOTAL (N)					37.64	

<b>O.- MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Pintura reflectiva color blanca	gal	2.000	15.000	30.00
SUBTOTAL O				30.00

<b>P.- TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL (P)					0.00

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, 20 de Enero del 2018	TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):			<b>229.67</b>
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%			34.45
	OTROS INDIRECTOS			0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			264.12
	VALOR OFERTADO (\$)			<b>264.12</b>

FIRMA DEL OFERENTE

**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORIZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON HASTA  
AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 3.4

**UNIDAD:** u

**DETALLE** Señales preventivas de curva Izq. O Der. 750 x 750mm.

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5%)			37.85	3.333	126.17
Cortadora/ dobladora(5hp)	0.50	0.51	0.26	3.333	0.85
Soldadora electrica 240A	0.50	1.98	0.99	3.333	3.30
SUBTOTAL (M)					130.32

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles C1		0.20	3.93	0.79	3.333	2.62
HojalateroD2		1.00	3.55	3.55	3.333	11.83
Peón E2		2.00	3.51	7.02	3.333	23.40
SUBTOTAL (N)					37.85	

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
plancha aluminio e=2mm	m2	0.620	28.75	17.83
Acero estructural fy=4200 Kg/cm2	kg	25.00	1.30	32.50
Película reflectiva para señales	m2	1.65	24.00	39.60
Película traslucida para señales	m2	0.620	30.50	18.91
Pernos de sujeción 5/8" x 4"	u	5.00	0.80	4.00
Pintura esmalte color	gal	0.50	18.20	9.10
pintura anticorrosiva	gal	0.50	13.00	6.50
SUBTOTAL O				128.44

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)				0.00

Nota: estos precios no incluyen IVA  
Guayaquil, 20 de Enero del 2018

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):	<b>296.61</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%	44.49
OTROS INDIRECTOS	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	341.10
VALOR OFERTADO (\$)	<b>341.10</b>

FIRMA DEL OFERENTE

**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON HASTA  
AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 3.5

**UNIDAD:** u

**DETALLE** Señales preventivas de velocidad maxima 750 x 750 mm.

<b>M. - EQUIPOS</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor (5%)			37.85	3.333	126.15	
Cortadora/ dobladora(5hp)	0.50	0.51	0.26	3.333	0.85	
Soldadora electrica 240A	0.50	1.98	0.99	3.333	3.30	
SUBTOTAL (M)					130.30	
<b>N.- MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles C1		0.20	3.93	0.79	3.333	2.62
HojalateroD2		1.00	3.55	3.55	3.333	11.83
Peón E2		2.00	3.51	7.02	3.333	23.40
SUBTOTAL (N)					37.85	
<b>O.- MATERIALES</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
plancha aluminio e=2mm	m2	0.625	28.75	17.97		
Acero estructural	kg	25.00	1.30	32.50		
Pelicula reflectiva para señales	m2	1.65	24.00	39.60		
Pelicula traslucida para señales	m2	0.620	30.50	18.91		
Pernos de sujeción 5/8" x4"	u	5.00	0.80	4.00		
Pintura esmalte color	gal	0.50	18.20	9.10		
pintura anticorrosiva	gal	0.50	13.00	6.50		
SUBTOTAL O					128.58	
<b>P.- TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
		0.00	0.00	0.00		
SUBTOTAL (P)					0.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):					<b>296.73</b>	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%					44.51	
OTROS INDIRECTOS					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					341.24	
VALOR OFERTADO (\$)					<b>341.24</b>	

Nota: estos precios no incluyen IVA  
Guayaquil, 20 de Enero del 2018

FIRMA DEL OFERENTE

**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORIZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON HASTA  
AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 3.6

