



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

**“DISEÑO DE PAVIMENTO DE LA VÍA PUERTO ENGABAO – ENGUNGA,
PROVINCIA DE GUAYAS Y SANTA ELENA”**

PROYECTO DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

FERNANDO ANDRÉS GAONA ESPINOZA

GUSTAVO MANUEL MORENO ARREGUI

GUAYAQUIL - ECUADOR

2017

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios por permitirme cursar este largo trayecto de formación profesional y poder llegar a este tan anhelado momento.

A mis Padres Orlando Gaona y Rosa Espinoza, de quienes siempre recibí apoyo y motivación para cumplir todos mis objetivos. A mi familia en especial a mis abuelos y tíos, amigos y compañeros que conocí a lo largo de este camino que esta por culminar y me han brindado su apoyo incondicional.

Fernando Andrés Gaona Espinoza

DEDICATORIA

A mis Padres Gustavo Moreno y Giomar Arregui, a mi hermana Rosa Moreno, quienes me han dado todo el apoyo y han estado siempre a mi lado. A mis amigos y seres queridos que son un pilar importante en mi vida y me han brindado su apoyo incondicional.

Gustavo Manuel Moreno Arregui

AGRADECIMIENTO

A los profesores e ingenieros que sin interés alguno nos guiaron en el desarrollo de este trabajo, a la Escuela Superior Politécnica del Litoral y a Dios.

Fernando Andrés Gaona Espinoza
Gustavo Manuel Moreno Arregui

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

PhD. Miguel Ángel Chávez
DIRECTOR DE MATERIA INTEGRADORA

MSc. Alby Aguilar Pesantes
COORDINADORA DE LA CARRERA

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)

Fernando Andrés Gaona Espinoza

Gustavo Manuel Moreno Arregui

RESUMEN

El proyecto realizado a nivel de pre factibilidad tiene como fin mejorar el desarrollo socio económico de las poblaciones de Puerto Engabao y Engunga por medio del diseño primario del trazado geométrico con alineaciones horizontales y verticales para luego con un TPDA calculado diseñar el pavimento de una nueva vía que favorezca al sector y sus habitantes.

Estas poblaciones se encuentran conectadas por un camino lastrado sinuoso con muchas depresiones poco favorable para el paso de vehículos durante el verano e intransitable en el periodo invierno.

Se realizaron tres alternativas de diseño que mejoren la superficie de la vía y posteriormente se seleccionó la más factible de las tres según criterios establecidos previamente en base a variables cualitativas y cuantitativas todo esto respaldado con un presupuesto con análisis de precios unitarios.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	IV
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	V
DECLARACIÓN EXPRESA.....	VI
RESUMEN	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ABREVIATURAS	XIV
SIMBOLOGÍA	XVI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVIII
ÍNDICE DE TABLAS	XXIII
CAPÍTULO 1.....	27
GENERALIDADES.....	27
1.1 Introducción	28
1.2 Ubicación	29
1.3 Objetivos.....	29

1.3.1 Objetivo general.....	29
1.3.2 Objetivos específicos.....	30
1.4 Justificación.....	30
1.5 Características físicas.....	31
CAPÍTULO 2.....	35
ESTUDIO DE TRÁFICO.....	35
2.1 Tráfico Vehicular.....	36
2.1.1 Conteo de Tráfico.....	37
2.1.2 Vehículo de Diseño.....	40
2.1.3 Determinación del Trafico Promedio Diario Anual (TPDA).....	41
2.1.4 Cálculo del TPDA.....	44
2.1.5 Clasificación del tipo de Carretera.....	45
2.2 Estudios de Velocidad.....	48
2.2.1 Velocidad de Diseño.....	48
2.2.2 Velocidad de Operación o Circulación.....	50
2.3 Distancia de Seguridad entre Vehículos.....	51
2.4 Distancia de Visibilidad de Parada.....	51
2.4.1 Distancia de Percepción y Reacción del Conductor.....	52
2.4.2 Distancia de Frenado.....	53
2.5 Distancia de Velocidad de Adelantamiento.....	55
2.6 Señalización.....	62
2.6.1 Señalización Horizontal.....	63

2.6.1.1 Aspectos de Señalización.....	64
2.6.2 Señalización Vertical	70
CAPÍTULO 3.....	81
ESTUDIO TOPOGRÁFICO Y GEOTÉCNICO	81
3.1 Topografía	82
3.2 Mecánica de suelos	82
3.3 Propiedades de los suelos.....	83
3.3.1 Análisis Granulométrico.....	83
3.3.2 Estados de consistencia	88
3.3.3 Compacidad del suelo	96
3.3.3.1 Ensayo Proctor	96
3.3.4 Resistencia del suelo.....	99
3.3.4.1 Ensayo CBR.....	99
3.4 Clasificación de suelos	118
3.4.1 Sistema de Clasificación Unificada de Suelos.....	118
3.4.2 Clasificación AASHTO.....	120
3.5 Resultados de Ensayos de Suelos	122
3.5.1 Granulometría, Límites de Atterberg y clasificación de suelos.....	122
3.5.2 Proctor y CBR.....	123
CAPÍTULO 4.....	124
DISEÑO GEOMÉTRICO.....	124
4.1 Diseño Geométrico para la vía Pto. Engabao – Engunga.....	125

4.2 Alineamiento Horizontal	126
4.2.1 Elementos del Alineamiento Horizontal	126
4.2.2 Peralte	133
4.2.3 Sobreancho en Curvas	145
4.2.4 Resumen del Alineamiento Horizontal	148
4.3 Alineamiento Vertical	150
4.3.1 Gradientes	151
4.3.2 Diseño de curvas verticales	154
4.4 Combinación entre Alineamientos Horizontales y Verticales	161
4.5 Sección Transversal Típica.....	162
CAPÍTULO 5.....	168
DISEÑO	168
5.1 Restricciones	169
5.2 Selección de alternativa favorable	171
5.3 diseño de capa de rodadura	172
5.3.1 Pavimento Flexible	172
5.3.2 Cálculo de ESAL'S	186
5.3.3 Pavimento Rígido	190
5.3.3.1 Confiabilidad y desviación estándar	198
5.3.4 Pavimento Semirrígido	201
5.3.5 Análisis de expansividad en la subrasante	205
5.4 Diseño del sistema de drenaje superficial.....	206

5.5 Obras complementarias.....	220
CAPÍTULO 6.....	221
IMPACTO AMBIENTAL	221
6.1 Resumen del Proyecto.....	222
6.2 Objetivos.....	223
6.2.1 Objetivo General.....	223
6.2.2 Objetivos Específicos	224
6.3 Metodología	224
6.4 Marco Legal	229
6.4.1 Constitución Nacional del Ecuador	229
6.4.2 Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria	237
6.5 Línea Base Ambiental.....	325
6.5.1 Caracterización del Medio Físico.....	326
6.5.2 Caracterización del Medio Biológico.....	329
6.5.3 Caracterización del Medio Socio Económico.....	329
6.6 Determinación de las áreas de influencia del proyecto.....	331
6.6.1 Área de Influencia Directa.....	331
6.6.2 Área de Influencia Indirecta	331
6.7 Impactos Ambientales.....	332
6.7.1 Impactos Ambientales Positivos	332
6.7.2 Impactos Ambientales Negativos.....	333
6.8 Valorización y Evaluación de los Impactos Ambientales	334

6.9 Plan de Manejo Ambiental	338
6.9.1 Medidas de Corrección o Mitigación	338
6.9.2 Medidas Compensatorias	338
6.9.3 Medidas de Prevención	338
6.9.4 Medidas de Contingencia	338
6.10 Costos Ambientales	341
6.11 Conclusiones	341
6.12 Recomendaciones	342
CAPÍTULO 7	343
PRESUPUESTO.....	343
CAPÍTULO 8	347
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	347
CONCLUSIONES	348
RECOMENDACIONES.....	350
ANEXOS	
BIBLIOGRAFÍA	

ABREVIATURAS

ASSHTO	American Association of State Highway and Transportation
ASTM	American Society for Testing and Materials
CBR	California Bearing Ratio
ESAL	Equivalent Single Axles Load
IGM	Instituto Geográfico Militar
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Publicas
NEVI	Norma Ecuatoriana Vial
TPDA	Trafico Promedio Diario Anual
TULAS	Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria

SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INOCAR	Instituto Oceanográfico de la Armada

SIMBOLOGÍA

Km	Kilómetros
M	Metros
Cm	Centímetro
Mm	Milímetros
Mi	Millas
μm	Micrómetro
"	Pulgada
H	Horas
Kg	Kilogramo
G	Gramo
°C	Grados Centígrados
No	Número

%	Porcentaje
Psi	Pound-Force per Square Inch
Lb	Libra
N	Newton
mN	Mega Newton
MPa	Mega Pascal
A	Alfa
Lbf	Libra (Unidad de Fuerza)
Kgf	Kilogramo (Unidad de Fuerza)

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ubicación de la Vía Pto. Engabao – Engunga.....	29
Figura 1.2 Plano geológico de Chanduy.....	31
Figura 1.3 Temperatura máxima media anual	32
Figura 1.4 Precipitación mensual (mm) periodo 1962-2005, en la estación meteorológica m-173 Villamil Playas.	33
Figura 1.5 Intensidades sísmicas esperadas en Ecuador.....	34
Figura 2.1 Rutas de comunicación existentes	37
Figura 2.2 Ubicación de los puestos de Aforo	38
Figura 2.3 Tránsito Total de vehículos que circulan en la vía	39
Figura 2.4 Características por tipo de Vehículo	41
Figura 2.5 Tasas de Crecimiento Vehicular	45
Figura 2.6 Proyección de Volúmenes Vehiculares.....	45
Figura 2.7 Clasificación funcional de las vías en base al TPDA	46
Figura 2.8 Clasificación de carretas en función del Tráfico Proyectado (TPDA)	47
Figura 2.9 Carretera de Mediana Capacidad.....	47
Figura 2.10 Velocidades de diseño del MTOP según la categoría de la vía.	49

Figura 2.11 Relaciones entre Velocidades de Circulación y Diseño	50
Figura 2.12 Esquema sobre Distancias de Parada.....	52
Figura 2.13 Distancias de Visibilidad Mínima de Parada	55
Figura 2.14 Esquema de las diferentes etapas de adelantamiento	57
Figura 2.15 Distancias Mínimas de Diseño para Carreteras Rurales de Dos carriles (m).....	59
Figura 2.16 Tabla de Parámetros Básicos.....	59
Figura 2.17 Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para el rebasamiento de un vehículo.....	62
Figura 2.18 Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada	68
Figura 2.19 Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada	69
Figura 2.20 Demarcadores.....	69
Figura 2.21 Señalización de líneas de borde.....	70
Figura 2.22 Ubicación de Señales Verticales	73
Figura 2.23 Soporte tipo pórtico.....	73
Figura 2.24 Pare	74
Figura 2.25 Límite máximo de velocidad	75
Figura 2.26 Curvas cerradas.....	75
Figura 2.27 Curvas abiertas.....	76
Figura 2.28 Curva y contra curva cerrada.....	76

Figura 2.29 Curva y contra curva abierta.....	77
Figura 2.30 Vía sinuosa	78
Figura 2.31 Animales en la vía.....	78
Figura 2.32 Animales en la vía.....	79
Figura 2.33 Señalización Informativa.....	80
Figura 3.1 Dispositivo mecánico para el límite líquido	92
Figura 3.2 Rolado de rollos.....	95
Figura 3.3 Equipo para realización del ensayo CBR.....	103
Figura 3.4 Determinación del valor de la reacción de soporte en el laboratorio	111
Figura 3.5 Lecturas de presiones sobre el pistón kg/cm ²	116
Figura 3.6 Grupos principales donde se clasifican los suelos.....	118
Figura 3.7 Sistema unificado de clasificación de suelos	119
Figura 3.8 Carta de plasticidad	120
Figura 3.9 Clasificación de suelos según AASHTO	121
Figura 4.1 Trazado geométrico	125
Figura 4.2 Elementos de una curva simple.....	130
Figura 4.3 Curva Reversa.....	132
Figura 4.4 Elementos de diseño para Curvas Horizontales y Velocidades de Diseño, e _{max} = 6%.....	136
Figura 4.5 Elementos de diseño para Curvas Horizontales y Velocidades de Diseño, e _{max} = 8%.....	137

Figura 4.6 Elementos de diseño para Curvas Horizontales y Velocidades de Diseño, $e_{max} = 10\%$	138
Figura 4.7 Elementos de diseño para Curvas Horizontales y Velocidades de Diseño, $e_{max} = 10\%$	139
Figura 4.8 Gradiente longitudinal (i) necesaria para el desarrollo del peralte.	142
Figura 4.9 Diagrama de transición del peralte.	144
Figura 4.10 Sobreancho en Curva	147
Figura 4.11 Valores de diseño de las Gradientes Longitudinales Máximas	151
Figura 4.12 Anchos de Calzada.....	163
Figura 4.13 Gradiente Transversal de la capa de rodadura.....	163
Figura 4.14 Valores de diseño para el ancho de espaldones (m).	165
Figura 4.15 Gradiente transversal para espaldones (%).	166
Figura 5.1 Módulo resiliente y coeficiente de capa de la base.....	181
Figura 5.2 Módulo resiliente y coeficiente de capa de rodadura.....	182
Figura 5.3 Módulo resiliente y coeficiente de capa de sub-base.....	184
Figura 5.4 Cálculo de pavimento flexible	189
Figura 5.5 Tipos de pavimento rígido.....	192
Figura 5.6 Módulo de reacción de la subrasante	193
Figura 5.7 Influencia del espesor de la subrasante granular sobre el valor de K	194

Figura 5.8 Corrección del módulo efectivo de reacción por pérdida potencial de soporte	196
Figura 5.9 Calculo de pavimento rígido	200
Figura 5.10 Gráfica para diseño de espesor de suelo-cemento grueso granular.....	203
Figura 5.11 Gráfica para diseño de espesor de suelo-cemento grueso granular.....	204
Figura 5.12 Reducción del espesor de suelo-cemento por la colocación de un revestimiento bituminoso.	204
Figura 5.13 Sección de cuneta	207
Figura 5.14 Vista transversal con área de relleno.....	219
Figura 5.15 Vista transversal con área de corte.....	219
Figura 6.1 Características y Especificaciones Técnicas de las Mantas Geosintéticas para Control de Erosión utilizadas para Protección de la Vía.	260
Figura 6.2 Temperatura Máxima Media Anual.	326
Figura 6.3 Nubosidad.....	328
Figura 6.4 Porcentajes de Población Rural y Urbana del Cantón Santa Elena.	330
Figura 6.5 Áreas de Influencia Directa e Indirecta.	332

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. Serie de tamices según ASTM.....	85
Tabla II. Cálculo para determinar el porcentaje pasante acumulado	87
Tabla III. Cálculo para determinar el porcentaje pasante acumulado	88
Tabla IV. Métodos para ensayo Proctor.....	96
Tabla V. Lecturas del deformímetro de penetración	112
Tabla VI. Presión ejercida por el pistón en relación con la presión correspondiente a la misma penetración	116
Tabla VII. Granulometría, Límites de Atterberg y clasificación de suelos ...	122
Tabla VIII. Resultados del ensayo proctor	123
Tabla IX. Resultados del ensayo CBR.....	123
Tabla X. Radios mínimos y grados máximos de Curvatura.	129
Tabla XI. Resumen curvas horizontales	148
Tabla XII. Resumen de transición de peraltes de curvas horizontales.....	149
Tabla XIII. Curvas verticales convexas mínimas.....	156
Tabla XIV. Valores mínimos de k para determinar la longitud de curvas verticales convexas mínimas.	156
Tabla XV. Curvas verticales cóncavas mínimas.	158

Tabla XVI. Valores mínimos de k para determinar la longitud de curvas verticales convexas mínimas.	158
Tabla XVII. Resumen curvas verticales	160
Tabla XVIII. Matriz de Selección de Alternativas	171
Tabla XIX. Índice de serviciabilidad	174
Tabla XX. Áreas de distribución normal de niveles de confianza.....	175
Tabla XXI. Valores recomendados de desviación estándar total So.....	176
Tabla XXII. Valores de coeficiente de capa según la calidad drenante del material	177
Tabla XXIII. Granulometría de sub-rasante	178
Tabla XXIV. Factores de equivalencia de carga para pavimento flexible ...	185
Tabla XXV. Tasas de crecimiento vehicular según el MTOP.....	186
Tabla XXVI. Ejes de cargas equivalentes	187
Tabla XXVII. Ejes de cargas equivalentes	187
Tabla XXVIII. Ejes de cargas equivalentes	189
Tabla XXIX. Pérdida de soporte (LS).....	195
Tabla XXX. Coeficiente de drenaje según su calidad	198
Tabla XXXI. Resumen de datos para el diseño de pavimento rígido	199
Tabla XXXII. Coeficiente de consumo de fatiga.....	202
Tabla XXXIII. Valores de expansiones en porcentaje en la vía Engunga Puerto Engabao	205

Tabla XXXIV. DESCRIPCIÓN DE TRAMOS DE VÍA ENGUNGA-PTO	
ENGABAO	214
Tabla XXXV. HOJA DE CÁLCULOS FINALES – TRAMO 1	215
Tabla XXXVI. HOJA DE CÁLCULOS FINALES – TRAMO 2	215
Tabla XXXVII. HOJA DE CÁLCULOS FINALES – TRAMO 3	215
Tabla XXXVIII. HOJA DE CÁLCULOS FINALES – TRAMO 4	216
Tabla XXXIX. HOJA DE CÁLCULOS FINALES – TRAMO 5	216
Tabla XL. HOJA DE CÁLCULOS FINALES – TRAMO 6	216
Tabla XLI. HOJA DE CÁLCULOS FINALES – TRAMO 7	217
Tabla XLII. CAUDALES DE PRECIPITACIÓN (ESCORRENTÍA)	
ACUMULADOS.....	218
Tabla XLIII. Obras Complementarias.....	220
Tabla XLIV. Factores considerados para el cálculo de la Matriz Magnitud para cada fase del proyecto.....	227
Tabla XLV. Factores considerados para el cálculo de la Matriz Magnitud para cada fase del proyecto.....	228
Tabla XLVI. Actividades y Medios Afectados.....	335
Tabla XLVII. Matriz de Valoración de Impacto Ambiental – Fase Constructiva.	336
Tabla XLVIII. Matriz de Valoración de Impacto Ambiental – Fase Operación y Desmonte.	337
Tabla XLIX. Plan de manejo ambiental fase de construcción.	339

Tabla L. Plan de manejo ambiental fase de operación y Desmonte. 340

Tabla LI. Plan de manejo ambiental fase de operación y Desmonte. 341

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 Introducción

Actualmente la Comuna Engunga perteneciente a la parroquia Chanduy tiene problemas de movilización de sus habitantes con las demás parroquias y sectores aledaños. Los habitantes de esta comuna por lo general se dedican a trabajar en sectores aledaños, otros optan por tener negocios propios de venta de enseres para el hogar y alimentación.

El tramo de vía en el que estamos enfocando este proyecto será la que conecta Engunga con Puerto Engabao ya que por el momento solo consta de un camino de tierra lastrado con bastantes depresiones que dificultan el acceso de los vehículos, al tener un solo carril el rebasar o transitar en dirección opuesta se vuelve tedioso y por lo general se debe encontrar un tramo de la vía con el ancho adecuado para realizar la maniobra, mejorando este tramo de vía no solo se beneficiaría la movilización de sus habitantes sino también se impulsaría el desarrollo económico de la zona.

Al momento del reconocimiento del terreno se presentó una peculiaridad ya que el tramo de vía se encuentra entre dos provincias, en la zona de la provincia del Guayas el camino se encuentra lastrado, pero al pasar a la provincia de Santa Elena se percibe una capa de rodadura ya deteriorada.

También se observó la presencia de ríos efímeros que en épocas invernales se vuelven un problema serio ya que el drenaje longitudinal y transversal es deficiente, debido a que las alcantarillas están deterioradas y, en algunos casos, su capacidad es insuficiente.

1.2 Ubicación

El proyecto se encuentra localizado entre dos Provincias que son Santa Elena y Guayas, se puede acceder por un desvío que se encuentra antes de llegar a Puerto Engabao, Por lo cual inicia en Puerto Engabao y termina en la Comuna Engunga. A continuación, en la **Figura 1.1** se tienen las coordenadas de los puntos de paso.



Figura 1.1 Ubicación de la Vía Pto. Engabao – Engunga.

Fuente: Google Earth, 2016.

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

El objetivo de este Proyecto es mejorar la calidad de vida de los habitantes de esta zona por medio del diseño de una vía de 12605 mts en óptimas condiciones que conecte la comunidad de Puerto

Engabao y la de Engunga para facilitar el traslado a los moradores de sus diversas actividades económicas.

1.3.2 Objetivos específicos

- Estudiar las condiciones topográficas del sitio donde se implementará la vía
- Efectuar el diseño geométrico
- Realizar el diseño de pavimento de la vía
- Elaborar diseños de drenaje y alcantarillado para la evacuación de agua en la vía

1.4 Justificación

El diseño de la vía Puerto Engabao – Engunga va a lograr que los habitantes resulten beneficiados para el desarrollo socio económico del sector, debido a que muchas de las actividades económicas de los moradores se encuentran en Puerto Engabao o en otras comunidades aledañas.

Debido a las condiciones de la vía existente, resulta difícil el paso de vehículos además que sufren daños por el mal estado del camino. En invierno los canales se rebosan llegando a inundar parte de la vía, dificultando el paso de las personas y de los vehículos.

1.5 Características físicas

Tipo de suelo: El terreno se encuentra en la zona de la formación Tablazo la cual contiene areniscas, conglomerado y banco calcáreos biodetríticos. A diferencia de la vegetación que se encuentra en el cerro Chanduy que es más abundante, la zona baja de Engunga es semidesértica. Se puede observar que al pie del cerro hay material que ha caído debido a la erosión existente. (Anexos: Carta IGM, hoja 6 y 17)

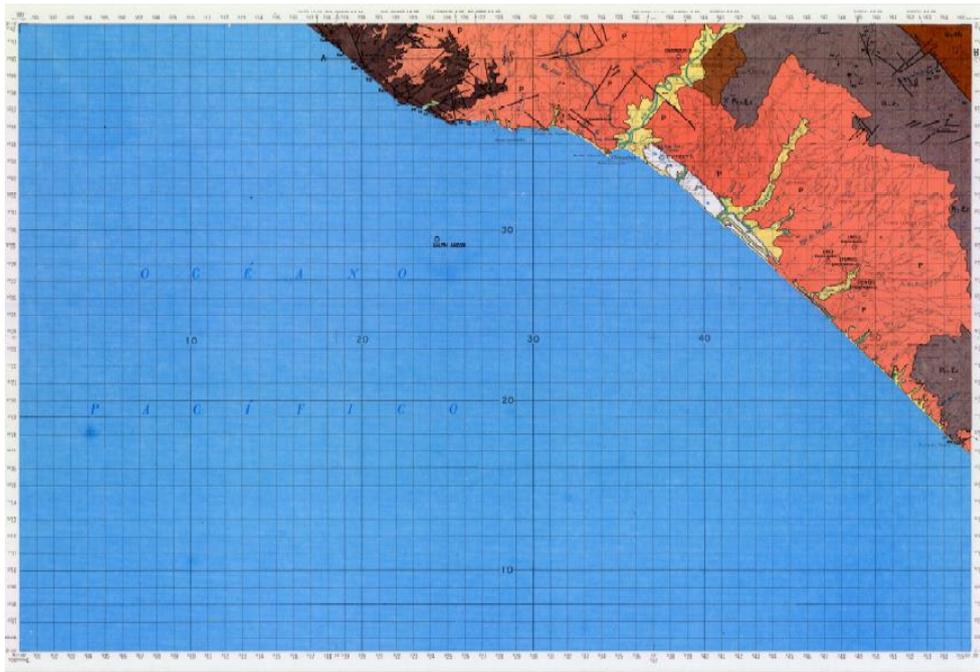


Figura 1.2 Plano geológico de Chanduy.

Fuente: IGM, 2016

Uso de suelo: En el sector el uso de suelo ha sido utilizado para la vía que comunica Engunga con Puerto Engabao, pero también se observan animales de pastoreo y las actividades más comunes en el área son las de agricultura, silvicultura, cacería y turismo.

Clima: El clima en la costa ecuatoriana varía debido a la presencia de la corriente de Humboldt y la de Panamá, se genera un clima con bajas humedades relativas

Al igual en toda la costa ecuatoriana, el clima está directamente influenciado por la presencia de la corriente de Humboldt, la que genera un clima relativamente frío con bajas humedades relativas las que generan sequía.

La comuna de Engunga y sus alrededores tiene un clima húmedo desde el mes de enero hasta abril y soleado en los meses de diciembre a abril. La temperatura oscila entre 24.°C a 26.°C por el lugar donde está ubicado.

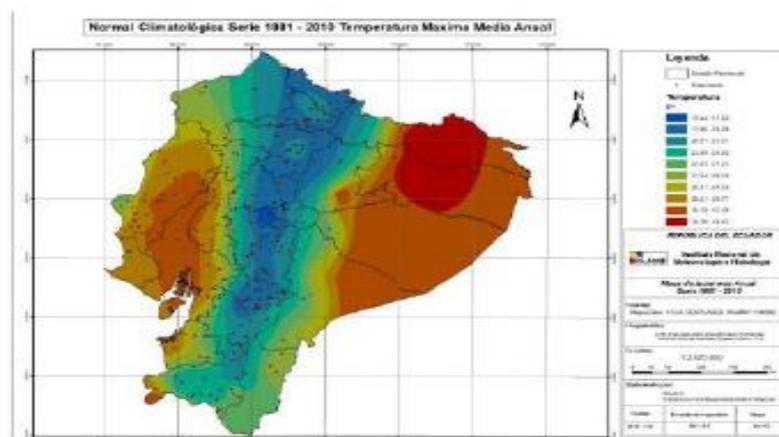


Figura 1.3 Temperatura máxima media anual
Fuente: INHAMI, 2014.

Precipitación: Las precipitaciones anuales son inferiores a 500mm/m² concentrándose en una sola estación lluviosa, de enero a abril, con irregularidades por el fenómeno de Niño. (Pourrut et al 1995). La estación meteorológica más cercana está a 7.9 Km y es la M-173 del Instituto

Nacional de Meteorología, que se localiza en Villamil Playas registrando una precipitación anual de 380 mm/ m². En el siguiente gráfico se presenta la precipitación mensual en el periodo que comprende los años de 1962 y 2005.

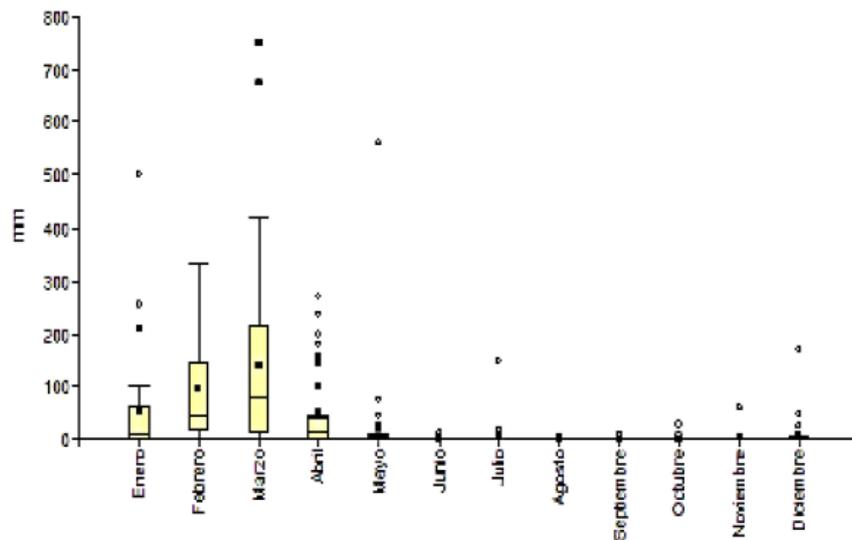


Figura 1.4 Precipitación mensual (mm) periodo 1962-2005, en la estación meteorológica m-173 Villamil Playas.

Fuente: INHAMI, 2014.

Sismicidad: Debido a la zona en donde se encuentra ubicado el Ecuador que es el Cinturón de fuego del pacifico, existe una gran actividad sísmica y volcánica donde existe una convergencia entre la placa de Nazca y la placa Sudamericana. Debido a esto, las posibilidades de ocurrencia de sismos de magnitudes altas son elevadas y los epicentros son muy cercanos a la costa o el lecho marino cercano.

La vía Puerto Engabao – Engunga tiene el riesgo de ser afectada por un tsunami si se da el caso. Existirían daños económicos e inundaciones por el sector. A continuación, se muestra un mapa del Ecuador donde se diferencian la probabilidad sísmica por zona, donde se observa que el sector tiene probabilidad de movimientos sísmicos de aproximadamente 7 de magnitud, medidos con la escala de Mercalli.

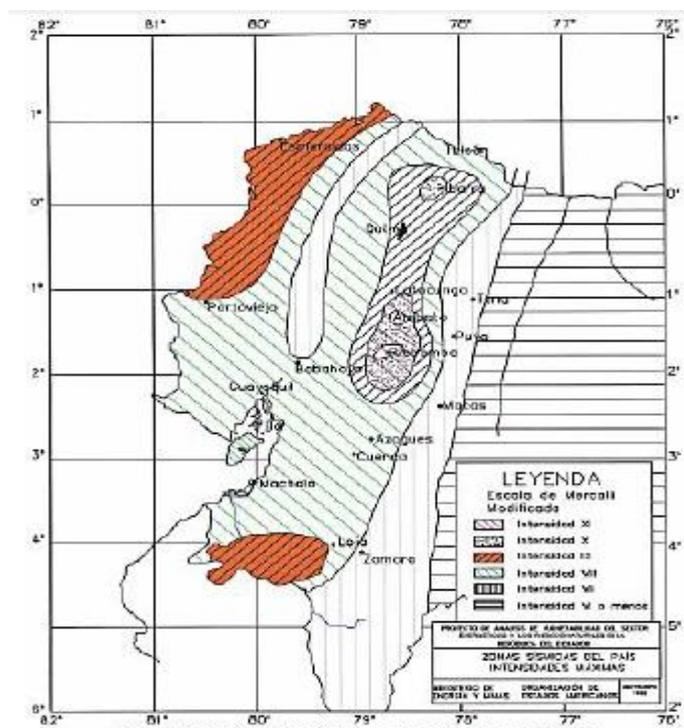


Figura 1.5 Intensidades sísmicas esperadas en Ecuador
Fuente: Min. Energía & OEA – EPN, 1992.

CAPÍTULO 2

ESTUDIO DE TRÁFICO

2.1 Tráfico Vehicular

Se realizó el estudio del tránsito que circulaba por el tramo de vía a diseñar entre las poblaciones de Engunga y Puerto Engabao, el diseño consta de dos carriles que tienen como objetivo mejorar la movilidad y brindar accesibilidad a las personas que circulan por diferentes motivos ya sean turísticos, comerciales o residenciales, de esta manera se mejora la calidad de vida entre las poblaciones y sectores aledaños dentro de las provincias del Guayas y Santa Elena.

Es importante conocer las características que presenta la vía, previo al diseño estas poblaciones solo constaban con una vía sinuosa de un solo carril, el terreno era lastrado con depresiones considerables y hay presencia de camaroneras a lo largo de la vía.

Además, para el diseño se debe conocer las características con respecto al tránsito que circula actualmente, este tramo de vía de aproximadamente 12.5 Km. es parte de una ruta alternativa que conecta la Vía a Salinas - Chanduy - General Villamil Playas, por lo cual este tramo se vuelve una zona crítica debido a su pésimo estado y su mejora en accesibilidad es importante.

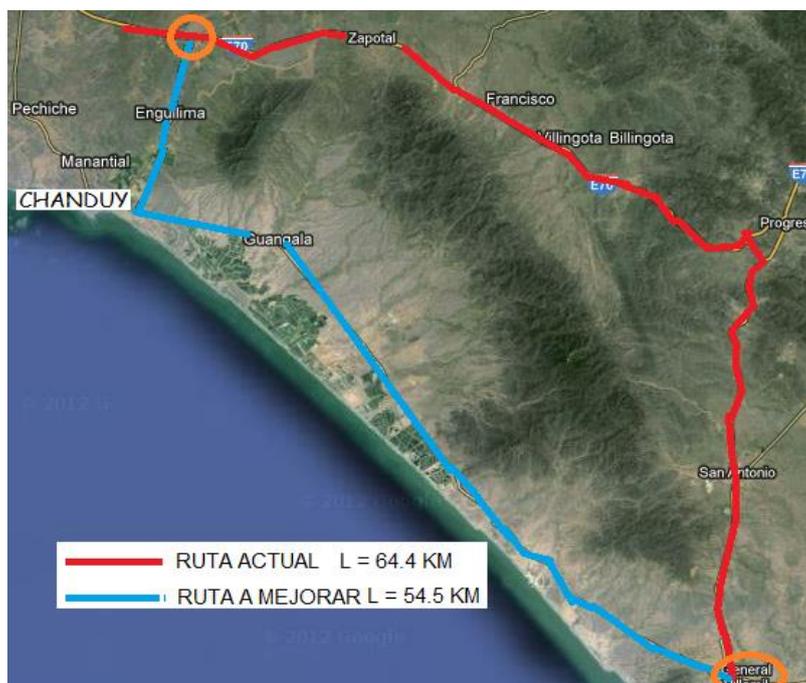


Figura 2.1 Rutas de comunicación existentes
Fuente: MTOP, 2012.

2.1.1 Conteo de Tráfico

Para el aforo se tomó información de un estudio realizado en octubre del 2012 por el Ministerio de Transporte Y Obras Publicas, se realizó mediante un proceso de conteo manual durante una semana en 3 diferentes estaciones a lo largo de la ruta alterna antes mencionada. Por lo cual se está considerando todos los vehículos dispuestos a usar esta ruta como alternativa de movilización una vez sea acondicionado al tránsito.

En este estudio se seleccionó 3 diferentes estaciones de conteo ubicadas en:

- La “Y” en Vía Playas – Engabao – El Pelado (Estación #1).
- Engunga (Estación #2).
- Intersección Progreso Autovía Guayaquil–Salinas (Estación #3)

Para la medición del tráfico se siguió los siguientes pasos:

- Revisión de planos existentes
- Revisión de terreno
- Recopilar información vehicular
- Analizar y procesar la información del aforo de tráfico
- Identificar características del flujo de tráfico y previsión de tráfico
- Identificar puntos críticos que vulneren el tránsito

Analizar y procesar información para calcular el TPDA

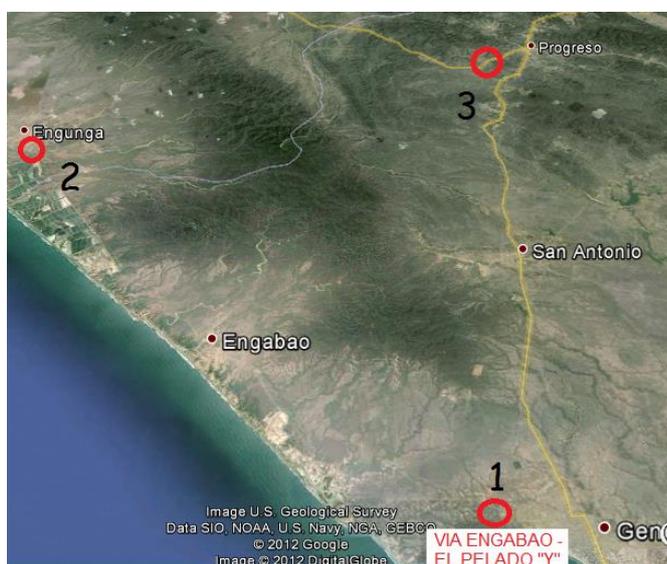


Figura 2.2 Ubicación de los puestos de Aforo
Fuente: MTOP, 2012.

El flujo del tránsito dependerá de la cantidad de vehículos que circulan por cada estación en el periodo en el que se realiza el estudio.

De esta manera se obtuvo el volumen de tráfico y tipo de vehículos que circulan por este tramo de vía.

El estudio realizado por el MTOP en el 2012 arrojó como conclusión el siguiente TPDA:

DIA	TIPO DE VEHICULO			
	A	B	C	V. MIXTOS
Lunes	591	116	106	813
martes	598	107	156	861
miercoles	565	110	141	816
jueves	645	106	131	882
viernes	607	103	117	827
sábado	727	97	60	884
domingo	520	107	10	637
TOTAL	4,253	746	721	5,720
%	74.35%	13.04%	12.60%	100%
TPDS	608	107	103	817
TPDM				924
TPDA				939

Figura 2.3 Tránsito Total de vehículos que circulan en la vía
Fuente: MTOP, 2012.

