

AÑO 2022

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

Informe Geológico – Geotécnico

Elaborado Por:

Ing. Gianmarco Pendola M.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	4
2. UBICACIÓN DEL PROYECTO	4
3. OBJETIVO.....	5
4. METODOLOGIA DE TRABAJO UTILIZADA EN EL PRESENTE PROYECTO	5
5. ASPECTOS GENERALES	6
5.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA	6
5.2. LIMITES	6
5.3. CLIMA	6
6. GEOMORFOLOGIA	7
6.1. HIDROLOGIA.....	10
6.2. GEOLOGÍA.....	11
6.3. Suelos.....	12
6.4. Hidrografía	12
7. NEOTECTONISMO SISMICIDAD.....	13
7.1. Tectónica en el Ecuador.....	13
8. SISMICIDAD	15
8.1. Riesgo de sismos	15
9. EVALUACION DE PARÁMETROS GEOTECNICOS PARA ANALISIS DE PELIGRO SISMICO Y DISEÑO SISMO – RESISTENTE.....	16
10. GEOTECNIA.....	18
10.1. Objetivo	18
10.2. Trabajos Realizados.....	18
10.3. ESTUDIO DE LA SUBRASANTE	19
10.4. ENSAYOS DE LABORATORIO.....	20
11. CONDICIONES GEOTÉCNICAS DE LOS SUELOS DEL LUGAR	20
12. ANÁLISIS DE GABINETE	21
13. MATERIALES PARA EL PAVIMENTO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	25
14. ESTABILIDAD DE TALUDES	25
15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	26
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del Proyecto	5
Figura 2. Relieve del Cantón San Jacinto de Yaguachi.....	9
Figura 3. Minería en el Cantón San Jacinto de Yaguachi.....	10
Figura 4. GEOLOGIA	12
Figura 5. Compilación de los regímenes de deformación durante el cuaternario en los Andes del Norte y Centrales (Aso Geológica de Argentina Vol. 61 2006)	14
Figura 6. Mapa para diseño sísmico Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011 ..	17
Figura 7. CBR.....	22
Figura 8. Humedad Natural vs Humedad Optima	23
Figura 9. Inicio de la Vía	30
Figura 10. Vía desde 0+100.....	30
Figura 11. Albarrada.....	31
Figura 12. CALICATA No. 1.....	31
Figura 13. CALICATA No.2.....	31
Figura 14. CALICATA No.3.....	32
Figura 15. CALICATA No.4.....	32
Figura 16. CALICATA No.5.....	33
Figura 17. CALICATA No.6.....	33
Figura 18. CALICATA No.7.....	34
Figura 19. CALICATA No.8.....	34
Figura 20. CALICATA No.9.....	35
Figura 21. CALICATA No.10.....	35
Figura 22. CALICATA No.11	36

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas del Proyecto	4
Tabla 2. Matriz para descripción de precipitación registrada en el Cantón San Jacinto de Yaguachi.....	7
Tabla 3. Matriz para descripción Morfometría.....	8
Tabla 4. Factores Z para las Zonas Sísmicas de la Región Ecuatoriana.....	18
Tabla 5. Tipo de Suelo y Factor de Sitio Fa	18
Tabla 6. Ubicación de Calicatas.	19
Tabla 7. ZONIFICACION A NIVEL DE SUBRASANTE.....	21
Tabla 8. Resultados de Calicata.....	24

ESTUDIO DE GEOLOGIA Y GEOTECNIA PARA EL DISEÑO DEFINITIVO DE LA VÍA: EL DESEO – LA INMACULADA - CRUCE BUENO, UBICADA EN EL CANTÓN YAGUACHI DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS”.

1. INTRODUCCIÓN

Para promover la existencia de redes viales suficientes, de standard apropiado en buen estado, fomentando el bienestar general de los ciudadanos y mejorando el transporte público el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincial de Guayas solicito los estudios definitivos de la vía: “ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS PARA LA REHABILITACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – LA INMACULADA - CRUCE BUENO, UBICADA EN EL CANTÓN YAGUACHI DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS”.

2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El estudio comprende el diseño de la vía ubicada en el Cantón Yaguachi.

En la actualidad el tramo de vía presenta daños como desprendimiento de agregados en la carpeta asfáltica, baches, estrías longitudinales, daños por fatiga tipo piel de cocodrilo, además la vía presenta curvas en reversa, las cuales no permiten la visibilidad de los vehículos.

Tomando lo anterior, y en virtud de las malas condiciones en la que se encuentra esta vía, sumado a la dificultad de sus moradores de trasladarse entre los recintos y ser una zona productiva en la que se cultiva en su mayor parte se dedica a la agricultura, etc., es necesaria la rehabilitación de esta vía para mejorar la calidad de vida de los moradores de estos sectores y contribuir al desarrollo social y económico del sector.

El camino es llano se inicia en el Recinto El Deseo hasta llegar al Recinto El Cruce Bueno con una longitud de 5.1 km y un ancho variable.

La vía en estudio “EL DESEO – LA INMACULADA – CRUCE BUENO” se localiza en el cantón Yaguachi, inicia en la vía principal Milagro – Virgen de Fátima (Km. 26) en el Recinto El Deseo, se desarrolla con un rumbo NOR-OESTE y pasa por el recinto La Inmaculada hasta llegar al Recinto Cruce Bueno que es el final del proyecto, y está ubicado en las siguientes coordenadas:

Tabla 1. Coordenadas del Proyecto

	ESTE	NORTE
INICIO EL DESEO	652639.32	9756561.48
FIN CRUCE BUENO	656252.64	9755203.95



Figura 1. Ubicación del Proyecto

3. OBJETIVO

El principal objetivo es establecer las características geológicas–geotécnicas que se encuentren en el área de influencia del estudio, y realizar trabajos de campo, laboratorio y gabinete que permitan evaluar y establecer las características físico–mecánicas del terreno natural, subsuelo y la estructura de la subrasante sobre la cual se apoyará el pavimento.

4. METODOLOGIA DE TRABAJO UTILIZADA EN EL PRESENTE PROYECTO

El presente estudio, se lleva conforme a las actividades siguientes:

1. Recopilación de la información desarrollada en trabajos anteriores: se procedió a recopilar y revisar la información cartográfica, geológica, geomorfológica y todos los antecedentes relacionados con el área de influencia del proyecto.
2. Control de campo: Se efectuaron salidas de campo para verificación de los trabajos de campo, estudiar la geología y mantener un control permanente de las actividades.
3. Se realiza un reconocimiento de los sitios de donde se extraen los materiales para la rehabilitación vial y se estudiarán los aspectos de control de calidad de las capas compactadas en el trazado del eje vial mediante ensayos de laboratorio y pruebas de campo.
4. Trabajo de gabinete y preparación del Informe: Se revisarán los datos de campo, las fotografías del avance de obra y con la ayuda de los respectivos

mapas topográficos y geológicos del área, se procederá a elaborar el presente informe que resume el resultado de dicho trabajo.

Información Utilizada

Para la ubicación del sitio de trabajo se utilizó la Hoja Cartográfica, escala 1:50.000 publicada por el I.G.M, año 2001.

Para el estudio de los materiales que forman el paisaje regional y local de este sector se utiliza el Mapa Geológico de la Cuenca del Guayas, escala 1:250.000, preparado por la Dirección General de Geología y Minas y publicado por el IGM, año 1974, que ha sido digitalizado por los ingenieros Guaranda y Muñoz en el presente año, 2008.

5. ASPECTOS GENERALES

El GAD San Jacinto de Yaguachi fue creado como cantón 21 de julio de 1883. Su población total al 2014 68.974 hab. y al 2015. 70.493 hab.

5.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

Se encuentra ubicado geográficamente al Noroeste de la Provincia del Guayas, en la región centro sur del Ecuador, a 1°52'35 Latitud sur; el punto sur a 2°1'38de latitud sur; el punto este a 79°26' de longitud occidental; y el punto oeste a 79°38' de longitud occidental.

5.2. LÍMITES

- Al Norte Cantón Samborondón
- Al Sur Cantón Naranjal y El Triunfo
- Al Este Cantones Milagro y Marcelino Maridueña
- Al Oeste Cantón Duran y el Rio Babahoyo

El cantón San Jacinto de Yaguachi tiene una superficie total de 51.200 hectáreas, de las cuales 22.029,98 ha., que corresponden al 99,02% de la superficie total del cantón, se han caracterizado dentro de un sistema productivo.

Temperatura Oscila entre los 24 y 25 grados centígrados

Altura de 10 a 680 metros sobre el nivel del mar con pequeñas elevaciones.