**UNIDAD:** 0

**DETALLE** Señales informativa de la via 1500 x 1000mm.

<b>M. - EQUIPOS</b>						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Herramienta menor (5%)			37.85	3.333	126.15	
Cortadora/ dobladora(5hp)	0.50	0.51	0.26	3.333	0.85	
Soldadora electrica 240A	0.50	1.98	0.99	3.333	3.30	
SUBTOTAL (M)					130.30	
<b>N.- MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Maestro mayor en ejecucion de obras civiles C1		0.20	3.93	0.79	3.333	2.62
Hojalatero D2		1.00	3.55	3.55	3.333	11.83
Peón E2		2.00	3.51	7.02	3.333	23.40
SUBTOTAL (N)					37.85	
<b>O.- MATERIALES</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B		
plancha aluminio e=2mm	m2	1.650	28.75	47.44		
Acero estructural	kg	50.00	1.30	65.00		
Película reflectiva para señales	m2	1.65	24.00	39.60		
Película traslucida para señales	m2	1.650	30.50	50.33		
Pernos de sujeción 5/8" x4"	u	0.80	0.80	0.64		
Pintura esmalte color	gal	0.50	18.20	9.10		
pintura anticorrosiva	gal	0.50	13.00	6.50		
SUBTOTAL O					218.60	
<b>P.- TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUBTOTAL (P)					0.00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):					<b>386.75</b>	
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%					58.01	
OTROS INDIRECTOS					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					444.76	
VALOR OFERTADO (\$)					<b>444.76</b>	

Nota: estos precios no incluyen IVA  
Guayaquil, 20 de Enero del 2018

FIRMA DEL OFERENTE

**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON  
HASTA AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 4.1

**UNIDAD:** m3

**DETALLE** Agua para control de polvo

<b>M. - EQUIPOS</b>							
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R		
Herramienta menor (5%)			0.37	0.050	0.019		
Tanquero (incl. Bomba) (600gls)	1.00	30.00	30.00	0.050	1.500		
SUBTOTAL (M)					1.52		
<b>N.- MANO DE OBRA</b>							
DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R	
Peon E2		1.00	3.51	0.00	0.050	0.00	
Chofer tanuqros C1-CI		1.00	3.93	3.93	0.050	0.20	
Engrasador o abastecedor responsable D2		1.00	3.55	3.55	0.050	0.18	
SUBTOTAL (N)					0.37		
<b>O.- MATERIALES</b>							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B			
Agua	gal	1.00	0.74	0.74			
SUBTOTAL O					0.74		
<b>P.- TRANSPORTE</b>							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B			
		0.00	0.00	0.00			
SUBTOTAL (P)					0.00		
Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, 20 de Enero del 2018					<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>2.63</b>	
					<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	20.00%	<b>0.53</b>
					<b>OTROS INDIRECTOS</b>		<b>0.00</b>
					<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>		<b>3.16</b>
					<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>		<b>3.16</b>

FIRMA DEL OFERENTE

**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORIZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON  
HASTA AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 4.2

**UNIDAD:** u

**DETALLE** Monitoreo control de aire

<b>M. - EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
herramientas menores (5%)			0.00	0.500	0.00
SUBTOTAL (M)					0.00
<b>N.- MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
	0.00	0	0.00	0.000	0.00
SUBTOTAL (N)					0.00
<b>O.- MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Monitoreo de calidad de aire	u	1.000	350.00	350.00	
SUBTOTAL O					350.00
<b>P.- TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
		0.00	0.00	0.00	
SUBTOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):					<b>350.00</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20.00%					70.00
OTROS INDIRECTOS					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					420.00
VALOR OFERTADO (\$)					<b>420.00</b>

Nota: estos precios no incluyen IVA  
Guayaquil, 20 de Enero del 2018

FIRMA DEL OFERENTE





**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON  
HASTA AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 4.3

**UNIDAD:** u

**DETALLE** Volante informativa

<b>M. - EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientamenor (5%)			1.09	0.06250	0.07
SUBTOTAL (M)					0.07
<b>N. - MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C/R
Ayudante	5.00	3.51	17.55	0.06238	1.09
SUBTOTAL (N)					1.09
<b>O.- MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
volantes informativos	u	1.00	0.60	0.60	
SUBTOTAL O					0.60
<b>P.- TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL (P)					0.00
Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, 20 de Enero del 2018	TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):				<b>1.76</b>
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%				0.26
	OTROS INDIRECTOS				0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				2.02
	VALOR OFERTADO (\$)				<b>2.02</b>

FIRMA DEL OFERENTE

**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORIZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON  
HASTA AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 4.4