2.1.2 Vehículo de Diseño

La NEVI – 12 considera que un vehículo de diseño es un tipo de vehículo 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).

Vehículo de diseño	A	B	C	R
Altura máxima (m)	2,40	4,10	4,10	4,30
Longitud máxima (m)	5,80	13,00	20,00	>20.50*
Anchura máxima (m)	2,10	2,60	2,60	3,00
Radios mínimos de giro (m)				
Rueda interna	4,70	8,70	10,00	12,00
Rueda externa	7,50	12,80	16,00	20,00
Esquina externa delantera	7,90	13,40	16,00	20,00

Figura 2.4 Características por tipo de Vehículo

Fuente: NEVI-12 Volumen 2A (MTO), 2012.

Para este proyecto se decidió usar los siguientes factores de equivalentes recomendados por el MTO:

1 Liviano = 1 Vehículo de diseño.

1 Bus = 2 Vehículo de diseño.

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

2.1.3 Determinación del Trafico Promedio Diario Anual (TPDA)

Según el MTO por medio de la NEVI – 12 cita que el TPDA representa el transito total que circula por la carretera durante un año dividido por 365, o sea que es el volumen de transito promedio por día.

$$\mathbf{TPDA} = \mathbf{TP} + \mathbf{TD} + \mathbf{Td} + \mathbf{TG}$$

Donde:

TPDA = Tráfico promedio diario anual.

TP = Tráfico Proyectado.

TD = Tráfico Desarrollado.

Td = Tráfico Desviado.

TG = Tráfico Generado.

Tráfico Actual (TA): Es el volumen de vehículos que transitan sobre una carretera antes de ser construida o mejorada, también se conoce como tráfico existente o atraído.

Tráfico Existente (TE)

Número de Vehículos que transitan por la carretera antes de realizar algún mejoramiento.

Tráfico Atraído (TAt)

Número de Vehículos que transitan por la carretera después de realizarse algún mejoramiento o construcción de una nueva.

Estimamos el tráfico actual con la siguiente ecuación:

$$TA = \frac{\text{Total de Vehículos}}{\text{Tiempo}}$$

Tráfico Proyectado (TP): Es el volumen de vehículos que se cuantifica basado en el tráfico actual y dependerá del tiempo de vida útil previamente establecido a la vía, de la tasa de crecimiento vehicular y tipo de pavimento.

Por lo general se diseña para 15, 20, 30 años de vida útil.

$$TP = TA (1 + i)^n$$

Donde:

TA = Tráfico actual.

i = Tasa de incremento vehicular.

n = # de años (vida útil).

Para este estudio se tomará una tasa de crecimiento de 0,05 y un tiempo de vida útil de 20 años.

Tráfico Desarrollado (TD): Es el Volumen vehicular que se genera debido a la explotación e incremento de producción en las tierras dentro del área de influencia de la carretera que se construirá, este valor podría incrementar durante el estudio y se lo podría obviar cuando se realiza la construcción dentro de la ciudad.

$$TP = TA (1 + i)^{n-3}$$

Donde:

TA = Tráfico actual.

i = Tasa de incremento vehicular.

n = # de años (vida útil).

Tráfico Desviado (Td): Es el Volumen vehicular que se desarrolla por la construcción de una carretera o mejoramiento de la misma, lo que atrae vehículos de otras carreteras existentes, este cambio se puede dar por varios factores entre ellos ahorro de tiempo y disminución de trayecto.

$$\mathbf{Td} = 0.20 (\text{TP} + \text{TD})$$

Donde:

TP = Tráfico Proyectado.

TD = Tráfico Desarrollado.

Td = Tráfico Desviado.

Tráfico Generado (TG): Es el Volumen vehicular que se da por el desarrollo económico y social de la nueva zona, y por lo general se produce en un corto periodo de tiempo después de haber concluido la construcción de la carretera.

$$\mathbf{TG} = 0.25 (\text{TP} + \text{TD})$$

Donde:

TP = Tráfico Proyectado.

TD = Tráfico Desarrollado.

TG = Tráfico Generado.

2.1.4 Cálculo del TPDA

Con los datos del Estudio que realizó el MTOP en el año 2012 en la vía Engunga – Engabao – Playas, concluyeron que para esta vía:

El TPDA actual = 939 Vehículos

El Tráfico Generado = 93 Vehículos

El Tráfico Desviado = 138 Vehículos

$$\mathbf{TF} = 939 + 94 + 138 = 1170 \text{ Vehículos}$$

AÑO	CRECIMIENTO	TPDA
ACTUAL		1170
5	1.41	1650
10	1.61	1884
15	1.82	2129
20	2.03	2375

Figura 2.5 Tasas de Crecimiento Vehicular

Fuente: Actualización de los estudios de la vía Engunga – Engabao – Playas (MTO), 2012.

De esta manera podemos obtener el volumen de Vehículos Proyectados.

AÑO	FACTORES DE CRECIMIENTO			VOLUMENES PROYECTADOS					
				A	B	C	MIXTOS	TPDM	TPDA
0	1.04	1.035	1.05	910	137	123	1170	1312	1312
5	1.22	1.19	1.28	1107	163	157	1427	1595	1583
10	1.48	1.41	1.63	1347	193	200	1741	1940	1914
15	1.80	1.68	2.08	1639	230	256	2124	2361	2319
20	2.19	1.99	2.65	1994	273	326	2593	2877	2814

Figura 2.6 Proyección de Volúmenes Vehiculares

Fuente: Actualización de los estudios de la vía Engunga – Engabao – Playas (MTO), 2012.

2.1.5 Clasificación del tipo de Carretera

Basándonos en el manual de la NEVI – 12 del MTO se estipula una tabla de clasificación vial usando como base el $TPDA_d$ que es el tráfico correspondiente al año de diseño.

Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA_d			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA _d) al año de horizonte	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Figura 2.7 Clasificación funcional de las vías en base al TPDA
Fuente: NEVI – 12 Volumen 2A (MTO), 2012.

Para calcular el TPDA_d tenemos la siguiente ecuación:

$$\text{TPDA}_d =$$

Año de inicio de estudios + Años de Licitación, Construcción + Años de Operación

La variable Años de Operación (n), contempla el tiempo comprendido desde la inauguración del proyecto hasta el término de su vida útil, teniendo los siguientes valores en consideración:

Proyectos de rehabilitación y mejoras n= 20 años

Proyectos especiales de nuevas vías n= 30 años

Mega Proyectos Nacionales n= 50 años

En este caso consideramos que:

$$\text{TPDA}_d = \text{TPDA}$$

Por otro lado, tenemos la tabla del MTO que clasifica las vías dependiendo del tráfico proyectado (TPDA).

CLASIFICACION DE CARRETERAS EN FUNCION DEL TRAFICO PROYECTADO	
Clase de carretera	Tráfico proyectado TPDA
R-I o R-II	Más de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
II	De 1.000 a 3.000
III	De 300 a 1.000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Figura 2.8 Clasificación de carretas en función del Tráfico Proyectado (TPDA)

Fuente: Manual de Diseño Geométrico (MTO), 2003.

De acuerdo al TPDA obtenido de 2814 vehículos, considerando estas dos tablas para clasificar nuestro proyecto para la Figura 2.6 referente a la NEVI – 12 lo clasifica como una carretera de dos carriles C1 y por la Figura 2.7 que se basa en el manual de diseño geométrico (2003) del MTO corresponde a una carretera de clase II.

En el manual de la NEVI – 12 se describe a nuestro proyecto de la siguiente manera:



Figura 2.9 Carretera de Mediana Capacidad
Fuente: NEVI – 12 Volumen 2A, 2013.

2.2 Estudios de Velocidad

La velocidad uno de los elementos más importantes para el diseño y construcción de la carretera y esta dada en función del tipo de carretera, por lo general se la mide en Km/h o Mi/h.

El MTOP considera dos velocidades la de diseño y la de circulación, la primera considerada para los cálculos del diseño y la segunda para que los vehículos puedan circular, y siempre la de circulación será menor a la de diseño.

2.2.1 Velocidad de Diseño

La AASHTO define a la velocidad de diseño como la velocidad seleccionada para determinar las diferentes características de diseño de la vía en estudio, y es la máxima velocidad con la que pueden circular con plena seguridad los vehículos sobre una vía en donde las condiciones atmosféricas y de tránsito sean favorables.

Además, considera diferentes aspectos como:

- Las condiciones físicas y topográficas del terreno.
- Grado de importancia de la vía.
- Volumen de tránsito.
- Uso de tierra.

De esta manera brindar seguridad y eficiencia en la movilidad de los vehículos.

La diferencia de velocidades entre dos tramos contiguos no será mayor a 20 Km/h, y se deberá colocar una adecuada señalización que indique la variación de velocidades.

La velocidad de diseño debe seleccionarse para el tramo más desfavorable y debe tener una longitud mínima de 5 – 10 Km. Y todas las características de la vía estarán condicionadas a este valor de velocidad.

CATEGORIA DE LA VIA	TPDA ESPERADO	VELOCIDAD DE DISEÑO Km/h			
		PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES (RELIEVE ONDULADO)			
		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
		Recomendada	Absoluta	Recomendada	Absoluta
R - I o R - II	> 8000	110	90	95	85
I	3000 - 8000	100	80	90	80
II	1000 - 3000	90	80	85	80
III	300 - 1000	80	60	80	60
IV	100 - 300	60	35	60	35
V	< 100	50	35	50	35

Figura 2.10 Velocidades de diseño del MTOP según la categoría de la vía

Fuente: Manual de Diseño Geométrico (MTOP), 2003.

Escogimos un terreno ondulado ya que las características del terreno se acoplaban a esta categoría, por lo cual se obtuvo la velocidad de diseño para carretera de orden II de 80 Km/h.

2.2.2 Velocidad de Operación o Circulación

El MTOP define a la velocidad de circulación como la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo, o a la suma de las distancias recorridas por todos los vehículos o por un grupo determinados de ellos, dividida para la suma de los tiempos recorridos correspondientes.

Además, es una medida de la calidad del servicio que el camino proporciona a los usuarios, por lo tanto, para fines de diseño, es necesario conocer las velocidades de los vehículos que se espera circulen por el camino para diferentes volúmenes de tráfico.

VELOCIDAD DE DISEÑO Km/h	VELOCIDAD DE OPERACIÓN PROMEDIO Km/h		
	VOLUMEN DE TRÁNSITO		
	BAJO	MEDIO	ALTO
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Figura 2.11 Relaciones entre Velocidades de Circulación y Diseño
Fuente: Manual de Diseño Geométrico (MTOP), 2003.

Por lo tanto, para un volumen de tránsito bajo nuestra velocidad de Operación será de 71 Km/h.

2.3 Distancia de Seguridad entre Vehículos

Es la distancia mínima que debe separar dos vehículos, para que cuando se aplique los frenos el vehículo que se encuentra atrás pueda frenar sin sufrir una colisión.

La AASHTO recomienda la siguiente ecuación:

$$D_s = 0.183 * V_c + 6$$

Donde:

D_s = Distancia de seguridad entre vehículos

V_c = Velocidad de circulación

Reemplazando en la ecuación de D_s se obtiene para el proyecto la siguiente distancia de seguridad:

$$D_s = 0.183 * (71) + 6$$

$$D_s = 18.993 \text{ m.}$$

2.4 Distancia de Visibilidad de Parada

Según la NEVI – 12 del MTOP la denomina como la distancia requerida por un conductor para detener su vehículo en marcha, cuando surge una situación de peligro o percibe algún objeto imprevisto adelante de su recorrido, Es la distancia de visibilidad mínima con que debe diseñarse la geometría de una carretera, cualquiera que sea su tipo.

La distancia de visibilidad de parada (D) consta de dos componentes que son:

- Distancia de percepción y reacción del conductor (d_1) que es la distancia recorrida desde que el conductor percibe el peligro hasta que aplica el freno, está regida por el estado de alerta y la habilidad del conductor.
- Distancia de frenado (d_2) que es la distancia que se necesita para detener el vehículo después de la acción anterior.

Ya explicadas las dos variables la ecuación para la distancia de visibilidad de parada es:

$$D = d_1 + d_2$$

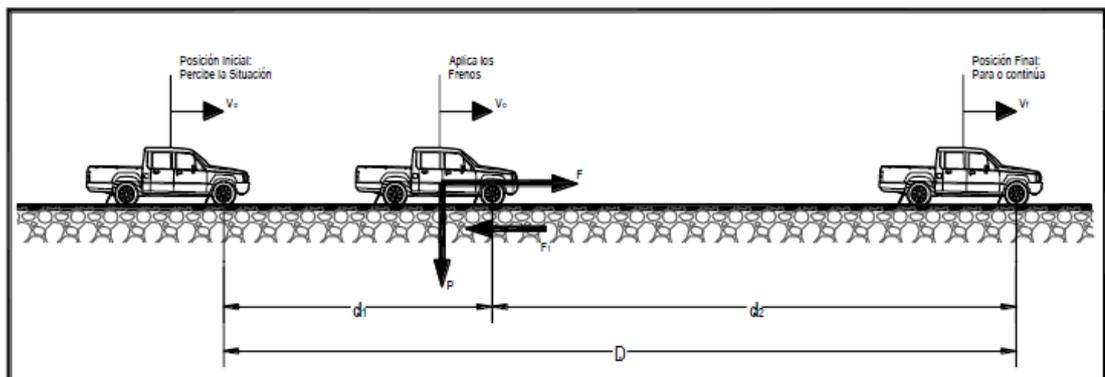


Figura 2.12 Esquema sobre Distancias de Parada
Fuente: NEVI – 12 Volumen 2A (MTO), 2013.

2.4.1 Distancia de Percepción y Reacción del Conductor

La distancia d_1 se obtiene con la ecuación:

$$d_1 = 0.278 * vt$$

Donde:

v = Velocidad Inicial (Km/h).

t = Tiempo de percepción y reacción, se indica que es de 2.5 segundos (valor hallado después de diversos estudios).

Reemplazando en la Ecuación 2.9 obtenemos el valor de:

$$d_1 = 0.278 * (71)(2.5)$$

$$d_1 = 49.345 \text{ m.}$$

2.4.2 Distancia de Frenado

La distancia d_2 se obtiene con la ecuación:

$$d_2 = \frac{v^2}{254 * f}$$

Donde:

v = Velocidad Inicial (Km/h).

f = Coeficiente de fricción longitudinal entre llanta y superficie de rodamiento.

El factor de fricción longitudinal no será el mismo para todas las velocidades, ya que su valor decrece a medida que la velocidad aumente y también hay otros factores que también influyen en su valor, pero se lo obtiene con la siguiente ecuación:

Reemplazando en la siguiente ecuación obtenemos el valor de:

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}}$$

$$f = \frac{1.15}{71^{0.3}}$$

$$f = 0.3201$$

Reemplazando valores en la ecuación:

$$d_2 = \frac{v^2}{254 * f}$$

Obtenemos el valor de:

$$d_2 = \frac{71^2}{254 * 0.3201}$$

$$d_2 = 62 \text{ m.}$$

Reemplazando también en la ecuación:

$$D = d_1 + d_2$$

Obtenemos:

$$D = 49.345 + 62$$

$$D = 111.345 \text{ m}$$

Pero el MTOP recomienda en la siguiente tabla valores de distancia de visibilidad de parada mínima de acuerdo al tipo de carretera y topografía.

Clase de Carretera				Criterio de Diseño: pavimentos Mojados			Valor Recomendable			Valor Absoluto		
				L	O	M	L	O	M			
R-I	o R-II	>	8.000	TPDA	220	180	135	180	135	110		
1	3.000	a	8.000		180	160	110	160	110	70		
II	1.000	a	3.000		160	135	90	135	110	55		
III	300	a	1.000		135	110	70	110	70	40		
IV	100	a	300		110	70	55	70	35	25		
V	Menos	de	100		70	55	40	55	35	25		

Figura 2.13 Distancias de Visibilidad Mínima de Parada
Fuente: Reglamento de Diseño MTOP, 2002.

Por lo cual para nuestro proyecto usaremos el valor mínimo absoluto para carreteras tipo II y terreno Ondulado de 110 m.

2.5 Distancia de Velocidad de Adelantamiento

La NEVI – 12 define la distancia de visibilidad de adelantamiento como la distancia mínima de visibilidad requerida por el conductor de un vehículo para que pueda rebasar a otro que va a una menor velocidad sin producir una colisión con un vehículo que vaya en sentido contrario.

También se puede presentar el caso en el que un vehículo deba realizar un rebasamiento múltiple de manera simultánea, aunque no resulta

práctico realizar esta asunción, por lo general asumimos que un vehículo rebasa a otro simultáneamente.

El MTOP toma las siguientes hipótesis para determinar la distancia de velocidad de rebase:

- a)** El vehículo que es rebasado viaja a una velocidad uniforme.
- b)** El vehículo que rebasa viaja a esta velocidad uniforme, mientras espera una oportunidad para rebasar.
- c)** Se toma en cuenta el tiempo de percepción y reacción del conductor que realiza las maniobras de adelantamiento.
- d)** Cuando el conductor está rebasando, acelera hasta alcanzar un promedio de velocidad de 15 kilómetros por hora más rápido que el otro vehículo que está siendo rebasado.
- e)** Debe existir una distancia de seguridad entre el vehículo que se aproxima en sentido contrario y el que efectúa la maniobra de adelantamiento.
- f)** El vehículo que viaja en sentido contrario y el que efectúa la maniobra de rebase van a la misma velocidad promedio.
- g)** Solamente un vehículo es rebasado en cada maniobra.
- h)** La velocidad del vehículo que es rebasado es la velocidad de marcha promedio a la capacidad de diseño de la vía.

i) Esta distancia de visibilidad para adelantamiento, se diseña para carreteras de dos carriles de circulación, ya que esta situación no se presenta en carreteras divididas y no divididas de carriles múltiples.

La distancia de velocidad de rebase entonces se define como la suma de cuatro distancias.

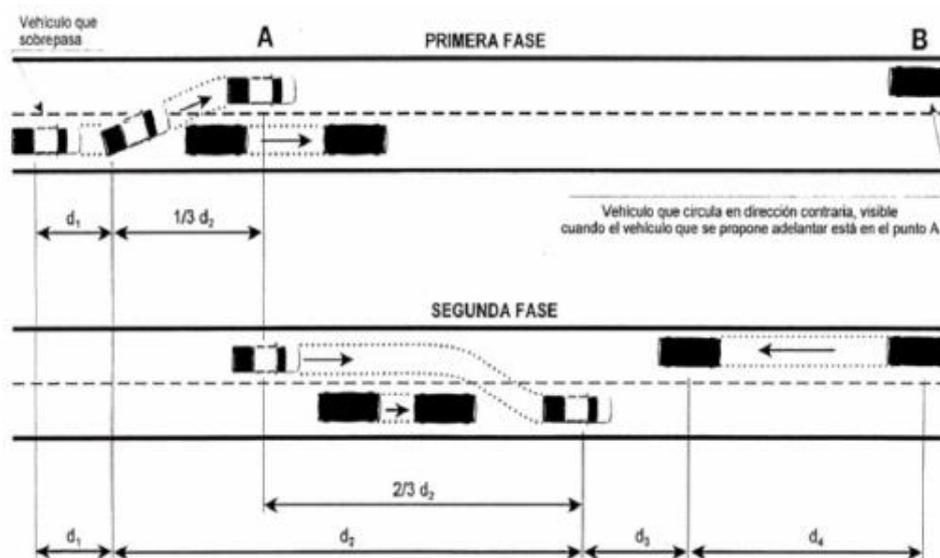


Figura 2.14 Esquema de las diferentes etapas de adelantamiento
Fuente: NEVI – 12 Volumen 2A (MTO), 2013.

La ecuación para el cálculo de esta distancia es:

$$Dr = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

Donde:

d_1 = distancia recorrida por el vehículo que rebasa en el tiempo de percepción / reacción hasta alcanzar el carril izquierdo de la carretera.

$d_2 =$ distancia recorrida por el vehículo que rebasa durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo.

$d_3 =$ distancia entre el vehículo que rebasa y el vehículo que viene en sentido contrario, al final de la maniobra.

$d_4 =$ distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante dos tercios del tiempo empleado por el vehículo que rebasa, mientras usa el carril izquierdo; es decir, $2/3$ de d_2 . Se asume que la velocidad del vehículo que viene en sentido contrario es igual a la del vehículo que rebasa.

Estas distancias se calculan con las ecuaciones:

$$d_1 = 0.14 * t_1 (2V - 2m + a * t_1)$$

$$d_2 = 0.28 * V * t_2$$

$$d_3 = 0.187 * V * t_2$$

$$d_4 = 0.18 * V * t_1$$

Dónde:

$t_1 =$ tiempo de la maniobra inicial, en segundos.

$t_2 =$ tiempo de ocupación del carril opuesto, en segundos.

$v =$ velocidad promedio del vehículo que rebasa, en Km/h.

$m =$ diferencia de velocidad entre el vehículo que es rebasado y el que rebasa, en Km/h, y en promedio se considera igual a 16 Km/h.

a = aceleración promedio del vehículo que efectúa el rebase, en kilómetros por hora por segundo.

Para obtener todos los valores de las variables antes mencionadas tenemos las siguientes tablas:

Velocidad de Diseño	Velocidades Km/h		Distancia mínima de adelantamiento (m)
	Vehículo que es rebasado	Vehículo que rebasa	
30	29	44	220
40	36	51	285
50	44	59	345
60	51	66	410
70	59	74	480
80	65	80	540
90	73	88	605
100	79	94	670
110	85	100	730

Figura 2.15 Distancias Mínimas de Diseño para Carreteras Rurales de Dos carriles (m).

Fuente: NEVI – 12 Volumen 2A (MTO), 2013.

Velocidad promedio de adelantamiento (Km/h)	50 - 65	66 - 80	81 - 95	96 - 110
Maniobra Inicial				
A= aceleracion promedio (Km/h/s)	2,25	2,3	2,37	2,41
t1 = tiempo (s)	3,6	4	4,3	4,5
d1 = distancia recorrida (m)	45	65	90	110
Ocupacion carril izquierdo:				
t2 = tiempo (s)	9,3	10	10,7	11,3
d2 = distancia recorrida (m)	145	195	250	315
Longitud Libre				
d3= distancia recorrida (m)	30	55	75	90
Vehículo que se aproxima:				
d4= distancia recorrida (m)	95	130	165	210
Distancia Total: d1 + d2 +d3 +d4,(m)	315	445	580	725

Figura 2.16 Tabla de Parámetros Básicos
Fuente: NEVI – 12 Volumen 2A (MTO), 2013.

Para calcular estas distancias parciales tenemos los datos:

$$V_D = 80 \text{ Km/h}$$

$$V_c = 71 \text{ Km/h}$$

De la Figura 2.15 obtenemos la Velocidad de rebase:

$$V_r = 80 \text{ Km/h}$$

De la Figura 2.16 obtenemos la Velocidad de rebase:

$$a = 2.3 \text{ Km/h/seg}$$

$$t_1 = 4 \text{ seg}$$

$$t_2 = 10 \text{ seg}$$

$$m = V_r - V_c = 80 - 71 = 9 \text{ Km/h}$$

Reemplazando en la Ecuación: $d_1 = 0.14 * t_1 (2V - 2m + a * t_1)$

obtenemos el valor de:

$$d_1 = 0.14 * t_1 (2V - 2m + a * t_1)$$

$$d_1 = 0.14 * 4 [(2 * 88) - (2 * 9) + (2.3 * 4)]$$

$$\mathbf{d_1 = 93.63 \text{ m.}}$$

Reemplazando en la Ecuación: $d_2 = 0.28 * V * t_2$, obtenemos el valor

de:

$$d_2 = 0.28 * V * t_2$$

$$d_2 = 0.28 * 80 * 10$$

$$\mathbf{d_2 = 224 \text{ m}}$$

Reemplazando en la Ecuación: $d_3 = 0.187 * V * t_2$, obtenemos el valor de:

$$d_3 = 0.187 * V * t_2$$

$$d_3 = 0.187 * 80 * 10$$

$$\mathbf{d_3 = 149.6 m}$$

Reemplazando en la Ecuación: $d_4 = 0.18 * V * t_1$, obtenemos el valor de:

$$d_4 = 0.18 * V * t_1$$

$$d_4 = 0.18 * 80 * 4$$

$$\mathbf{d_4 = 57.6 m}$$

Reemplazando en la Ecuación: $D_r = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$, obtenemos:

$$D = 93.63 + 224 + 149.6 + 57.6$$

$$\mathbf{D = 524.83 m}$$

Con este valor calculado podemos comparar con las tablas del MTOP para verificar que nuestra distancia está por encima del mínimo establecido.

Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	830	830	640	830	640	565
I 3000 a 8000 TPDA	830	690	565	690	565	415
II 1000 a 3000 TPDA	690	640	490	640	565	345
III 300 a 1000 TPDA	640	565	415	565	415	270
IV 100 a 300 TPDA	480	290	210	290	150	110
V Menos de 100 TPDA	290	210	150	210	150	110

Figura 2.17 Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para el rebasamiento de un vehículo

Fuente: Reglamento de Diseño MTOP, 2002.

Para terrenos ondulados y para carreteras de tipo II tenemos que el valor absoluto de distancia mínima de adelanto es de 565 metros siendo mayor a la antes calculada, por lo cual asumimos este valor.

2.6 Señalización

Parámetro de gran importancia para mantener el control de la circulación vehicular, ya que guía y regula de forma segura y rápida el tránsito.

La señalización por lo general consta de rótulos con símbolos, palabras o demarcaciones, horizontales o verticales, sobre la vía, para guiar el tránsito de vehículos y peatones.

Señales Generales son las que indican lugares de referencia tales como escuelas, servicios públicos, culturales y turísticos.

Señales de Seguridad también conocidas como preventivas son las que indican lugares donde pueden ocurrir posibles catástrofes como aluviones, derrumbes o abismos entre otros.

Señales Viales indican referencias con respecto a circulación del tránsito como velocidades máximas, cruces de vías, rompe velocidades, curvas entre otros.

Señalización de Protección Ecológica indican potenciales sitios con valor ambiental y ecológico donde exista fauna o flora nativa y sea un posible lugar de representación turística.

La señalización debe cumplir con algunos requisitos básicos como:

- Debe ser necesario.
- Visible y debe llamar la atención.
- Transmitir el mensaje de forma clara y legible.
- Estar ubicada en un lugar que permita al conductor reaccionar oportunamente.

2.6.1 Señalización Horizontal

Se ubica sobre la superficie vial mediante símbolos, mensajes o líneas, de forma que sea entendible por el conductor sin desviar su mirada de la vía.

2.6.1.1 Aspectos de Señalización

El Instituto Ecuatoriano de Normalización establece los siguientes aspectos que deben cumplir:

Diseño

- a)** Su tamaño, contraste, colores, forma, composición y retrorreflectividad o iluminación se debe combinar de tal manera que atraigan la atención de todos los usuarios.
- b)** Su tamaño, forma, colores y diagramación del mensaje, se combinen para que este sea claro, sencillo e inequívoco
- c)** Su legibilidad y tamaño corresponden al emplazamiento utilizado, permitiendo en un tiempo adecuado de reacción.
- d)** Su tamaño, forma y mensaje concuerden con la situación que se señala, contribuyendo a su credibilidad y acatamiento.
- e)** Sus características de color y tamaño se aprecien de igual manera durante el día, noche y períodos de visibilidad limitada.

Ubicación

Toda señal deber ser instalada de tal manera que capte oportunamente la atención de los usuarios de distintas capacidades visuales cognitivas y psicomotoras, otorgando a estos la facilidad y el tiempo suficiente para distinguirlas de su entorno, leerla, entenderla y realizar una maniobra apropiada.

Conservación y mantenimiento

Toda señalización tiene una vida útil que está en función de los materiales utilizados en su fabricación, de la acción del medio ambiente, de agentes externos y de la permanencia de las condiciones que la justifican. Para ello, resulta imprescindible asegurar su oportuno mantenimiento limpieza, reemplazo o retiro.

Uniformidad

La señalización debe ser tratada según lo establecido en el reglamento de la INEN, para facilitar el reconocimiento y entendimiento de las señales por parte de los usuarios.

Justificación

En general, se debe usar la cantidad necesaria de señales, ya que su uso excesivo reduce su eficacia.

Simbología

A nivel nacional existe la tendencia a preferir señales con mensajes simbólicos, en lugar de textos; ya que el uso de símbolos facilita una rápida comprensión del mensaje, así mejorando la seguridad del tránsito.

Clasificación

Parámetro de gran importancia para mantener el control de la circulación vehicular.

Líneas Longitudinales

Se emplean para delimitar carriles y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.

Pueden ser continuas o en zigzag y segmentadas, la diferencia es que unas indican donde está prohibido estacionarse, realizar rebases o giros y otras que si permiten realizar las maniobras antes mencionadas.

Por otro lado se pueden usar diferentes colores como:

- Líneas Blancas: separan de flujos de tránsito en una misma dirección, borde derecho de la vía, zonas de estacionamiento y proximidad a un paso cebra.
- Líneas Amarilla: establecen restricciones, separación de tráfico viajando en diferentes direcciones.
- Línea Azul: definen zonas donde se cobran tarifas de estacionamiento con límite de tiempo.

Líneas Transversales

Se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.

Símbolos y Leyendas

Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluye en este tipo de señalización, flechas, triángulos ceda el paso y leyendas tales como PARE, BUS, CARRIL EXCLUSIVO, SOLO TROLE, TAXIS, PARADA BUS, entre otros.

Otras Señalizaciones

Como el empleo de chevrones, etc.

Para nuestro proyecto usaremos las siguientes señalizaciones:

Líneas de Segmentadas de separación de Circulación

Se utilizan para indicar la separación de flujos de tráfico opuestos, ubicadas en el centro de la calzada, deben ser de color amarillo, y pueden ser traspasadas cuando haya seguridad de paso.

Se emplean donde las características geométricas de la vía permiten el rebasamiento y los virajes.

Pueden presentarse dos tipos de líneas segmentadas centrales.

Velocidad máxima de la vía (km /h)	Ancho de la línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12,00	3 - 9
Mayor a 50	150	12,00	3 - 9

Figura 2.18 Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada

Fuente: Señalización vial Parte 2. Señalización Horizontal (INEN), 2011.

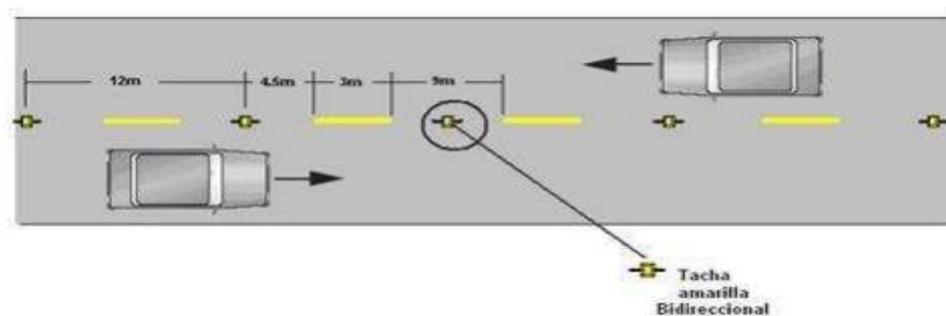


Figura 2.19 Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada
Fuente: Señalización vial Parte 2. Señalización Horizontal (INEN), 2011.

Los demarcadores o tachas por lo general son de plástico de alta densidad, cerámicos, hormigón o metálicos entre otros. La cara que va frente al tráfico debe tener un material retrorreflectivo.

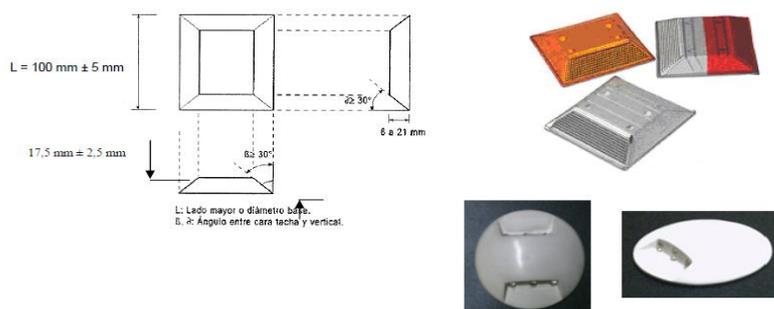


Figura 2.20 Demarcadores.
Fuente: Señalización vial Parte 2. Señalización Horizontal (INEN), 2011.

Lineas de borde de pavimento

Línea continua de color blanco que separa la berma del carril de circulación, tiene un ancho de 12 cm.

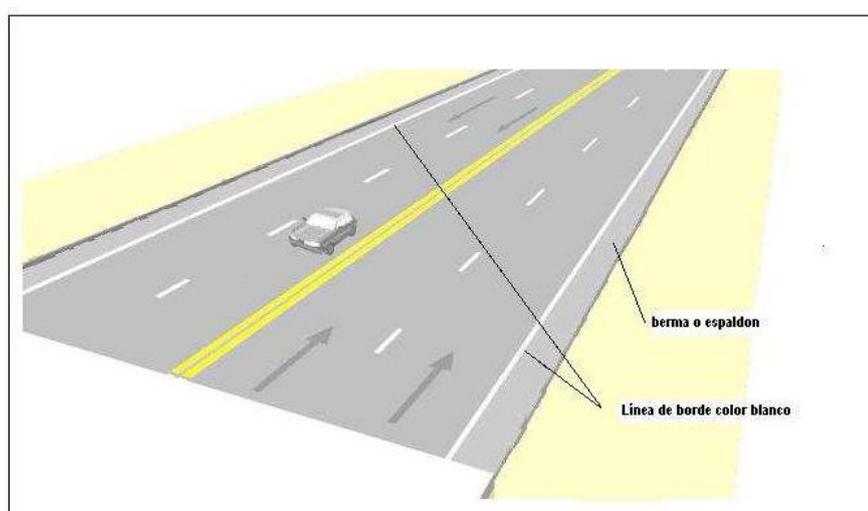


Figura 2.21 Señalización de líneas de borde.
Fuente: Señalización vial Parte 2. Señalización Horizontal (INEN), 2011.

2.6.2 Señalización Vertical

Son tableros o placas fijas en postes que sirven para controlar el tráfico y se ubican sobre la vía o adyacente a ellas, mediante leyendas y símbolos previenen a los usuarios de posibles peligros, así como informar de posibles restricciones o información.

Las podemos clasificar según su función:

- Señales regulatorias: Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la incumplirlas supone una infracción de tránsito.

- Señales de información: Informan a los usuarios de la vía sobre direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicación de servicios y puntos de interés.
- Señales preventivas: Advierten a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en la vía o sectores adyacentes.
- Señales especiales delineadoras: Delinean al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco de la vía, o presencia de obstrucción de la misma.
- Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales: Advierten, informan y guían a los usuarios viales a transitar con seguridad sitios de trabajos en las vías y aceras además para alertar sobre otras condiciones temporales y peligrosas que podrían causar daños a los usuarios viales.

Ubicación

Siempre se deben instalar de lado derecho de la vía y en casos especiales sobre la calzada sin obstruir la visibilidad o el tránsito, No debe haber más de una señal del mismo tipo en un poste, a menos que sea complementaria a otra.

Su colocación longitudinal dependerá de la naturaleza de su mensaje o uso. Para ser exhibida de manera adecuada.

En zonas rurales debe estar a una distancia libre de por lo menos 600 mm del filo exterior de la berma, si existe cuneta la distancia se considera desde el borde de la misma y separación entre 2 a 5 m. máximo, excepto señales grandes donde la separación puede ser mayor.

Su altura no debe ser menor a 1.50 m. desde el borde hasta la parte inferior de la señal, para intersecciones o zonas pobladas debe de ser no menor a 2.00 m.

En zonas urbanas las señales deben colocarse mínimo a 300 mm. Del filo del bordillo y máximo a 1.00 metros, en bordillos montables disminuye a 500 mm.

Su altura ni debe ser menor a 2.00 m. o 2.20 m. para evitar obstaculizar a los vehículos estacionados.

Las señales elevadas tipo pórtico, deberán presentar como mínimo una altura libre de 5.30 m, medida desde la rasante de la vía.