5.3. CLIMA

En esta zona es característico el desarrollo de un patrón de lluvia estacional, con precipitaciones medias anuales que varían entre 900 y 1.700 mm aproximadamente, manteniendo rangos de temperatura media anual entre 25° y 27° centígrados a lo largo de todo el año, estas condiciones entre otras ocasionan que se determinen 2 tipos de clima en el cantón como se puede observar a continuación:

Tropical mega térmico semihúmedo, se presenta en una pequeña franja al occidente frontera con el cantón Durán, cuyas precipitaciones varían entre 900 y 1.000 mm. anuales, con una estación lluviosa de diciembre a abril y un verano seco, con

temperaturas medias de 26° y 27° C y humedad relativa que varía de 70 a 90% dependiendo de la estación.

Tropical mega térmico húmedo, se encuentra en la parte norte y media del cantón, cuyos valores pluviométricos varían entre 1.000 y 2.000 mm de precipitación media anual, con temperaturas medias mayores a 22°C y humedad relativa que varía de 70 a 90% dependiendo de la estación.

Matriz para descripción de información climática

Variable	Descripción
Temperatura	24,5°C - 26°C.
Temperatura media anual	30,0°C
Temperatura máxima	36,0°C
Pisos climáticos	Tierras Bajas

Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2012

Elaboración: Equipo Técnico del GAD Yaguachi.

Precipitación

Tabla 2. Matriz para descripción de precipitación registrada en el Cantón San Jacinto de Yaguachi

CUADRO # 2: VALORES MEDIOS MENSUALES DE PRECIPITACIONES – CANTÓN SAN JACINTO DE YAGUACHI												
UNIDAD (MM)	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
Mínimo	0	44	60	50	0	0	0	0	0	0	0	0
Máximo	701	795	830	1124	621	629	292	18	58	89	520	772
Medio	225	292	290	198	60	22	6.2	0.7	1.7	3.6	18.5	429

Fuente: INAMHI, 2010.

6. GEOMORFOLOGIA

Situación actual del territorio en base al relieve.

El cantón Yaguachi se encuentra en una llanura aluvial reciente, cuya extensión geográfica es plana o ligeramente ondulada, con altitudes menores a 20 m, pero la mayoría de ellas no sobrepasan los 5m, y cuya pendiente no sobrepasa el 2%; en el nivel ondulado se presentan zonas inundables, con pequeñas ondulaciones de amplitud métrica, con un suelo y vegetación más desarrollados. Existen diques, basines, cauces y meandros abandonados, donde los diques controlan las inundaciones y presentan un rico ecosistema y suelo de buenas características para la agricultura extensiva. Forma parte de la Cordillera Chongón Colonche, cuya conformación resalta las rocas antiguas del Paleógeno y del Cretáceo, sometidas a procesos erosivos intensos desde el Eoceno superior. En este macro dominio está la

roca de la formación Piñón, encontrándose relieves de diverso desnivel vertical y pendientes, y se ubica principalmente hacia el Noroeste del cantón.

Tabla 3. Matriz para descripción Morfometría

RELIEVE	DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA	DESCRIPCIÓN MORFOMETRIA
Depósitos aluviales de textura variable	Basin	Pendiente Plana 0 a 2 %, con un desnivel relativo de 0-5m
	Cauce abandonado	Pendiente Plana 0 a 2 %, con un desnivel relativo de 0-5m.
	Dique o banco aluvial	Pendiente Plana 0 a 2 %, con un desnivel relativo de 0-5m
	Nivel ligeramente ondulado	Pendiente Muy suave 2 a 5 %, con un desnivel relativo
	Nivel ondulado con presencia de agua	Pendiente Muy suave 2 a 5 %, con un desnivel relativo
	Nivel ondulado con presencia de agua/Nivel plano	Pendiente Plana 0 a 2 %, con un desnivel relativo de 0-5m
	Nivel plano Pendiente	Plana 0 a 2 %, con un desnivel relativo de 0-5m
	Nivel plano/Nivel ondulado con presencia de agua	Pendiente Plana 0 a 2 %, con un desnivel relativo de 0-5m
	Valle fluvial	Pendiente Plana 0 a 2 %, con un desnivel relativo de 0-5m

Fuente: Sistema Nacional de información SENPLADES

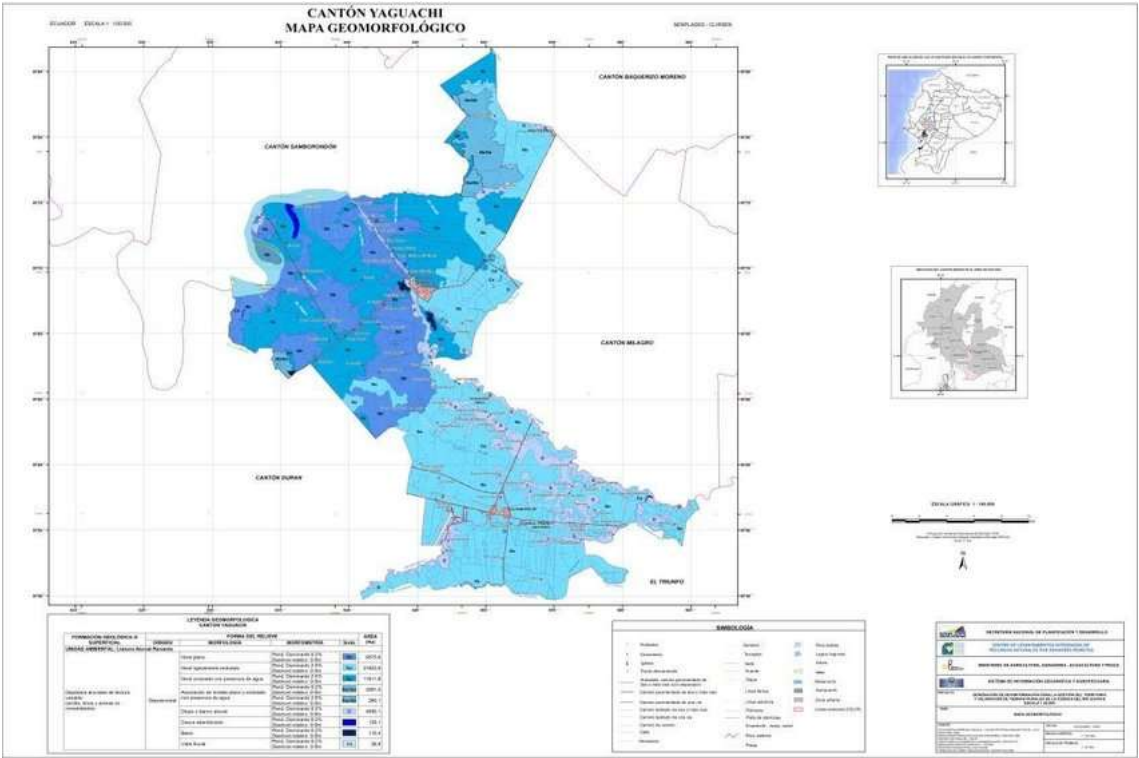


Figura 2. Relieve del Cantón San Jacinto de Yaguachi

Recursos no renovables existentes de valor económico, energético y/ o ambiental.

Los recursos no renovables presentes en el GAD se refieren a la explotación de materiales pétreos específicamente los relacionados a materiales de construcción como son arenas gruesas, ripio, lastre de escolleras y cascajo; contando con 32 concesiones de las cuales 19 se encuentran inscritas y 13 en trámite, encontrando 10 concesiones mineras, 7 están en fase de exploración y 16 son dedicadas a minería artesanal. El GAD municipal de San Jacinto de Yaguachi aún no tiene acreditada la licencia ambiental, por lo que aún no puede aprobar concesiones pendientes y en trámite.

Descripción de recursos no renovables existentes de valor económico, energético y/o ambiental.

Recurs o	Descripció n	Tipo de infraestructu ra	Numero de Concesion es	Superfici e Ocupada	Observacion es
Mineral	Materiales de Construcci ón		32 concesione s	1.518,6 ha.	Estado de las concesiones o en tramite



Figura 3. Minería en el Cantón San Jacinto de Yaguachi

Los ecosistemas naturales del cantón han sido intervenidos por el desarrollo de las actividades antrópicas, respondiendo al uso otorgado al área urbana y rural, donde al encontrarse asentado en un valle aluvial posee una riqueza natural propia de zonas inundables, hacia donde se acarrea por las diferentes cuencas y meandros mucha material sedimentario así como materia orgánica, regando las partes más planas donde se desarrollan diferente tipo de actividades humanas, que van degradando los suelos, contaminando las aguas, ampliando las fronteras agrícolas que cambian el uso de los suelos de vegetación arbustiva natural a grandes extensiones de cultivos extensivos y de agro exportación, destrucción de hábitats y saladeros de fauna nativa, así como la minería de materiales de construcción que se da en las cuencas de los ríos.