**UNIDAD:** u

**DETALLE** Botiquin primeros auxilios

<b>M. - EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herrameinta menor (5%)			0.00	0.000	0.00
SUBTOTAL (M)					0.00
<b>N. - MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C/R
	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
SUBTOTAL (N)					0.00
<b>O.- MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Boutiquin de primeros auxilios	u	1.00	100.00	100.00	
SUBTOTAL O					100.00
<b>P.- TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):					<b>100.00</b>
INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%					15.00
OTROS INDIRECTOS					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					115.00
VALOR OFERTADO (\$)					<b>115.00</b>

Nota: estos precios no incluyen IVA  
Guayaquil, 20 de Enero del 2018

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORIZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON  
HASTA AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 4.5

**UNIDAD:** Mes

**DETALLE** Punto de monitoreo de ruido

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientamenor (5%)			8.81	0.8333	7.34
Sonometro digital	1.00	35.00	35.00	0.8333	29.17
SUBTOTAL (M)					36.51

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C/R
Peon E2	2.00	3.51	7.02	0.8333	5.85
Tecnico especialista D2	1.00	3.55	3.55	0.8333	2.96
SUBTOTAL (N)					8.81

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
	0.00	0.00	0.00	0.00
SUBTOTAL O				0.00

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
	0.00	0.00	0.00	0.00
SUBTOTAL (P)				0.00

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, 20 de Enero del 2018	TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):			<b>45.32</b>
	INDIRECTOS Y UTILIDADES 15.00%			6.80
	OTROS INDIRECTOS			0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			52.12
	VALOR OFERTADO (\$)			<b>52.12</b>

FIRMA DEL OFERENTE

**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORIZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON  
HASTA AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 4.6

**UNIDAD:** u

**DETALLE** Control de residuos

<b>M. - EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5%)			206.18	0.000	0.00
SUBTOTAL (M)					0.00
<b>N.- MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C/R
Peon E2	5.00	3.51	17.55	11.75	206.18
SUBTOTAL (N)					206.18
<b>O.- MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B	
	0.00	0.00	0.00	0.00	
SUBTOTAL O					0.00
<b>P.- TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL (P)					0.00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>					<b>206.18</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>				15.00%	30.93
<b>OTROS INDIRECTOS</b>					0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>237.11</b>
<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>					<b>237.11</b>

Nota: estos precios no incluyen IVA  
Guayaquil, 20 de Enero del 2018

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

**NOMBRE DEL OFERENTE:** KASSANDRA LASTRA - GABRIELA SOLORIZANO

**OBRA:** DISEÑO DE UNA VIA ALTERNA DESDE GARITA DE PARCON  
HASTA AREAS ACADEMICAS

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**RUBRO** 4.7

**UNIDAD:** m3

**DETALLE** Protección para trabajadores

**RENDIMIENTO:** 0.500

**M. - EQUIPOS**

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramientas menors (5%)	1.00	0.00	0.00	0.000	0.00
SUBTOTAL (M)					0.00

**N.- MANO DE OBRA**

DESCRIPCION	CATEGORÍA	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C/R
		0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
SUBTOTAL (N)						0.00

**O.- MATERIALES**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO C=A*B
Cascos	u	1.00	10.00	10.00
Botas	par	1.00	25.00	25.00
Guantes	par	1.00	3.00	3.00
Tapones auriculares	par	3.00	1.50	4.50
Mascarilla descartable	u	3.00	0.30	0.90
Chaleco reflectivo	u	1.00	5.00	5.00
SUBTOTAL O				48.40

**P.- TRANSPORTE**

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL (P)				0.00

Nota: estos precios no incluyen IVA Guayaquil, 20 de Enero del 2018	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P):</b>	<b>48.40</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b> 15.00%	7.26
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>	0.00
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>55.66</b>
	<b>VALOR OFERTADO (\$)</b>	<b>55.66</b>