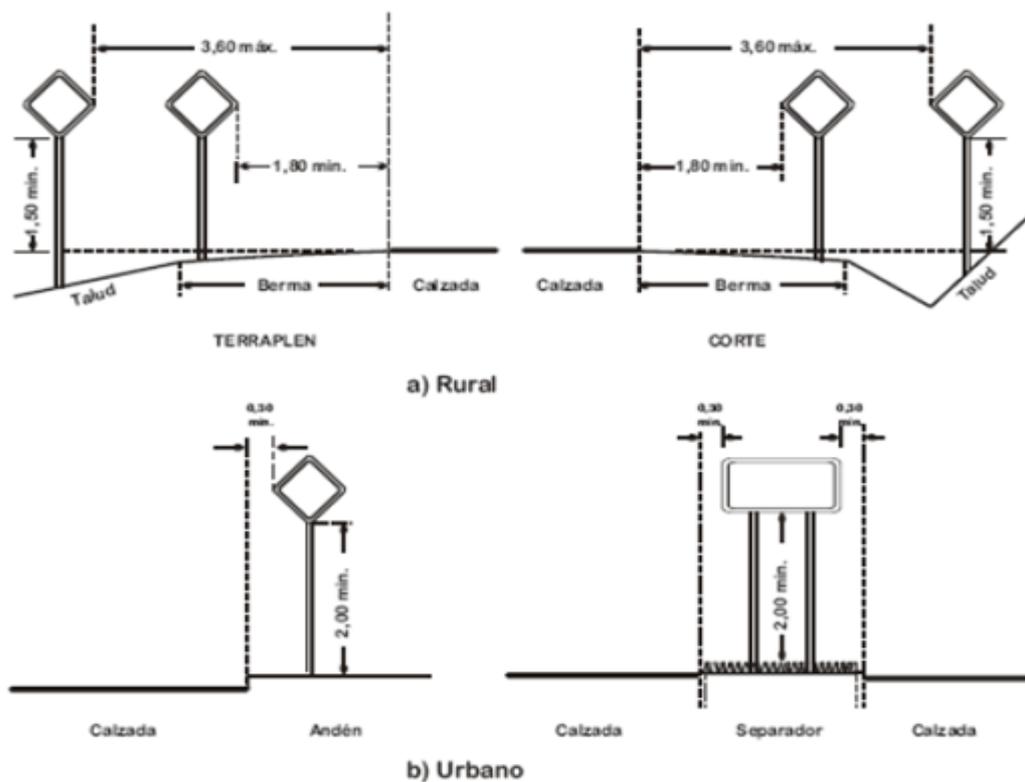


Figura 2.22 Ubicación de Señales Verticales
Fuente: Señalización vial Parte 2. Señalización Vertical (INEN), 2011.

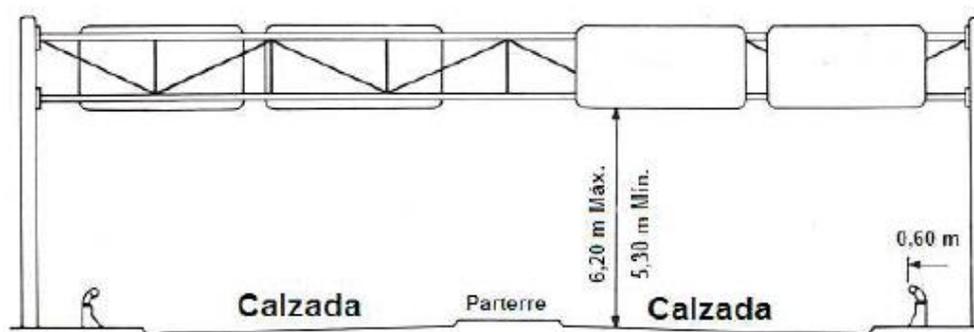


Figura 2.23 Soporte tipo pórtico
Fuente: Señalización vial Parte 2. Señalización Vertical (INEN), 2011.

Se especifican el tipo de señales verticales que se emplearán en nuestro proyecto:

Regulatorias

Pare (R1-1): Se instala en aproximación a intersecciones, donde una de las vías tiene prioridad con respecto a otra, obliga a para al vehículo frente a esta señal antes de entrar a la intersección.

Leyenda y borde retroreflectivo blanco
Fondo retroreflectivo rojo



R1 - 1

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
R1 - 1A	600 x 600	200 Ca
R1 - 1B	750 x 750	240 Ca
R1 - 1 C	900 x 900	280 Ca

Figura 2.24 Pare

Fuente: Señalización vial Parte 2. Señalización Vertical (INEN), 2011.

Limite máximo de velocidad (R4-1) Señal utilizada para indicar la velocidad máxima permitida en un tramo de la vía. Su instalación requiere de un estudio de dicho tramo, que considere el tipo de la vía, su velocidad de diseño y de operación, la accidentabilidad registrada, el uso del suelo del sector adyacente, etc.

Se puede complementar con placas expresando el tipo de vehículo y se expresa en múltiplos de 10.

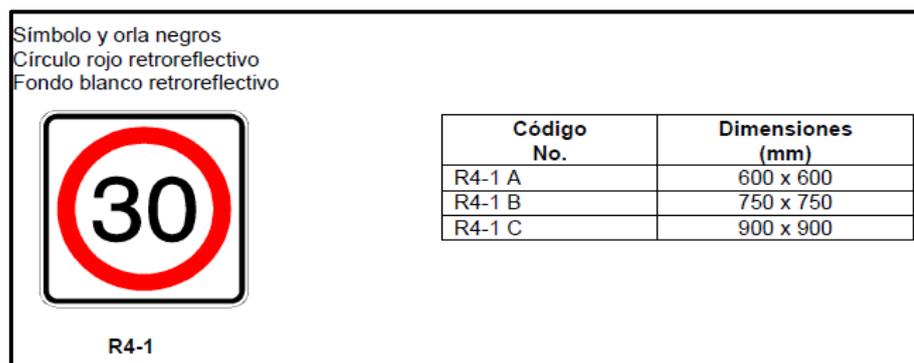


Figura 2.25 Límite máximo de velocidad

Fuente: Señalización vial Parte 2. Señalización Vertical (INEN), 2011.

Preventiva

Curva cerrada izquierda (P1 – 1I), derecha (P1 – 1D) Estas señales indican la aproximación a curvas cerradas; y se instalan antes de una curva con ángulo de viraje menor o igual a 90°, una señal de velocidad R4-1 debe acompañar esta señal.

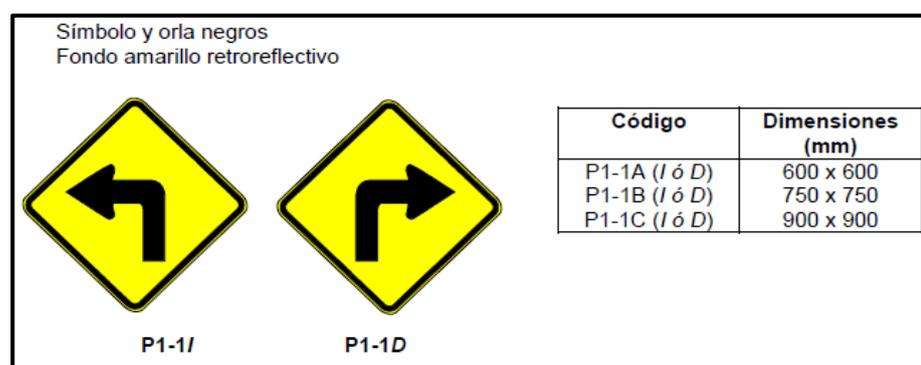


Figura 2.26 Curvas cerradas

Fuente: Señalización vial Parte 2. Señalización Vertical (INEN), 2011.

Curva abierta izquierda (P1 – 2I), derecha (P1 – 2D) Indican la aproximación a curvas abiertas; y se instalan en aproximaciones a

una curva abierta a la izquierda o derecha. Se puede complementar esta señal con una velocidad R4-1.

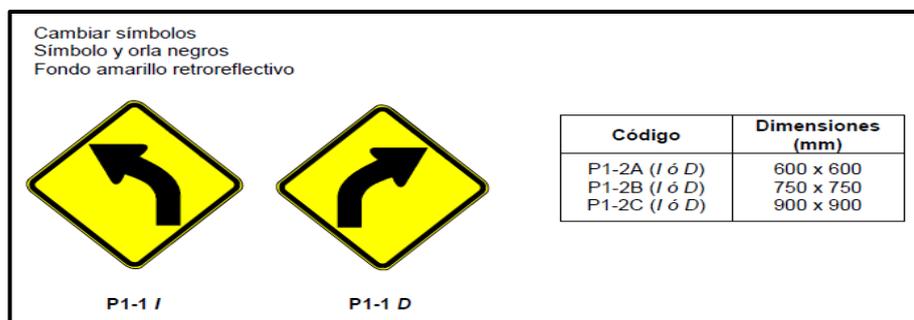


Figura 2.27 Curvas abiertas.

Fuente: Señalización vial Parte 2. Señalización Vertical (INEN), 2011.

Curva y contra curva cerrada izquierda-derecha (P1 – 3I) y derecha-izquierda (P1 – 3D) Indican la aproximación a dos curvas contrapuestas y cuya tangente de separación es menor a 120 m; y se instalan en aproximaciones a esta clase de curvas. Se puede complementar esta señal con una velocidad R4-1.

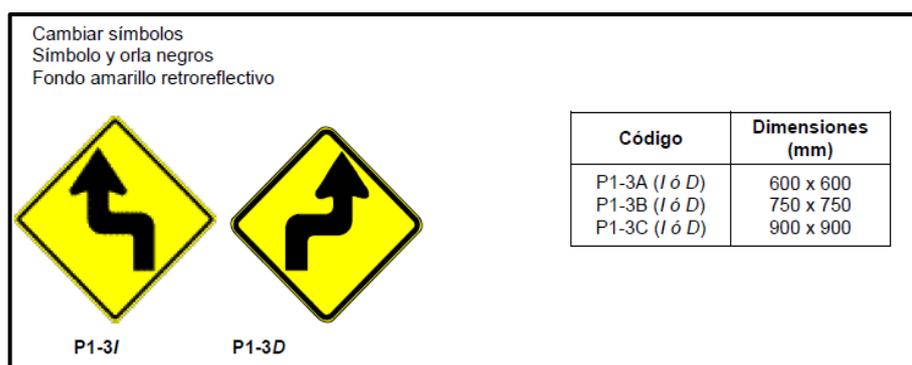


Figura 2.28 Curva y contra curva cerrada.

Fuente: Señalización vial Parte 2. Señalización Vertical (INEN), 2011.

Curva y contra curva abierta izquierda-derecha (P1 – 4I) y derecha-izquierda (P1 – 4D) Indican la aproximación a dos curvas contrapuestas y cuya tangente de separación es menor a 120 m; y se insatalan en aproximaciones a esta clase de curvas. Se puede complementar esta señal con una velocidad R4-1.

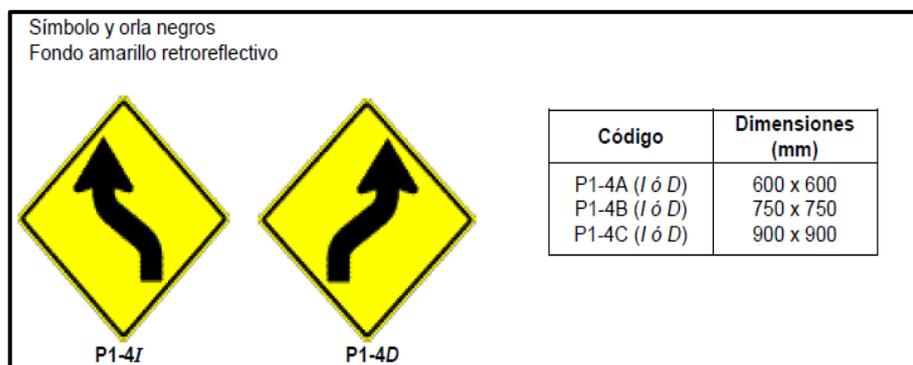


Figura 2.29 Curva y contra curva abierta

Fuente: Señalización vial Parte 2. Señalización Vertical (INEN), 2011.

Vía sinuosa primera izquierda (P1-5I) – primera derecha (P1-5D)

Esta señal previene al conductor la existencia adelante, de tres o más curvas sucesivas opuestas (tipo "S"). se instalan en aproximaciones a un tramo de vía sinuosa; en donde se justifica el uso de las señales de curva cerrada (P1-1) o abierta (P1-2). Las curvas sucesivas deben estar separadas por tangentes menores a 120 m.

Entramos mayores a 1 Km debe utilizarse una señal complementaria.

En el eje inferior de la flecha se debe indicar la dirección de la primera curva de acceso.

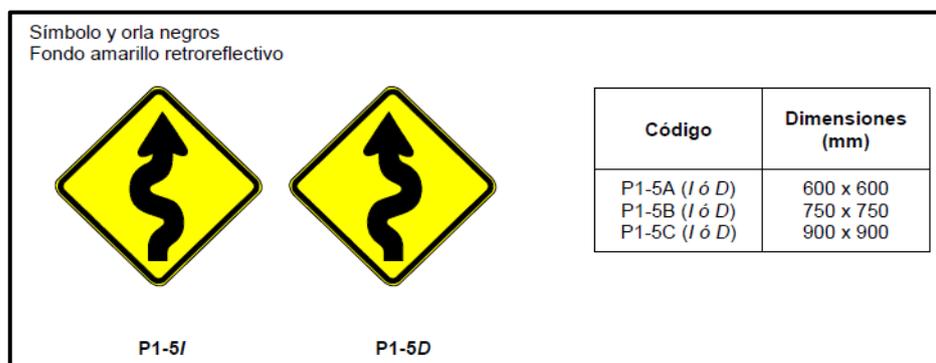


Figura 2.30 Vía sinuosa

Fuente: Señalización vial Parte 2. Señalización Vertical (INEN), 2011.

Animales en la vía (P6-17) Esta señal debe utilizarse para advertir la probable presencia de animales en la vía, sean estos domésticos o de ganado.

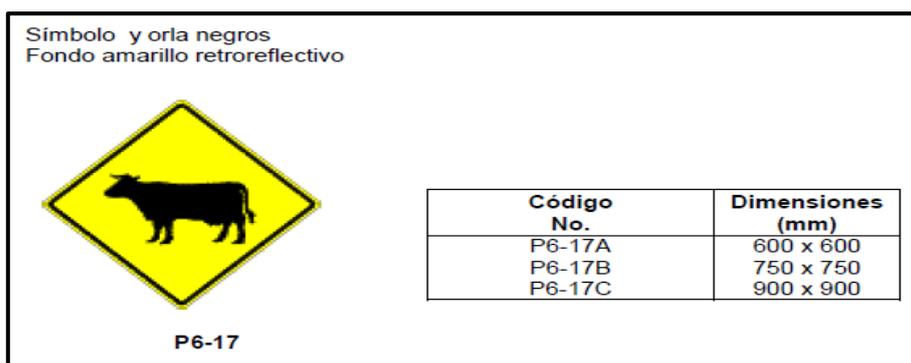


Figura 2.31 Animales en la vía

Fuente: Señalización vial Parte 2. Señalización Vertical (INEN), 2011.

Kilómetros/hora (P7-1) Esta señal indica la velocidad de circulación recomendable en un tramo de la vía.

Debe usarse con otras señales complementarias como P6-2, P6-3, P6-4 y cuando sea necesario con las señales de la serie P1.

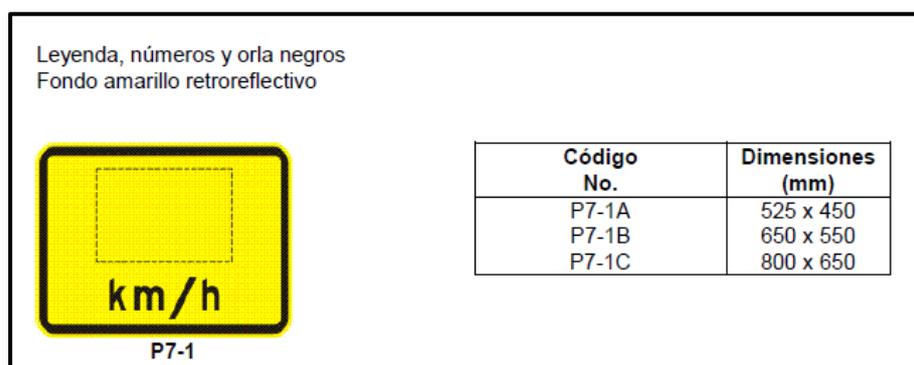


Figura 2.32 Animales en la vía

Fuente: Señalización vial Parte 2. Señalización Vertical (INEN), 2011.

Informativas

Nombre de ciudades, ríos, sitios, puentes, etc. (I1-3c) Estas señales indican a los conductores los nombres de los lugares específicos en el que se encuentra.

Estas señales son rectangulares, con el eje horizontal más largo. Los colores son fondo verde y las letras, flechas y orla, blanco. Cambian el color.

Se debe utilizar letras mayúsculas usando letras mayúsculas de la serie C, D o E, la altura mínima de la letra a utilizarse es de 140 mm.



Figura 2.33 Señalización Informativa
Fuente: Señalización vial Parte 2.
Señalización Vertical INEN, 2011

CAPÍTULO 3

ESTUDIO TOPOGRÁFICO Y GEOTÉCNICO

3.1 Topografía

Para el desarrollo del trabajo, se obtuvo el levantamiento topografico realizado por la Asociacion ACM el cual sirvio de base para el trazado realizado. El terreno posee una topografía un poco variada debido a diferentes excavaciones cerca de algunas camaroneras existentes aunque en general se observa un terreno ondulado según lo observado en la visita al campo.

En la hoja topografica se aprecian curvas de nivel cada 0.5 metros, el terreno tiene cotas entre 4 y 27 msnm, obteniendo pendientes naturales mayores a 0.5%.

Esta vía cruza en los limites de las provincias de Santa Elena y Guayas. Se puede observar que la via no se encuentra asfaltada en el lado perteneciente al Guayas, mientras que el tramo corto perteneciente a Santa Elena tiene una carpeta asfaltica deteriorada.

En el trazado realizado se tiene varios cruces de drenaje natural importantes en los cuales se deben diseñar puentes.

3.2 Mecánica de suelos

La mecánica de suelos es la ciencia que estudia el comportamiento de los suelos en función de otros factores como carga y tiempo y suministra

al constructor los medios para evaluar su comportamiento para asegurar la estabilidad de la estructura. (Terrerros)

Es importante tomar en cuenta el comportamiento del suelo ya que las obras de ingeniería civil se apoyan sobre el mismo de una forma u otra, en este caso, es importante saber qué tipo de suelo existe para la correcta elaboración del diseño de la vía.

3.3 Propiedades de los suelos

Ya definido el trazado preliminar de la vía, se procedió a realizar los ensayos de suelo. Se realizaron 7 calicatas ubicadas cada 2 kilómetros, en cada punto se extrajo aproximadamente 50 Kg de muestra.

3.3.1 Análisis Granulométrico

El análisis granulométrico de un suelo consiste en separar y clasificar por tamaños los granos que lo componen con el fin de clasificar suelos gruesos o de observar si se cumplen especificaciones (Terrerros , aashto).

Granulometría por tamizado

En este procedimiento las partículas del suelo logran ser separadas por medio de una gama de tamices normalizados. El ensayo se lo realiza colocando de manera decreciente los tamices. La masa que

es retenida entre dos tamices representara un porcentaje del peso total de la muestra a ensayar.

Luego de obtener los pesos retenidos se elabora una tabla con los porcentajes de peso retenido, porcentajes de pesos retenidos acumulados y con los porcentajes de pesos pasantes acumulados; de esta manera se puede obtener la cantidad de finos, arena y grava que existe en la muestra.

Tabla I. Serie de tamices según ASTM

INEN	ASTM
Abertura indicada	Designación
125 mm	5 pulg
106 mm	4,24 pulg
90 mm	3 ½ pulg
75 mm	3 pulg
63 mm	2 ½ pulg
53 mm	2,12 pulg
45 mm	1 ¾ pulg
37,5 mm	
31,5 mm	1 ¼ pulg
26,5 mm	1,06 pulg
22,4 mm	7/8 pulg
19,0 mm	¾ pulg
16,0 mm	5/8 pulg
13,2 mm	0,53 pulg
11,2 mm	7/16 pulg
9,5 mm	3/8 pulg
8,0 mm	5/16 pulg
6,7 mm	0,265 pulg
5,6 mm	No. 3 ½
4,75 mm	No. 4
4,00 mm	No. 5
3,35 mm	No. 6
2,80 mm	No. 7
2,36 mm	No. 8
2,00 mm	No. 10
1,70 mm	No. 12
1,40 mm	No. 14
1,18 mm	No. 16
1,00 mm	No. 18
850 µm	No. 20
710 µm	No. 25
600 µm	No. 30
500 µm	No. 35
425 µm	No. 40
355 µm	No. 45
300 µm	No. 50
250 µm	No. 60
212 µm	No. 70
180 µm	No. 80
150 µm	No. 100
125 µm	No. 120
106 µm	No. 140
90 µm	No. 170
75 µm	No. 200
63 µm	No. 230
53 µm	No. 270
45 µm	No. 325
38 µm	No.400

Fuente: INEN 154 –
TAMICES DE ENSAYO –
DIMENSIONES
NOMINALES DE LAS
ABERTURAS – 1986-12

Procedimiento de tamizado por lavado

- Se selecciona la muestra representativa y se coloca en un horno a 105° C excepto si son suelos residuales que se secan al medio ambiente. Se desmoronan los grumos del material con un rodillo
- Se vacía todo el material sobre el tamiz No. 200, con la ayuda de agua, se lava lo mejor posible la muestra, para que todos los finos pasen por la malla. El material retenido se lava con agua destilada y se lo coloca en una bandeja, la cual se seca y se pesa.
- Seleccionar los tamices adecuados según la clase de suelo que se observe (grava, arena o finos). Se puede usar la cantidad de tamices deseados con el fin de obtener datos representativos de la muestra.
- Ordenar los tamices de manera decreciente para posteriormente verter el material sobre los tamices, siendo agitados de manera manual o por medio de maquinaria especializada, por el tiempo adecuado (esto dependerá del tamaño de partículas observable). Anotar los pesos retenidos por cada tamiz usado para realizar los cálculos correspondientes.

Cálculos

Una vez obtenido el peso retenido en cada tamiz, se obtiene el porcentaje retenido, el porcentaje retenido acumulado y el porcentaje pasante acumulado.

Tabla II. Cálculo para determinar el porcentaje pasante acumulado

TAMIZ	PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE PASANTE ACUMULADO
1	a	a	$A=(a/T)*100$	A	100-A
2	b	a+b	$B=(b/T)*100$	A+B	100-(A+B)
...
n	m	a+b+...+m	$M=(m/T)*100$	A+B...M=100%	$100-(A+B+...+M)=0$
Total	T		100%		

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

Con estos cálculos se obtiene el porcentaje de grava, arena y material fino, teniendo en cuenta el tamaño del tipo de material. Considerando que el porcentaje de grava corresponde a los tamices hasta el tamiz No. 4, el porcentaje de arena corresponde a los tamices entre el No. 4 y el No 200; y para suelos finos corresponde a partir del tamiz No 200.

Tabla III. Cálculo para determinar el porcentaje pasante acumulado

MATERIAL	CARACTERÍSTICA	TAMAÑO mm
Piedra	-----	Mayor de 70 mm
Grava	Gruesa	30 a 70
	Media	5 a 30
	Fina	2 a 5
Arena	Gruesa	1 a 2
	Media	0.2 a 1
	Fina	0.1 a 0.2
Polvo	Grueso	0.05 a 0.1
	Fino	0.02 a 0.05
Limo	Grueso	0.006 a 0.02
	Fino	0.002 a 0.006
Arcilla	Gruesa	0.0006 a 0.002
	Fina	0.0002 a 0.0006
Ultra-Arcilla	-----	0.00002 a 0.0002

Fuente: Rodríguez, 2005.

3.3.2 Estados de consistencia

La consistencia es la resistencia del suelo a ser deformado, controlado por las fuerzas físicas de adhesión y cohesión, las cuales dependen del contenido de humedad del material, por consiguiente, se define que la consistencia se expresa en términos de seca, húmeda y mojada.

Esta cohesión y adhesión del suelo comprende:

- El comportamiento con respecto a la gravedad, presión y tensión.
- Tendencia de la masa del suelo de adhesión a cuerpos ajenos.

Los estados de consistencia de una masa de suelo plástico, en función del cambio de su contenido de humedad son: sólido, semisólido, plástico y líquido. Estos cambios se dan cuando la humedad en las masas de suelo varía.

El significado de los contenidos de agua que sirven de límite para cada estado físico, fue descrito por el científico de suelos sueco, Albert Atterberg en 1911. Estas fronteras definieron lo que se conoce hoy en día como Límites de Atterberg.

Límites de Atterberg: Son fronteras entre los estados sólido, semisólido, plástico y líquido del contenido de humedad, usados para definir el comportamiento de los suelos finos basados en que el suelo solo puede estar en un solo estado a la vez.

Se definen los límites de Atterberg como:

- Límite líquido
- Límite plástico
- Límite de retracción

Con los respectivos valores de límite líquido y límite plástico se puede tener una apreciación de la clase de suelo ensayada mediante la clasificación de suelos SUCS o AASHTO.

Límite Líquido: Es uno de los límites de Atterberg, que presenta la humedad de la muestra entre su comportamiento líquido y plástico.

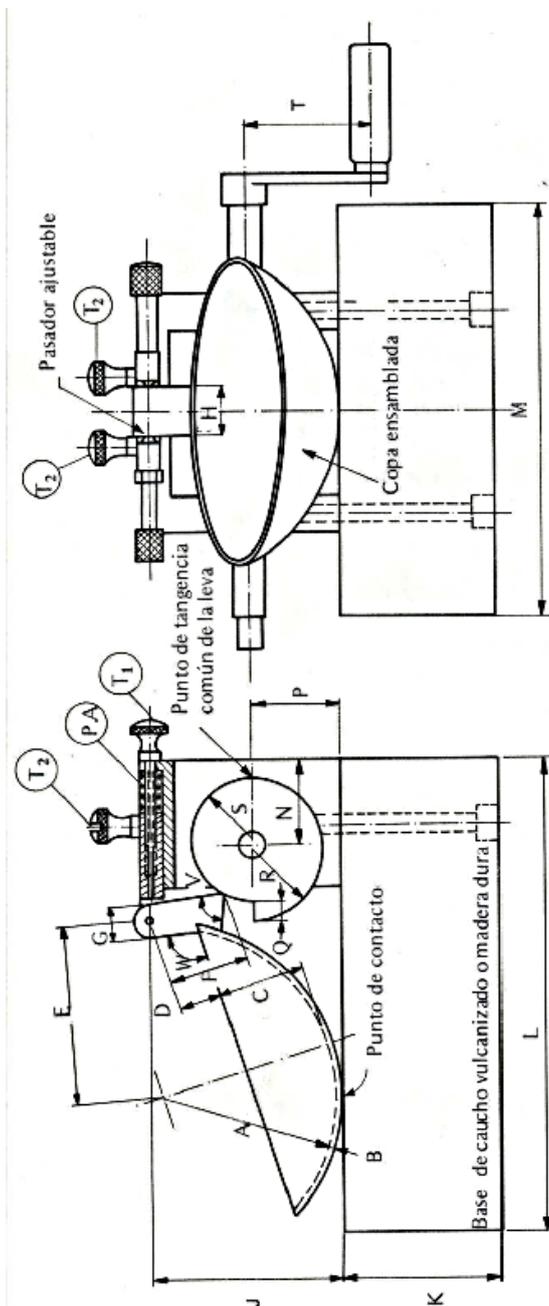
Equipo

- Dispositivo Mecánico (Copa de Casagrande)
- Acanaladores
- Plato o fuente de mezclado
- Espátulas
- Pipeta

Procedimiento

- Se toma aproximadamente 250 g de muestra pasante del tamiz No 40 (425 μm), se agrega agua y se mezcla hasta tener una masa pastosa homogénea fácilmente manejable.
- Se coloca la masa en la copa de Casagrande, moldeando rápidamente con la espátula la masa procurando un espesor de 10mm evitando que se formen burbujas de aire.
- Con el acanalador se forma una abertura cruzando por la mitad de la copa de Casagrande, procurando dejar visible una pequeña franja libre en el fondo de la abertura.
- Colocar la copa de Casagrande en el dispositivo mecánico, cuidando que la superficie inferior de la copa y la superficie de la base se encuentren libres de suelo o agua, proceder a girar la palanca a una velocidad de 2 revoluciones por segundo, hasta que el fondo de la abertura se halla unido por lo menos 10 mm y anotar el número de golpes.

- Una vez unido el fondo, se extrae con la espátula la sección unida, se pesa el suelo húmedo y se la seca durante 24 horas a 100 C en el horno para posteriormente tomar el peso seco.
- Se deben registrar humedades para los diferentes rangos de golpes: 30-40, 20-30, 10-20. Si el número de golpes para la primera determinación está entre 30 y 40, se continúa agregando agua a la muestra y se repite el procedimiento para obtener las humedades en los rangos antes mencionados.



Letra	A	B	C	D	E	F	G	H	J
mm	54 ± 0,5	2 ± 0,5	27 ± 0,5	12,5 ± 0,5	56 ± 0,5	25 ± 0,5	10 ± 0,5	16 ± 0,5	60 ± 0,5
Letra	K	L	M	N	P	Q*	R*	S*	T
mm	50 ± 5	150 ± 5	130 ± 5	27 ± 1	28 ± 0,5	6,0	22 ± 0,5	19 ± 0,5	40 ± 5

Letra	V	W
Grados	75 ± 5	100 ± 3

* La leva está fabricada de dos secciones semicirculares con un punto de tangencia común. Las dimensiones esenciales tienen tolerancia.

Figura 3.1 Dispositivo mecánico para el límite líquido
Fuente: INEN – MECÁNICA DE SUELOS – DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO – MÉTODO CASA GRANDE, 1982.

Cálculos

Se calcula la humedad de cada punto en porcentajes por medio de la siguiente ecuación 3.1:

$$W = \left(\frac{W_{agua}}{W_{suelo}} \right) \times 100$$

Dónde:

W agua= Peso del agua en la muestra

W seco= Peso seco de la muestra

Se realiza uno gráfico semi logarítmico donde en el eje Y es la humedad y el eje X el logaritmo de los números de golpes, se traza una recta que se acople a los puntos aproximadamente.

Finalmente se debe interpolar la curva proyectada a la humedad proyectada por 25 golpes, que resulta el Límite líquido de la muestra.

Límite Plástico: Es uno de los límites de Atterberg, que presenta la humedad de la muestra entre su comportamiento plástico y sólido, obtenido por procedimiento de rolado para evaporar gradualmente el agua hasta que el material se comience a fisurarse.

Equipos

- Plato o fuente de mezclado
- Espátula
- Placa de rolado

- Recipiente con agua
- Varilla de calibración

Procedimiento

- Este ensayo se realiza conjuntamente con el ensayo de determinación de límite líquido. Se toma una muestra alrededor de 100 g del material que pase por el tamiz No40 (425 μ m), cuyos números de golpes del ensayo de límite líquido sean entre 20 y 25.
- Se toma una porción aproximada de 10g de la muestra, se la moldea entre los dedos en forma de bola, luego se amasa la esfera con la palma de la mano en la placa de rolado hasta que alcance a formarse una tira de 3mm de diámetro.
- Se repite este procedimiento hasta observar pequeñas grietas o fisuras en la superficie de la muestra, a dicha tira se toma el contenido de humedad para obtener el límite plástico.
- Se debe realizar 3 ensayos a la misma muestra para determinar el límite plástico.



Figura 3.2 Rolado de rollos.

Fuente: NORMA TÉCNICA ECUATORIANA – MECÁNICA DE SUELOS – DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO – INEN, 1982.

Cálculos:

Para obtener el limite plástico se debe obtener el contenido de humedad en cada muestra y promediarlas.

Luego de determinar el limite líquido y plástico, se puede obtener el índice de plasticidad con la siguiente ecuación (3.2):

$$I_p = W_l - W_p$$

Dónde:

W_l = Limite líquido

W_p = Limite plástico

3.3.3 Compacidad del suelo

3.3.3.1 Ensayo Proctor

El ensayo proctor tiene como objetivo determinar el peso volumétrico seco máximo que puede alcanzar una clase de material, también determina su humedad óptima a base de la compactación del mismo.

Para definir la clase de método a usar se recomienda previamente tomar en cuenta la siguiente Tabla:

Tabla IV. Métodos para ensayo Proctor

MÉTODO	DESCRIPCIÓN
A	Un molde de 101.6 mm (4 pulg); material que pasa la malla N° 4 (4.75 mm).
B	Un molde de 152.4 mm (6 pulg); material que pasa la malla N° 4 (4.75 mm).
C	Un molde de 152.4 mm (6 pulg); material que pasa la malla de 3/4 pulg (19.0 mm).
D	Un molde de 152.4 mm (6 pulg); material que pasa la malla de 3/4 pulg (19.0 mm), corregido por reemplazo del material retenido en la malla de 3/4 pulg.

Fuente: CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES, 1992.

Equipo:

- Molde de compactación. Constituido por un cilindro metálico de 6" de diámetro interior por 4.5" de altura y una extensión de 2.5" de altura con un diámetro interior de 6".
- Pistón metálico con guía de 18" de caída y de 10 lb de peso.
- Regla metálica con arista cortante de 25cm de largo.
- Balanza con capacidad de 30 kg y precisión de 0.01kg.
- Balanza con capacidad de 1000 gr y precisión de 0.01gr.
- Horno.
- Charolas metálicas.
- Probetas de 1000 cm³.
- Taras para humedad.

Procedimiento

- Se separan 5 muestras de 5 Kg cada una en recipientes metálicos grandes.
- En una bandeja grande colocar un porcentaje menor al 10% del peso de la muestra en agua a la muestra de 5.0 kg y revolver hasta que quede una masa de consistencia homogénea.

- Se pesa el molde cilíndrico sin el collarín.
- Se arma el molde completo y se engrasa levemente las uniones y la superficie interior del molde para evitar que se adhiera.
- Se colocan 5 capas del material humedecido para realizar la compactación con el martillo de 10 lb, en cada capa se deben realizar 56 golpes.
- Terminada la compactación, se retira el collar y se engrasa cuidadosamente el suelo con el borde del molde, se determina la masa del conjunto formado por el molde y el material compactado.
- Se extrae el suelo del molde, se parte verticalmente por el centro y se toma una muestra representativa, de masa no inferior a 100gr, para determinar la humedad, tomando el peso de la muestra húmeda y seca después de ser calentada en el horno a 100 C.
- Se debe repetir el procedimiento aumentando la cantidad de agua variando del 3% al 6% de peso en agua para así obtener los 5 puntos de la curva y obtener su densidad seca máxima y humedad óptima.

Fuente: NLT 108/91

Cálculos:**Humedad**

A continuación, se presenta la ecuación 3.3 correspondiente a la humedad:

$$w\% = \frac{\textit{peso del suelo humedo}}{\textit{peso del suelo seco}} \times 100$$

3.3.4 Resistencia del suelo**3.3.4.1 Ensayo CBR**

Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.

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

Equipo:

- Prensa manual o mecánica que alberga un pistón para penetración conectado a un anillo metálico normado cuya deformación es tomada por un lector cuya mínima lectura es de 0.001".
- La velocidad de desplazamiento de penetración debe ser uniforme de 1.27mm (0.05") por minuto. La capacidad de la prensa y su sistema para la medida de carga debe ser de 44.5kN (10000 lbf) con precisión mínima de 44N (10 lbf) o menos.
- Molde de metal cilíndrico de 152.44 ± 0.66 mm (6 ± 0.026 ") de diámetro interior y de $177,8 \pm 0.46$ mm (7 ± 0.018 ") de altura, con anillo de metal superior de 50.8 mm (2.0") de altura y una placa base perforada de 9.53 mm (3/8") de espesor. Las perforaciones de la base no deben exceder 1.6mm (1/16") las cuales deben estar uniformemente espaciadas en la circunferencia interior del molde metálico.
- Disco espaciador circular de metal, de 150,8 mm (5 15/16") de diámetro exterior y de $61,37 \pm 0,127$ mm

(2,416 ± 0,005") de espesor, usado como falso fondo para la compactación de la muestra.

- Pisón metálico de caída de 18" y peso de 10 lb.