6.1. HIDROLOGIA

Las características de la unidad litológica son de la edad Paleozoica y depósitos cuaternarios que afloran, poseen diferentes grados de permeabilidad y fracturamiento, lo que da origen a la presencia de acuíferos de variadas características. Los depósitos aluviales son, sin duda, la unidad más importante desde el punto de vista hidrogeológico. Los sedimentos cuaternarios marinos y de

estuario de la cuenca baja del Guayas, presentan permeabilidad heterogénea o compleja, originando acuíferos aislados.

6.2. GEOLOGÍA

Situación actual del territorio en base a la geología.

Este tipo de accidente geográfico cuyo origen de formación data de la era cuaternaria, se encuentra formada una corriente de agua que fluye en una zona más plana, extendiendo su cauce en abanico, producto de las aguas generadas en las estribaciones de las cordilleras, encaminadas sobre una llanura plana, con estructuras sedimentarias del delta hidrográfico, paisaje que es típicamente litoral.

Formaciones Geológicas	Descripción
Abanico aluvial mayor	Consiste en depósitos aluviales que forman niveles planos y ondulados, bancos, bacines, meandros y cauces abandonados predominando las arcillas y las arcillas-limosas.
Arcillas marinas de estuario	Formaciones geológicamente muy jóvenes, pues se han conformado en zonas inundables propias de desembocaduras de sistemas fluviales, donde se han conformado deltas producto de la sedimentación de materiales como son las arcillas, limos y arenas, aportados por los ríos que son parte de los sistemas hídricos de la zona.

Fuente: INEC 2010

Elaboración: Equipo Técnico del GAD Yaguachi.

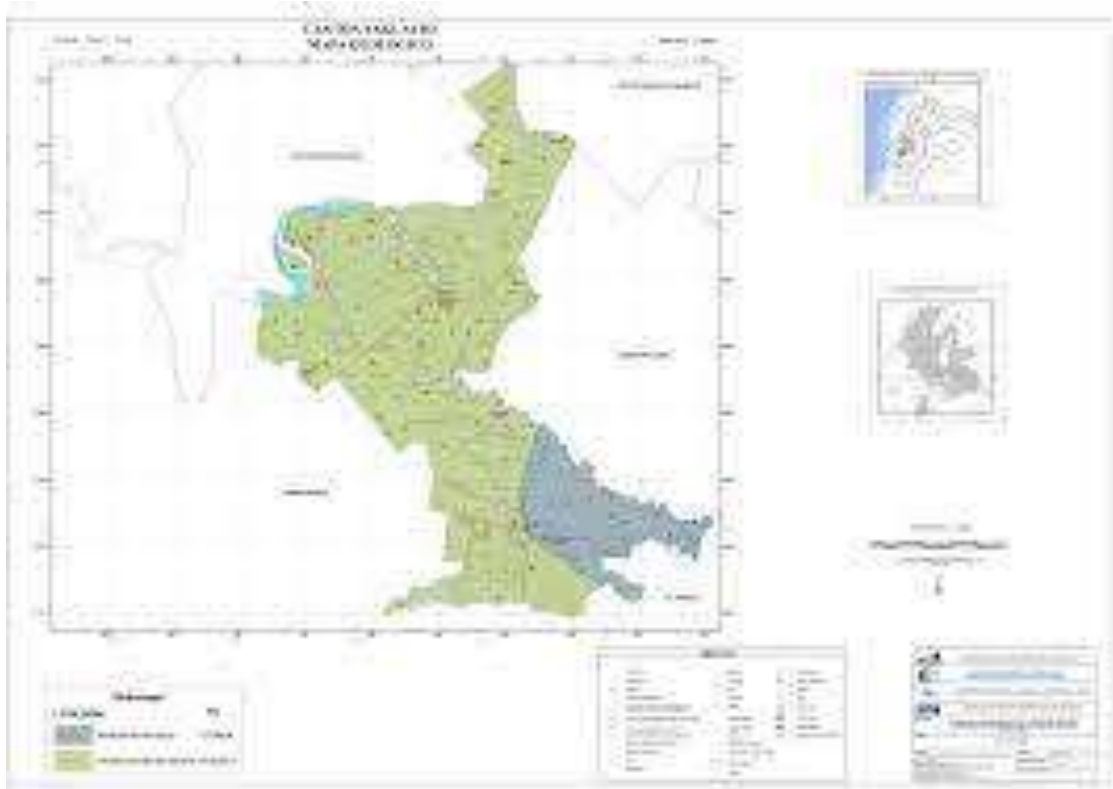


Figura 4. Geología

6.3. Suelos.

La conformación de los suelos de este cantón está definida por depósitos aluviales cuyos suelos poseen texturas variables como: arcillas, limos y arenas no consolidados con diferentes características físicas y químicas propias de zonas inundables de la costa ecuatoriana.

6.4. Hidrografía

El Agua

Esta zona por su posición geográfica forma parte de la Cuenca Baja del Guayas. En su territorio se identifican numerosos cauces naturales importantes, entre ellos, los ríos Chimbo, Bulu Bulu, Milagro, Yaguachi, Barranco Alto y varios esteros como el Mojahuevo y el Culebras.

Durante la ocurrencia de periodos lluviosos rigurosos estos cauces se desbordan generando inundaciones de áreas agrícolas y centros poblados con la consecuente afectación a la salud de los moradores, al desarrollo de sus actividades cotidianas, además de grandes pérdidas económicas. Para aliviar esta situación la ex CEDEGE (actualmente SENAGUA) construyó el proyecto de control de inundaciones de la Cuenca Baja del Guayas, el mismo que en lo fundamental consiste en cauces de alivio, diques y estructuras de derivación en los ríos Chimbo y Bulu Bulu que son los que con mayor frecuencia se desbordan. Este proyecto ha reducido

el problema de las inundaciones, pero para su adecuado funcionamiento requiere de constante y oportuno mantenimiento.

El problema de las inundaciones que afectan a gran parte del territorio es un tema complejo, por tratarse de zonas bajas y planas con densa red hidrográfica para cuya solución se requiere, además, de las medidas de tipo estructural como normas, regulaciones y ordenanzas que eviten el uso indebido de los cauces naturales incluyendo su llanura de inundación.

7. NEOTECTONISMO SISMICIDAD

7.1. Tectónica en el Ecuador

(Tomado del *volcanismo en el Ecuador* Minard L. Hall Ph. D)

Según la teoría de la tectónica de placas, la superficie de la tierra está compuesta de nueve piezas o placas, que está en movimiento circunferencial relativo. La placa que incluye el continente de África deriva al este, mientras que la Sudamérica viaja al Oeste.

Las placas experimentan un nacimiento (*una dorsal*), un viaje y, a veces una destrucción (*un arco*). Por ejemplo, la placa que contiene el continente de Sudamérica (también América de Norte) está generándose en la cadena submarina del Atlántico medio, viaja lentamente al Oeste y, termina al límite Occidental del Continente con la formación de un arco, la CORDILLERA de los ANDES (figura 5). Por otro lado, la Placa Nazca se origina en la dorsal del Océano Pacífico, esta placa deriva al este con una velocidad de aproximadamente de 6 cm. por año. Su choque con la Placa de Sudamérica, que se acerca está acompañado por el buzamiento de la placa más densa o sea la Placa Nazca, que pasa debajo del Continente. En general una Fosa Oceánica existe a lo largo de esta línea de choque, frente del continente.

Unos centenares de Km al Norte de las islas Galápagos yace otra dorsal de orientación este-oeste, que se llama la Dorsal Galápagos.