\_\_\_\_\_  
FIRMA DEL OFERENTE

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Acosta, V. (2013). *Derivación de las curvas intensidad- duración - frecuencia (I.D.F) para la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil - Ecuador : UCSG.
- ASOCRETO. (08 de Abril de 2014). *360 en Concreto*. Obtenido de <http://blog.360gradosenconcreto.com/diseño-de-pavimentos-de-concreto-metodo-pca/>
- Bañon, L. (2000). *diseño de carreteras*. España: Alicante : Ortiz e Hijos contratistas de obra S.A.
- Benitez, S. (1985). *Estudio geotecnico de cordilleras*. guayaquil.
- Cedeño , J., & Donoso, M. (2010). *Atlas pluviometrico del Ecuador, UNESCO*. Guayaquil, Ecuador : Programa Hidrológico Internacional (PHI).
- Constitución de la Republica del Ecuador 2008. ((2011, julio 13)). Ecuador.
- Esteban, J. (10 de Febrero de 2015). *Volumenes de Tierra*.
- Google Earth*. (10 de Noviembre de 2017).
- Grau, I. F. (2015). *Registro de perforacion mecanica* . Guayaquil.
- Guachamin, A. P. (2015). *AUDITORIA AMBIENTAL DE CUMPLIMIENTO PARA LA EMPRESA TECNOCALIDAD S.A., EN EL PERIODOD DE SEPTIEMBRE 2012 A AGOSOT 2014. GUAYAQUIL*.
- HORMIGON, I. B. (1995). *Diseño de espesores para paviemntos de hromigon en carretreas y calles. Metodo PCA*.
- INAHMI. (2014). *Anuario meteorologico*. Guayaquil- Ecuador: GESTION DE LA INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA.
- INAMHI. (1999). *Regionalizacion del INAMHI*. Ecuador .
- INEN. (2011). *SEÑALIZACION VIAL PARTE 2 SEÑALIZACION HHORIZONTAL*. QUITO.
- INEN. (2011). *Señalización vial parte 2 Señalización Horizontal*. Ecuador: RTE INEN 004.
- INVIAS. (2009). *manual de dfrenaje de carreteras*. BOGOTA.
- Key de Minería. (29 de enero de 2009). Quito. Recuperado el 4 de Enero de 2017, d. (s.f.). Obtenido de [http://www.hidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/ley\\_mineria\\_ec.pdf](http://www.hidrocarburos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/ley_mineria_ec.pdf)
- ley de Caminos. ( 7 de julio de 1964). recuperado el 2 de Enero de 20117, d. (s.f.). Obtenido de <http://www.obraspublicas.gob.ec/wp->



content/uploads/downloads/2015/03/LOTAIP2015\_ley\_de\_caminos\_y\_reglamento  
s.pdf

Ley de Gestión Ambiental, c. (. (s.f.). Obtenido de  
<http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/369324/LEY+DE+GESTION+AMBIENTAL.pdf/be20e96d-f07b-4d31-b8d7-9df8291f5115>

Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (9 de Septiembre de 2004). Ecuador. Recuperado el 11 de Enero de 2017, d. (s.f.). Obtenido de  
<http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-PREVENCION-Y-CONTROL-DE-LA-CONTAMINACION-AMBIENTAL.pdf>

Meadows, M. (2002). *Aplicaciones Informaticas en Ingenieria Hidráulica*. Haestad Press.

MinCIT. (2010). Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público. En i. y. Ministerio de comercio, *RETILAP* (págs. 116-140). Bogotá: Ministerio de Minas y Energía.

MOP. (1967). Manual de drenaje MOP. En M. d. públicas. Caracas : MOP.

MTOP. (2003). *Manual de diseño geométrico*. Quito.

PCA, P. d. (2010). *Christian Rojas Torrinco*. Cochabamba.

Pereda, L. (3 de Marzo de 2012). *Monografía.com*. Obtenido de  
<http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/propuesta-adecuada-disposicion-desechos-solidos-del-sector-mariquita/propuesta-adecuada-disposicion-desechos-solidos-del-sector-mariquita.shtml>

Plastigama. (2017). *Novafort plus plastigama*. Durán: Mexichen S.A.

Reynafarje, S. (Junio de 2015). *tachas reflectivas en las carreteras*. Obtenido de Signo Vial:  
<http://signovial.pe/blog/tachas-reflectivas-en-las-carreteras-significa-cada-color/>

RTE004-2, I. (2011). *Señalización vial. parte1 señalización vertical*. Quito: INEN RTE 004.

TULAS, T. U. (s.f.).