Aparato medidor de expansión formado por:

- Placa de metal perforada por cada molde de 149.2 mm (5 7/8") de diámetro cuyas perforaciones no excedan de 1,6 mm (1/16"). Estarán provistas de un vástago central con tornillos para la regulación de altura.
- Trípode que pueda colocarse en los bordes del molde que tenga montado y sujeto en el centro un dial (deformímetro) cuyo vástago coincida con el de la placa de forma que se pueda tomar las lecturas de expansión y cuya precisión sea de 0.001".
- Uno o dos pesas anulares metálicas que tengan un total de 4.54 ± 0.02 kg cada una y pesas ranuradas de metal con masas de 2.27 ± 0.02 kg. Las pesas anular y ranurada deberán tener 149,23 mm a 150,81 mm (5 7/8" a 5 15/16") de diámetro; además de tener un agujero central de 53.98 mm (2 1/8") de diámetro.
- Dos diales con recorrido mínimo de 25mm (1") y divisiones de lecturas de 0.025mm (0.001"), con el

propósito de poder acoplarse a la prensa para medir la penetración.

- Poza con capacidad suficiente para sumergir los moldes en agua.
- Horno con capacidad de 110 ± 5 °C
- Balanzas de capacidad de 20kg y de 1000g con sensibilidad de 1g y de 0.1g respectivamente.
- Tamices de 4.76mm (No 4), 19.05 mm (3/4") y de 50.80 mm (2").
- Capsulas
- Discos de papel filtro
- Espátula

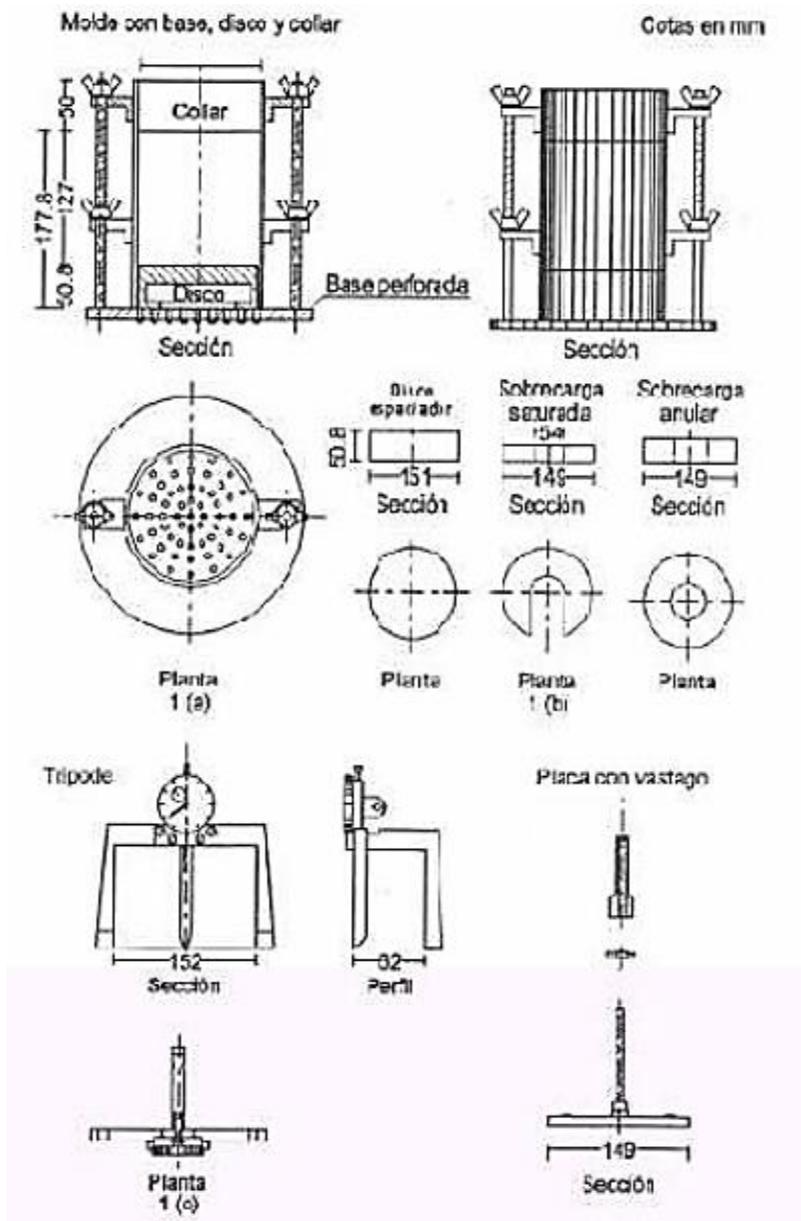


Figura 3.3 Equipo para realización del ensayo CBR
Fuente: ASTM D-1883, AASHTO T-193, J. E. Bowles (Experimento N° 19) , MTC E 132-2000.

Procedimiento

Preparación de la muestra

Cuando más del 75 % en peso de la muestra pase por el tamiz de 19.1 mm (3/4"), se utiliza para el ensayo el material que pasa por dicho tamiz. Cuando la fracción de la muestra retenida en el tamiz de 19.1 mm (3/4") sea superior a un 25% en peso, se separa el material retenido en dicho tamiz y se sustituye por una proporción igual de material comprendido entre los tamices de 19.1 mm (3/4") y de 4.75 mm (No. 4), obtenida tamizando otra porción de la muestra.

De la muestra así preparada se toma la cantidad necesaria para el ensayo de apisonado, más unos 5 kg por cada molde CBR.

Se determina la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de compactación elegido. Se compacta un número suficiente de especímenes con variación en su contenido de agua, con el fin de establecer definitivamente la humedad óptima y el peso unitario máximo. Dichos especímenes se preparan con diferentes energías de compactación. Normalmente, se usan la

energía del Próctor Estándar, la del Próctor Modificado y una Energía Inferior al Próctor Estándar. De esta forma, se puede estudiar la variación de la relación de soporte con estos dos factores que son los que la afectan principalmente. Los resultados se grafican en un diagrama de contenido de agua contra peso unitario.

Se determina la humedad natural del suelo mediante secado por horno.

Conocida la humedad natural del suelo, se le añade la cantidad de agua que le falte para alcanzar la humedad fijada para el ensayo, generalmente la óptima determinada según el ensayo de compactación elegido y se mezcla íntimamente con la muestra.

Elaboración de especímenes

Se pesa el molde con su base, se coloca el collar y el disco espaciador y, sobre éste, un disco de papel de filtro grueso del mismo diámetro.

Una vez preparado el molde, se compacta el espécimen en su interior, aplicando un sistema dinámico de compactación (ensayos mencionados, ídem Próctor Estándar o Modificado), pero utilizando en cada molde la

proporción de agua y la energía (número de capas y de golpes en cada capa) necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas. Es frecuente utilizar tres o nueve moldes por cada muestra, según la clase de suelo granular o cohesivo, con grados diferentes de compactación. Para suelos granulares, la prueba se efectúa dando 55, 26 y 12 golpes por capa y con contenido de agua correspondiente a la óptima. Para suelos cohesivos interesa mostrar su comportamiento sobre un intervalo amplio de humedades. Las curvas se desarrollan para 55, 26 y 12 golpes por capa, con diferentes humedades, con el fin de obtener una familia de curvas que muestran la relación entre el peso específico, humedad y relación de capacidad de soporte.

Si el espécimen se va a sumergir, se toma una porción de material, entre 100g y 500g (según sea fino o tenga grava) antes de la compactación y otra al final, se mezclan y se determina la humedad del Suelo. Si la muestra no va a ser sumergida, la porción de material para determinar la humedad se toma del centro de la probeta resultante de compactar el suelo en el molde, después del ensayo de

penetración. Para ello el espécimen se saca del molde y se rompe por la mitad.

Terminada la compactación, se quita el collar y se enrasa el espécimen por medio de un enrasador o cuchillo de hoja resistente y bien recta. Cualquier depresión producida al eliminar partículas gruesas durante el enrase, se rellenará con material sobrante sin gruesos, comprimiéndolo con la espátula.

Se desmonta el molde y se vuelve a montar invertido, sin disco espaciador, colocando un papel filtro entre el molde y la base, se pesa.

Inmersión

Se coloca sobre la superficie de la muestra invertida la placa perforada con vástago, y, sobre ésta, los anillos necesarios para completar una sobrecarga tal, que produzca una presión equivalente a la originada por todas las capas de materiales que hayan de ir encima del suelo que se ensaya, la aproximación quedará dentro de los 2,27 kg (5,5 lb) correspondientes a una pesa. En ningún caso, la sobrecarga total será menor de 4,54 kg (10 lb).

Se toma la primera lectura para medir el hinchamiento colocando el trípode de medida con sus patas sobre los bordes del molde, haciendo coincidir el vástago del dial con el de la placa perforada. Se anota su lectura, el día y la hora. A continuación, se sumerge el molde en el tanque con la sobrecarga colocada dejando libre acceso al agua por la parte inferior y superior de la muestra. Se mantiene la probeta en estas condiciones durante 96 horas (4 días) "con el nivel de agua aproximadamente constante. Es admisible también un período de inmersión más corto si se trata de suelos granulares que se saturan de agua rápidamente y si los ensayos muestran que esto no afecta los resultados.

Al final del período de inmersión, se vuelve a leer el deformímetro para medir el hinchamiento. Si es posible, se deja el trípode en su posición, sin moverlo durante todo el período de inmersión; no obstante, si fuera preciso, después de la primera lectura puede retirarse, marcando la posición de las patas en el borde del molde para poderla repetir en lecturas sucesivas. La expansión se calcula como un porcentaje de la altura del espécimen.

Después del periodo de inmersión se saca el molde del tanque y se vierte el agua retenida en la parte superior del mismo, sosteniendo firmemente la placa y sobrecarga en su posición. Se deja escurrir el molde durante 15 minutos en su posición normal y a continuación se retira la sobrecarga y la placa perforada. Inmediatamente se pesa y se procede al ensayo de penetración según el proceso del numeral siguiente.

Es importante que no transcurra más tiempo que el indispensable desde cuándo se retira la sobrecarga hasta cuando vuelve a colocarse para el ensayo de penetración

Penetración

Se aplica una sobrecarga que sea suficiente, para producir una intensidad de carga igual al peso del pavimento (con \pm 2.27 kg de aproximación) pero no menor de 4.54 kg (10 lb). Para evitar el empuje hacia arriba del suelo dentro del agujero de las pesas de sobrecarga, es conveniente asentar el pistón luego de poner la primera sobrecarga sobre la muestra.

Llévese el conjunto a la prensa y colóquese en el orificio central de la sobrecarga anular, el pistón de penetración y

añade el resto de la sobrecarga si hubo inmersión, hasta completar la que se utilizó en ella. Se monta el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50N (5 kg) para que el pistón asiente.

Seguidamente se sitúan en cero las agujas de los diales medidores, el del anillo dinamométrico, u otro dispositivo para medir la carga, y el de control de la penetración (Ilustración IV - 6). Para evitar que la lectura de penetración se vea afectada por la lectura del anillo de carga, el control de penetración deberá apoyarse entre el pistón y la muestra o molde.

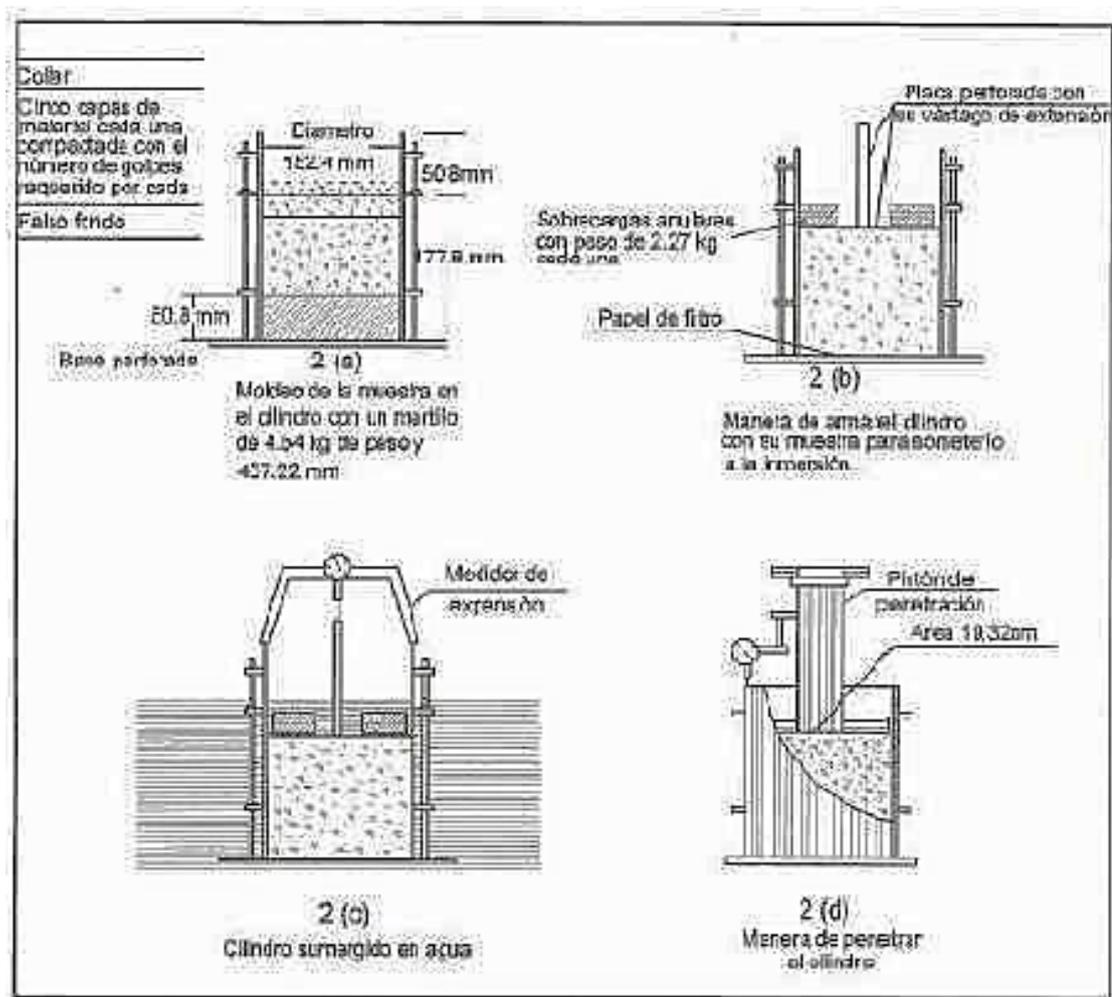


Figura 3.4 Determinación del valor de la reacción de soporte en el laboratorio

Fuente: ASTM D-1883, AASHTO T-193, J. E. Bowles (Experimento N° 19), MTC E 132-2000

Se aplica la carga sobre el pistón de penetración mediante el gato o mecanismo correspondiente de la prensa, con una velocidad de penetración uniforme de 1.27 mm (0.05") por minuto. Las prensas manuales no preparadas para trabajar a esta velocidad de forma automática se controlarán

mediante el deformímetro de penetración y un cronómetro. Se anotan las lecturas de la carga para las siguientes penetraciones.

Tabla V. Lecturas del deformímetro de penetración

PENETRACIÓN	
Milímetros	Pulgadas
0.63	0.025
1.27	0.050
1.90	0.075
2.54	0.100
3.17	0.125
3.81	0.150
5.08	0.200
7.62	0.300
10.16	0.400
12.70	0.500

Fuente: ASTM D-1883, AASHTO T-193, J. E. Bowles (Experimento N° 19), MTC E 132-2000

Estas lecturas se hacen si se desea definir la forma de la curva, pero no son indispensables. Finalmente, se desmonta el molde y se toma de su parte superior, en la zona próxima a donde se hizo la penetración, una muestra para determinar su humedad.

Cálculos

Humedad de compactación. El tanto por ciento de agua que hay que añadir al suelo con su humedad natural para que alcance la humedad prefijada, se calcula como sigue:

$$\% \text{ de agua añadir} = \frac{H - h}{100 + h} \times 100$$

Ecuación 3.4

Dónde:

H = Humedad prefijada

h = Humedad natural

Densidad o peso unitario

La densidad se calcula a partir del peso del suelo antes de sumergirlo y de su humedad, de la misma forma que en los métodos de ensayo citados. Proctor normal o modificado, para obtener la densidad máxima y la humedad óptima.

Agua absorbida

El cálculo para el agua absorbida puede efectuarse de dos maneras. Una, a partir de los datos de las humedades antes de la inmersión y después de ésta la diferencia entre ambas se toma normalmente como tanto por ciento de agua

absorbida. Otra, utilizando la humedad de la muestra total contenida en el molde. Se calcula a partir del peso seco de la muestra (calculado) y el peso húmedo antes y después de la inmersión.

Ambos resultados coincidirán o no, según que la naturaleza del suelo permita la absorción uniforme del agua (suelos granulares), o no (suelos plásticos). En este segundo caso debe calcularse el agua absorbida por los dos procedimientos.

Presión de penetración

Se calcula la presión aplicada por el penetrómetro y se dibuja la curva para obtener las presiones reales de penetración a partir de los datos de prueba; el punto cero de la curva se ajusta para corregir las irregularidades de la superficie, que afectan la forma inicial de la curva. (ver tabla 3-6).

Expansión

La expansión se calcula por la diferencia entre las lecturas del deformímetro antes y después de la inmersión, numeral 3.2. Este valor se refiere en tanto por ciento con respecto a la altura de la muestra en el molde, que es de 127 mm (5").

Es decir:

$$\% \text{ Expansion} = \frac{L_2 - L_1}{127} \times 100$$

Ecuación 3.5

Siendo

L1= Lectura inicial en mm.

L2= Lectura final en mm.

Valor de la relación de soporte (índice resistente CBR). Se llama valor de la relación de soporte (índice CBR), al tanto por ciento de la presión ejercida por el pistón sobre el suelo, para una penetración determinada, en relación con la presión correspondiente a la misma penetración en una muestra patrón. Las características de la muestra patrón son las siguientes:

Tabla VI. Presión ejercida por el pistón en relación con la presión correspondiente a la misma penetración

Penetración		Presión		
Mm	Pulgadas	MN/m ²	kgf/cm ²	lb/plg ²
2,54	0,1	6,90	70,31	1,000
5,08	0,2	10,35	105,46	1,500

Fuente: ASTM D-1883, AASHTO T-193, J. E. Bowles (Experimento N° 19), MTC E 132-2000

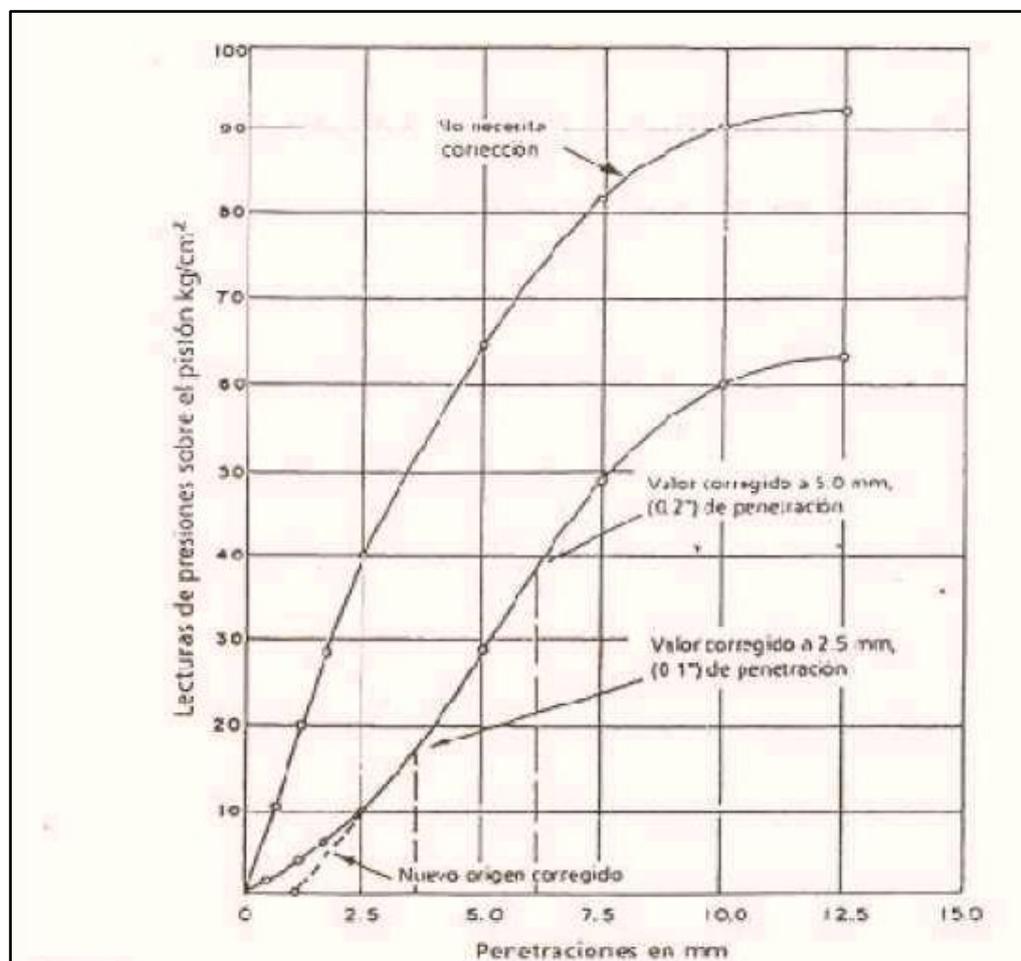


Figura 3.5 Lecturas de presiones sobre el pistón kg/cm²
Fuente: ASTM D-1883, AASHTO T-193, J. E. Bowles (Experimento N° 19), MTC E 132-2000

Para calcular el índice CBR se procede como sigue:

Se dibuja una curva que relacione las presiones (ordenadas) y las penetraciones (abscisas), y se observa si esta curva presenta un punto de inflexión. Si no presenta punto de inflexión se toman los valores correspondientes a 2,54 y 5,08 mm (0,1" y 0,2") de penetración. Si la curva presenta un punto de inflexión, la tangente en ese punto cortará el eje de abscisas en otro punto (o corregido), que se toma como nuevo origen para la determinación de las presiones correspondientes a 2,54 y 5,08 mm.

De la curva corregida tómense los valores de esfuerzo-penetración para los valores de 2,54 mm y 5,08 mm y calcúlense los valores de relación de soporte correspondientes, dividiendo los esfuerzos corregidos por los esfuerzos de referencia 6,9 MPa (10001b/plg²) y 10,3 MPa (1500 lb/plg²) respectivamente, y multiplíquese por 100.

La relación de soporte reportada para el suelo es normalmente la de 2,54 mm (0,1") de penetración. Cuando la relación a 5,08mm (0,2") de penetración resulta ser mayor, se repite el ensayo. Si el ensayo de comprobación

da un resultado similar, úsese la relación de soporte para 5,08 mm (0,2") de penetración.

3.4 Clasificación de suelos

Existen varios métodos de clasificación de suelos, pero los más conocidos y los cuales se van a usar son: el conocido Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y el método AASHTO. El suelo puede clasificarse de manera muy general como cohesivo y no cohesivo, pero existen otras propiedades físicas por las cuales se pueden diferenciar.

3.4.1 Sistema de Clasificación Unificada de Suelos

Los elementos esenciales del sistema de clasificación fueron propuestos inicialmente por Arturo Casagrande (1942) y adoptados subsecuentemente por el cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos para la construcción de aeropuertos.

La siguiente tabla presenta los factores a considerar en la clasificación de un suelo de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos:

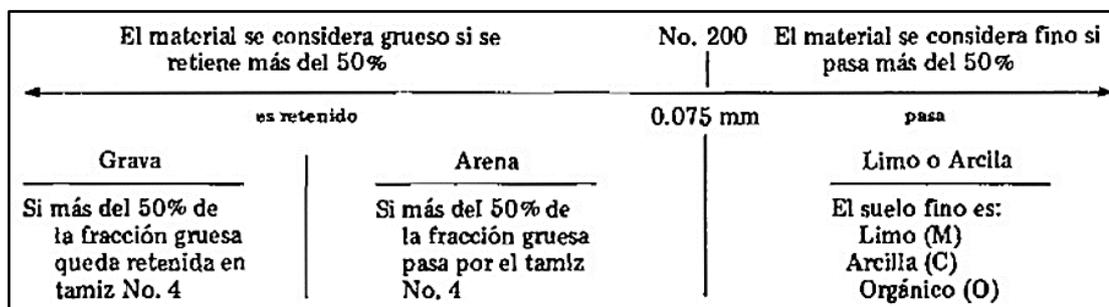


Figura 3.6 Grupos principales donde se clasifican los suelos

Fuente: Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil (Bowles, 1961).

Divisiones mayores		Símbolo de grupo	Nombres típicos	Criterios de clasificación para suelos granulares		
Suelos de grano grueso (más del 50% del material es mayor en tamaño que el tamiz No. 200)	Gravas (Más de la mitad de la fracción gruesa es mayor que el tamiz No. 4)	GW	Gravas bien gradadas, mezclas gravosas, pocos o ningún fino	$C_u = D_{60}/D_{10} > 4$ $C_c = 1 < D_{30}^2/D_{10} \times D_{60} < 3$		
		GP	Gravas pobremente gradadas, mezclas grava-arena, pocos o ningún fino	No cumplir todos los requisitos de gradación para GW		
		GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo	Límites de Atterberg por debajo de la línea A ó $I_p < 4$	A los materiales sobre la línea A con $4 < I_p < 7$ se considera de frontera y se le asigna doble símbolo	
		GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcillosas	Límites de Atterberg por encima de la línea A ó $I_p > 7$		
	Arenas (Más del 50% de la fracción gruesa es menor que el tamiz No. 4)	Arenas limpias (pocos o ningún fino)	SW	Arenas bien gradadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino	$C_u = D_{60}/D_{10} > 6$ $C_c = 1 < D_{30}^2/D_{10} \times D_{60} < 3$	
			SP	Arenas pobremente gradadas, arenas gravosas, pocos o ningún fino	No cumplir todos los requisitos de gradación para SW	
		Arenas con finos (cantidad apreciable de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas arena-limo	Límites de Atterberg por debajo de la línea A ó $I_p < 4$	Si el material está en la zona sombreada con $4 \leq I_p \leq 7$ se considera de frontera y se le asigna doble símbolo
			SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla	Límites de Atterberg por encima de la línea A ó $I_p > 7$	
Suelos de grano fino (más del 50% del material pasa el tamiz No. 200)	Limos y arcillas (límite líquido $W_L < 50$)	ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad.	1. Determinar el porcentaje de arenas y gravas de la curva de granulometría. 2. Dependiendo del porcentaje de fino (fracción menor que el tamiz No. 200) los suelos gruesos se clasifican como sigue: Menos del 5% — GW, GP, SW, SP Más del 12% — GM, GC, SM, SC de 5 a 12% — Casos de frontera que requieren doble símbolo		
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.			
		OL	Limos orgánicos, arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad			
	Limo y arcillas (límite líquido ≥ 50)	MH	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos micáceos o diatomáceos, suelos elásticos			
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas			
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a alta, limos orgánicos			
	Suelos altamente orgánicos	Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos			

Figura 3.7 Sistema unificado de clasificación de suelos
Fuente: Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil
 (Bowles, 1961).

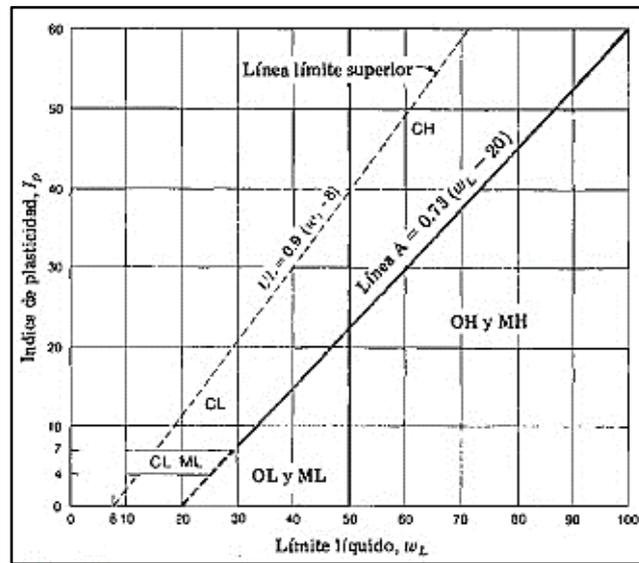


Figura 3.8 Carta de plasticidad
Fuente: Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil (Bowles, 1961).

3.4.2 Clasificación AASHTO

Esta clasificación ha sido adoptada por la Asociación Americana para la construcción de carreteras del estado y otros organismos viales de los Estados Unidos. Igual que en el SUCS, separa primero los suelos gruesos de los finos por la malla 200 pero en este caso se llama grueso solo al que tiene un mínimo de 65% retenido en el tamiz 200 y se llama fino cuando el pasante del tamiz 200 es mayor al 35%.

DIVISIÓN GENERAL		Materiales Granulares (pasa menos del 35% por el tamiz ASTM #200)						Materiales Limo-arcillosos (más del 35% por el tamiz ASTM #200)					
GRUPO		A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
Subgrupo		A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% que pasa por cada tamiz)													
Serie ASTM	#10	≤ 50											
	#40	≤ 30	≤ 50	≥ 51									
	#200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≥ 36	≥ 36	≥ 36	≥ 36	
ESTADO DE CONSISTENCIA (de la fracción de suelo que pasa por el tamiz ASTM #40)													
Límite líquido			NP	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	≥ 41	≤ 40	>41 (IP < LL-30)	>41 (IP > LL-30)	
Índice de plasticidad	≤ 6			≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≥ 11	
ÍNDICE DE GRUPO	0	0	0	≤ 4		≤ 8	≤ 12	≤ 20		≤ 20			
TIPOLOGÍA	Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos			
CALIDAD	EXCELENTE A BUENA						ACEPTABLE A MALA						

Figura 3.9 Clasificación de suelos según AASHTO

Fuente: Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil (Bowles, 1961).

3.5 Resultados de Ensayos de Suelos

3.5.1 Granulometría, Límites de Atterberg y clasificación de suelos

Tabla VII. Granulometría, Límites de Atterberg y clasificación de suelos

Muestra	Granulometría			Límites de Atterberg			Clasificación del suelo		
	% Grava	% Arena	% Finos	% LL	% LP	% IP	SUCS	AASHTO	Descripción
1	0,49	24,63	74,88	35,25	16,33	18,92	CL	A-6 (11)	Arcilla de baja plasticidad con arena
2	0,00	41,62	58,38	NP	NP	NP	ML	A-4 (0)	Limo de baja plasticidad arenoso
3	0,26	33,38	66,37	26,56	17,58	8,98	CL	A-4 (4)	Arcilla de baja plasticidad arenosa
4	0,38	39,56	60,06	26,78	16,54	10,24	CL	A-6 (3)	Arcilla de baja plasticidad arenosa
5	0,00	43,92	56,08	22,56	16,73	5,83	CL-ML	A-4 (1)	Arcilla limosa de baja plasticidad arenosa
6	0	45,25	54,75	24,34	14,78	9,56	CL	A-4 (2)	Arcilla de baja plasticidad arenosa
7	49,94	32,55	17,51	NP	NP	NP	GM	A-1b (0)	Grava limosa con arena

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017

3.5.2 Proctor y CBR

Tabla VIII. Resultados del ensayo proctor

Muestra	Densidad seca maxima (Kg/m3)	95% de Densidad seca maxima (Kg/m3)	Humedad Optima %
1	1954	1856	10,59
2	2080	1976	9,49
3	2010	1910	10,05
4	1983	1884	10,00
5	2037	1935	9,36
6	2025	1924	10,46
7	2047	1945	9,68

Fuente: Digeconsa, 2017

Tabla IX. Resultados del ensayo CBR

Muestra	CBR al 100% para 0,10" (%)	CBR al 95% para 0,10" (%)	Expansion (%)
1	17,30	13,30	0,28
2	11,50	8,50	0,21
3	8,70	6,20	0,59
4	13,50	9,70	0,22
5	11,55	8,50	0,24
6	25,30	16,00	0,14
7	36,00	16,70	0,28

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

CAPÍTULO 4

DISEÑO GEOMÉTRICO

4.1 Diseño Geométrico para la vía Pto. Engabao – Engunga

El diseño se realizó en base a la topografía que teníamos del sector realizando un trazado vial, para luego revisar 3 diferentes alternativas de pavimento y seleccionar una de ellas.

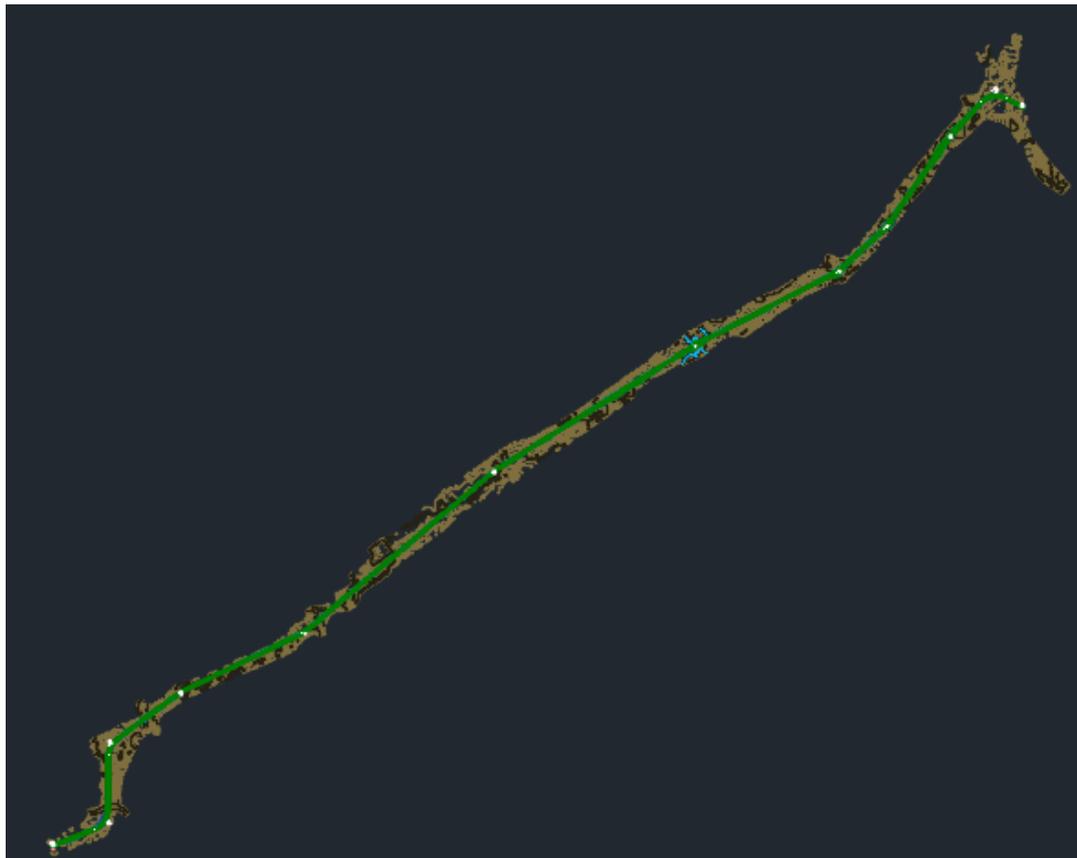


Figura 4.1 Trazado geométrico
Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017

Con este trazado buscamos disminuir o evitar cualquier problema o inconformidad en la población durante la construcción y posterior habilitación del proyecto.

4.2 Alineamiento Horizontal

Según el MTOP en sus manuales de diseño el alineamiento horizontal es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal. Los elementos que lo integran son las tangentes y las curvas, sean estas circulares o de transición.

La proyección del eje en un tramo recto, define la tangente y el enlace de dos tangentes consecutivas de rumbos diferentes se efectúa por medio de una curva.

El establecimiento del alineamiento horizontal depende de: La topografía y características hidrológicas del terreno, las condiciones del drenaje, las características técnicas de la subrasante y el potencial de los materiales

4.2.1 Elementos del Alineamiento Horizontal

Tangentes

Proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama PI y el ángulo de definición, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se los denomina alfa " α ".

Las tangentes van unidas entre sí por curvas y la distancia que existe entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente se la denomina tangente intermedia. Su máxima longitud está condicionada por la seguridad.

Las tangentes intermedias largas son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo.

Curvas Circulares

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples o compuestas. Entre sus elementos característicos principales se tienen los siguientes:

Grado de curvatura

es el ángulo formado por un arco de 20 metros. Su valor máximo es el que permite recorrer con seguridad la curva con el peralte máximo a la velocidad de diseño.