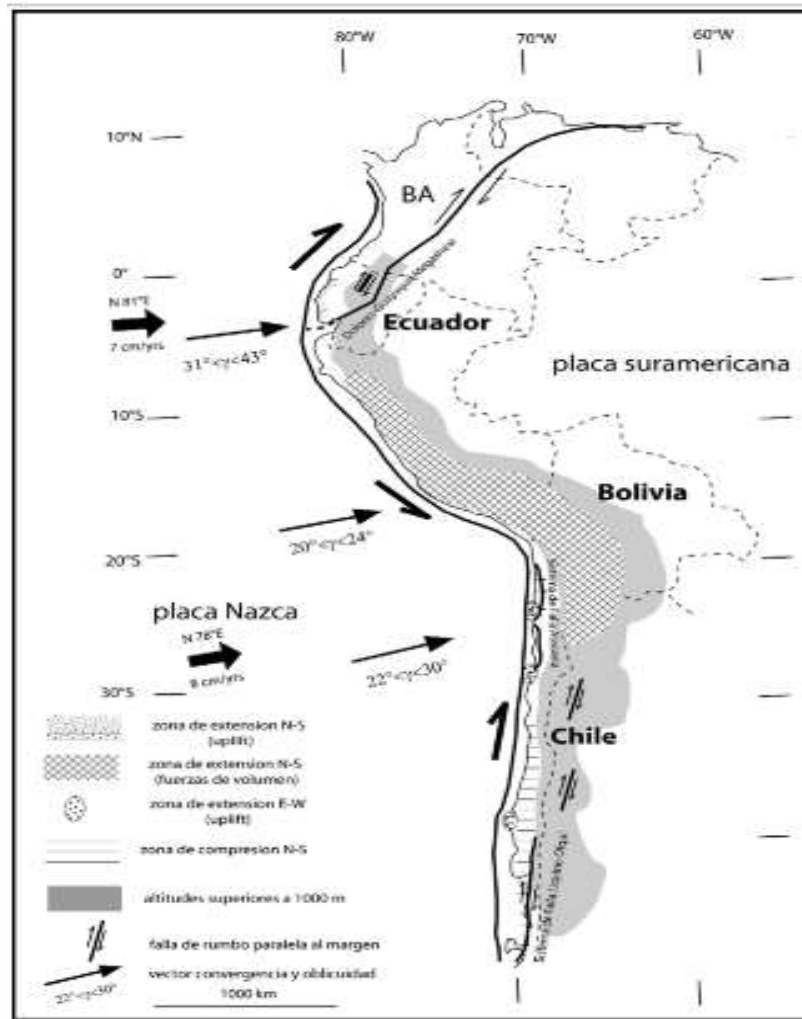


Figura 5. Compilación de los regímenes de deformación durante el cuaternario en los Andes del Norte y Centrales (Aso Geológica de Argentina Vol. 61 2006)

La Placa Cocos, que se mueve al Noreste, hacia América Central, se genera en el lado septentrional de esta dorsal, en cambio por el lado austral existe la placa Nazca. Muchas fallas transversales cortan y trasladan esta dorsal llevándola hacia el norte frente de Colombia. Las islas Galápagos yacen al límite occidental de una cadena submarina, la plataforma Galápagos y su continuación, la cuchilla Carnegie, la cual representa una traza de un punto caliente (mantle plume) a través del fondo oceánico, en esto se piensa de un punto fijo de actividad volcánica persistente, mientras tanto el piso oceánico, llevado encima de la placa Nazca deriva al este.

Un choque entre una placa oceánica y una continental llega a la formación de un arco, una faja alargada, típicamente montañosa, ubicada a unos centenares de Km hacia el interior del continente desde la fosa; por ejemplo, el choque placas Nazca-Sudamérica y su arco resultante, los Andes (ver figura 5).

Mediante la duración larga de un choque activo, el arco es el sitio de mucho volcanismo de emplazamiento de grandes cuerpos de rocas plutónicas, de mucha actividad sísmica y un levantamiento general, así son los Andes del Ecuador. El cambio en el estilo del volcanismo desde los andes septentrionales a los australes, es probablemente que el basamento que subyace bajo las dos regiones; al sur se sabe que existe un gran espesor de corteza continental, en cambio al norte la corteza debajo del arco es relativamente delgada.

En el caso de Ecuador se tiene el rompimiento de las rocas en el área litoral, centro del país y zona oriental y una de las mayores rupturas de las rocas superficiales forma la megacizalla Guayaquil-Dolores, que nace en el fondo marino del Golfo del río Guayas y se prolonga cientos de kilómetros hacia el noreste cortando el territorio ecuatoriano, colombiano y Venezolano. En el *mapa estructural* se muestra los lineamientos de las fallas geológicas que afectan al territorio ecuatoriano.

El Ecuador se encuentra ubicado sobre el llamado “Cinturón de Fuego del Pacífico” que es una zona del planeta caracterizada por concentrar algunas de las zonas de subducción más importantes del mundo, lo que ocasiona una intensa actividad sísmica y volcánica. Según la actividad sísmica, el territorio ecuatoriano (Norma Ecuatoriana de la construcción NEC) ha sido clasificado en cuatro zonas, definidas para determinar los niveles de amenaza física a partir de la aceleración máxima efectiva en la roca esperada para un sismo.

En los Andes, el estudio del estado de deformación instantánea pleistocena permite reconocer diferentes tipos de comportamientos de la placa continental de Sudamérica a lo largo del margen activo. En Ecuador Figura 5, el bloque costero está empujado hacia el norte. La costa es afectada por una extensión de dirección N-S, resultado del levantamiento del borde del continente por la subducción de la dorsal a sísmica de Carnegie. Por otra parte, la cadena principal sufre una deformación compresiva de dirección E-W.

8. SISMICIDAD

8.1. Riesgo de sismos

La evaluación de la sismicidad histórica es de suma importancia ya que constituye un parámetro utilizado en el estudio del peligro sísmico. En lo referente a riesgos sísmicos, Ecuador se ubica sobre el llamado “Cinturón de Fuego del Pacífico”, que es un sector activo de movimientos de las placas tectónicas de Nazca y Sudamérica.

Históricamente se han reportado en el país, desde 1541, alrededor de 80 movimientos sísmicos, de intensidad mayor al grado VI en la escala de Mercalli, producidos debido a la presencia del sistema de fallas activas Dolores – Guayaquil Megashear.

Moncayo⁷ incluye en un estudio reciente que la liberación de energía durante el siglo XX se dividió en tres niveles:

1. Nivel bajo: desde 1920 hasta 1950 con liberación de $1.0 \text{ E}+19$ ergios que equivale a un sismo de magnitud 5 en la escala de Richter.
2. Nivel alto: desde 1950 hasta 1960 donde se liberó $4.0 \text{ E}+23$ ergios que equivale a un sismo de magnitud 7.8 en la escala de Richter.
3. Nivel bajo: desde 1960 hasta la fecha actual.

La mayor parte de la energía liberada durante el siglo pasado corresponde a un sismo ocurrido el 12 de diciembre de 1953 cuyo epicentro se ubicó en el golfo de Guayaquil y tuvo una magnitud de 7.8 en la escala de Richter; por esta razón se considera que la región es una zona sísmicamente vulnerable ya que gran cantidad de energía acumulada en las fallas activas puede liberarse en un solo sismo.

Moncayo considera que la amenaza que representa para la región, la cercanía de las fallas activas del sistema Dolores – Guayaquil –Megashear es mucho más alta que la amenaza de los sismos con epicentro en la costa noroeste del Ecuador.

Por estas razones históricas de sismos ocurridos y de alta tendencia en su generación futura (de acuerdo con lo explicado), las instalaciones civiles deben ser edificadas con estándares antisísmicos de construcción.

9. EVALUACION DE PARÁMETROS GEOTECNICOS PARA ANALISIS DE PELIGRO SISMICO Y DISEÑO SISMO – RESISTENTE

De conformidad a la **NEC 2015, NORMA ECUATORIANA DE LA COSTRUCCIÓN 2015, Capítulo 2: Peligro Sísmico, Espectros de Diseño y Requisitos de Cálculo para Diseño Sismo-Resistente**, los parámetros a emplearse para definir el tipo de perfil de suelo que intervienen en el análisis sísmico, corresponden a los 30 m. superiores y son:

- (a) **Velocidad media de la onda de corte V_s** , determinada por Sísmica de Refracción
- (b) **N_{60}** : Número de golpes corregido derivado del NSPT para el 60% de la energía teórica, tomado de las perforaciones efectuadas como el registro modificado por las anomalías de maniobras, de conformidad al criterio de Liao - Whitman
- (c) **Parámetros geomecánicas específicos del suelo**, como “Su”, IP y W para suelos cohesivos y NSPT promedio en suelos granulares.

Según este criterio y a la existencia predominante de un tipo de suelos, se define el Perfil Geotécnico o **Tipo de Perfil de Suelo de cada sitio** (Tabla 2.4 NEC 2015).