El grado de curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento. Se representa con la letra G_c y su fórmula es la siguiente:

$$G_c = \frac{1145,92}{R_c}$$

Ecuación 4.1

Radio de curvatura es el radio de la curva circular y se identifica como "R" su fórmula en función del grado de curvatura es:

$$Rc = \frac{1145,92}{Gc}$$

Ecuación 4.2

Radio Mínimo de Curvatura el radio mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte (e) adoptado y el coeficiente (f) de fricción lateral correspondiente.

$$R = \frac{v^2}{127(e + f)}$$

Ecuación 4.3

Donde:

V = Velocidad de diseño (Km/h).

f = Coeficiente de fricción lateral.

e = Peralte de la curva, m/m (metro por metro ancho de calzada).

En la tabla X indica los diferentes radios mínimos de curvatura, que se determinara con la velocidad de diseño.

Tabla X. Radios mínimos y grados máximos de Curvatura.

Velocidad de Diseño (Km/h)	Peralte máximo e	f máximo	Total e + f	Radio mínimo calculado (m)	Radio mínimo redondeado (m)
40	0.1	0.1650	0.2650	47.5412272	50
50	0.1	0.1600	0.2600	75.7116899	80
60	0.1	0.1580	0.2580	109.8699870	110
70	0.1	0.1462	0.2462	156.7127420	160
80	0.1	0.1400	0.2400	209.9737530	210
90	0.1	0.1337	0.2337	272.9119710	275
100	0.1	0.1274	0.2274	346.2627860	350
110	0.1	0.1211	0.2211	430.9162850	435
120	0.1	0.1149	0.2149	527.6213440	530

Fuente: Manual de Diseño Geométrico (MTO), 2003.

Curvas Circulares Simples

Es un arco de circunferencia tangente a dos alineamientos rectos de la vía y se define por su radio, el mismo que es asignado por el diseñador.

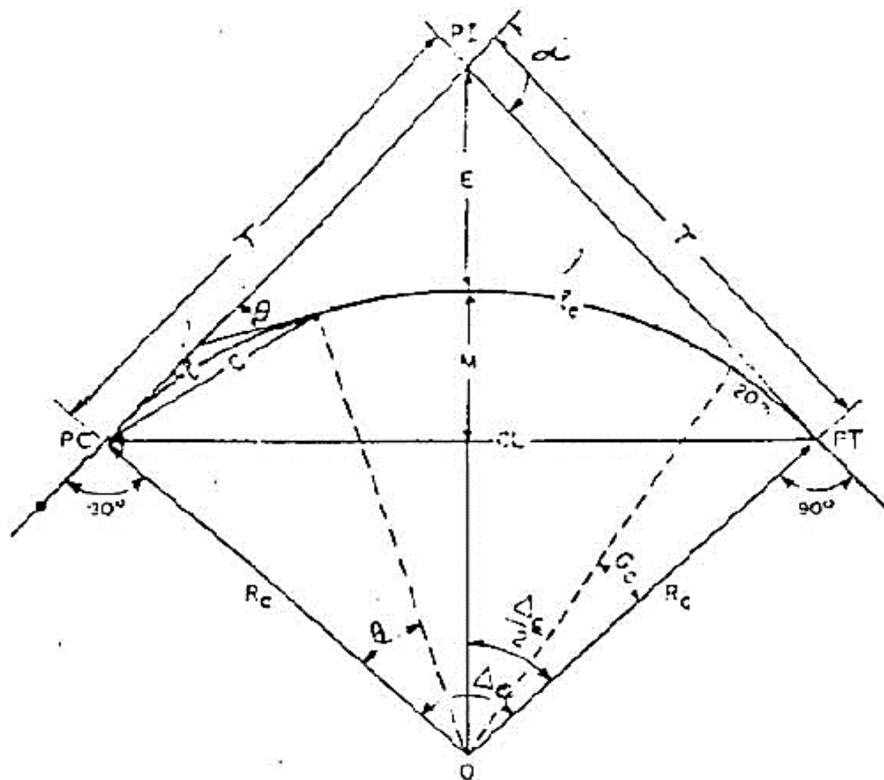


Figura 4.2 Elementos de una curva simple.
Fuente: Manual de Diseño Geométrico (MTO), 2003.

Dónde:

- PI** Punto de intersección de la prolongación de tangentes
- PC** Punto donde empieza la curva circular simple
- PT** Punto donde termina la curva circular simple
- $\bar{\alpha}$ Ángulo de deflexión de las tangentes
- Δc Ángulo central de la curva circular
- Θ Ángulo de deflexión a un punto sobre la curva circular
- Gc** Grado de curvatura de la curva circular

- Rc** Radio de la curva circular
- T** Tangente de la curva circular o subtangente
- E** External
- M** Ordenada media
- C** Cuerda
- CL** Cuerda Larga
- I** Longitud de un arco
- le** Longitud de la curva circular

Fórmulas para calcular las variables que componen una curva simple:

$$lc = \frac{\pi R \alpha}{180}$$

Ecuación 4.4

$$T = R * \tan \frac{\alpha}{2}$$

Ecuación 4.5

$$E = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$$

Ecuación 4.6

$$C = 2 R \operatorname{Sen} \frac{\theta}{2}$$

Ecuación 4.7

$$M = R - R \cos \frac{\alpha}{2}$$

Ecuación 4.8

$$\theta = \frac{Gc l}{20}$$

Ecuación 4.9

$$CL = 2 R \operatorname{Sen} \frac{\alpha}{2}$$

Ecuación 4.10

Curvas Circulares Reversas

Se da cuando dos curvas circulares tienen un punto de tangencia común y sus centros se encuentran en lados opuestos de dicha tangencia. En general son prohibidas y se debe evitar su uso pues dificulta el tráfico.

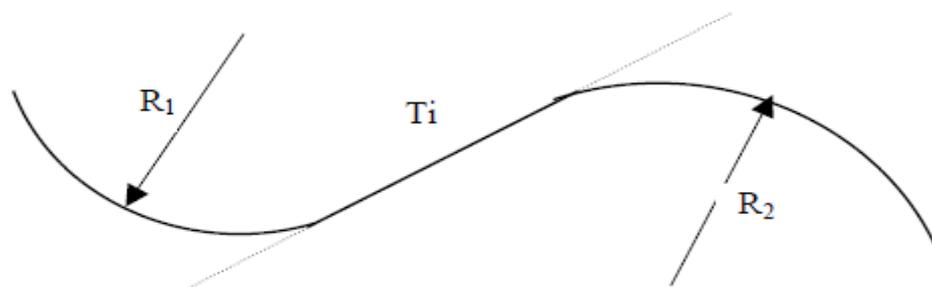


Figura 4.3 Curva Reversa.

Fuente: Manual de Diseño Geométrico (MTO), 2003.

4.2.2 Peralte

El MTOP dice que cuando un vehículo recorre una trayectoria circular es empujado hacia afuera por efecto de la fuerza centrífuga “F”. Esta fuerza es contrarrestada por las fuerzas componentes del peso (P) del vehículo, debido al peralte, y por la fuerza de fricción desarrollada entre llantas y la calzada.

Por lo cual usamos el peralte para que de esta manera los vehículos no se volteen al girar en una curva.

La fuerza centrífuga se expresa como:

$$f = \frac{m * V^2}{R} = \frac{P * V^2}{g * R}$$

Ecuación 4.11

Dónde:

P = Peso del vehículo (Kg).

g = Aceleración de la gravedad = 9.78 m/seg²

V = Velocidad de diseño (m/seg).

R = Radio de curvatura, (m).

El peralte provee comodidad y seguridad al vehículo que transita una curva horizontal, pero el valor del peralte no debe sobrepasar ciertos valores máximos ya que un valor exagerado provocaría un

deslizamiento hacia el interior de la curva cuando el mismo circula a baja su velocidad.

Debido a esto el peralte solo cubre una parte de la fuerza centrífuga y se debe compensar el faltante recurriendo a la fricción, para que sumado estos dos parámetros, impida el deslizamiento lateral del vehículo, lo cual se lo contrarresta al aumentar el rozamiento lateral. En base a investigaciones se adopta el criterio de contrarrestar con el peralte aproximadamente el 55% de la fuerza centrífuga y el restante 45% lo absorbe la fricción lateral.

Se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidades de diseño mayores a 50 Km/h; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) y velocidades hasta 50 Km/h.

Por lo cual definiremos la ecuación para calcular el peralte:

$$e = \frac{v^2}{127 R} - f$$

Ecuación 4.12

Para el valor del coeficiente de fricción f dependerá de varios factores como tipos y estado de la capa de rodadura, humedad del

pavimento, presión y labrado de las llantas, velocidad de circulación y peralte.

El valor de f varía entre un rango de 0.15 – 0.40, determinados de forma experimental.

Y de acuerdo a la AASHTO, el valor de f se lo puede hallar en base a la velocidad de diseño con la siguiente ecuación:

$$f = 0.19 - 0.000626 V$$

Ecuación 4.13

En la NEVI – 12 se dispone de varias tablas donde se puede tener el peralte que dependerá del radio de curvatura y velocidad de diseño.

R (m)	Vd=30km/h			Vd=40km/h			Vd=50km/h			Vd=60km/h			Vd=70km/h			Vd=80km/h			Vd=90km/h			Vd=100km/h			Vd=110km/h		
	L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)		
	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs
7000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0
5000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0
3000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	56	84	SI	61	92
2500	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	50	75	SI	56	84	2.3	61	92
2000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	44	66	2.1	50	75	2.5	56	84	2.8	61	92
1500	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	39	59	2.2	44	66	2.7	50	75	3.1	56	84	3.6	61	92
1400	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	39	59	2.4	44	66	2.8	50	75	3.3	56	84	3.8	61	92
1300	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.1	39	59	2.5	44	66	3.0	50	75	3.5	56	84	4.0	61	92
1200	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.2	39	59	2.7	44	66	3.2	50	75	3.7	56	84	4.2	61	92
1000	SN	0	0	SN	0	0	SI	28	42	2.1	33	50	2.6	39	59	3.1	44	66	3.6	50	75	4.2	56	84	4.8	61	92
900	SN	0	0	SN	0	0	SI	28	42	2.3	33	50	2.8	39	59	3.4	44	66	3.9	50	75	4.5	56	84	5.1	61	92
800	SN	0	0	SN	0	0	SI	28	42	2.5	33	50	3.1	39	59	3.6	44	66	4.2	50	75	4.9	56	84	5.4	61	92
700	SN	0	0	SI	22	33	2.1	28	42	2.8	33	50	3.4	39	59	4.0	44	66	4.6	50	75	5.2	56	84	5.7	61	92
600	SN	0	0	SI	22	33	2.4	28	42	3.1	33	50	3.8	39	59	4.3	44	66	5.0	50	75	5.6	56	84	6.0	61	92
500	SN	0	0	2.1	22	33	2.8	28	42	3.5	33	50	4.2	39	59	4.8	44	66	5.4	50	75	5.9	56	84	Rmin = 560		
400	SI	17	26	2.5	22	33	3.3	28	42	4.0	33	50	4.7	39	59	5.3	44	66	5.9	50	75	Rmin = 435					
300	SI	17	26	3.1	22	33	3.9	28	42	4.6	33	50	5.4	39	59	5.9	44	66	Rmin = 335								
250	2.3	17	26	3.5	22	33	4.2	28	42	5.0	33	50	5.7	39	59	6.0	44	66									
200	2.8	17	26	3.9	22	33	4.7	28	42	5.5	33	50	6.0	39	59	Rmin = 250											
175	3.0	17	26	4.1	22	33	5.0	28	42	5.8	35	52	Rmin = 195														
150	3.3	17	26	4.4	23	34	5.3	29	43	5.9	35	53															
140	3.5	17	26	4.5	23	35	5.4	29	44	6.0	36	54															
130	3.6	17	26	4.6	24	36	5.6	30	45	Rmin = 135																	
120	3.8	18	27	4.8	25	37	5.7	31	46																		
110	3.9	19	28	5.0	26	39	5.8	31	47																		
100	4.1	20	29	5.2	27	40	5.9	32	48																		
90	4.2	20	30	5.4	28	42	6.0	32	49																		
80	4.5	22	32	5.6	29	43	Rmin = 90																				
70	4.7	23	34	5.8	30	45																					
60	5.0	24	36	6.0	31	46																					
50	5.4	26	39	Rmin = 55																							
40	5.8	28	42																								
30	6.0	29	43																								
	Rmin = 30																										

Emax = 6.0%

R = Radio de curva

V = Velocidad de diseño

e = Tasa de sobreelevación

L = Longitud mínima de transición

SN = Sección Norma

SI = Sección Invertida, peralte similar a la pendiente normal

Crs = Carriles

CIFRAS REDONDEADAS

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1994, p. 168

Figura 4.4 Elementos de diseño para Curvas Horizontales y Velocidades de Diseño, emax = 6%

Fuente: NEVI – 12 Volumen 2A (MTOP), 2013.

R (m)	V _d =30km/h			V _d =40km/h			V _d =50km/h			V _d =60km/h			V _d =70km/h			V _d =80km/h			V _d =90km/h			V _d =100km/h			V _d =110km/h		
	L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)		
	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs
7000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0
5000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0
3000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	56	84	2.1	61	92
2500	SN	0	0	SI	50	75	2.1	56	84	2.4	61	92															
2000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	44	66	2.2	50	75	2.6	56	84	3.0	61	92
1500	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	39	59	2.4	44	66	2.8	50	75	3.4	56	84	3.9	61	92
1400	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.1	39	59	2.5	44	66	3.0	50	75	3.6	56	84	4.1	61	92
1300	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.2	39	59	2.7	44	66	3.2	50	75	3.8	56	84	4.4	61	92
1200	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.4	39	59	2.9	44	66	3.4	50	75	4.1	56	84	4.7	61	92
1000	SN	0	0	SN	0	0	SI	28	42	2.2	33	50	2.8	39	59	3.4	44	66	4.0	50	75	4.8	56	84	5.5	61	92
900	SN	0	0	SN	0	0	SI	28	42	2.4	33	50	3.1	39	59	3.7	44	66	4.4	50	75	5.2	56	84	6.0	61	92
800	SN	0	0	SN	0	0	SI	28	42	2.7	33	50	3.4	39	59	4.1	44	66	4.8	50	75	5.7	56	84	6.5	61	92
700	SN	0	0	SI	22	33	2.2	28	42	3.0	33	50	3.8	39	59	4.5	44	66	5.3	50	75	6.3	56	84	7.2	62	93
600	SN	0	0	SI	22	33	2.6	28	42	3.4	33	50	4.3	39	59	5.1	44	66	6.0	50	75	6.9	56	84	7.7	66	99
500	SN	0	0	2.2	22	33	3.0	28	42	3.9	33	50	4.9	39	59	5.8	44	66	6.7	51	76	7.6	61	91	8.0	69	103
400	SI	17	26	2.7	22	33	3.6	28	42	4.7	33	50	5.7	39	59	6.6	48	71	7.5	57	85	8.0	64	96	R _{min} = 500		
300	2.1	17	26	3.4	22	33	4.5	28	42	5.6	34	51	6.7	44	66	7.6	55	R _{min} = 305			R _{min} = 395						
250	2.5	17	26	4.0	22	33	5.1	28	42	6.2	37	56	7.3	48	72	7.9	57	85									
200	3.0	17	26	4.6	24	36	5.8	31	47	7.0	42	63	7.9	52	78	R _{min} = 230											
175	3.4	17	26	5.0	26	39	6.2	33	50	7.4	44	67	8.0	52	79.0												
150	3.8	18	27	5.4	28	42	6.7	36	54	7.8	47	70	R _{min} = 175														
140	4.0	19	29	5.6	29	43	6.9	37	56	7.9	47	71															
130	4.2	20	30	5.8	30	45	7.1	38	58	8.0	48	72															
120	4.4	21	32	6.0	31	46	7.3	39	59	R _{min} = 125																	
110	4.7	23	34	6.3	32	49	7.6	41	62																		
100	4.9	23	35	6.5	33	50	7.8	42	63																		
90	5.2	25	37	6.9	36	53	7.9	43	64																		
80	5.5	26	40	7.2	37	56	8.0	43	65	R _{min} = 80																	
70	5.9	28	42	7.5	39	58	R _{min} = 50																				
60	6.4	31	46	7.8	40	60																					
50	6.9	33	50	8.0	41	62																					
40	7.5	36	54	R _{min} = 30																							
30	8.0	38	57																								

$\theta_{max} = 8.0\%$
R = Radio de curva
V = Velocidad de diseño
e = Tasa de superelevación
L = Longitud mínima de transición
SN = Sección Normal
SI = Sección Invertida, peralte similar a la pendiente normal
Crs = Carriles
CIFRAS REDONDEADAS

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1994, p. 169.

Figura 4.5 Elementos de diseño para Curvas Horizontales y Velocidades de Diseño, $e_{max} = 8\%$.

Fuente: NEVI – 12 Volumen 2A (MTO), 2013.

R (m)	Vd=30km/h			Vd=40km/h			Vd=50km/h			Vd=60km/h			Vd=70km/h			Vd=80km/h			Vd=90km/h			Vd=100km/h			Vd=110km/h					
	L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)					
	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs	e (%)	2 Crs	4 Crs			
7000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0												
5000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0												
3000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	56	84	2.1	61	92												
2500	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	50	75	2.2	56	84	2.5	61	92												
2000	SN	0	0	SN	0	0	SI	44	66	2.2	50	75	2.7	56	84	3.1	61	92												
1500	SN	0	0	SI	39	59	2.4	44	66	2.9	50	75	3.5	56	84	4.1	61	92												
1400	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.1	39	59	2.6	44	66	3.1	50	75	3.8	56	84	4.3	61	92			
1300	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.3	39	59	2.8	44	66	3.3	50	75	4.0	56	84	4.6	61	92			
1200	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.4	39	59	3.0	44	66	3.6	50	75	4.3	56	84	5.0	61	92			
1000	SN	0	0	SN	0	0	SI	28	42	2.2	33	50	2.9	39	59	3.5	44	66	4.2	50	75	5.1	56	84	5.9	61	92			
900	SN	0	0	SN	0	0	SI	28	42	2.5	33	50	3.2	39	59	3.9	44	66	4.6	50	75	5.6	56	84	6.4	61	92			
800	SN	0	0	SN	0	0	SI	28	42	2.7	33	50	3.5	39	59	4.3	44	66	5.1	50	75	6.2	56	84	7.1	61	92			
700	SN	0	0	SI	22	33	2.3	28	42	3.1	33	50	4.0	39	59	4.8	44	66	5.8	50	75	6.9	56	84	8.0	69	103			
600	SN	0	0	SI	22	33	2.7	28	42	3.6	33	50	4.5	39	59	5.5	44	66	6.5	50	75	7.8	62	94	9.0	77	116			
500	SN	0	0	2.3	22	33	3.1	28	42	4.2	33	50	5.3	39	59	6.4	46	69	7.6	57	86	8.9	71	107	9.9	85	127			
400	SI	17	26	2.8	22	33	3.8	28	42	5.0	33	50	6.3	41	62	7.5	54	81	8.8	67	100	9.8	78	117	Rmin = 455					
300	2.2	17	26	3.6	22	33	4.8	28	42	6.3	38	57	7.8	51	77	9.0	65	97	99	75	112	Rmin = 360								
250	2.6	17	26	4.2	22	33	5.6	30	45	7.1	43	64	8.7	57	86	9.7	70	105	Rmin = 275											
200	3.1	17	26	5.0	26	39	6.6	36	53	8.2	49	74	9.6	63	94	Rmin = 210														
175	3.5	17	26	5.6	29	43	7.1	38	58	8.8	53	79	9.9	65	97.0	Rmin = 180														
150	4.0	19	29	6.2	32	48	7.8	42	63	9.4	57	85	Rmin = 160																	
140	4.3	21	31	6.4	33	49	8.1	44	66	9.6	58	87	Rmin = 115																	
130	4.5	22	32	6.7	34	52	8.5	46	69	9.8	59	88	Rmin = 75																	
120	4.8	23	34	7.0	36	54	8.8	48	71	10.0	60	90	Rmin = 45																	
110	5.1	24	37	7.4	38	57	9.1	49	74	Rmin = 25																				
100	5.5	26	40	7.7	40	59	9.5	51	77																					
90	5.9	28	42	8.2	42	63	9.8	53	79																					
80	6.4	31	46	8.6	44	66	10.0	54	81																					
70	6.9	33	50	9.1	47	70	Rmin = 75																							
60	7.5	36	54	9.6	49	74	Rmin = 45																							
50	8.2	39	59	10.0	51	77	Rmin = 45																							
40	9.1	44	65	Rmin = 45																										
30	9.9	47	71	Rmin = 25																										

$\theta_{max} = 10.0\%$
R = Radio de curva
V = Velocidad de diseño
e = Tasa de superelevación
L = Longitud mínima de transición
SN = Sección Normal
SI = Sección Invertida, peralte similar a la pendiente normal
C: = Carriles
CIFRAS REDONDEADAS

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1994, p.170

Figura 4.6 Elementos de diseño para Curvas Horizontales y Velocidades de Diseño, $e_{max} = 10\%$.

Fuente: NEVI – 12 Volumen 2A (MTO), 2013.

R (m)	V _D =30KM/H			V _D =40KM/H			V _D =50KM/H			V _D =60KM/H			V _D =70KM/H			V _D =80KM/H			V _D =90KM/H			V _D =100KM/H			V _D =110KM/H		
	L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)		
	e	2	4	e	2	4	e	2	4	e	2	4	e	2	4	e	2	4	e	2	4	e	2	4	e	2	4
7000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0
5000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0
3000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	56	84	2.1	61	92
2500	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	50	75	2.2	56	84	2.5	61	92
2000	SN	0	0	SN	0	0	SI	44	66	2.3	50	75	2.7	56	84	3.2	61	92									
1500	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	39	59	2.5	44	66	3.0	50	75	3.6	56	84	4.2	61	92
1400	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.1	39	59	2.6	44	66	3.2	50	75	3.8	56	84	4.4	61	92
1300	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.3	39	59	2.8	44	66	3.4	50	75	4.1	56	84	4.8	61	92
1200	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.5	39	59	3.0	44	66	3.7	50	75	4.4	56	84	5.1	61	92
1000	SN	0	0	SN	0	0	SI	24	42	2.3	33	50	2.9	39	59	3.6	44	66	4.4	50	75	5.3	56	84	6.1	61	92
900	SN	0	0	SN	0	0	SI	24	42	2.5	33	50	3.3	39	59	4.0	44	66	4.8	50	75	5.8	56	84	6.7	61	92
800	SN	0	0	SN	0	0	2.1	24	42	2.8	33	50	3.6	39	59	4.4	44	66	5.3	50	75	6.5	56	84	7.5	64	96
700	SN	0	0	SI	22	33	2.4	24	42	3.2	33	50	4.1	39	59	5.0	44	66	6.1	50	75	7.3	58	88	8.5	73	109
600	SN	0	0	SI	22	33	2.7	24	42	3.7	33	50	4.7	39	59	5.7	44	66	6.9	52	78	8.3	66	100	9.7	83	125
500	SN	0	0	2.4	22	33	3.2	24	42	4.3	33	50	5.5	39	59	6.7	48	72	8.1	61	92	9.7	78	116	11.3	97	145
400	SI	17	26	2.9	22	33	3.9	24	42	5.3	33	50	6.7	44	66	8.1	58	87	9.7	73	110	11.4	91	137	R _{min} = 415		
300	2.1	17	26	3.8	22	33	5.1	24	42	6.7	40	60	8.5	56	84	10.1	73	109	11.6	88	132	R _{min} = 314					
250	2.6	17	26	4.4	23	34	5.9	32	48	7.7	46	69	9.7	64	95	11.2	81	121	R _{min} = 255								
200	3.1	17	26	5.3	27	41	7.1	39	58	9.1	55	82	11.1	73	109	12	86	134	R _{min} = 195								
175	3.6	17	26	5.9	30	46	7.8	42	63	10.0	60	90	11.7	77	115	R _{min} = 195											
150	4.1	20	30	6.7	34	52	8.7	47	70	10.8	65	97	12.0	79	118	R _{min} = 150											
140	4.4	21	32	7	36	54	9.1	49	74	11.2	67	101	R _{min} = 150														
130	4.7	23	34	7.4	38	57	9.5	51	77	11.5	69	104	R _{min} = 150														
120	5.1	24	37	7.8	40	60	10.0	54	81	11.8	71	106	R _{min} = 150														
110	5.4	26	39	8.2	42	63	10.5	57	85	12.0	72	108	R _{min} = 105														
100	5.9	28	42	8.7	45	67	11.0	59	89	R _{min} = 105																	
90	6.4	31	46	9.3	48	72	11.4	62	92	R _{min} = 105																	
80	6.9	33	50	9.9	51	76	11.8	64	96	R _{min} = 70																	
70	7.6	36	55	10.5	54	81	12.3	69	97	R _{min} = 70																	
60	8.4	40	60	11.2	58	86	R _{min} = 45																				
50	9.3	45	67	11.8	61	91	R _{min} = 45																				
40	10.4	50	75	R _{min} = 45																							
30	11.6	56	83	R _{min} = 25																							

E_{max} = 12.0%

R = RADIO DE CURVA

V = VELOCIDAD DE DISEÑO

E = TASA DE SUPERELEVACIÓN

L = LONGITUD MÍNIMA DE TRANSICIÓN

SN = SECCIÓN NORMAL

SI = SECCIÓN INVERTIDA, PERALTE SIMILAR A LA PENDIENTE NORMAL

C_{RS} = CARRILES

CIFRAS REDONDEADAS

Figura 4.7 Elementos de diseño para Curvas Horizontales y Velocidades de Diseño, e_{max} = 10%.
Fuente: NEVI – 12 Volumen 2A (MTO), 2013.

Desarrollo del Peralte

El MTO dice que cada vez que se pasa de una alineación recta a una curva, se tiene que realizar una transición de una sección transversal, de un estado de sección normal al estado de sección

completamente peraltada o viceversa, en una longitud necesaria para efectuar el desarrollo del peralte.

Se debe encontrar la manera de hacer variar la fuerza centrífuga del valor cero, que tiene en la alineación recta, al valor "F" que tiene una curva de radio "R". El desarrollo o transición del peralte puede efectuarse con una curva de enlace, que regule la trayectoria del vehículo durante su recorrido en la transición, o sin curva de enlace, dependiendo de dos factores que son: El valor del radio de la curva que se peralta y la comodidad del recorrido vehicular para realizar el peraltado de las curvas y la transición del peralte; existen tres métodos:

- Haciendo girar la calzada alrededor de su eje (para terrenos montañosos).
- Haciendo girar la calzada alrededor de su borde interior (para terrenos en llano).
- Haciendo girar la calzada alrededor de su borde exterior.

Cuando el desarrollo del peralte se lo hace sin la curva de enlace, la longitud de transición se ubica $\frac{2}{3}$ en la alineación recta y el $\frac{1}{3}$ dentro de la curva circular. Para casos difíciles (sin espirales), el peralte puede desarrollarse la mitad ($0.5 L$) en la recta y la mitad en curva circular.

Para la Longitud de transición:

$$L_t = \frac{e * a}{2i}$$

Ecuación 4.14

Para la longitud dentro de la tangente:

$$x = \frac{b * a}{2i}$$

Ecuación 4.15

Dónde:

L_t = Longitud de peralte

e = Valor del peralte

a = Ancho de calzada

i = Gradiente longitudinal

x = Transición del peralte

b = Bombeo

El bombeo se estima entre los valores 1.5% – 4 %, más adelante se detalla el porcentaje a usar en el proyecto al definir los conceptos de sección típica transversal.

V_D , KM/h	VALOR DE (i), %	MAXIMA PENDIENTE EQUIVALENTE.
20	0,800	1:125
25	0,775	1:129
30	0,750	1:133
35	0,725	1:138
40	0,700	1:143
50	0,650	1:154
60	0,600	1:167
70	0,550	1:182
80	0,500	1:200
90	0,470	1:213
100	0,430	1:233
110	0,400	1:250
120	0,370	1:270

Figura 4.8 Gradiente longitudinal (i) necesaria para el desarrollo del peralte.

Fuente: Manual de Diseño Geométrico 2003 (MTO).

La longitud de transición debe ser mayor a las distancia necesaria de un vehículo que transita a una velocidad de diseño determinada durante dos segundos es decir:

$$L_{min} = 0.56 V$$

Ecuación 4.16

Con la velocidad de diseño expresada en Km/h.

Puntos dentro de una curva

$$D = Pc + \frac{1}{3} Lt$$

Ecuación 4.17

$$\mathbf{B} = \mathbf{Pc} - \frac{2}{3} \mathbf{Lt}$$

Ecuación 4.18

$$\mathbf{A} = \mathbf{B} - \mathbf{x}$$

Ecuación 4.19

$$\mathbf{C} = \mathbf{B} + \mathbf{x}$$

Ecuación 4.20

$$\mathbf{D}' = \mathbf{Pt} - \frac{1}{3} \mathbf{Lt}$$

Ecuación 4.21

$$\mathbf{B}' = \mathbf{Pt} + \frac{2}{3} \mathbf{Lt}$$

Ecuación 4.22

$$\mathbf{A}' = \mathbf{B}' + \mathbf{x}$$

Ecuación 4.23

$$\mathbf{C}' = \mathbf{B}' - \mathbf{x}$$

Ecuación 4.24

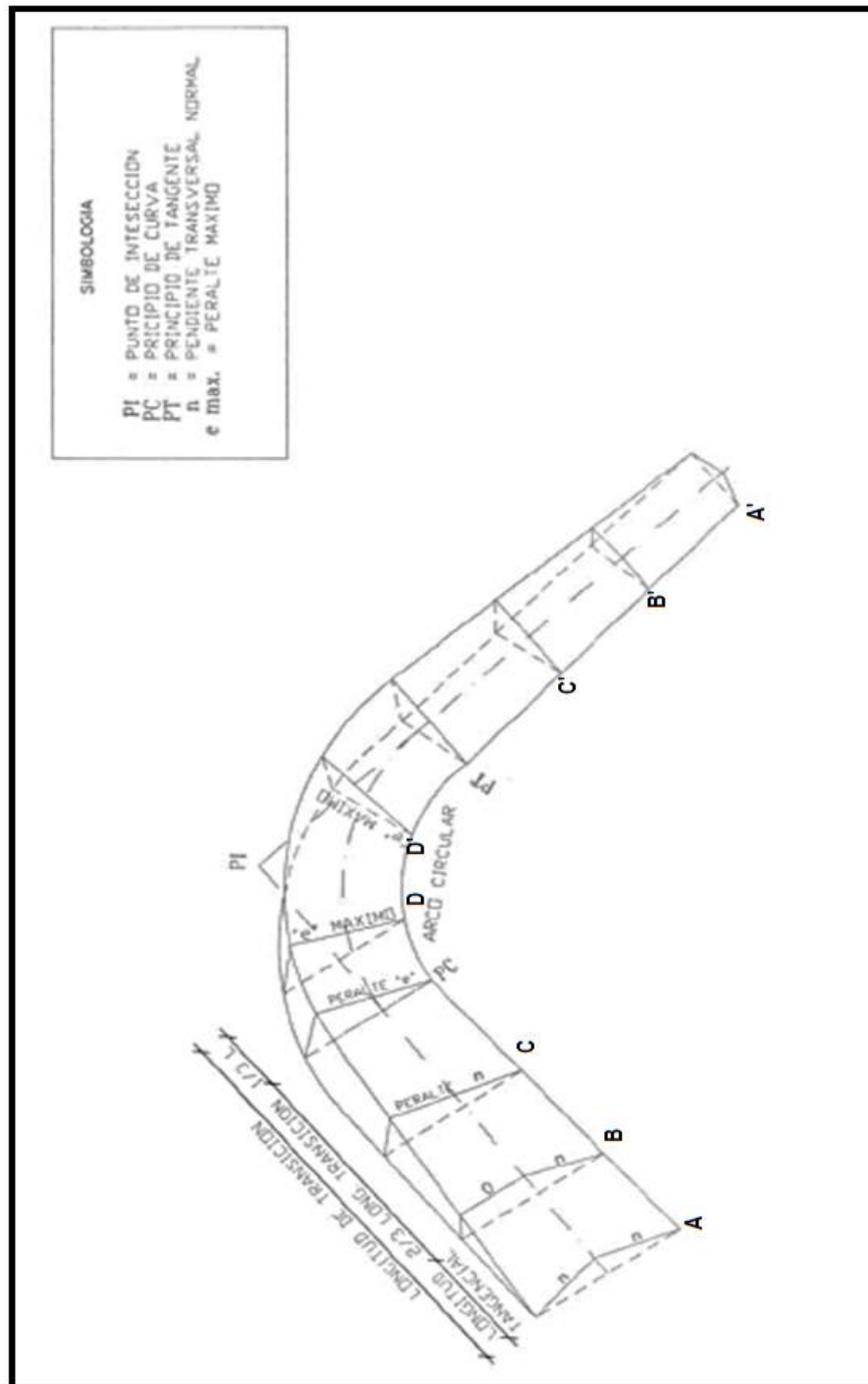


Figura 4.9 Diagrama de transición del peralte.

Fuente: Manual de Diseño Geométrico (MTO), 2003.

4.2.3 Sobreancho en Curvas

El sobreancho en una curva permite a los vehículos transitar con mayor comodidad y seguridad, por lo general se aplica en curvas de radios pequeños.

Según el MTOP Introducir los sobreanchos es necesario por las siguientes razones:

a) El vehículo al describir la curva, ocupa un ancho mayor ya que generalmente las ruedas traseras recorren una trayectoria ubicada en el interior de la descrita por las ruedas delanteras, además el extremo lateral delantero, describe una trayectoria exterior a la del vehículo.

b) La dificultad que experimentan los conductores para mantenerse en el centro de su carril debido a la menor facilidad para apreciar la posición relativa de su vehículo dentro de la curva. Esta dificultad aumenta con la velocidad, pero disminuye a medida que los radios de la curva son mayores.

Para el caso "a", si el vehículo describe una curva, marchando a muy pequeña velocidad, el sobreancho se podría calcular geoméricamente, ya que su eje posterior es radial.

Lo mismo ocurrirá cuando describiera una curva peraltada a una velocidad tal, de manera que la fuerza centrífuga fuera contrarrestada completamente por la acción del peralte.

En cambio, si la velocidad fuera menor o mayor que la anterior, las ruedas traseras se moverían a lo largo de una trayectoria más cerrada o más abierta, respectivamente.

Para el cálculo práctico del sobreancho, no se ha tenido en cuenta esta circunstancia, muy variable según las características de los vehículos y la velocidad que desarrollan.

Para determinar la magnitud del sobreancho debe elegirse un vehículo representativo del tránsito de la ruta.

Para determinar el sobreancho es necesario conocer el radio de curvatura y aplicar la ecuación:

$$g = \frac{36}{R} + 0.45$$

Ecuación 4.25

Pero por razones de optimización se establece el valor mínimo de diseño para sobreancho de curvas igual a 30 cm para velocidades de hasta 50 Km/h y de 40 cm para velocidades mayores.

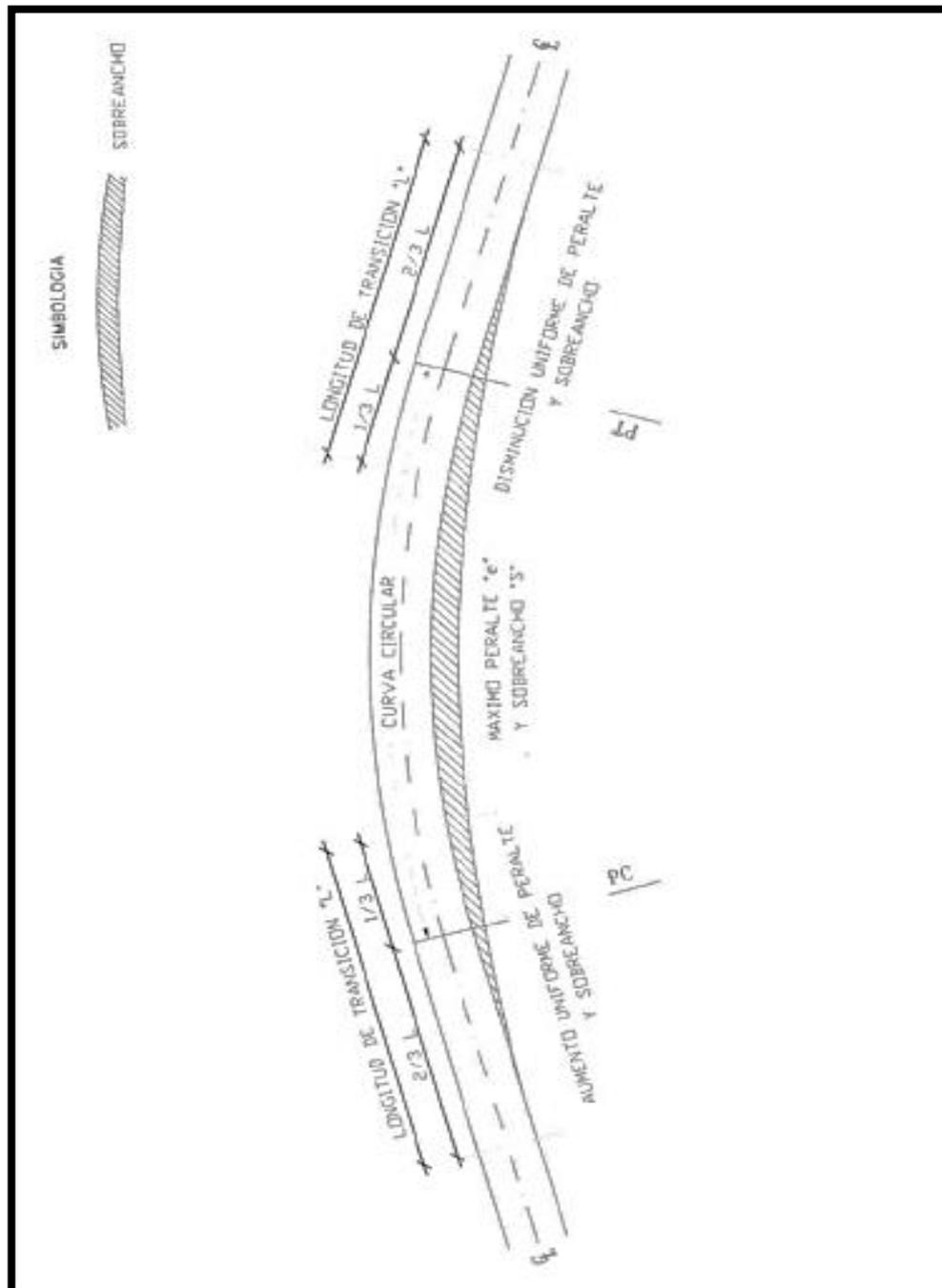


Figura 4.10 Sobrealancho en Curva

Fuente: Manual de Diseño Geométrico (MTO), 2003.

4.2.4 Resumen del Alineamiento Horizontal

Tabla XI. Resumen curvas horizontales

	X	Y	d [m]	α	R [m]	T [m]	E [m]	CL [m]	F [m]	LC [m]	PC	PT	ABCISA	CURVA	d' [m]
PA	547894.98	9727052.57		103° 39' 13"											
PI0	547860.52	9727027.50	42.62										0+000.00		
PI1	548082.16	9726483.44	587.47	- 67° 07' 52"	210.00	139.34	42.02	232.21	35.02	246.05	0+448.13	0+694.18	0+587.47	CHI1	448.131
PI2	548862.57	9726473.86	780.47	+ 52° 43' 19"	210.00	104.07	24.37	186.49	21.84	193.24	1+231.24	1+424.47	0+780.47	CHD1	643.764
PI3	549386.14	9725768.22	878.67	+ 10° 31' 54"	210.00	19.35	0.89	38.55	0.89	38.60	2+179.72	2+218.32	2+199.07	CHD2	755.244
PI4	549982.91	9724546.97	1359.26	- 14° 29' 47"	210.00	26.71	1.69	52.99	1.68	53.13	3+531.51	3+584.64	3+558.22	CHI2	1313.193
PI5	551580.51	9722679.02	2457.96	+ 8° 18' 10"	210.00	15.24	0.55	30.40	0.55	30.43	6+000.65	6+031.08	6+015.90	CHD3	2416.011
PI6	552831.41	9720695.43	2345.08	+ 4° 48' 05"	210.00	8.80	0.18	17.59	0.18	17.60	8+352.11	8+369.71	8+360.92	CHD4	2321.029
PI7	553565.11	9719282.11	1592.41	- 15° 43' 08"	210.00	28.99	1.99	57.43	1.97	57.61	9+924.33	9+981.94	9+953.32	CHI3	1554.618
PI8	554005.50	9718812.39	643.88	- 11° 54' 50"	210.00	21.91	1.14	43.59	1.13	43.67	10+574.92	10+618.59	10+596.84	CHI4	592.982
PI9	554907.30	9718182.53	1099.98	+ 7° 46' 00"	210.00	14.26	0.48	28.44	0.48	28.47	11+682.40	11+710.87	11+696.66	CHD5	1063.812
PI10	555356.40	9717768.14	611.08	+ 75° 08' 58"	210.00	161.57	54.96	256.11	43.56	275.44	12+146.12	12+421.56	12+307.69	CHD6	435.250
PI11	555195.02	9717462.68	345.46		-	-	-	-	-	-	-	-	12+605.44		183.889
PB	555213.39	9717459.72	18.60	71° 19' 02"											

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017

Tabla XII. Resumen de transición de peraltes de curvas horizontales

	PC	Cota	PT	Cota	R	Lc	Vd	b	f	e	a	i	Lp	1/3 Lp	2/3 Lp	x	A	B	C	D	D'	C'	B'	A'
CH1	0+448.13	8.46	0+694.18	7.72	210.00	246.05	80.00	2.00%	0.14	10.00%	7.30	0.50%	73.00	24.33	48.67	14.60	0+384.86	0+399.46	0+414.06	0+472.46	0+669.85	0+728.25	0+742.85	0+757.45
CH2	1+231.24	8.09	1+424.47	9.05	210.00	193.24	80.00	2.00%	0.14	10.00%	7.30	0.50%	73.00	24.33	48.67	14.60	1+167.97	1+182.57	1+197.17	1+255.57	1+400.14	1+458.54	1+473.14	1+487.74
CH3	2+179.72	13.55	2+218.32	13.82	210.00	38.60	80.00	2.00%	0.14	10.00%	7.30	0.50%	73.00	24.33	48.67	14.60	2+116.45	2+131.05	2+145.65	2+204.05	2+193.98	2+252.39	2+266.99	2+281.59
CH4	3+531.51	12.12	3+584.64	11.90	210.00	53.13	80.00	2.00%	0.14	10.00%	7.30	0.50%	73.00	24.33	48.67	14.60	3+468.24	3+482.84	3+497.44	3+555.84	3+560.31	3+618.71	3+633.31	3+647.91
CH5	6+000.65	16.51	6+031.08	16.60	210.00	30.43	80.00	2.00%	0.14	10.00%	7.30	0.50%	73.00	24.33	48.67	14.60	5+937.38	5+951.98	5+966.58	6+024.99	6+006.75	6+065.15	6+079.75	6+094.35
CH6	8+352.11	18.05	8+369.71	18.00	210.00	17.60	80.00	2.00%	0.14	10.00%	7.30	0.50%	73.00	24.33	48.67	14.60	8+288.84	8+303.44	8+318.04	8+376.45	8+345.38	8+403.78	8+418.38	8+432.98
CH7	9+924.33	18.44	9+981.94	18.55	210.00	57.61	80.00	2.00%	0.14	10.00%	7.30	0.50%	73.00	24.33	48.67	14.60	9+861.06	9+875.66	9+890.26	9+948.66	9+957.61	10+016.01	10+030.61	10+045.21
CH8	10+574.92	19.00	10+618.59	18.78	210.00	43.67	80.00	2.00%	0.14	10.00%	7.30	0.50%	73.00	24.33	48.67	14.60	10+511.65	10+526.25	10+540.85	10+599.26	10+594.26	10+652.66	10+667.26	10+681.86
CH9	11+682.40	15.26	11+710.87	15.43	210.00	28.47	80.00	2.00%	0.14	10.00%	7.30	0.50%	73.00	24.33	48.67	14.60	11+619.13	11+633.73	11+648.33	11+706.74	11+686.54	11+744.94	11+759.54	11+774.14
CH10	12+146.12	18.04	12+421.56	18.02	210.00	275.44	80.00	2.00%	0.14	10.00%	7.30	0.50%	73.00	24.33	48.67	14.60	12+082.85	12+097.45	12+112.05	12+170.45	12+397.22	12+455.63	12+470.23	12+484.83

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017

4.3 Alineamiento Vertical

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad. En ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales.

El MTOP considera los siguientes criterios generales a considerar para el alineamiento vertical:

1. Se deben evitar los perfiles con gradientes reversas agudas y continuadas, en combinación con un alineamiento horizontal en su mayor parte en línea recta, por constituir un serio peligro; esto se puede evitar introduciendo una curvatura horizontal o por medio de pendientes más suaves, las que significan mayores cortes y rellenos.
2. Evitar perfiles que contengan dos curvas verticales de la misma dirección entrelazadas por medio de tangentes cortas.
3. En ascensos largos, es preferible que las gradientes más empinadas estén colocadas al principio del ascenso y luego se las suavice cerca de la cima; también es preferible emplear un tramo de pendiente máxima, seguido por un tramo corto de pendiente suave en el cual los vehículos pesados pueden aumentar en algo su velocidad, después del cual sigue otra vez un nuevo tramo con pendiente máxima, en vez de proyectar un tramo largo de una sola pendiente, aunque ésta sea

algo más suave. Esto es particularmente aplicable a carreteras de baja velocidad de diseño.

4. En la selección 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 calzada en forma adecuada.

4.3.1 Gradientes

Determinada por la configuración del terreno y del volumen de tránsito debe tener valores bajos, a fin de permitir velocidades de circulación razonables y facilitar la operación de los vehículos.

De acuerdo a la velocidad de diseño podemos adoptar un valor longitudinal.

Clase de Carretera				Valor Recomendable			Valor Absoluto			
				L	O	M	L	O	M	
R—Io	R—II	>	8.000	TPDA	2	3	4	3	4	6
1	3.000	a	8.000	TPDA	3	4	6	3	5	7
II	1.000	a	3.000	TPDA	3	4	7	4	6	8
III	300	a	1.000	TPDA	4	6	7	6	7	9
IV	100	a	300	TPDA	5	6	8	6	8	12
V	Menos de		100	TPDA	5	6	8	6	8	14

Figura 4.11 Valores de diseño de las Gradientes Longitudinales Máximas
Fuente: Manual de Diseño Geométrico (MTO), 2003.

La gradiente y longitud máxima, pueden adaptarse a los siguientes valores.

Para gradientes del:

8 – 10% La longitud máxima será de 1000m.

10 – 12% 500 m.

12 – 14% 250 m.

En longitudes cortas se puede aumentar la gradiente en 1 por ciento, en terrenos ondulados y montañosos, a fin de reducir los costos de construcción (Para las vías de 1°, 2° y 3° clase).

Gradientes Mínimas

La gradiente longitudinal mínima usual es de 0,5 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia.

Longitudes Críticas de Gradiente para el Diseño

El término “longitud crítica de gradiente” se usa para indicar la longitud máxima de gradiente cuesta arriba, sobre la cual puede operar un camión representativo cargado, sin mayor reducción de su velocidad y, consecuentemente, sin producir interferencias mayores en el flujo de tráfico.

Para una gradiente dada, y con volúmenes de tráfico considerables, longitudes menores que la crítica favorecen una operación aceptable, y viceversa.

A fin de poder mantener una operación satisfactoria en carreteras con gradientes que tienen longitudes mayores que la crítica, y con bastante tráfico, es necesario hacer correcciones en el diseño, tales como el cambio de localización para reducir las gradientes o añadir un carril de ascenso adicional para los camiones y vehículos pesados.

Esto es particularmente imperativo en las carreteras que atraviesan la cordillera de los Andes. Los datos de longitud crítica de gradiente se usan en conjunto con otras consideraciones, tales como el volumen de tráfico en relación con la capacidad de la carretera, con el objeto de determinar sitios donde se necesitan carriles adicionales. (Para carreteras de dos carriles, como guía general, debe considerarse una vía auxiliar de ascenso cuando el volumen de tránsito horario empleado en el diseño exceda en un 20% la capacidad proyectada para la gradiente que se estudia.)

Para establecer los valores de diseño de las longitudes críticas de gradiente, se asume lo siguiente:

- Un camión cargado tal que la relación de su peso-potencia (Libras por cada H.P.) sea aproximadamente igual a 400.

- La longitud crítica de gradiente es variable de acuerdo con la disminución de la velocidad del vehículo que circula cuesta arriba; esto es, a menor reducción de la velocidad se tiene una mayor longitud crítica de gradiente.
- Se establece una base común en la reducción de la velocidad, fijándola en 25 kph para efectos de la determinación de la longitud de la gradiente crítica promedio.

Para calcular la longitud crítica de gradiente se tiene la siguiente fórmula:

$$Lc = \left(\frac{240}{G}\right)^{1.42}$$

Ecuación 4.26

Lc = Longitud crítica de gradiente.

G = Gradiente cuesta arriba expresada en porcentaje.

4.3.2 Diseño de curvas verticales

Las curvas verticales unen dos tangentes del alineamiento vertical, la más común en los diseños es la parábola simple que se aproxima a una curva circular, ya que la variación es constante en la tangente.

Las curvas verticales pueden ser convexas o cóncavas, cuya concavidad es la que varía.

Curvas Verticales Convexas

La longitud mínima de las curvas verticales convexas se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1.15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0.15 metros.

$$L_v = \frac{A * S^2}{426} = K * A$$

Ecuación 4.27

Dónde:

L_v = Longitud de la curva vertical.

S = Distancia de visibilidad.

A = Diferencia algebraica de las gradientes expresada en %.

En la tabla XIII se indican los valores de k para diferentes velocidades de diseño y diversas clases de carreteras, respectivamente.

Tabla XIII. Curvas verticales convexas mínimas.

Velocidad de diseño kph	Distancia de Visibilidad para Parada-"s" (metros)	Coeficiente $K=S^2/426$	
		Calculado	Redondeado
20	20	0,94	1
25	25	1,47	2
30	30	2,11	2
35	35	2,88	3
40	40	3,76	4
45	50	5,87	6
50	55	7,1	7
60	70	11,5	12
70	90	19,01	19
80	110	28,4	28
90	135	42,78	43
100	160	60,09	60
110	180	76,06	80
120	220	113,62	115

Fuente: Manual de Diseño Geométrico 2003 (MTOp).

Tabla XIV. Valores mínimos de k para determinar la longitud de curvas verticales convexas mínimas.

Clase de Carretera					Valor Recomendable			Valor Absoluto		
					L	O	M	L	O	M
R—I _o	R—II	>	8.000	TPDA	115	80	43	80	43	28
1	3.000	a	8.000	TPDA	80	60	28	60	28	12
II	1.000	a	3.000	TPDA	60	43	19	43	28	7
III	300	a	1.000	TPDA	43	28	12	28	12	4
IV	100	a	300	TPDA	28	12	7	12	3	2
V	Menos de		100	TPDA	12	7	4	7	3	2

Fuente: Manual de Diseño Geométrico 2003 (MTOp).

Curvas Verticales Cóncavas

Por motivos de seguridad, es necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo.

La siguiente fórmula indica la relación entre la longitud de la curva, la diferencia algebraica de gradientes y la distancia de visibilidad de parada.

$$L = \frac{A * S^2}{122 + 3.5 S} = K * A$$

Ecuación 4.28

Dónde:

L_v = Longitud de la curva vertical.

S = Distancia de visibilidad.

A = Diferencia algebraica de las gradientes expresada en %.

La fórmula anterior se basa en una altura de 60 centímetros para los faros del vehículo y un grado de divergencia hacia arriba de los rayos de luz con respecto al eje longitudinal del vehículo.

En la tabla XV se indican los valores de k para diferentes velocidades de diseño y diversas clases de carreteras, respectivamente.

Tabla XV. Curvas verticales cóncavas mínimas.

Velocidad de diseño kph	Distancia de Visibilidad para Parada-"s" (metros)	Coeficiente $K=S^2/122+3,5 S$	
		Calculado	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

Fuente: Manual de Diseño Geométrico 2003 (MTO).

Tabla XVI. Valores mínimos de k para determinar la longitud de curvas verticales convexas mínimas.

Clase de Carretera					Valor Recomendable			Valor Absoluto		
					L	O	M	L	O	M
R—I _o	R—II	>	8.000	TPDA	115	80	43	80	43	28
I	3.000	a	8.000	TPDA	80	60	28	60	28	12
II	1.000	a	3.000	TPDA	60	43	19	43	28	7
III	300	a	1.000	TPDA	43	28	12	28	12	4
IV	100	a	300	TPDA	28	12	7	12	3	2
V	Menos de		100	TPDA	12	7	4	7	3	2

Fuente: Manual de Diseño Geométrico 2003 (MTO).

La longitud mínima absoluta se indica en la siguiente ecuación:

$$L_{\min} = 0.60 V$$

Ecuación 4.29

V = Velocidad de diseño (Km/h).

Tabla XVII. Resumen curvas verticales

Abscisa	m1%	m2%	Tipo de curva	dvp1	dvp2	dvp	A	k	Lcv	Lcv	Lcv	Lcv U
0+335.94m	-0.10%	-0.30%	Convexa	134.52	134.04	135.00	0.20	750	150.00	150.00	150.00	150.00
0+984.35m	-0.30%	0.50%	Cóncavo	134.04	136.02	136.00	0.80	187.5	24.74	136.00	136.00	150.00
1+821.52m	0.50%	0.70%	Cóncavo	136.02	136.53	137.00	0.20	750	6.24	137.00	138.00	150.00
2+541.29m	0.70%	-0.40%	Convexa	136.53	133.80	137.00	1.10	136.364	150.00	150.00	152.00	150.00
3+779.36m	-0.40%	0.20%	Cóncavo	133.80	135.26	135.00	0.60	250	18.39	135.00	136.00	150.00
5+060.97m	0.20%	0.30%	Cóncavo	135.26	135.51	136.00	0.10	1500	3.09	136.00	136.00	150.00
6+474.64m	0.30%	0.60%	Cóncavo	135.51	136.27	136.00	0.30	500	9.28	136.00	136.00	150.00
7+114.22m	0.60%	-0.30%	Convexa	136.27	134.04	136.00	0.90	166.667	150.00	150.00	152.00	150.00
8+904.48m	-0.30%	0.20%	Cóncavo	134.04	135.26	135.00	0.50	300	15.33	135.00	136.00	150.00
10+469.11m	0.20%	-0.50%	Convexa	135.26	133.56	135.00	0.70	214.286	150.00	150.00	152.00	150.00
11+518.90m	-0.50%	0.60%	Cóncavo	133.56	136.27	136.00	1.10	136.364	34.02	136.00	136.00	150.00
12+310.01m	0.60%	-0.90%	Convexa	136.27	132.61	136.00	1.50	100	150.00	150.00	150.00	150.00
12+605.45m	-0.90%			132.61								

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017

4.4 Combinación entre Alineamientos Horizontales y Verticales

Para tener una adecuada combinación entre ambos alineamientos se debe seguir los siguientes puntos:

- 1.** Se debe evitar un alineamiento horizontal constituido por tangentes y curvas de grandes radios a cambio de gradientes largas y empinadas, así como también un alineamiento con curvas de radios pequeños y con gradientes casi planas. Un buen diseño se consigue conciliando los dos criterios para lograr seguridad, capacidad, facilidad y uniformidad de operación de los vehículos.
- 2.** No deben introducirse curvas horizontales agudas en o cerca de la cima de curvas verticales convexas pronunciadas. Esto se puede evitar haciendo que la curva horizontal sea más larga que la curva vertical.
- 3.** Se deben evitar curvas horizontales agudas en o en las inmediaciones del punto más bajo de las curvas verticales cóncavas que sean pronunciadas.
- 4.** En carreteras de dos carriles, la necesidad de dotarlas de tramos para rebasamiento de vehículos a intervalos frecuentes, prevalece sobre la conveniencia de la composición de los alineamientos horizontal y vertical.
- 5.** Es necesaria la provisión de curvas de grandes radios y gradientes suaves, a la medida que sea factible en la vecindad de las intersecciones de carreteras.

6. En el diseño de autopistas rurales deben estudiarse las ventajas de la localización de las dos calzadas de una sola vía en forma independiente, haciendo variar el ancho de la isla central para adaptar las calzadas al terreno en la manera más eficaz.

4.5 Sección Transversal Típica

La sección transversal típica a adoptarse para una carretera depende casi exclusivamente del volumen de tráfico y del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera. En la selección de las secciones transversales deben tomarse en cuenta los beneficios a los usuarios, así como los costos de mantenimiento. Al determinar los varios elementos de la sección transversal, es imperativo el aspecto de seguridad para los usuarios de la carretera que se diseña.

Ancho de la calzada

Aquella parte de la sección transversal constituida por uno o más carriles destinada a la circulación de vehículos en uno o dos sentidos.

El ancho de calzada se determina en función del volumen de tráfico, dimensiones del vehículo de diseño y las características del terreno. El MTOP indica los siguientes valores de diseño.

ANCHOS DE LA CALZADA				
Clase de Carretera		Ancho de la Calzada (m)		
		Recomendable	Absoluto	
R-I o R-II	> 8000	TPDA	7,30	7,30
I	3000 a 8000	TPDA	7,30	7,30
II	1000 a 3000	TPDA	7,30	6,50
III	300 a 1000	TPDA	6,70	6,00
IV	100 a 300	TPDA	6,00	6,00
V	Menos de 100	TPDA	4,00	4,00

Figura 4.12 Anchos de Calzada

Fuente: Manual de Diseño Geométrico (MTO), 2003.

Gradiente Transversal

Es importante disponer de un bombeo o gradiente a nivel de la capa de rodadura para que se pueda drenar o escurrir el agua lluvia de la misma para esto el MTO da los siguientes valores:

Clase de Carretera	Tipo de Superficie	Gradiente Transversal (Porcentaje)
R - I o R - II Mas de 8000 TPDA	Alto Grado estructural: concreto asfaltico u hormigon	1,5 - 2
I 3000 a 8000 TPDA	Alto Grado estructural: concreto asfaltico u hormigon	1,5 - 2
II 1000 a 3000 TPDA	Grado estructural Intemedio	2
III 300 a 1000 TPDA	Bjo Grado estructural:Doble Tratamiento Superficial Bituminoso	2
IV 100 a 300 TPDA	Grava o D.T.S.B	2,5 - 4
V Menos de 100 TPDA	Grava, Empedrado, Tierra	4

Figura 4.13 Gradiente Transversal de la capa de rodadura.

Fuente: Manual de Diseño Geométrico (MTO), 2003.

Para nuestro proyecto usaremos 2% ya que es una carretera de clase II.

Espaldones

Las principales funciones de los espaldones son las siguientes:

1. Provisión de espacio para el estacionamiento temporal de vehículos fuera de la superficie de rodadura fija, a fin de evitar accidentes.
2. Provisión de una sensación de amplitud para el conductor, contribuyendo a una mayor facilidad de operación, libre de tensión nerviosa.
3. Mejoramiento de la distancia de visibilidad en curvas horizontales.
4. Mejoramiento de la capacidad de la carretera, facilitando una velocidad uniforme.
5. Soporte lateral del pavimento.
6. Provisión de espacio para la colocación de señales de tráfico y guarda caminos, sin provocar interferencia alguna.

El MTOP asigna los siguientes valores dependiendo de la clase de la carretera:

VALORES DE DISEÑO PARA EL ANCHO DE ESPALDONES (Metros)						
Clase de Carretera	Ancho de Espaldones (m)					
	Recomendable			Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)
R-I o R-II > 8000 TPDA	3,0 *	3,0 *	2,5 *	3	3,0 *	2,0 *
I 3000 a 8000 TPDA	2,5 *	2,5 *	2,0 *	2,5 **	2,0 **	1,5 **
II 1000 a 3000 TPDA	2,5 *	2,5 *	1,5 *	2,5	2,0	1,5
III 300 a 1000 TPDA	2,0 **	1,5 **	1,0 *	1,5	1,0	0,5
IV 100 a 300 TPDA	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
V Menos de 100 TPDA	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera el espaldón como tal)					
L = Terreno Llano O = Terreno Ondulado M = Terreno Montañoso						
* La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior. Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico						
** Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente. (ver nota 5/ del cuadro general de calificación)						

Figura 4.14 Valores de diseño para el ancho de espaldones (m).

Fuente: Manual de Diseño Geométrico (MTO), 2003.

Al igual que con la calzada los espaldones deben de tener una pendiente o gradiente transversal para el escurrimiento de las aguas lluvias, El MTO asigna los siguientes valores dependiendo de la clase de la carretera:

GRADIENTE TRANSVERSAL PARA ESPALDONES (PORCENTAJES)		
Clase de Carretera	Tipos de Superficie (m)	Gradiente Transversal %
R-I o R-II > 8000 TPDA	Carpeta de concreto asfáltico	4,00
I 3000 a 8000 TPDA	Doble tratamiento superficial bituminoso (DTSB) o carpeta	4,00
II 1000 a 3000 TPDA	Doble tratamiento superficial bituminoso (DTSB) o superficie estabilizada	4,00
III 300 a 1000 TPDA	Superficie estabilizada, grava	4,00
IV 100 a 300 TPDA	D.T.S.B. O capa granular	4,00

Figura 4.15 Gradiente transversal para espaldones (%).

Fuente: Manual de Diseño Geométrico (MTOPE), 2003.

El ancho de los espaldones a considerar para el proyecto será de 2 m, con gradiente transversal del 4%.

Taludes

Los taludes en corte y en relleno son muy importantes en la seguridad y buena apariencia de una carretera, además de influir en su costo de mantenimiento. Aunque su diseño depende de las condiciones de los suelos y de las características geométricas de la vía, como regla general los taludes deben diseñarse con la menor pendiente económicamente permisible. En terrenos ondulados y montañosos, en donde las condiciones de los suelos constituyen un factor determinante y el movimiento de tierras es el rubro mayor en la construcción, se recomienda dar especial consideración a los taludes en corte en las curvas horizontales, a fin de proveer una adecuada distancia de

visibilidad a un costo razonable. En lo demás, la selección de taludes debe ser materia de un estudio particular en cada caso, tomando en cuenta la naturaleza del terreno y las condiciones geológicas existentes.

Cunetas

Son canales construidos en zonas de corte, a uno o a ambos lados de una carretera, para interceptar el agua de lluvia que circula por la capa de rodadura y del talud del corte, y poder drenarla lejos de la carretera.

CAPÍTULO 5

DISEÑO

5.1 Restricciones

Existen diferentes restricciones que se presentan debido a la construcción de la vía, estas son de tipo topográfico, estructural, hidrográfico, social – cultural, ambiental, transporte, económico, y según la capa de rodadura a escoger. Estas restricciones deben ser consideradas para cumplir con las necesidades de las comunidades que comunicara la carretera.

A continuación, se mencionarán las restricciones establecidas para el proyecto:

Topográfico

- Accesibilidad de las maquinarias al sector donde será construida la vía.

Estructural

- Se deben construir 6 puentes debido a la existencia de ríos, lo cual aumenta el costo del proyecto.

Hidrográfico

- Afectación a la cuenca de drenaje por el corte y relleno.

Social – Cultural

- Expropiación de viviendas o terrenos existentes donde se asentará el trazado de la vía a construirse.
- Posible existencia de patrimonios arqueológicos no descubiertos.

Ambiental

- Deforestación de vegetación endémica
- Afectación a la fauna existente en el sector
- Contaminación con gases y materiales constructivos

Transporte

- Distancia a fábrica de asfalto u hormigón considerable lo cual aumenta el costo del proyecto

Económico

- Volumen de corte y relleno considerable
- Construcción de puentes

Capa de rodadura

- La durabilidad del pavimento rígido es mayor.
- El costo de construcción del pavimento rígido es mayor.

5.2 Selección de alternativa favorable

Se realizaron tres diseños de pavimentos: Flexible, rígido y semirrígido, los cuales serán evaluados por diferentes criterios para así obtener la alternativa más favorable.

Tabla XVIII. Matriz de Selección de Alternativas

MATRIZ DE SELECCION DE ALTERNATIVAS				
CRIETERIOS	VALOR PONDERADO	ALTERNATIVAS		
		HORMIGON	ASFALTO	SUELO-CEMENTO
Cantidad de movimiento de tierra	10	7	7	7
Costo de capa de rodadura	30	15	25	28
Distancia de transporte de materiales	20	18	16	18
Tiempo de construccion de la capa de rodadura	20	10	18	12
Durabilidad	10	10	5	3
Rango de deformabilidad de la capa de rodadura	5	1	5	2
Rigidez de la capa de rodadura	5	5	2	3
Total	100	66	78	73

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017

Con las restricciones mencionadas anteriormente y la matriz de selección de alternativas, se escoge la opción más óptima para el proyecto dándole valores ponderados a los diferentes criterios.

Cada una de las alternativas presenta ventajas económicas o logísticas para la obra. El criterio más importante para nosotros es el costo de la capa de rodadura, distancia de transporte de materiales y el tiempo de construcción de la capa de rodadura.

La alternativa 2, que es la de hormigón asfáltico, resulta con mayor valor ponderado según los criterios evaluados. Si bien la tercera alternativa resulta más económica, no cumple con las propiedades necesarias para una vía clase 2.

5.3 Diseño de capa de rodadura

5.3.1 Pavimento Flexible

Para el diseño del pavimento flexible se usó el método de diseño de la AASHTO93. Tanto para el diseño de pavimento flexible y rígido, se deben analizar las siguientes variables de entrada:

- Periodo de diseño
- Serviciabilidad
- Confiabilidad y desviación estándar
- Drenaje
- Propiedades de los materiales (Mejoramiento, sub base y base)
- Espesor
- Numero estructural

Periodo de diseño

Según las necesidades de mantenimiento del pavimento se requiere determinar el periodo de diseño ya que según las necesidades se debe ajustar el tiempo de vida útil del mismo. Para que sea rentable, la vida útil de la estructura de pavimento flexible

debe alcanzar 20 años y requieren de mantenimiento entre los 5 y 10 años. Por lo mencionado anteriormente, el periodo de diseño es de 10 años sabiendo que la vida útil del proyecto será de 20 años.

Serviciabilidad

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 disminuya 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.

Tabla XIX. Índice de
serviciabilidad

ÍNDICE DE SERVICIO	CALIFICACIÓN
5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo
0	Intransitable

Fuente: AASHTO, A
POLICY ON GEOMETRIC
DESIGN OF HIGHWAYS
AND STREETS, 1993.

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.

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 4.2 y el final (P_t) será 2.

Confiabilidad y Desviación Standard

Los factores estadísticos que influyen en el comportamiento de los pavimentos son la confiabilidad y la desviación estándar.

El factor de confiabilidad se refiere a la probabilidad de que el pavimento desarrolle su función durante el periodo para el cual fue diseñado, los valores relacionados se encuentran en la Tabla XX.

Tabla XX. Áreas de distribución normal de niveles de confianza

Áreas en Distribución Normal Niveles de Confianza	
Confianza (%)	Z _R
90	-1.281
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.475
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: AASHTO, A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN OF HIGHWAYS AND STREETS, 1993.

La desviación estándar total S_o que recomienda la AASHTO tanto para pavimentos flexibles como para pavimentos rígidos se puede observar en la tabla XXI.

Tabla XXI. Valores recomendados de desviación estándar total S_o

CASO DE ANÁLISIS	DESVIACIÓN ESTÁNDAR TOTAL	
	PAVIMENTOS FLEXIBLE	PAVIMENTO RÍGIDO
Rango	0.40 - 0.50	0.30 - 0.40
Considerando la varianza del tránsito futuro	0.49	0.39
Sin considerar la varianza del tránsito futuro	0.44	0.34

Fuente: GUÍA DE DISEÑO AASHTO, 1993.

Se utilizarán los valores recomendados para pavimentos considerando la varianza del tránsito futuro, es decir 0.49 para pavimentos flexibles.

Drenaje

La mayoría de los suelos de la vía son arcillas de baja plasticidad con arena y todos los valores de expansión son bajos, los que oscilan entre 0,14% y 0,59%. La abscisa 2+000 contiene limo de baja plasticidad arenosa mientras que la abscisa 12+000 contiene grava limosa con arena.

Consideraciones de drenaje para pavimentos flexibles

El método AASHTO 1993 afecta los coeficientes estructurales de las capas conformantes del pavimento según un coeficiente de drenaje que depende de la calidad que presente el material para drenar, es decir, que mientras más permeable sea el material, mayor será el coeficiente de drenaje de la capa. Una vez que se determina el coeficiente de drenaje, se calculan los espesores de capa. El coeficiente de drenaje depende directamente del coeficiente de permeabilidad asignado en el programa a cada capa.

Para seleccionar el coeficiente de calidad de drenaje se utiliza la Tabla XXII, elaborada por la AASHTO.

Tabla XXII. Valores de coeficiente de capa según la calidad drenante del material

Calidad de Drenaje		% del tiempo en que la estructura del pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
Calidad	Tiempo de Remoción	< 1%	1 - 5%	5 - 25%	> 25%
Excelente	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.25	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	No drena	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: GUÍA DE DISEÑO AASHTO, 1993

Como se puede observar, el coeficiente de capa depende también del tiempo en que los materiales están sometidos a humedades próximas a la saturación.

Para el cálculo se ha asumido un coeficiente de drenaje de 1.00 debido a las condiciones del terreno.

Propiedades de los materiales

TERRENO DE FUNDACIÓN (SUB-RASANTE)

Existen ocasiones en que debe mejorarse el material de la subrasante, sustituyendo (y desalojando) cierto espesor del terreno natural por un material de mejor calidad. Este cambio de material se conoce como: “Mejoramiento de la Sub-rasante”.

Los mejoramientos se hacen con “suelo seleccionado”, “estabilización con cal”, “estabilización con material pétreo”, “membranas sintéticas”, “empalizadas”, o mezcla de materiales previamente seleccionados.

El suelo seleccionado deberá ser material granular, rocoso o combinación de ambos. Tendrá una granulometría como la siguiente:

Tabla XXIII. Granulometría de sub-rasante

TAMIZ	% PASANTE
4"	100
200	20

Fuente: GUÍA DE DISEÑO AASHTO, 1993

La fracción pasante del tamiz No. 40 tendrá un $IP < 9\%$ y Límite Líquido $< 35\%$ y un $CBR > 20\%$. La compactación no puede ser inferior al 95% de la prueba AASHTO T-180, método D.

Debido a que los suelos encontrados en el sitio donde se proyecta la construcción de la vía no cumplen con los parámetros mínimos de sub-rasante, se deberá colocar material importado que cumpla con los parámetros establecidos.

BASE

Se dispone sobre la sub-base y su función es absorber los esfuerzos debido a las cargas del tránsito y transmitirlos a la sub-base, y por ésta, al terreno de fundación. Las bases pueden ser granulares, mezclas bituminosas, suelo cementos, suelos estabilizados, etc.

Los requisitos generales son:

- Ser resistente a los cambios de volumen y temperatura.
- No presentar cambios de volumen que sean perjudiciales.
- Los porcentajes de desgaste según el ensayo Los Ángeles" debe ser menos del 40%.
- La fracción que pasa el tamiz 40 debe tener un $LL < 25\%$ y un $IP < 6\%$.

- La fracción que pasa el tamiz 200 no podrá ser mayor que $\frac{1}{2}$ y en ningún caso mayor de los $\frac{2}{3}$, de la fracción que pasa el tamiz 40.
- Deben ser suelos A1 y tener una graduación uniforme y textura regular.
- El CBR debe ser mayor o igual al 80%.

Módulo resiliente y coeficiente de capa de base

La propiedad mecánica que caracteriza a la base es su módulo de elasticidad, sin embargo, por practicidad se correlaciona este parámetro con el valor de CBR de este material.

Para la base de los pavimentos a diseñarse se utilizará Base Clase 1-A con CBR mínimo de 80%.

El módulo Resiliente y coeficiente de capa de la Base está definido por las siguientes correlaciones de la gráfica 5.1:

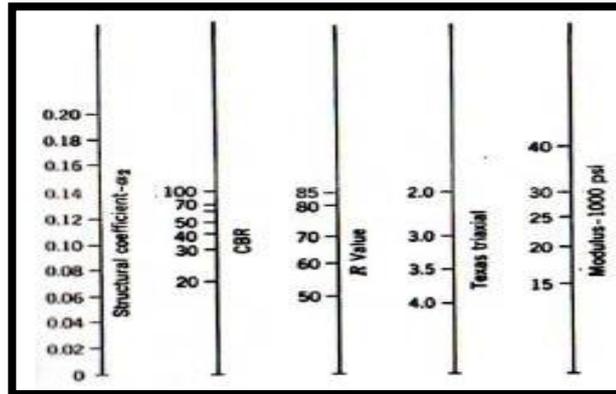


Figura 5.1 Módulo resiliente y coeficiente de capa de la base

Fuente: GUÍA DE DISEÑO AASHTO, 1993.