Siguiendo este contexto, se definen los Coeficientes de Amplificación Dinámica del Perfil de Suelo, que se basan en estudios de Seed (1997 y 2001), Tena-Colunga (2009), Huang y otros (2010), Vera X. (2011) y Boulanger (2014):

$Z = 0.40$; Factor de zona para la región donde se construirá el proyecto (Tabla 2.5 de Norma NEC-2015, Capítulo 2), necesario para determinar la aceleración esperada en la roca en función de “g” (aceleración de la gravedad). Se considera que

Guayaquil y sus alrededores es Zona Sísmica tipo V, según los estudios citados y la zonificación sísmica del Ecuador, luego será $Z= 0.40$ g, la aceleración en roca para el estudio

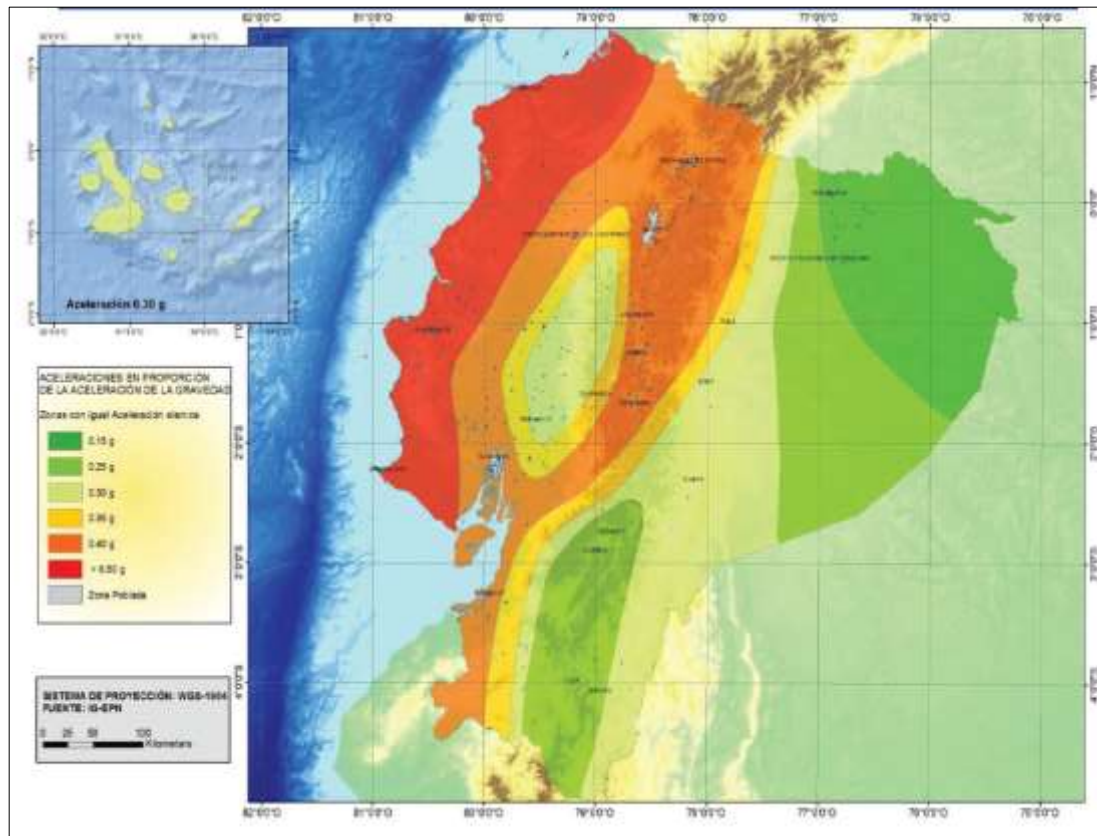


Figura 6. Mapa para diseño sísmico Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011

F_a = Coeficiente que amplifica las ordenadas del espectro de respuesta elástico de *aceleraciones* para diseño en roca, tomando en cuenta los efectos de sitio, según Tabla 2.5 de la Norma NEC-2015, Capítulo 2, para suelos tipo E y Zona Sísmica V

F_d = Coeficiente que amplifica las ordenadas del espectro elástico de respuesta de *desplazamientos* para diseño en roca, considerando los efectos de sitio para suelos tipo E y Zona Sísmica V. (Tabla 2.6 de la Norma NEC-2015, Capítulo 2)

F_s = Coeficiente que considera el comportamiento no lineal de los suelos, la degradación del periodo del sitio dependiente de la intensidad y contenido de frecuencia de la excitación sísmica y de los desplazamientos relativos del suelo, para los espectros de aceleraciones y desplazamientos. (Tabla 2.7 de la Norma NEC-2015, Capítulo 2),

η = Relación de amplificación espectral para las provincias de la costa.

Considera la NEC 2015 que el periodo de retorno del sismo de diseño es de 475 años. En base de estos parámetros, se determina el Espectro Sísmico Elástico de Aceleraciones que representa el sismo de diseño, según tabla anexa y gráfico:

Tabla 4. Factores Z para las Zonas Sísmicas de la Región Ecuatoriana

Valores del Factor Z en función de la zona sísmica adoptada						
Zona Sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor Factor Z	0,15	0,25	0,3	0,35	0,4	$\geq 0,50$
Amenaza Sísmica	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

De acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción “NEC-2015”, para definir el factor de amplificación o reducción dinámica asociada al tipo de suelo “Fa”, se debe utilizar los valores del Cuadro que se presenta a continuación:

Tabla 5. Tipo de Suelo y Factor de Sitio Fa

Tipo de Suelo y Factor de Sitio Fa						
Tipo de Suelo / Z	I	II	III	IV	V	VI
	0,15	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50
A	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
B	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C	1,40	1,30	1,25	1,23	1,20	1,18
D	1,60	1,40	1,30	1,25	1,20	1,15
E	1,80	1,50	1,40	1,28	1,15	1,05

10. GEOTECNIA

La construcción de la vía se ha diseñado, con una sección típica completa de dos carriles, ciclovías/sendas peatonales preocupándose por los medios de transporte, como lo son las bicicletas y caminatas frecuentes y de acuerdo con los requerimientos del tránsito, topografía y facilidades constructivas.

10.1. Objetivo

El estudio tuvo como objetivo fundamental es determinar las propiedades mecánicas – físicas del suelo mediante Ensayos de Clasificación y Resistencia, parámetros requeridos para determinar el espesor de Pavimento para la vía EL DESEO – LA INMACULADA - CRUCE BUENO, UBICADA EN EL CANTÓN YAGUACHI DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS”.

10.2. Trabajos Realizados

Exploración y muestreo

Se visita el sitio en estudio y se realiza la prospección geotécnica a través de calicatas a cielo abierto, se extraen las muestras de suelo, se las identifica, las sellan para evitar perder humedad y se trasladan al laboratorio.

Calicatas

De acuerdo con los TDR se realizaron calicatas cada 500 metros, para un total de once (11) Calicatas, para investigación de los materiales superficiales, y se tomaron cuarenta y cuatro (44) muestras de suelos a diferentes profundidades.

Las abscisas de los sitios de la ubicación de estas investigaciones se presentan en el siguiente Cuadro.

Tabla 6. Ubicación de Calicatas.

CALICATA No.	ABSCISA	COORDENADAS
1	0+040	652970; 9756538
2	0+500	653092; 9756475
3	1+000	653465; 9756717
4	1+500	653880; 9756539
5	2+000	653897; 9756544
6	2+500	654221; 9755707
7	3+000	654668; 9755569
8	3+500	655134; 9755637
8	4+000	654676; 9755564
10	4+500	655805; 9755499
11	5+000	656242; 9755204

10.3. ESTUDIO DE LA SUBRASANTE

Alcance de los Trabajos

Con el fin de conocer las características físicas y mecánicas del suelo de la zona en estudio, y de acuerdo con los términos de referencia, se realizaron los siguientes trabajos:

Se excavaron calicatas de 0.50m profundizadas hasta 1,50 m mediante cuchara de postear, en las que se recuperaron muestras alteradas a 0,20, 0,30, 0,40 m, 0,50, 0.60, 0.85 m y 1,50 m de profundidad, adicionalmente a 0,50 m de profundidad se recuperaron muestras masivas para ensayos de compactación y CBR de laboratorio, en todas las abscisas señaladas anteriormente. Se ejecutaron ensayos de clasificación a las diferentes profundidades antes mencionadas y ensayos CBR y Compactaciones Proctor modificadas cada 0.5 kilómetro aproximadamente.

Todas las muestras recuperadas de las calicatas fueron etiquetadas, embaladas y transportadas al laboratorio de Suelos (ASTM D 4220).

10.4. ENSAYOS DE LABORATORIO

Para determinar las características físicas y mecánicas de los suelos, en las muestras representativas, se efectuaron los siguientes ensayos de laboratorio, respetando los procedimientos determinados por las normas respectivas:

- Humedad Natural ASTM D 2216
- Granulometría por Vía Húmeda ASTM D 422
- Límite Líquido y Límite Plástico ASTM D 4318
- Compactación a Energía Modificada AASHTO T 99
- CBR de Suelos Compactados AASHTO T 193
- Pesos específicos ASTM D 854-06

Los resultados de los análisis y la zonificación geotécnica de los suelos de la Subrasante constan en detalle en el Cuadro 2: Zonificación de la vía a nivel de subrasante.