HORMIGÓN ASFÁLTICO

Es una mezcla bituminosa, su función primordial es proteger a la base, impermeabilizando la superficie para evitar posibles infiltraciones de aguas lluvias. Además, evita que se desgaste o desintegre la base por la acción del tránsito. También contribuye a aumentar la capacidad soporte de la estructura, especialmente cuando su espesor es mayor a 3 pulg. (7.5cm).

La propiedad mecánica del hormigón asfáltico utilizada por el método AASHTO para el diseño de pavimentos flexibles es su módulo de elasticidad. Para el proyecto se ha utilizado un módulo de elasticidad de 425 Ksi o 2930 MPa valor obtenido mediante una correlación establecida por Van Til y otros (1942) con la estabilidad Marshall del hormigón asfáltico de 2000 lbs.

Módulo Resiliente y Coeficiente de Capa de Rodadura

La correlación de Van Til y otros (1942) puede ser determinada gráficamente a partir del siguiente ábaco:

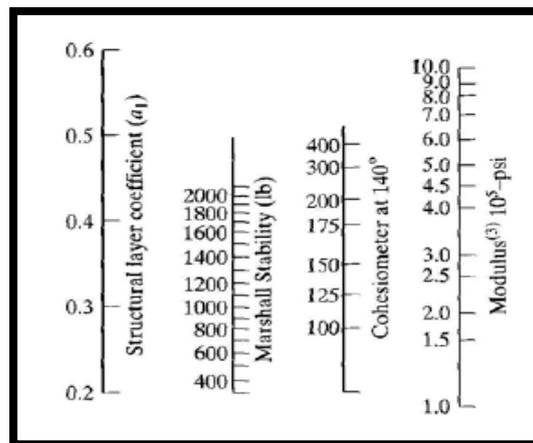


Figura 5.2 Módulo resiliente y coeficiente de capa de rodadura
Fuente: GUÍA DE DISEÑO AASHTO 1993 - ÁBACO DESARROLLADO POR VAN TIL Y OTROS, 1942.

SUB-BASE Y MATERIAL DE PRÉSTAMO IMPORTADO (MEJORAMIENTO)

Las sub-bases están constituidas por agregados obtenidos por trituración de roca o gravas.

Los agregados que se empleen en la Sub-base deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz N° 40

deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

Todas las partículas pasarán por un tamiz 1 1/2" (38.1mm) y no más del 15 por ciento pasara el tamiz N° 200 (0.075 mm).

El material de mejoramiento de la subrasante, deberá cumplir las especificaciones que se señalan a continuación:

Todas las partículas pasarán por un tamiz de 4" (100mm) con abertura cuadrada y no más del 20% pasará el tamiz #200 (0.075mm), de acuerdo con el ensayo AASHTO – T.11.

La parte del material que pase el tamiz # 40 (0.425mm.) deberá tener un índice de plasticidad de 9% y límite líquido hasta el 35%, siempre que el valor del CBR sea mayor al 10%, tal como determina el ensayo AASHTO-T-91. Si se presenta material de tamaño mayor al máximo especificado deberá ser retirado antes de que se incorpore a la obra.

Módulo resiliente y coeficiente de capa de sub-base y préstamo importado

El módulo resiliente y coeficiente de capa de sub-base y préstamo importado se lo obtiene del ábaco de la gráfica 5.3.

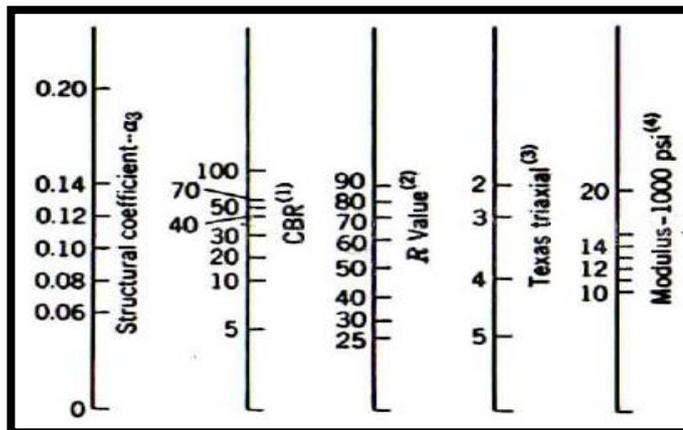


Figura 5.3 Módulo resiliente y coeficiente de capa de sub-base

Fuente: GUÍA DE DISEÑO AASHTO, 1993.

Número Estructural (SN)

Es un número abstracto que expresa la resistencia estructural de un pavimento, para una combinación dada de soporte del suelo (M_r), del tránsito total (W_{18}), de la serviciabilidad terminal y de las condiciones ambientales. Es decir que establece una relación empírica entre las distintas capas del pavimento, y que está dada por la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 d_1 + a_2 m_2 d_2 + a_3 m_3 d_3 + a_4 d_4 m_4 \quad (\text{Ecuación 5 - 1})$$

En la cual:

d_1, d_2, d_3, d_4 : son espesores de las capas del rodamiento, base y sub-base y mejoramiento, respectivamente.

a_1, a_2, a_3, a_4 : valores de coeficientes de capas

Espesor

De acuerdo con las gráficas de la AASHTO y los valores de CBR recomendados por el MTOP para las capas estructurales del pavimento se emplean los coeficientes de capa anotados abajo:

(Para cm): $a_1=0.173$, $a_2 = 0.051$, $a_3=0.043$, $a_4=0.035$

Cálculo de ejes equivalentes ESAL'S (W18)

Tabla XXIV. Factores de equivalencia de carga para pavimento flexible

D-6 *Design of Pavement Structures*

Table D.4. Axle Load Equivalency Factors for Flexible Pavements, Single Axles and p_i of 2.5

Axle Load (kips)	Pavement Structural Number (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	.0004	.0004	.0003	.0002	.0002	.0002
4	.003	.004	.004	.003	.002	.002
6	.011	.017	.017	.013	.010	.009
8	.032	.047	.051	.041	.034	.031
10	.078	.102	.118	.102	.088	.080
12	.168	.198	.229	.213	.189	.176
14	.328	.358	.399	.388	.360	.342
16	.591	.613	.646	.645	.623	.606
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.61	1.57	1.49	1.47	1.51	1.55
22	2.48	2.38	2.17	2.09	2.18	2.30
24	3.69	3.49	3.09	2.89	3.03	3.27
26	5.33	4.99	4.31	3.91	4.09	4.48
28	7.49	6.98	5.90	5.21	5.39	5.98
30	10.3	9.5	7.9	6.8	7.0	7.8
32	13.9	12.8	10.5	8.8	8.9	10.0
34	18.4	16.9	13.7	11.3	11.2	12.5
36	24.0	22.0	17.7	14.4	13.9	15.5
38	30.9	28.3	22.6	18.1	17.2	19.0
40	39.3	35.9	28.5	22.5	21.1	23.0
42	49.3	45.0	35.6	27.8	25.6	27.7
44	61.3	55.9	44.0	34.0	31.0	33.1
46	75.5	68.8	54.0	41.4	37.2	39.3
48	92.2	83.9	65.7	50.1	44.5	46.5
50	112.	102.	79.	60.	53.	55.

Fuente: Guía de diseño AASHTO, 1993.

5.3.2 Cálculo de ESAL'S

Para el cálculo de los ejes de cargas equivalentes se ha tomado el factor equivalente para una serviciabilidad final de 2.5, debido a que el tráfico de la vía es en dos sentidos al final tomaremos el 50 del valor total del TPDA. Además, se toma en cuenta la variación de la tasa de incremento vehicular por cada 5 años para obtener el tránsito proyectado.

Tabla XXV. Tasas de crecimiento vehicular según el MTOP.

PERIODO	TASA DE INCREMENTO VEHICULAR		
	Liviano	Bus	Camión
2010-2014	5.56	3.00	3.33
2015-2019	5.56	3.00	3.33
2020-2024	4.95	2.67	2.96
2025-2029	4.45	2.40	2.67
2030-2034	4.04	2.18	2.43
2035 en adelante	4.04	1.97	3.27

Fuente: MTOP, 2003.

Por falta de información sobre la tasa de crecimiento vehicular de la Provincia de Santa Elena se usó la de la Provincia de Guayas.

Además, se usará la siguiente fórmula para obtener el tráfico proyectado por cada vehículo:

$$\text{Trafico generado} = \text{Trafico actual} * (1 + \text{tasa de incremento vehicular})^{\text{periodo}}$$

Ecuación 5.1

Donde el periodo será de manera anual (periodo= 1 año) hasta llegar a los 20 años del periodo de diseño escogido.

Tabla XXVI. Ejes de cargas equivalentes

Tiempo Años	Año	Livianos	Buses	Camión 2 Ejes Grande 2DB
1	2017	737	126	123
2	2018	778	129	127
3	2019	821	133	131
4	2020	867	137	136
5	2021	915	141	140
6	2022	960	145	144
7	2023	1,008	149	149
8	2024	1,058	153	153
9	2025	1,110	157	158
10	2026	1,165	161	162
11	2027	1,217	165	167
12	2028	1,271	169	171
13	2029	1,327	173	176
14	2030	1,386	177	180
15	2031	1,448	182	185
16	2032	1,507	186	190
17	2033	1,567	190	194
18	2034	1,631	194	199
19	2035	1,697	198	204
20	2036	1,765	202	209
SUMATORIA POR VEHICULO		24,234	3,269	3,296
TPDA-TOTAL POR VEHICULO ANUAL (*365)		8845244.78	1193254.11	1202989.04

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017

Tabla XXVII. Ejes de cargas equivalentes

CLASE DE VEHÍCULO	TONELAJE POR EJE		FACTOR DE EQUIVALENCIA			TOTAL ESALS
	FRONTAL	TRACERO	FRONTAL	MEDIO	TRACERO	
LIVIANO	1	3	0.0003	-	0.017	153022.73
BUS	3	7	0.017	-	0.399	496393.71
PESADO	7	11	0.399	-	2.17	3090478.85
					100%:	3739895.29
					50%:	1869947.65

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017

De los valores obtenidos de CBR, se utilizó el valor más bajo para ser conservadores. Así se procede a hallar el módulo resiliente y calcular el número estructural.

El módulo Resiliente de la Sub-rasante está definido por las siguientes ecuaciones:

$$2 \% < \text{CBR} < 12\%$$

$$\text{Mr(Psi)}=1500\text{CBR}$$

Ecuación 5.2

$$12\% < \text{CBR} < 80\%$$

$$\text{Mr (Psi)}= 3200\text{CBR}^{0.55}$$

Ecuación 5.3

Siendo 6,20% el menor valor de CBR en la abscisa 4+000, se utiliza la ecuación 5.2 para obtener el módulo resiliente de la sub-rasante:

$$\text{Mr (Psi)}= 9300$$

Una vez obtenidos todos los parámetros mencionados anteriormente, se obtiene el número estructural con la ecuación

AASHTO 93, la cual fue resumida en un programa. Se obtuvo el siguiente número estructural:

Figura 5.4 Cálculo de pavimento flexible
Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

Una vez obtenido el número estructural, se obtienen los espesores de capas que formaran la estructura de pavimento.

Tabla XXVIII. Ejes de cargas equivalentes

Capa	Espesor	Coef. Capa	Coef. Drenaje	N.E. Calculado
Asfalto	7,5	0,173	1	1,298
Base	0	0,051	1	0,000
Sub-base	25	0,043	1	1,075
Mejoramiento	35	0,035	1	1,225
Total de Espesor	67,5			3,598

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

$$SN_c > SN_r$$

$$3,598 > 3,36$$

5.3.3 Pavimento Rígido

El pavimento rígido consta de una losa de hormigón apoyada sobre diversas capas bien compactas y estables. Existen diferentes tipos de pavimento rígido:

Pavimento de hormigón en masa vibrado: Es el más empleado, dada su gran versatilidad. Está dividido en losas mediante juntas para evitar la aparición de fisuras debido a la retracción del hormigón. Las juntas transversales se disponen a distancias aleatorias comprendidas dentro de un rango de valores (4-7 m) para evitar fenómenos de resonancia.

También pueden emplearse pasadores de acero para asegurar la transmisión de cargas entre losas. En el caso de no hacerlo, deben inclinarse las juntas.

Pavimento continuo de hormigón armado: Muy resistente, aunque también excesivamente caro, por lo que sólo es idóneo para tráfico pesado.

Emplea una cuantía geométrica longitudinal del 0.6%, suprimiéndose las juntas transversales e incluyendo en ocasiones fibras de acero distribuidas aleatoriamente para reforzar su estructura. Plantea pocos problemas de conservación y

mantenimiento; este tipo de pavimentos se emplea sobretodo en Estados Unidos, y no tanto en nuestro país.

Pavimento de hormigón compactado: Su puesta en obra se realiza mediante extendedoras y compactadoras dada su baja relación agua/cemento – entre 0.35 y 0.40-, por lo que el cemento suele contener un alto porcentaje de cenizas volantes para facilitar su trabajabilidad. Suelen acabarse con una capa de rodadura bituminosa, por lo que se les considera firmes mixtos. Tienen la ventaja de poder abrirse al tráfico rápidamente.

Pavimentos de hormigón pretensado: La introducción de tendones de acero que sometan a compresión a la losa permite reducir considerablemente su espesor y aumentar su longitud. Este tipo de firmes son capaces de soportar grandes sollicitaciones, aunque de momento su empleo se restringe a pistas de aeropuertos casi exclusivamente.

Pavimentos prefabricados de hormigón: Dentro de este grupo se incluyen las placas de hormigón armado, de 1.50 a 3 m. de lado y de 12 a 16 cm. De espesor, empleadas en pavimentos industriales. También se engloban los adoquines de hormigón, empleados sobre todo en zonas urbanas, portuarias e industriales, dada su facilidad de puesta en obra y su alta resistencia al tráfico pesado. Éstos se apoyan sobre una capa de nivelación de arena, que además

cumple una función drenante, asentada sobre una capa base de hormigón magro o zahorra en función del tipo de tráfico previsto.

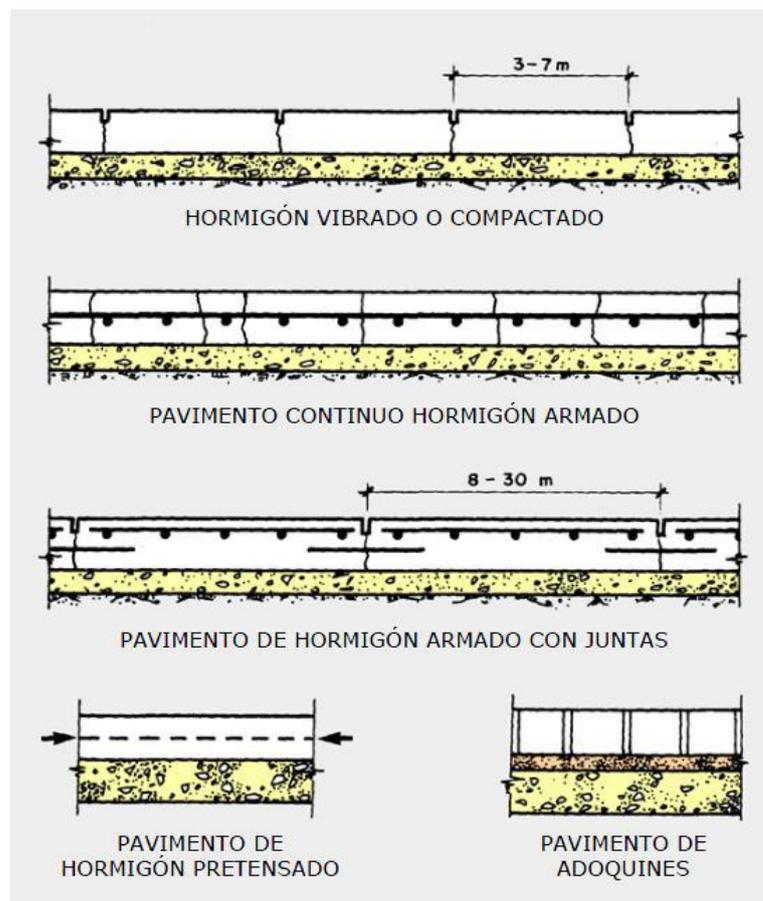


Figura 5.5 Tipos de pavimento rígido
Fuente: Macías, M. (2010). Diseño de Pavimento Rígido para la vía Baba – La Estrella (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil.

Muchas de las variables de entrada son similares a las de pavimento flexible por lo que no se las mencionara nuevamente.

Módulo de reacción de la subrasante

El módulo de reacción de la subrasante (k) se lo determina por medio del CBR y de la figura 5.6:

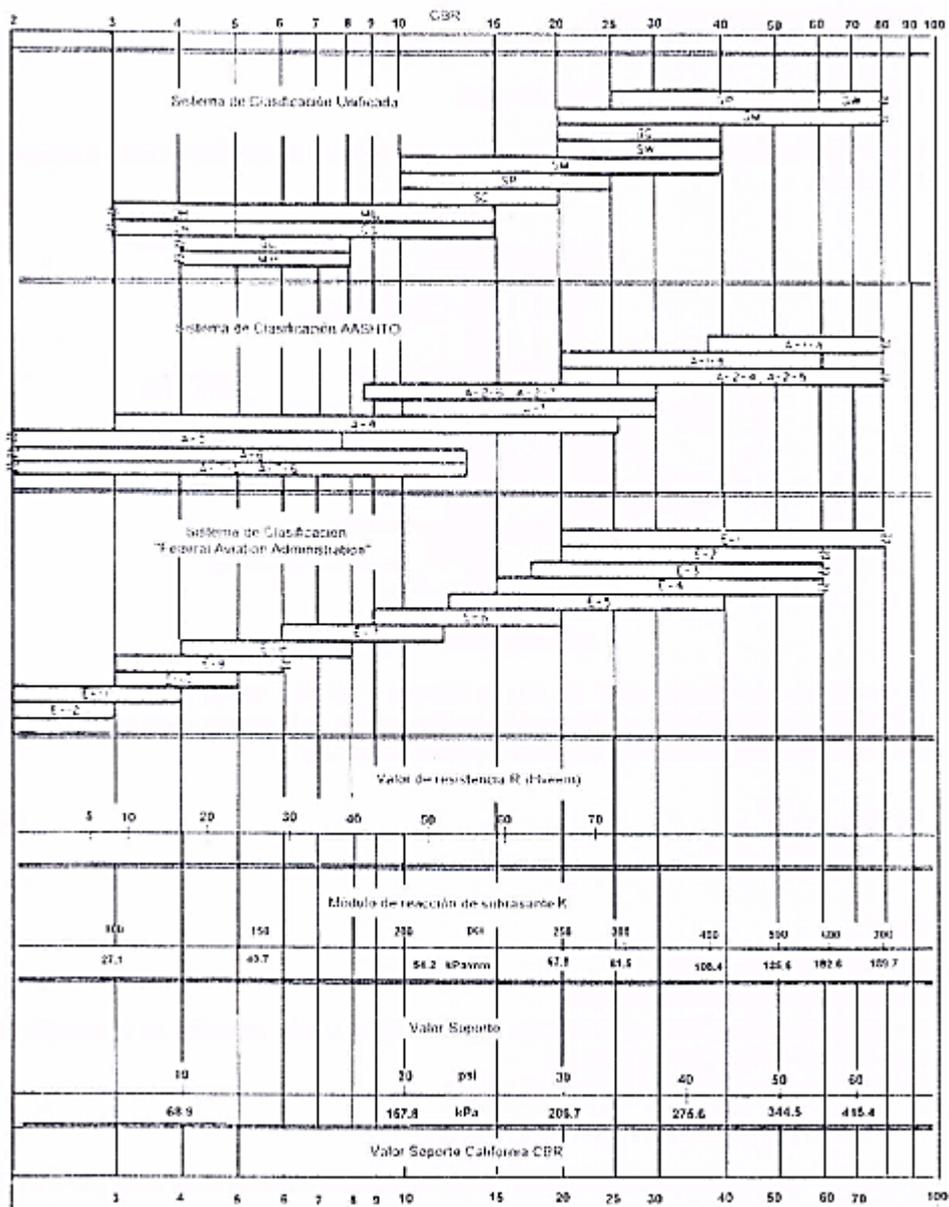


Figura 5.6 Módulo de reacción de la subrasante
Fuente: Guía de diseño AASHTO, 1993

El CBR mas critico obtenido en los diferentes ensayos fue de 6.20%, lo que nos dio como resultado un valor de k igual a 4.4 Kg/cm³.

Se asume un espesor de sub-base granular el cual tendrá influencia en el módulo de reacción de la subrasante, se lo determina con la siguiente gráfica:

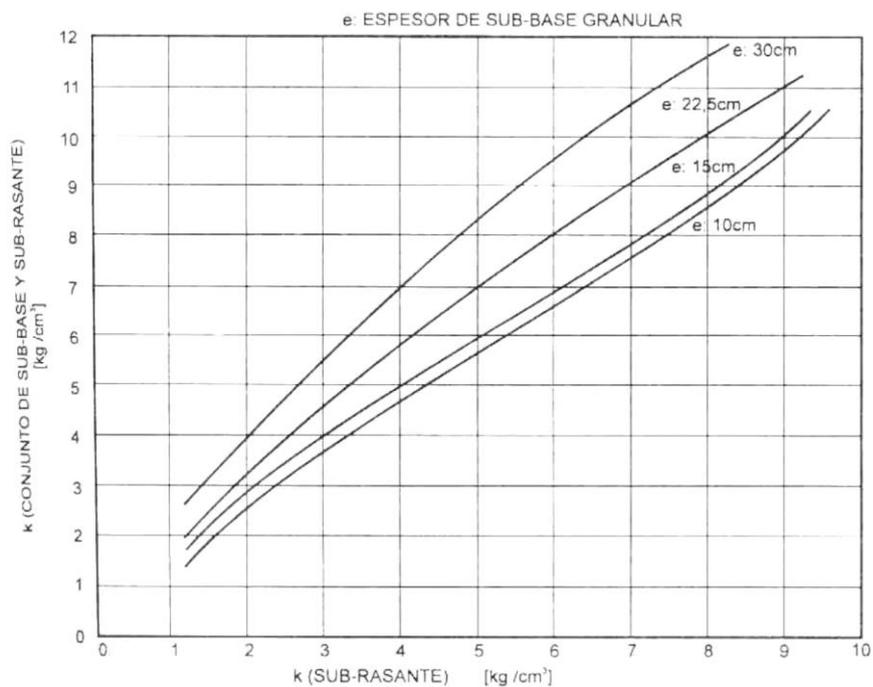


Figura 5.7 Influencia del espesor de la subrasante granular sobre el valor de K

Fuente: Guía de diseño AASHTO, 1993

Se asumió un espesor de losa de 22.5 cm teniendo un valor de k mejorado de 6.3 kg/cm³

Pérdida de soporte (LS)

El factor LS (loss of support) considera la pérdida de soporte por efecto de la erosión de la sub-base o por movimientos diferenciales verticales del suelo. Debido a este factor, se baja el coeficiente de reacción de la subrasante.

Tabla XXIX. Perdida de soporte (LS)

Tipo de material	Perdida de soporte
Base granular tratada con cemento E=6.9 A 13.8 Gpa (1x10 ⁶ a 2x10 ⁶ psi)	0.0-1.0
Mezclas de agregados con cemento E=3.4 A 6.9 Gpa (5x10 ⁵ a 1x10 ⁶ psi)	0.0-1.0
Base tratada con asfalto E=2.4 A 6.9 Gpa (3.5x10 ⁵ a 1x10 ⁶ psi)	0.0-1.0
Mezclas bituminosas estatizadas E=276 a 2070 Mpa (4x10 ⁴ a 3x10 ⁵ psi)	0.0-1.0
Estabilizado con cal E=138 a 483 Mpa (2x10 ⁴ a 7x10 ⁴ psi)	1.0-3.0
Base granular no tratada E=103 a 310 Mpa (1.5x10 ⁴ a 4.5x10 ⁴ psi)	1.0-3.0
Materiales naturales de subrasante E=21 a 276 Mpa (3x10 ³ a 4x10 ⁴ psi)	2.0-3.0

Fuente: Guía de diseño AASHTO, 1993.

Se considera una base granular no tratada, el valor de pérdida de soporte es $L_s=1$.

Valor de K efectiva

Para determinar el valor de k efectiva se debe ingresar a la figura 5.8 con el valor de k mejorado el cual es 6.3 kg/cm³ y llevándolo a unidades inglesas es $k= 216.56$ pci.

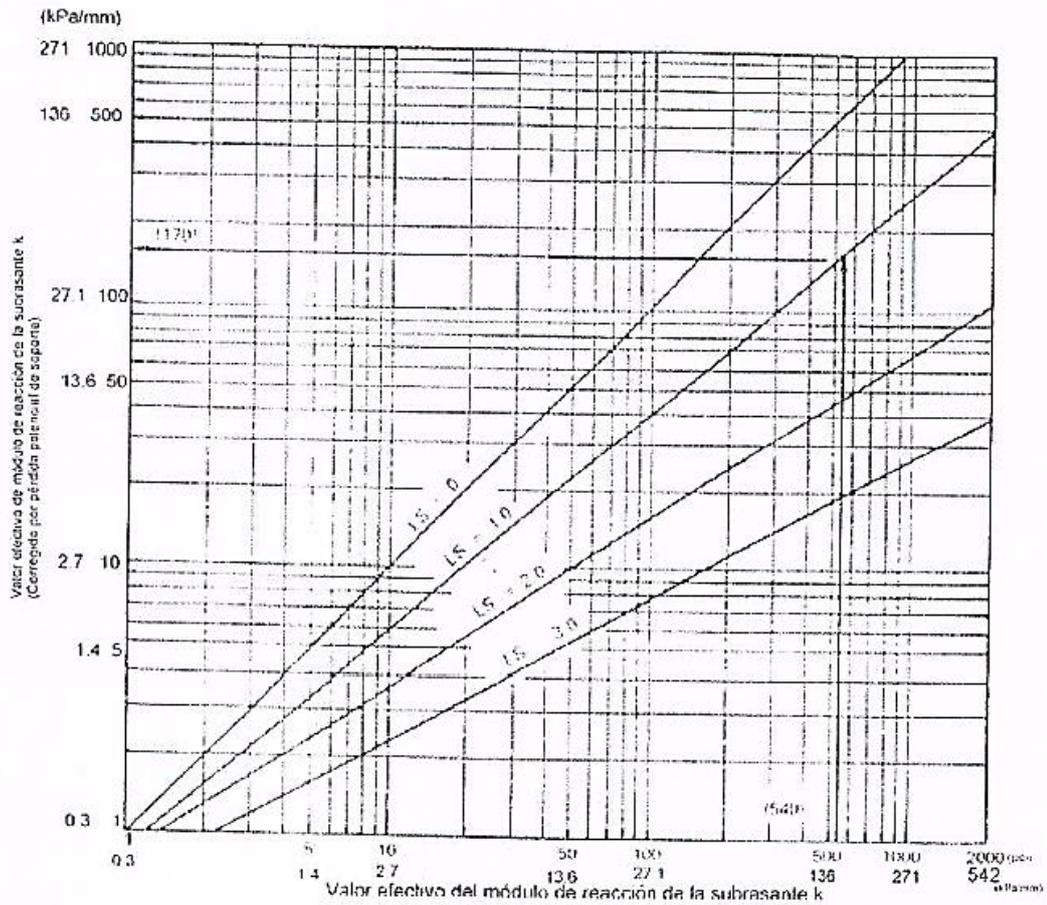


Figura 5.8 Corrección del módulo efectivo de reacción por pérdida potencial de soporte
Fuente: Guía de diseño AASHTO, 1993.

Finalmente se obtuvo un valor de k efectivo de 70 pci.

Caracterización de los materiales q forman el pavimento

Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad del pavimento se lo determina con la ecuación:

$$E_c = 57000(f'c)^{0.5}$$

Donde:

E_c : módulo de elasticidad del hormigón (psi)

$f'c$: resistencia a la compresión simple del hormigón (psi)

La misma ecuación expresada en unidades métricas:

$$E_c = 150000(f'c)^{0.5}$$

Dónde:

E_c : módulo de elasticidad del hormigón (KPa)

$f'c$: resistencia a la compresión simple del hormigón (KPa)

El módulo de elasticidad obtenido para el hormigón de $f'c=280$

Kg/cm² es:

$$E_c = 3,59 \times 10^6 \text{ Psi}$$

Módulo de Rotura

El módulo de rotura del concreto se lo obtiene de con la siguiente ecuación:

$$M_r = 0,15f'c$$

Además:

$$0,12f'c \leq M_r \leq 0,18f'c$$

$$Mr \geq 40Kg/cm^2$$

5.3.3.1 Confiabilidad y desviación estándar

En el diseño de pavimento flexible se mencionaron estas variables y se pueden observar los valores respectivos en las tablas XX y XXI. Para el diseño del pavimento rígido se escogerán 80% de confiabilidad y una desviación estándar de 0.39 ya que se considera la varianza de tráfico futuro.

Drenaje

Se puede obtener el coeficiente de drenaje con la tabla siguiente:

Tabla XXX. Coeficiente de drenaje según su calidad

COEFICIENTES DE DRENAJE	
Calidad del Drenaje	m
Excelente	1.20
Bueno	1.00
Regular	0.80
Pobre	0.60
Muy pobre	0.40

Fuente: Guía de diseño AASHTO, 1993.

Para el proyecto se consideró un coeficiente de drenaje bueno dando como resultado un coeficiente $m = 1$

Serviciabilidad

Así como en el diseño de pavimento flexible, se escoge una serviciabilidad final e inicial:

$$P \text{ inicial} = 4.5$$

$P_{\text{final}} = 2.5$

Transferencia de cargas

Este factor es usado en pavimentos rígidos para considerar la capacidad de la estructura del pavimento para transferir cargas a través de juntas y fisuras.

Para el proyecto se consideró una transferencia de carga $J = 2.8$.

Diseño del espesor de la losa de rodadura

Tabla XXXI. Resumen de datos para el diseño de pavimento rígido

Datos para el Diseño	
Confiabilidad del Diseño (R%)	80
Desviación Estandar (So)	0,39
Serviciabilidad Inicial (Po)	4,5
Serviciabilidad final (Pt)	2,5
K efectivo (K)	70
Modulo de elasticidad del concreto (Ec)	$3,6 \times 10^6$
Modulo de rotura del hormigon (Mr)	597,38
Coficiente de transferencia de cargas (J)	2,8
Coficiente de Drenaje (Cd)	1
ESAL'S (W18)	1869947,65

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

Una vez obtenidos los datos necesarios, se empleó el programa de la AASHTO93 para determinar el espesor del pavimento para un periodo de 20 años.

Figura 5.9 Calculo de pavimento rígido
Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

El espesor que resulta es de $e=7,4 \text{ plg} \approx 0,19 \text{ m}$.

Finalmente tenemos los siguientes datos para el pavimento rígido:

ESPESOR DE LOSA	20 cm
SUB BASE	20 cm

5.3.4 Pavimento Semirrígido

Se tiene el diseño de un pavimento semirrígido como tercera alternativa para mejorar la vía de acceso a una comunidad en desarrollo como Engunga, este tipo de diseño tiene como objetivo combinar la capacidad portante del pavimento rígido con el bajo costo de implementación y largo periodo de vida útil del pavimento flexible.

Cálculo del módulo de reacción de la sub-rasante.

Mediante el CBR obtenido en los ensayos geotécnicos, se determina el módulo de reacción de la sub-rasante (K), utilizando el ábaco antes mencionado. Para un CBR de 6.20, se tiene un módulo de 4.4 kg/cm³

Cálculo de fatiga

A partir de la carga por eje máxima que se obtuvo en el TPDA realizado en los alrededores de Engunga, el coeficiente de fatiga obtenido es de 8650 para un suelo cemento de tipo grueso granular, esto de acuerdo a la tabla XXXII.

Tabla XXXII. Coeficiente de consumo de fatiga.

Tabla 5.49 Coeficiente de consumo de fatiga		
carga por eje (t)	Suelo-Cemento	Suelo-Cemento
Ejes simples	grueso-granular	fino-granular
13,6	12.500.000	3.530
12,5	1.270.000	1.130
11,8	113.000	337
10,9	8.650	93
10,0	544	23.3
9,1	27	5.2
8,2	1,0000	1,0000
7,3	0,0250	0,1600
6,4	0,0004	0,0200
5,4		0,0018
Tandem		
22,7	12.500.000	3.530
21,8	3.210.000	1.790
20,8	792.000	890
20,0	186.000	431
19,0	41.400	203
18,1	8.650	93
17,2	1.690	41,1
16,3	305	17,5
15,4	50,4	7,1
14,5	7,5	2,74
13,6	1,0000	1,0000
12,5	0,1200	0,3410
11,8	0,0120	0,1070
10,9	0,0010	0,0310
10,0		0,0081
9,1		0,0018

Fuente: Montejo Fonseca, 2002.

Cálculo de Espesor suelo-cemento

Se calcula el espesor requerido del suelo – cemento a partir del módulo de reacción de la sub rasante y el coeficiente de fatiga, utilizando el ábaco de la figura, siendo el espesor requerido de 15.5 cm aproximadamente.

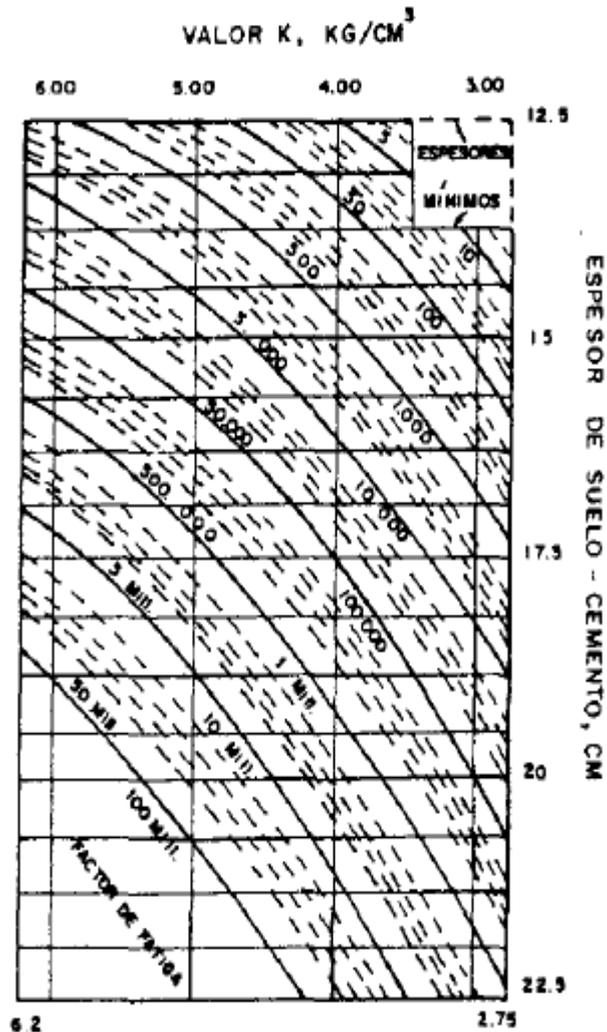


Figura 5.10 Gráfica para diseño de espesor de suelo-cemento grueso granular.

Fuente: Montejo Fonseca, 2002.

Una vez obtenido el espesor de la capa suelo-cemento, se determinará el espesor de la capa de asfalto, mediante la tabla de la figura. El espesor de la carpeta asfáltica será de 5 cm.

Espesor del suelo - cemento (cm)	Espesor recomendado de carpeta (cm)	Espesor mínimo de carpeta (cm)
12,5 - 15	2-4	T.T.S.*
17,5	4-5	T.S.D.**
20	4-6,5	2,5
22,5	5-7,5	5

* T.S.S.: Tratamiento superficial simple.
** T.S.D.: Tratamiento superficial doble.

Figura 5.11 Gráfica para diseño de espesor de suelo-cemento grueso granular.
Fuente: Montejo Fonseca, 2002.

Cálculo de Espesores reducidos

Finalmente se determinan los espesores finales requeridos utilizando el ábaco de la figura, donde se toma como dato de diseño los espesores obtenidos en los incisos anteriores.