Los suelos de subrasante fueron muestreados en la profundidad explorada de hasta 1,8 m y en laboratorio se realizaron ensayos de humedad natural ASTM D 2216, Límites de Atterberg AASTM D 4318, y granulometría por vía húmeda ASTM D 422. Con las muestras de suelo de Subrasante, en sus primeros 0,50 m se hicieron ensayos de peso específico ASTM D 854-06, Compactación Modificada AASHTO T-99, y CBR de suelos compactados AASHTO T 193.

11. CONDICIONES GEOTÉCNICAS DE LOS SUELOS DEL LUGAR

La vía proyectada se desarrolla sobre una morfología del tipo llanura, plana, ondulada, con pendientes transversales muy bajas, de bajo a medio nivel de drenaje natural, lo que provoca una saturación de los suelos del lugar.

Hasta la profundidad investigada, se ha detectado una sola Unidad Geotécnica, la misma que se halla constituida por una grava limosa-arcillosa de plasticidad baja a media y limos arenosos de baja plasticidad. Se presenta de color gris marrón a marrón, con un contenido de humedad que varía de medio a bajo.

Los suelos de Subrasante, se pueden zonificarlos en un solo grupo correspondientes a la formación geológica, correspondiente a depósitos aluviales del Cuaternario, constituida esencialmente de arcillas limosas, limos arcillosos, arenas y poco porcentaje de gravas.

Son suelos de partículas finas y gruesas clasificados en un 38% de gravas arcillosas-limosas, 31 % como arenas limosas y 31% de limos arenosos. El contenido de humedad natural varía de medio a baja en un medio tropical de altas precipitaciones pluviométricas; de plasticidad media.

Las humedades naturales (W%) encontradas en estas muestras, están comprendidas entre 4 % a 36 %.

Las muestras ensayadas presentan un LL varia de 1.73% como mínimo a 40.76 % como máximo, con un promedio total de 21 % y un registro máximo de 27 %.

El CBR para diseño varía entre 4 % y 38 %, con un promedio de 10 %.

La densidad seca máxima varía entre 1,27 y 2,5 t/m³, con un promedio de 1,82 t/m³.

La humedad óptima varía entre 15 y 38 %, con un promedio de 24 %.

Los resultados de los análisis y la valoración geotécnica de los suelos de la subrasante constan en detalle en el Cuadro Resumen general de Resultados, para el diseño del Pavimento.

Tabla 7. Zonificación a nivel de subrasante

ABSCISAS		m	SIMBOLO	DESCRIPCION
INICIO	FIN			
0+000	0+040	40	SW-SM	Grava de canto rodado con arena fina , marron, baja plasticidad
			ML	Limo arcilloso color marron, baja plasticidad
0+040	0+500	500	SM	Areana limosa color marron oscura
			ML	Limo arcilloso color café
0+500	1+000	500	GP-GC	Canto rodado con limo arenoso color marron
			ML	Limo arenoso color marron
1+000	1+500	500	GM	Grava con limo color marron
1+500	2+000	500	GM	Grava con limo arenoso color marron oscuro
			SM	Arena limosa color marron
2+000	2+500	500	GP-GM	Grava con limo arenoso color gris marron
			SP-SM	Areana limosa color marron
2+500	3+000	500	SM	Arena limosa color marron
3+000	3+500	500	SM	Arena fina limosa color marron
			ML	Limo arenoso color marron
3+500	4+000	500	GM - GC	Grava con limo y arcilla color gris
			ML	Limo arenoso color marron
4+000	4+500	500	SP - SC	Arena con limo y arcilla color marron
			ML	Limo color marron
4+500	5+000	500	SC	Arena arcillosa color gris marron
			ML	Limo con arena fina color marron

12. ANÁLISIS DE GABINETE

Con la información recuperada en el campo y laboratorio, se procedió a realizar la correlación de humedades naturales, resultados de los ensayos Proctor modificados y CBR de laboratorio, con la finalidad de determinar los parámetros del suelo para el diseño estructural de pavimentos.

Los valores representativos de las propiedades físicas y mecánicas obtenidas de los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados en el marco del presente estudio son las siguientes:

Humedad natural varía entre un 4% al 36%

CBR para diseño varía entre el 5% al 7%

Densidad Seca Máxima (Energía Modificada) varía entre 1,2 y 1.6 t/m³

Humedad Óptima (Energía Modificada) varía entre 17 y 19 %

El detalle de los ensayos de laboratorio de los materiales obtenidos en las calicatas de la vía y sus resultados, constan en el Apéndice A.

Los perfiles estratigráficos de los suelos de subrasante, determinados a través de las calicatas de la vía, constan en el Apéndice B

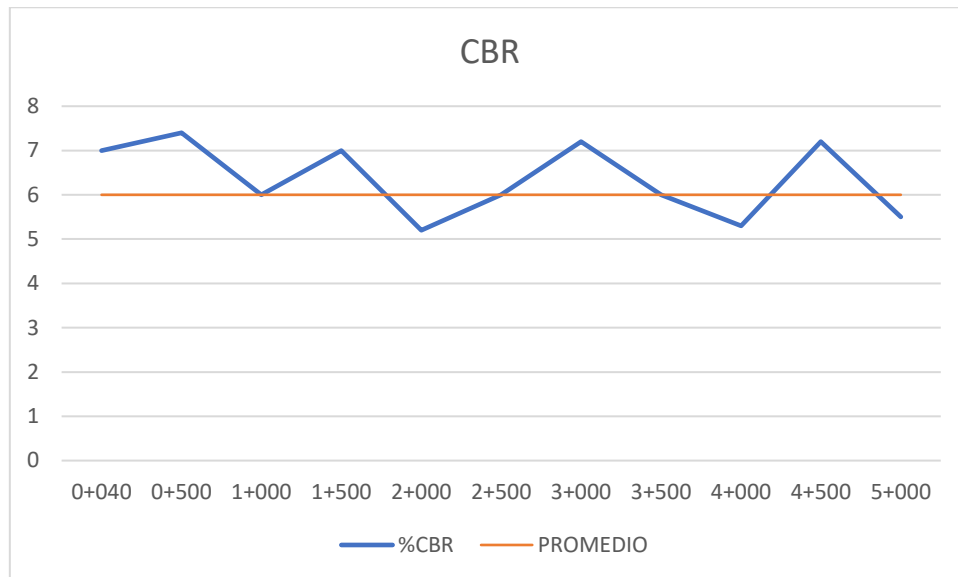


Figura 7. CBR

En este gráfico se puede apreciar que la mayor concentración de valores de CBR, están comprendidos entre 7% y 5%.

HUMEDAD NATURAL - HUMEDAD OPTIMA

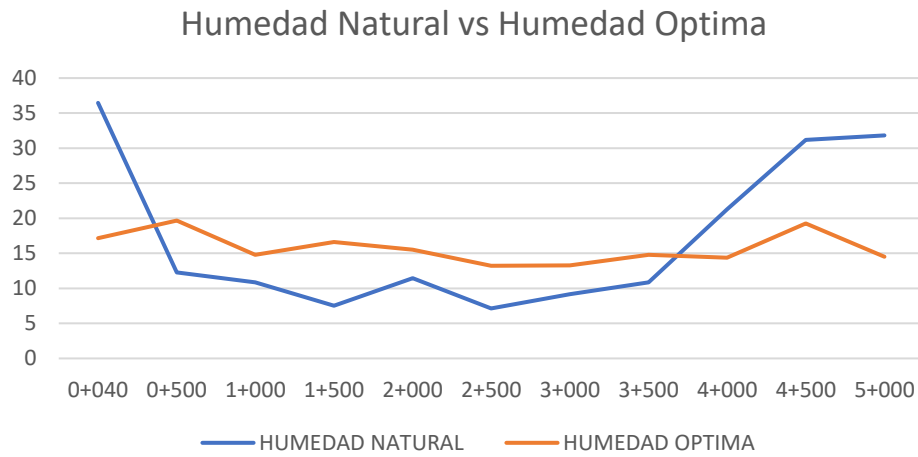


Figura 8. Humedad Natural vs Humedad Optima

Se puede concluir que la humedad natural tiene un contenido de humedad ligeramente inferior al de la humedad óptima de compactación referente al Proctor Modificado.

Tabla 8. Resultados de Calicata**VIA EL DESEO - LA INMACULADA - CRUCE BUENO**

CALICATA No.	ABSCISA	Intervalo	Muestra	Descripcion	Clasificacion	Humedad	LL	IP	Pasante # 4	Pasante # 200	DSM kg/m3	Humd. Opt. %	CBR 95%	CBR 100%	HINCHAMIENTO
1	0+040	0,00 - 0,85 m	1	Grava de canto rodado con arena fina , marron, baja plasticidad	SW-SM	4,84	23,98	3,93	34,45	6,78	2244	7,53	30	38	1,52
		0,85 - 1,50 m	2	Limo arcilloso color marron, baja plasticidad	ML	36,46	34,74	5,34	98,58	95,34	1534	17,18	7	7	0,16
2	0+500	0,00 - 0,40m	1	Areana limosa color marron oscura	SM	36,63	28,93	2,88	70,79	44,99	2024	11,21	10	12	1,60%
		0,40 - 1,50 m	2	Limo arcilloso color café	ML	12,27	27,9	1,42	98,27	68,48	1652	19,62	6,5	7,4	1,52
3	1+000	0,00 - 0,20m	1	Canto rodado con limo arenoso color marron	GP-GC	5,73	40,76	18,58	33,45	10,19	2246	8,28	7,50	12,20	0,35
		0,20 - 1,50 m	2	Limo arenoso color marron	ML	10,85	NP	NP	100	66,58	1383	14,8	5,4	6	0,12
4	1+500	0,00 - 0,50m	1	Grava con limo arcilloso color marron	GM	8,75	30,37	7,51	45,8	13,83	1912	7,27	10,5	14,2	1,52
		0,50 - 1,50 m	2	Grava con limo color marron	GM	7,52	NP	NP	46,41	18,02	1268	16,63	6,4	7	0,12
5	2+000	0,00 - 0,20 m	1	Grava con limo arenoso color marron oscuro	GM	12,13	22,97	1,31	49,93	14,36	2255	9,31	11,00	14,20	1,52
		0,20 - 1,50 m	2	Arena limosa color marron	SM	11,45	NP	Np	97,67	20,58	1338	15,53	4,8	5,2	0,12
6	2+500	0,00 - 0,40m	1	Grava con limo arenoso color gris marron	GP-GM	4,43	24,62	1,74	45,01	10,05	2218	11,68	7,2	11	0,31
		0,40 - 1,50 m	2	Areana limosa color marron	SP-SM	7,13	NP	NP	97,35	7,25	1631	13,22	5,2	6	0,08
7	3+000	0,00 - 0,60m	1	Arena limosa color marron	SM	9,75	NP	NP	63,12	21,29	2124	9,04	12,5	17	1,52
		0,60 - 1,50 m	2	Arena limosa color marron	SM	9,15	NP	NP	98,77	13,57	1605	13,27	6,8	7,2	0,27
8	3+500	0,00 - 0,40m	1	Arena fina limosa color marron	SM	9,47	NP	NP	65,54	22,57	2039	9,11	12	16	1,52
		0,40 - 1,50 m	2	Limo arenoso color marron	ML	10,85	NP	NP	100	66,58	1383	14,8	5,1	6	1,52
9	4+000	0,00 - 0,40 m	1	Grava con limo y arcilla color gris	GM - GC	15,96	24,86	4,17	48,53	17,62	1988	8,81	9,7	10,4	0,27
		0,40 - 1,50 m	2	Limo arenoso color marron	ML	21,26	NP	NP	99,19	62,25	1387	14,36	4,2	5,3	0,16
10	4+500	0,00 - 0,60m	1	Arena con limo y arcilla color marron	SP - SC	9,39	26,26	6,32	52,57	11,96	2503	8,54	4,3	4,2	0,2
		0,60 - 1,50 m	2	Limo color marron	ML	31,18	33,87	7,11	99,91	74,96	1586	19,28	6,8	7,2	1,52
11	5+000	0,00 - 0,30m	1	Arena arcillosa color gris marron	SC	26,59	29,33	8,49	65,76	23,04	2420	8,84	6,6	7,5	0,31
		0,30 - 1,50m	2	Limo con arena fina color marron	ML	31,8	1,73	1,73	97,91	57,99	1311	14,53	5	5,5	0,2

13. MATERIALES PARA EL PAVIMENTO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Con el fin de que los parámetros de diseño estimados y asumidos cumplan con la función estructural y de drenaje en la obra proyectada, las propiedades características mínimas que deben cumplir los materiales deberán cumplir con los requerimientos de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, editados por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador (MOP - 001 – F - 2002).

Debido a que los suelos de la subrasante presentan parámetros de CBR de 19 %, se recomienda que el Ingeniero Diseñador utilice la capa de material de grava, arena con presencia de limos de baja plasticidad, se considere dicho material como parte del paquete estructural de la vía.

Los materiales deberán cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones:

Capa de Subrasante Mejorada: constituida por material granular, que puede ser canto rodado que cumpla con lo dispuesto en la Sección 817 (MTOP – 001 – F - 2002).

El material granular deberá cumplir con los siguientes parámetros:

- Límite Líquido < 25 %
- Índice Plástico < 6 %
- Resistencia a la abrasión Los Ángeles: < 50 %
- Resistencia al Desgaste de Sulfatos: < 15 %

La curva granulométrica deberá estar dentro de los siguientes límites:

- Tamiz 3" (75 mm): 100 %
- • Tamiz N.º 4: entre 50 y 90 %;
- • Tamiz N.º 200: entre 0 y 25%

El CBR no será inferior a 30 %, compactado en energía modificada, mediante el ensayo AASHTO T 193.

Se compactará en capas de hasta 20 cm, mediante rodillo liso vibratorio de 12 t, de manera que alcance el 95 % de la máxima densidad seca obtenida mediante el ensayo AASTHO T 180.

14. ESTABILIDAD DE TALUDES

En función de las evaluaciones y secciones geológicas y geotécnicas se ha determinado que los taludes de corte y relleno se realizarán principalmente sobre depósitos de gravas con arenas limosas o arcillosas con ligera plasticidad, y alcanzarían una altura no mayor de 3 metros.

En el área de influencia directa de la ruta de la vía no se presentan rasgos morfológicos correspondientes a zonas inestables, por cuanto la zona corresponde a colinas de pequeña altura, presentando una morfología de plana a suave ondulada.

Las excavaciones en general se ejecutarán sobre suelos de consistencia media, salvo algunos casos especiales que por saturación local por nivel freático permanente o parcial (“agua “colgada”), tendrán resistencia al corte baja y requerirán contención o entibamiento temporal.

Los taludes generales de excavación son:

(A) En Terrenos de baja consistencia: suelos arenosos, arcillosos blandos y mezclas de gravas con arenas limosas sueltas o rocas de baja consistencia

- Con Altura de 2m.: 0.75 :1 (Horizontal-Vertical)
- Con Altura > 2 m. y hasta 4 m.: 1:1 (H-V)
- Con altura > 4 m.: 1:1 (H-V), con berma intermedia a 3 m. de altura, de ancho 1 m.

(B) En Rocas de consistencia media o semiduras, con la masa rocosa que no conforme bloque sueltos o alterados, se emplearán taludes 0.75: 1 (H-V).

En las rocas en general, con excavaciones de altura mayor a 2 m., se empleará gunitado u hormigón proyectado para protección de taludes, que evitan el deterioro de la resistencia por disminución de humedad y “relajamiento” de esfuerzos.

En general, no debe esperarse más de 4 días para proteger los taludes de excavación

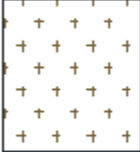
(C) BOMBEO. Si aparecen aguas freáticas o colgadas, se requerirá bombeo permanentemente durante el proceso de excavación.

15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

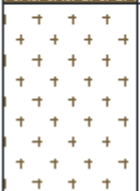
- Debido a los parámetros de los valores de CBR de la subrasante, se recomienda que el diseñador incorpore el estrato de grava que tiene un $CBR > 20\%$ al paquete estructural del pavimento, y de esta manera disminuir costos.
- Al comparar los valores de humedad natural con los de la humedad óptima del Proctor modificado, se observa que todos los suelos al momento del muestreo tienen un porcentaje que varía entre un 12 a 20 % de humedad óptima ligeramente superior a la humedad natural, por consiguiente, el grado de compactación alcanzará bajo condiciones naturales de humedad valores de 90 % y 95 % de la densidad máxima referente al Proctor Modificado.
- Para el trazado de la vía, se requerirá de la ejecución de varios cortes, rellenos, y construcción de terraplenes, los materiales arcillosos y limosos de media a baja plasticidad son los representativos de la zona, por consiguiente, para sus usos estos deben cumplir con las especificaciones de la sección 817 (MOP-001-F-2002).
- Los suelos empleados en la construcción de los rellenos deben poseer una capacidad portante adecuada, y no deben presentar expansividades

mayores al 4%. Tampoco se permite el empleo de suelos que, en el ensayo de compactación realizada, de acuerdo con lo prescrito en la Norma AASTHO T-180, presenten densidades máximas menores a 1400 kg/m.

APENDICE "A"

Calicata #1			Coordenadas: 652670; 9756538				Abscisa: 0+040				
Estratigrafía	Profundidad (m)	Muestra	Descripción	Clasificación	Humedad (%)	L. Líquido	Índice Plástico	Pasante #4	Pasante #200	Proctor	CBR 95 %
	0.00 - 0.85	1	Grava de canto rodado con arena fina color café de baja plasticidad	A-1a SW-SM	4.84	23.98	3.93	34.85	6.78	2244	30.00
	0.85 - 1.50	2	Limo arcilloso color café claro de baja plasticidad	A-4(6) ML	36.46	34.74	5.34	98.68	95.34	1534	6.70

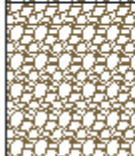
Calicata #2			Coordenadas: 653092; 9756475				Abscisa: 0+500				
Estratigrafía	Profundidad (m)	Muestra	Descripción	Clasificación	Humedad (%)	L. Líquido	Índice Plástico	Pasante #4	Pasante #200	Proctor	CBR 95 %
	0.00 - 0.40	1	Arena limosa color café oscura de baja plasticidad	A-4(0) SM	36.63	28.93	2.88	70.79	44.99	2024	10.00
	0.40 - 1.50	2	Limo arcilloso color café de baja plasticidad	A-4(6) ML	12.27	27.90	1.42	98.27	66.48	1652	6.50

Calicata #3			Coordenadas: 653465; 9756717				Abscisa: 1+000				
Estratigrafía	Profundidad (m)	Muestra	Descripción	Clasificación	Humedad (%)	L. Líquido	Índice Plástico	Pasante #4	Pasante #200	Proctor	CBR 95 %
	0.00 - 0.20	1	Canto rodado con limo arenoso color café	NC GP-GC	5.73	40.76	18.58	33.45	10.19	2246	7.50
	0.20 - 1.50	2	Limo arenoso color café no plástico	A-4(0) ML	10.85	N-P	N-P	100.00	66.58	1383	5.40

Calicata # 4

Coordenadas: 653880; 9756539

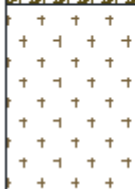
Abscisa: 1+500

Estratigrafía	Profundidad (m)	Muestra	Descripción	Clasificación	Humedad (%)	L. Líquido	Índice Plástico	Pasante # 4	Pasante # 200	Proctor	CBR 95 %
	0.00 - 0.50	1	Grava con limo arcilloso color café de mediana plasticidad.	A-2-4(0) GM	8.75	30.37	7.51	45.80	13.83	1912	10.50
	0.50 - 1.50	2	Grava con limo color café no plástica.	A-1b GM	7.52	N-P	N-P	48.41	18.02	1288	6.40

Calicata # 5

Coordenadas: 653897; 9756544

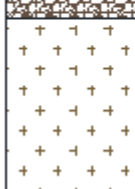
Abscisa: 2+000

Estratigrafía	Profundidad (m)	Muestra	Descripción	Clasificación	Humedad (%)	L. Líquido	Índice Plástico	Pasante # 4	Pasante # 200	Proctor	CBR 95 %
	0.00 - 0.20	1	Grava con limo arenoso color café oscuro.	A-1b GM	12.31	22.97	1.31	49.93	14.36	2255	11.00
	0.20 - 1.50	2	Arena limosa color café no plástica.	A-2-4(0) SM	11.45	N-P	N-P	97.67	20.58	1338	4.80

Calicata # 6

Coordenadas: 654221; 9755707

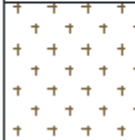
Abscisa: 2+500

Estratigrafía	Profundidad (m)	Muestra	Descripción	Clasificación	Humedad (%)	L. Líquido	Índice Plástico	Pasante # 4	Pasante # 200	Proctor	CBR 95 %
	0.00 - 0.40	1	Grava con limo arenoso color café gris.	A-1a GP-GM	4.43	24.82	1.74	45.01	10.05	2218	7.20
	0.40 - 1.50	2	Arena fina con limo color café no plástica.	A-3 SP-SM	7.13	N-P	N-P	97.35	7.25	1831	5.20

Calicata # 7

Coordenadas: 654668; 9755569

Abscisa: 3+000

Estratigrafía	Profundidad (m)	Muestra	Descripción	Clasificación	Humedad (%)	L. Líquido	Índice Plástico	Pasante # 4	Pasante # 200	Proctor	CBR 95 %
	0.00 - 0.60	1	Arena limosa color café no plástica.	A-2-4(0) SM	9.57	N-P	N-P	63.12	21.29	2124	12.50
	0.60 - 1.50	2	Arena limosa color café no plástica.	A-2-4(0) SM	9.15	N-P	N-P	98.77	13.57	1805	6.80

Calicata #8

Coordenadas: 655134; 9755637

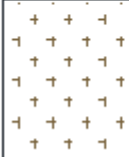
Abscisa: 3+500

Estratigrafía	Profundidad (m)	Muestra	Descripción	Clasificación	Humedad (%)	L Líquido	Índice Plástico	Pasante #4	Pasante #200	Proctor	CBR 95 %
	0.00 - 0.40	1	Arena limosa color café no plástica.	A-2-4(0) SM	9.47	N-P	N-P	65.54	22.57	2039	12.00
	0.40 - 1.50	2	Arena fina limosa color café no plástica.	A-2-4(0) SM	7.87	N-P	N-P	97.88	12.81	1472	5.10

Calicata #9

Coordenadas: 654676; 9755564

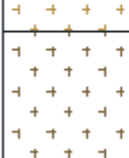
Abscisa: 4+000

Estratigrafía	Profundidad (m)	Muestra	Descripción	Clasificación	Humedad (%)	L Líquido	Índice Plástico	Pasante #4	Pasante #200	Proctor	CBR 95 %
	0.00 - 0.40	1	Grava con limo arenoso color gris de baja plasticidad.	A-1b GM-GC	15.96	24.86	4.17	48.53	17.62	1988	9.70
	0.40 - 1.50	2	Limo con arena fina color café no plástica.	A-4(0) ML	21.25	N-P	N-P	99.19	62.25	1387	4.20

Calicata #10

Coordenadas: 655805; 9755499

Abscisa: 4+500

Estratigrafía	Profundidad (m)	Muestra	Descripción	Clasificación	Humedad (%)	L Líquido	Índice Plástico	Pasante #4	Pasante #200	Proctor	CBR 95 %
	0.00 - 0.60	1	Arena con limo arcilloso color café claro de mediana plasticidad.	A-2-4(0) SP-SC	9.39	26.26	6.32	52.57	11.96	2503	4.30
	0.60 - 1.50	2	Limo color café de mediana plasticidad.	A-4(5) ML	31.18	33.87	7.11	99.91	74.96	1588	6.80

Calicata #11

Coordenadas: 656242; 9755204

Abscisa: 5+000

Estratigrafía	Profundidad (m)	Muestra	Descripción	Clasificación	Humedad (%)	L Líquido	Índice Plástico	Pasante #4	Pasante #200	Proctor	CBR 95 %
	0.00 - 0.30	1	Arena arcillosa café gris de mediana plasticidad.	A-2-4(0) SC	26.59	29.33	8.49	65.76	23.04	2420	6.60
	0.30 - 1.50	2	Limo con arena fina color café de baja plasticidad.	A-4(0) ML	25.39	31.80	1.73	97.91	57.99	1311	5.00

ANEXO FOTOGRAFICO



Figura 9. Inicio de la Vía



Figura 10. Vía desde 0+100



Figura 11. Albarrada



Figura 12. CALICATA No. 1



Figura 13. CALICATA No.2



Figura 14. CALICATA No.3



Figura 15. CALICATA No.4



Figura 16. CALICATA No.5



Figura 17. CALICATA No.6



Figura 18. CALICATA No.7



Figura 19. CALICATA No.8



Figura 20. CALICATA No.9



Figura 21. CALICATA No.10



Figura 22. CALICATA No.11

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hojas Cartográficas IGM 2001
- Mapa Geológico de la Cuenca del Guayas Dirección General de Geología y Minas. IGM
- PDOT GAD Yaguachi
- Normas ASTM, AASHTO
- Especificaciones Generales del MTOP 2011

Elaborado:	Revisado:	Aprobado:
Ing. Gianmarco Pendola M.	Ing. Melanie Álvarez A.	Ing. Jorge Carrillo Tutivén
 Firmado electrónicamente por: GIANMARCO RENATO PENDOLA MIRAGLIA	 Firmado electrónicamente por: MELANIE ESTEFANIA ALVAREZ ALVARADO	 Firmado electrónicamente por: JORGE RAUL CARRILLO TUTIVEN
Director de Proyecto	Supervisora del Contrato	Administrador de Contrato