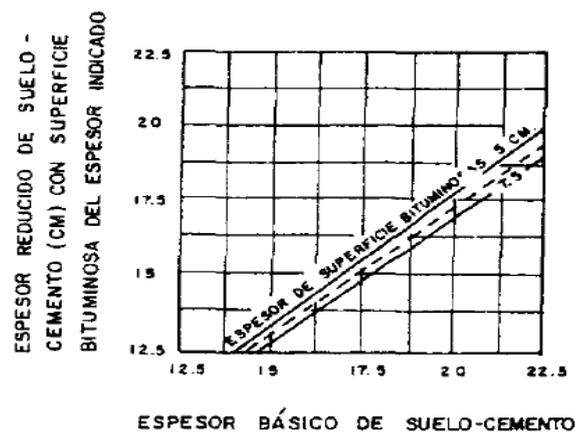


Figura 5.12 Reducción del espesor de suelo-cemento por la colocación de un revestimiento bituminoso.
Fuente: Montejo Fonseca, 2002.

Los espesores de diseño de pavimento semirrígido son los siguientes:

Espesor suelo-cemento	14 cm
Espesor carpeta asfáltica	5 cm

5.3.5 Análisis de expansividad en la subrasante

En la tabla XXXIII se puede observar los valores de expansiones en porcentajes según los ensayos de CBR realizados. Tal como se aprecian, los valores son muy bajos por lo que no hay problemas de suelos expansivos.

Tabla XXXIII. Valores de expansiones en porcentaje en la vía Engunga Puerto Engabao

No. calicata	Abscisa	CBR al 95% para 0,10'' (%)	Expansión (%)
1	0+000	13,30	0,28
2	2+000	8,50	0,21
3	4+000	6,20	0,59
4	6+000	9,70	0,22
5	8+000	8,50	0,24
6	10+000	16,00	0,14
7	12+000	16,70	0,28

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

5.4 Diseño del sistema de drenaje superficial

Se propone un sistema de drenaje de aguas lluvias superficial, es decir el escurrimiento se dará mediante la influencia de la gravedad a través de las pendientes a lo largo de la vía diseñada, donde los puntos de descarga por tramos tendrán lugar en los cuerpos de agua que atraviesan ciertos puntos de la vía y donde se sugiere la implementación de puentes.

El sistema contará con una recolección de las aguas superficiales mediante cunetas laterales, que son paralelas al eje de la vía. Se toma como sección de diseño una cuneta triangular ya que es la que presenta mayor facilidad constructiva para este tipo de caminos.

La estructura colectora o cuneta se la diseña mediante el método racional, donde se relaciona la intensidad de precipitación, el área de drenaje en conjunto con el coeficiente de escorrentía.

Para el diseño hidráulico se tomará como coeficiente de manning un valor de 0.016 que corresponde al hormigón, ya que de este material estarán revestidas. Se propone lo siguiente como dimensiones para la cuneta.

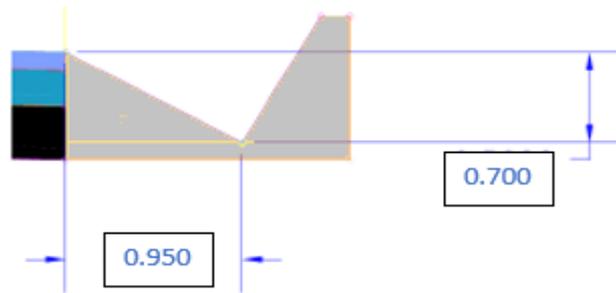


Figura 5.13 Sección de cuneta
Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

A partir de lo anterior se determina el área y radio hidráulico de las cunetas:

$$A = \frac{b \times h}{2}$$

Ecuación 5.4

$$A = \frac{0.95 \times 0.7}{2}$$

$$A = 0.3325 \text{ m}^2$$

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

Ecuación 5.5

$$R_h = \frac{0.3325}{1.88}$$

$$R_h = 0.18$$

A partir de la ecuación de Manning y el principio de continuidad se realizará el cálculo hidráulico:

$$V = \frac{1}{n} R_h^{2/3} S^{1/2}$$

Ecuación 5.6

$$V = \frac{1}{0.016} \times 0.18^{2/3} \times S^{1/2}$$

Con la ecuación de continuidad se determinará el caudal, que está en función de la pendiente longitudinal de la vía:

$$Q = VA$$

Ecuación 5.7

$$Q = \left(\frac{1}{0.016} \times 0.18^{2/3} \times S^{1/2} \right) \times 0.3325$$

$$Q = 6.625 S^{1/2}$$

Donde el caudal mencionado será la capacidad hidráulica que podrá abastecer la sección de la cuneta escogida.

Para el tramo 1 con punto de partida desde la comunidad de Engunga hasta el río Engunga, se tiene dos sub tramos con pendientes de -0.10% a lo largo de 335.94 m y 0.30% para 353.16 m; se tendrán los siguientes caudales:

$$Q_{1-1} = 6.625 (0.001)^{1/2}$$

$$Q_{1-1} = 0.21 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{1-2} = 6.625 (0.003)^{1/2}$$

$$Q_{1-2} = 0.36 \text{ m}^3/\text{s}$$

Se determina el caudal de escorrentía por tramo mediante la siguiente expresión:

$$Q = CIA$$

Ecuación 5.8

El coeficiente de escorrentía de la ecuación dependerá de las características morfológicas de la cuenca, es decir de pendientes, así como de la permeabilidad que presente el terreno, por lo que adopta un valor de 0.5 como coeficiente.

Respecto a la intensidad de precipitación, está en función del periodo de retorno, tiempo de concentración y precipitación máxima del área de estudio, la zona de Engunga posee una concentración máxima de precipitación de 180 mm/h.

$$I = \frac{4.14T^{0.18}P_{max}}{t^{0.58}}$$

Ecuación 5.9

El tiempo de concentración está en función de la longitud entre alcantarillas, pero al ser este un diseño de aguas superficiales, no se tendrán alcantarillas, sino que el caudal o flujo proveniente de la precipitación se acumulara en las cunetas hasta llegar al punto más bajo de cada tramo, para así descargar en los cuerpos de agua que intersectan varios puntos de la carretera diseñada.

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Ecuación 5.10

$$H = L \times i$$

Ecuación 5.11

En el tramo 1, se obtendrá un tiempo de concentración por cada sub tramo que haya:

$$H_{1-1} = 335.94 \times 0.001$$

$$H_{1-1} = 0.336$$

$$t_{c_{1-1}} = 0.0195 \left(\frac{(335.94)^3}{0.336} \right)^{0.385}$$

$$t_{c_{1-1}} = 24.56$$

$$H_{1-2} = 353.16 \times 0.003$$

$$H_{1-2} = 1.059$$

$$t_{c_{1-2}} = 0.0195 \left(\frac{(353.16)^3}{1.059} \right)^{0.385}$$

$$t_{c_{1-2}} = 16.72$$

Para un periodo de retorno de 9.2 años, la intensidad de precipitación para cada sub tramo sera de:

$$I_{1-1} = \frac{4.14 \times (9.2)^{0.18} \times 180}{(24.56)^{0.58}}$$

$$I_{1-1} = 173.54 \text{ mm/h}$$

$$I_{1-2} = \frac{4.14 \times (9.2)^{0.18} \times 180}{(16.72)^{0.58}}$$

$$I_{1-2} = 216.90 \text{ mm/h}$$

El área de aportación de cada sub tramo será la superficie recorrida por el agua producto de la precipitación al momento de escurrirse,

coincidiendo la misma en el punto más bajo de la sección transversal de la vía.

$$A = (\text{Ancho de calzada} + \text{ancho espaldon} + \text{cuneta}) \times L$$

Ecuación 5.12

Para cada sub tramo del tramo 1, con un ancho de calzada de 7.45 m., un ancho de espaldón de 2.10 m. y el ancho de cuneta ya mencionado; se tienen las siguientes áreas de aportación:

$$A_{1-1} = (7.3 + 2.10 + 0.95) \times 335.94$$

$$A_{1-1} = 3476.98 \text{ m}^2 = 0.35 \text{ Ha.}$$

$$A_{1-2} = (7.3 + 2.10 + 0.95) \times 353.16$$

$$A_{1-2} = 3655.21 \text{ m}^2 = 0.37 \text{ Ha.}$$

A partir de la intensidad de precipitación y área de aportación calculadas, se determinará el caudal de escorrentía para el tramo 1 de la vía Engunga- Playas.

$$Q = CIA$$

$$Q_{1-1} = \frac{0.5 \times 176.54 \frac{\text{mm}}{\text{h}} \times 0.35 \text{ Ha}}{360}$$

$$Q_{1-1} = 0.08 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{1-2} = \frac{0.5 \times 216.90 \frac{mm}{h} \times 0.37Ha}{360}$$

$$Q_{1-2} = 0.11 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_1 = Q_{1-1} + Q_{1-2}$$

$$Q_1 = 0.08 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} + 0.11 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_1 = 0.19 \text{ m}^3/\text{s}$$

El caudal de escorrentía el tramo 1 es de $0.19 \text{ m}^3/\text{s}$, comparándolo con el caudal de manning de $0.36 \text{ m}^3/\text{s}$ que representa la capacidad de la cuneta, se comprueba que la sección escogida cumple con los requerimientos hidráulicos de este diseño.

$$Q_{Manning} > Q_{precipitacion}$$

$$0.36 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} > 0.19 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \quad OK$$

De acuerdo a la configuración del terreno y presencia de cuerpos de agua, se ha dividido a la vía en 7 tramos, como se resume a continuación:

**Tabla XXXIV. DESCRIPCIÓN DE TRAMOS DE VÍA ENGUNGA-PTO
ENGABAO**

TRAMO	INICIO	FIN	SUBTRAMOS	LONGITUD (m.)	PENDIENTE (%)
1	Comuna Engunga		1	335.94	-0,1
		Río Engunga	2	353.16	0,3
2	Río Engunga		1	237.37	0,3
		Río Tambiche	2	788.47	0,5
3	Río Tambiche		1	712.16	0,7
			2	1229.45	-0,4
		Estero Agua Blanca	3	441.67	0,4
4	Estero Agua Blanca		1	801.73	0,2
			2	1414.22	0,3
			3	639.58	0,6
		Río La Rompida	4	1170.72	-0,8
5	Río La Rompida	Río La Rompida	1	50	0,3
6	Río La Rompida		1	399.69	-0,3
		Río Moñones	2	970.83	0,2
7	Río Moñones		1	542.03	0,2
			2	1050.14	0,5
			3	799.85	0,6
		Pto. Engabao	4	289.56	-0,9

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

Utilizando el procedimiento descrito, se calcula el caudal de escorrentía para cada tramo de la vía diseñada, comprobando la capacidad hidráulica de la cuneta, a partir de las pendientes longitudinales de la vía.

Tabla XXXV. HOJA DE CÁLCULOS FINALES – TRAMO 1

SUBTRAMO	BASE	Y	AREA	Vmanning	J	Q	C	tc	I	ANCHO CALZADA	ANCHO CUNETETA ESPALDON	LONGITUD	AREA	Q MAX	Qadm>Qmax
1	0.95	0.7	0.3325	0.62	0.001	0.21	0.5	24.56	173.54	7.3	3.05	335.94	0.35	0.08	OK
2	0.95	0.7	0.3325	1.08	0.003	0.36	0.5	16.72	216.90	7.3	3.05	353.16	0.37	0.11	OK
CAUDAL MANNING						0.36	CAUDAL TRAMO 1						0.19	OK	

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

Tabla XXXVI. HOJA DE CÁLCULOS FINALES – TRAMO 2

SUBTRAMO	BASE	Y	AREA	Vmanning	J	Q	C	tc	I	ANCHO CALZADA	ANCHO CUNETETA ESPALDON	LONGITUD	AREA	Q MAX	Qadm>Qmax
1	0.95	0.7	0.3325	1.33	0.003	0.44	0.5	12.31	259.01	7.3	3.05	237.37	0.25	0.09	OK
2	0.95	0.7	0.3325	1.71	0.005	0.57	0.5	25.50	169.83	7.3	3.05	788.47	0.82	0.19	OK
CAUDAL MANNING						0.57	CAUDAL TRAMO 2						0.28	OK	

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

Tabla XXXVII. HOJA DE CÁLCULOS FINALES – TRAMO 3

SUBTRAMO	BASE	Y	AREA	Vmanning	J	Q	C	tc	I	ANCHO CALZADA	ANCHO CUNETETA ESPALDON	LONGITUD	AREA	Q MAX	Qadm>Qmax
1	0.95	0.7	0.3325	2.03	0.007	0.67	0.5	20.71	191.59	7.3	3.05	712.16	0.74	0.20	OK
2	0.95	0.7	0.3325	1.53	0.004	0.51	0.5	39.11	132.50	7.3	3.05	1229.45	1.27	0.23	OK
3	0.95	0.7	0.3325	1.53	0.004	0.51	0.5	17.78	209.30	7.3	3.05	441.67	0.46	0.13	OK
CAUDAL MANNING						0.67	CAUDAL TRAMO 3						0.56	OK	

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

Tabla XXXVIII. HOJA DE CÁLCULOS FINALES – TRAMO 4

SUBTRAMO	BASE	Y	AREA	Vmanning	J	Q	C	tc	I	ANCHO CALZADA	ANCHO CUNETETA ESPALDON	LONGITUD	AREA	Q MAX	Qadm>Qmax
1	0.95	0.7	0.3325	3.42	0.02	1.14	0.5	15.14	229.73	7.3	3.05	801.73	0.83	0.26	OK
2	0.95	0.7	0.3325	1.33	0.003	0.44	0.5	48.67	116.72	7.3	3.05	1414.22	1.46	0.24	OK
3	0.95	0.7	0.3325	1.88	0.006	0.62	0.5	20.23	194.22	7.3	3.05	639.58	0.66	0.18	OK
4	0.95	0.7	0.3325	1.88	0.006	0.62	0.5	32.22	148.26	7.3	3.05	1170.72	1.21	0.25	OK
CAUDAL MANNING						1.14	CAUDAL TRAMO 4						0.93	OK	

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

Tabla XXXIX. HOJA DE CÁLCULOS FINALES – TRAMO 5

SUBTRAMO	BASE	Y	AREA	Vmanning	J	Q	C	tc	I	ANCHO CALZADA	ANCHO CUNETETA ESPALDON	LONGITUD	AREA	Q MAX	Qadm>Qmax
1	0.95	0.7	0.3325	1.08	0.003	0.36	0.5	3.67	522.48	7.3	3.05	49.32	0.03	0.02	OK
CAUDAL MANNING						0.36	CAUDAL TRAMO 5						0.02	OK	

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

Tabla XL. HOJA DE CÁLCULOS FINALES – TRAMO 6

SUBTRAMO	BASE	Y	AREA	Vmanning	J	Q	C	tc	I	CHO CALZA	O CUNETETA y ESPA	LONGITUD	AREA	Q MAX	Qadm>Qmax
1	0.95	0.7	0.3325	1.33	0.003	0.44	0.5	18.39	205.23	7.3	3.05	399.69	0.27	0.08	OK
2	0.95	0.7	0.3325	1.08	0.002	0.36	0.5	42.58	126.12	7.3	3.05	970.83	0.65	0.11	OK
CAUDAL MANNING						0.44	CAUDAL TRAMO 6						0.19	OK	

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

Tabla XLI. HOJA DE CÁLCULOS FINALES – TRAMO 7

SUBTRAMO	BASE	Y	AREA	Vmanning	J	Q	C	tc	I	ANCHO CALZADA	ANCHO CUNETAS ESPALDON	LONGITUD	AREA	Q MAX	Qadm>Qmax
1	0.95	0.7	0.3325	1.08	0.002	0.36	0.5	27.19	163.62	7.3	3.05	542.03	0.56	0.13	OK
2	0.95	0.7	0.3325	1.71	0.005	0.57	0.5	31.79	149.43	7.3	3.05	1050.14	1.09	0.23	OK
3	0.95	0.7	0.3325	1.88	0.006	0.62	0.5	24.03	175.76	7.3	3.05	799.85	0.83	0.20	OK
4	0.95	0.7	0.3325	2.30	0.009	0.76	0.5	9.40	302.90	7.3	3.05	289.56	0.30	0.13	OK
CAUDAL MANNING						0.76	CAUDAL TRAMO 7							0.68	OK

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

Los caudales de escorrentía acumulados por cada tramo, cumplen con la capacidad hidráulica de la sección de la cuneta:

Tabla XLII. CAUDALES DE PRECIPITACIÓN (ESCORRENTÍA) ACUMULADOS

TRAMOS	DISTANCIA RECORRIDA	Tc	Q max	Q adm	Qadm>Qmax
1	689.1	41.28	0.19	0.36	OK
2	1767.64	37.81	0.28	0.57	OK
3	4213.76	77.60	0.56	0.67	OK
4	8286.5	116.26	0.93	1.14	OK
5	8335.82	3.67	0.02	0.36	OK
6	9877.18	60.98	0.19	0.44	OK
7	12609.58	92.41	0.68	0.76	OK

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

El caudal acumulado por cada uno de los tramos será descargado a través de un canal con la misma sección de la canaleta de diseño, hacia los cuerpos de agua que se encuentren presentes entre tramos, donde se ha recomendado además la implementación de puentes que unan los tramos ya descritos.

A continuación, se muestra un corte transversal del diseño de la vía Puerto Engabao - Engunga; donde se ha tomado una sola sección de cuneta que tendrá la capacidad para la caudal escorrentía que requiera cada tramo de la vía.

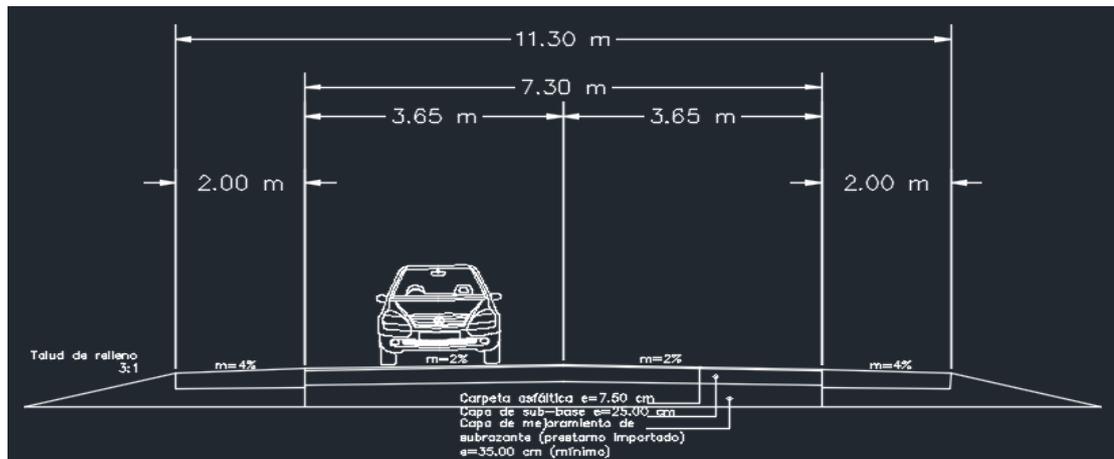


Figura 5.14 Vista transversal con área de relleno
 Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

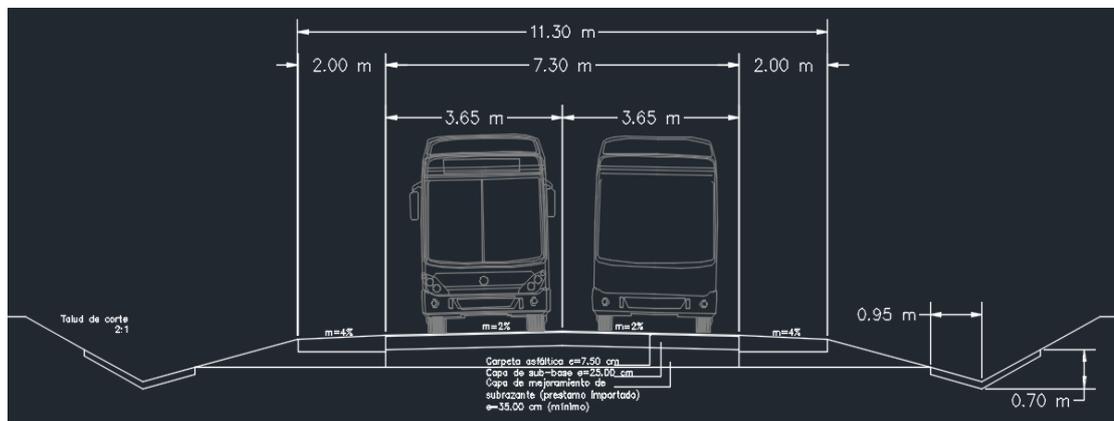


Figura 5.15 Vista transversal con área de corte
 Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

5.5 Obras complementarias

Además del diseño vial se debe realizar el diseño de 6 puentes que no se encuentran contemplados en este proyecto, a continuación, se presentan las coordenadas donde se ubican y la luz respectiva:

Tabla XLIII. Obras Complementarias

PUENTES	ABSCISAS		COORDENADAS				LUZ (m)
	INICIO	FIN	INICIO		FIN		
1	0+689.10	0+741.90	548216.41	9726481.85	548269.21	9726481.14	52.80
2	1+767.74	1+830.48	549129.12	9726114.61	549166.51	9726064.23	62.74
3	4+213.76	4+260.25	550409.18	9724048.57	550439.40	9724013.24	46.49
4	8+286.50	8+335.82	552791.72	9720758.38	552818.03	9720716.66	49.32
5	8+335.82	8+506.66	552818.03	9720716.66	552898.57	9720566.07	170.84
6	9+877.18	9+928.00	553530.02	9719349.72	553553.474	9719304.6	50.82

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017

CAPÍTULO 6

IMPACTO AMBIENTAL

6.1 Resumen del Proyecto

Cuando un proyecto o actividad se inicia siempre se producen alteraciones en el medio ambiente, por lo cual se deben realizar estudios para mantener las condiciones de la biodiversidad de la zona. Pero no toda alteración es desfavorable o negativa. También se pueden dar cambios positivos que mejoren el entorno.

Para nuestro proyecto que consiste en el diseño y posterior construcción de la vía “Puerto Engabao - Engunga” tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de los habitantes de Engunga que es una comuna que en su mayoría se dedica a la pesca en sectores cercanos, contribuir con el turismo y mejorar el abastecimiento y expendio de los productos de las camaronas que se sitúan a lo largo de la vía, todo esto generando el menor impacto posible.

Si bien el diseño no implica un impacto, la construcción de una nueva vía si implica impactos al medio ambiente ya sea directa o indirectamente, generando molestias o afectaciones a los habitantes en su salud y seguridad; al igual que a la flora y fauna.

Ya ejecutada la obra se conseguirá disminuir cualquier afectación con respecto a enfermedades producidas por levantamiento de material particulado, también el tiempo empleado en realizar maniobras al momento de movilizarse por el mal estado de la vía, entre otros.

Este estudio de impacto ambiental esta realizado para identificar, valorar y corregir todo efecto originado por el proyecto mediante un eficiente plan de manejo y así preservar y proteger la biodiversidad del sector.

El estudio se realizará en tres fases o etapas que son:

- Construcción
- Operación
- Desmante de Obra

Para esto se escogerán y evaluarán parámetros que puedan generar impacto antes, durante y después de la ejecución del proyecto.

Como base se debe cumplir con lo establecido en los diferentes códigos y artículos en lo que al medio ambiente se trata en la Constitución Nacional del Ecuador, Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Las Medidas Generales de Control Ambiental según el MTOP y el Plan Nacional del Buen Vivir.

6.2 Objetivos

6.2.1 Objetivo General

Garantizar que el proyecto sea viable en el tema ambiental, cumpliendo con todas las normativas vigentes para evitar perjuicios en general.

6.2.2 Objetivos Específicos

Identificar las actividades que puedan generar impacto ambiental y que recurso se verá afectado por la misma.

Valorar la magnitud de cada actividad con el uso de las matrices de impacto establecidas por el Banco Interamericano de Desarrollo.

Elaborar medidas mediante un plan de manejo ambiental para prevenir, controlar o mitigar el impacto de cada actividad.

6.3 Metodología

Para conocer los impactos que se generarían a causa de las diferentes etapas que conlleva la ejecución del proyecto se realizó diferentes visitas, exploración del terreno y sectores aledaños, recopilando información sobre flora y fauna de la zona y de qué manera podrían ser afectados.

Según el Banco Interamericano de Desarrollo hay varias definiciones sobre impacto ambiental, pero a nuestro criterio la más representativa expresa que son alteraciones significativas, de carácter negativo o beneficioso, que se producen en el ambiente como resultado de una actividad humana. (G. Espinoza, 2007).

Para evaluar todo impacto directo o indirecto se deberá tener en cuenta la situación actual de la zona y las acciones posteriores que generaran

un impacto como consecuencia. Para la evaluación de impacto usaremos diferentes matrices que las listaremos a continuación:

Matriz Extensión

Considera el área de influencia del proyecto donde se produce un impacto.

Se califica con las siguientes valoraciones:

1 Impactos Puntuales

5 Impactos Locales (parcial)

10 Impactos Regionales (extensa)

Matriz Intensidad

Considera el grado de incidencia que tiene una acción sobre el ambiente, su valoración dispone de valores que van del 1 al 10, siendo:

1 Impactos de baja incidencia

10 Impactos de alta incidencia

0 Impactos imperceptibles o leves

Matriz Duración

Considera la escala temporal en años de incidencia de una actividad al ambiente, su valoración es:

0 No Aplica

1 Impactos menores a 5 años o efímeros

5 Impactos de más de 5 años, pero menos de 10 años

10 Impactos de más de 10 años

Matriz de Bondad e Impacto

Considera si el impacto es positivo o negativo, su valoración es:

0 Para actividades que no generan impacto sobre el curso

+1 Para actividades que causan un impacto positivo

-1 Para actividades que causan un impacto negativo

Matriz Magnitud

Considera todos los datos obtenidos en las matrices previas, que multiplicadas por un factor que define el grado de importancia del impacto y posteriormente sumadas, darán un nuevo valor. Los factores serán establecidos considerando como base la información y tipo de obra que se ejecutara.

$$\mathbf{M} = \pm \mathbf{S}[(\mathbf{F}_I * \mathbf{I}) + (\mathbf{F}_{EX} * \mathbf{EX}) + (\mathbf{F}_D * \mathbf{D})]$$

Ecuación 6.1

$$\mathbf{F}_I + \mathbf{F}_{EX} + \mathbf{F}_D = \mathbf{1}$$

Ecuación 6.2

Para nuestro proyecto, los factores que se consideraron en cada etapa fueron los siguientes:

Tabla XLIV. Factores considerados para el cálculo de la Matriz Magnitud para cada fase del proyecto.

ETAPAS	FACTORES		
	INTENSIDAD	EXTENSIÓN	DURACIÓN
Construcción	0.8	0.1	0.1
Operación	0.7	0.15	0.15
Desmante	0.7	0.15	0.15

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017

Matriz Riesgo

Considera el tiempo que presuntamente permanecería el impacto y su probabilidad de ocurrencia. Su valoración es:

0 Cuando no aplica

1 Baja ocurrencia

5 Media ocurrencia

10 Alta ocurrencia

Matriz Reversibilidad

Considera la posibilidad de restablecer las condiciones iniciales una vez se ha producido un impacto de forma natural, su valoración es:

- 0 Cuando no aplica
- 1 Impactos reversibles
- 5 Impactos parcialmente reversibles
- 8 Impactos reversibles a largo plazo
- 10 Impactos irreversibles

Matriz Valoración de Impacto Ambiental

Considera las matrices de magnitud, riesgo y reversibilidad, eso sumado a los factores que acompañan a cada matriz.

$$VIA = RV^{FRV} * RG^{FRG} * |M|^{FM}$$

Ecuación 6.1

$$F_{RV} + F_{RG} + F_M = 1$$

Ecuación 6.2

Para esta matriz los factores llevarán los siguientes valores:

Tabla XLV. Factores considerados para el cálculo de la Matriz Magnitud para cada fase del proyecto.

ETAPAS	FACTORES		
	RIESGO	REVERSIBILIDAD	MAGNITUD
Construcción	0.2	0.1	0.7
Operación	0.2	0.1	0.7
Desmante	0.2	0.1	0.7

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017

Matriz Rango de Significancia del Impacto Ambiental

Cuantifica el impacto que tendrán las actividades sobre cada medio, su valoración es:

0	Impacto Neutro
1-3.9	Bajo Impacto
4-6.9	Impacto Medio
7-10	Alto Impacto

6.4 Marco Legal

Se considerará toda Ley, norma y reglamento dentro de la legislación ecuatoriana sobre el medio ambiente y su debido cuidado y preservación de recursos, fauna, flora y paisaje.

Se tendrá en consideración La Constitución Nacional del Ecuador, Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Las Medidas Generales de Control Ambiental según el MTOP y el Plan Nacional del Buen Vivir.

6.4.1 Constitución Nacional del Ecuador

TITULO II – DERECHOS

CAPÍTULO SEGUNDO - DERECHOS DEL BUEN VIVIR

SECCIÓN SEGUNDA - AMBIENTE SANO

Art. 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, *sumak kawsay*.

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.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

CAPÍTULO SÉPTIMO - DERECHOS DE LA NATURALEZA

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependen de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

TITULO VII - REGIMEN DEL BUEN VIVIR

CAPÍTULO SEGUNDO - BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES

SECCIÓN PRIMERA - NATURALEZA Y AMBIENTE

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración

natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará

también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

Art. 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.

Art. 398.- Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad, a la cual se informará amplia y oportunamente. El sujeto consultante será el Estado. La ley regulará la consulta previa, la participación ciudadana, los plazos, el sujeto consultado y los criterios de valoración y de objeción sobre la actividad sometida a consulta.

El Estado valorará la opinión de la comunidad según los criterios establecidos en la ley y los instrumentos internacionales de derechos humanos.

Si del referido proceso de consulta resulta una oposición mayoritaria de la comunidad respectiva, la decisión de ejecutar o no el proyecto será adoptada por resolución debidamente motivada de la instancia administrativa superior correspondiente de acuerdo con la ley.

Art. 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.

SECCIÓN QUINTA - SUELO

Art. 409.- Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión. En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona.

SECCIÓN SEXTA - AGUA

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

6.4.2 Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria

LIBRO VI - DE LA CALIDAD AMBIENTAL

TÍTULO III - DEL SISTEMA ÚNICO DE MANEJO AMBIENTAL

CAPÍTULO IV - DE LOS ESTUDIOS AMBIENTALES

Art. 32 Del Plan de Manejo Ambiental. - El Plan de Manejo Ambiental consiste de varios sub-planes, dependiendo de las características de la actividad o proyecto.

El Plan de Manejo Ambiental contendrá los siguientes sub planes, con sus respectivos programas, presupuestos, responsables, medios de verificación y cronograma.

- a) Plan de Prevención y Mitigación de Impactos;
- b) Plan de Contingencias;
- c) Plan de Capacitación;
- d) Plan de Seguridad y Salud ocupacional;
- e) Plan de Manejo de Desechos;
- f) Plan de Relaciones Comunitarias;
- g) Plan de Rehabilitación de Áreas afectadas;
- h) Plan de Abandono y Entrega del Área;

i) Plan de Monitoreo y Seguimiento.

En el caso de que los Estudios de Impacto Ambiental, para actividades en funcionamiento (EsIA Ex post) se incluirá adicionalmente a los planes mencionados, el plan de acción que permita corregir las No Conformidades (NC), encontradas durante el proceso.

Art. 33 Del alcance de los estudios ambientales.- Los estudios ambientales deberán cubrir todas las fases del ciclo de vida de un proyecto, obra o actividad, excepto cuando por la naturaleza y características de la actividad y en base de la normativa ambiental se establezcan diferentes fases y dentro de estas, diferentes etapas de ejecución de las mismas.

Art. 34 Estudios Ambientales Ex Ante (EsIA Ex Ante).- Estudio de Impacto Ambiental.- Son estudios técnicos que proporcionan antecedentes para la predicción e identificación de los impactos ambientales. Además describen las medidas para prevenir, controlar, mitigar y compensar las alteraciones ambientales significativas.

Art. 35 Estudios Ambientales Ex Post (EsIA Ex Post).- Son estudios ambientales que guardan el mismo fin que los estudios ex ante y que permiten regularizar en términos ambientales la

ejecución de una obra o actividad en funcionamiento, de conformidad con lo dispuesto en este instrumento jurídico.

Art. 36 De las observaciones a los estudios ambientales.-

Durante la revisión y análisis de los estudios ambientales, previo al pronunciamiento favorable, la Autoridad Ambiental Competente podrá solicitar entre otros:

- a) Modificación del proyecto, obra o actividad propuesta, incluyendo las correspondientes alternativas.
- b) Incorporación de alternativas no previstas inicialmente en el estudio ambiental, siempre y cuando estas no cambien sustancialmente la naturaleza y/o el dimensionamiento del proyecto, obra o actividad.
- c) Realización de correcciones a la información presentada en el estudio ambiental.
- d) Realización de análisis complementarios o nuevos.

**CAPÍTULO VIII - CALIDAD DE LOS COMPONENTES BIÓTICOS
Y ABIÓTICOS**

SECCIÓN III - CALIDAD DE COMPONENTES ABIÓTICOS

PARÁGRAFO V - DE LOS FENÓMENOS FÍSICOS – RUIDO

Art. 226 De la emisión de ruido. - Los Sujetos de Control que generen ruido deberán contemplar todas las alternativas metodológicas y tecnológicas con la finalidad de prevenir, minimizar y mitigar la generación de ruido.

CAPÍTULO IX - PRODUCCIÓN LIMPIA, CONSUMO SUSTENTABLE Y BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

Art. 234 Buenas Prácticas Ambientales.- Es un compendio de actividades, acciones y procesos que facilitan, complementan, o mejoran las condiciones bajo las cuales se desarrolla cualquier obra, actividad o proyecto, reducen la probabilidad de contaminación, y aportan en el manejo, mitigación, reducción o prevención de los impactos ambientales negativos. Aquellas políticas de responsabilidad social empresarial que tienen un enfoque ambiental (fomento de viveros, actividades de reforestación y restauración ambiental participativa, apoyo a actividades de aprovechamiento de residuos sólidos y orgánicos, entre otras), pueden ser consideradas un ejemplo de buenas prácticas ambientales.

CAPÍTULO X - MECANISMOS DE CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Art. 249 De los mecanismos.- El control y seguimiento ambiental puede efectuarse, entre otros, por medio de los siguientes mecanismos:

- a) Monitoreos
- b) Muestreos
- c) Inspecciones
- d) Informes ambientales de cumplimiento
- e) Auditorías Ambientales
- f) Vigilancia ciudadana
- g) Mecanismos establecidos en los Reglamentos de actividades específicas
- h) Otros que la Autoridad Ambiental Competente disponga

Los documentos y estudios ambientales que se desprenden de los mecanismos de control y seguimiento establecidos en el presente Libro, deberán ser remitidos a la Autoridad Ambiental Competente para su respectiva revisión y pronunciamiento.

Para el caso de actividades regularizadas, la Autoridad Ambiental Competente determinará el alcance de los mecanismos de control y

seguimiento ambiental, en base a las características propias de la actividad y conforme lo establezca la normativa ambiental nacional.

Art. 251 Plan de Manejo Ambiental.- Incluirán entre otros un Plan de Monitoreo Ambiental que ejecutará el sujeto de control, el plan establecerá los aspectos ambientales, impactos y parámetros a ser monitoreados, la periodicidad de los monitoreos, y la frecuencia con que debe reportar los resultados a la Autoridad Ambiental Competente. De requerirlo la Autoridad Ambiental Competente podrá disponer al Sujeto de Control que efectúe modificaciones y actualizaciones al Plan de Manejo Ambiental.

Para el caso de las actividades, obras o proyectos que cuenten con un permiso ambiental, deberán remitir conforme a los lineamientos emitidos por la Autoridad Ambiental Competente un reporte de los muestreos que permitan la caracterización ambiental de los aspectos físicos, químicos y biológicos de los recursos de acuerdo a la actividad que esté desarrollando. La Autoridad Ambiental Competente sobre la base de éstos resultados podrá disponer al sujeto de control la ejecución de medidas de prevención, mitigación y/o rehabilitación.

Art. 252 Modificaciones al Plan de Manejo Ambiental y actividades de monitoreo, seguimiento y control para

proyectos que cuenten con Licencia Ambiental.- De existir razones técnicas suficientes, la Autoridad Ambiental Competente podrá requerir al regulado en cualquier momento, que efectúe modificaciones y actualizaciones al Plan de Manejo Ambiental aprobado.

El regulado deberá informar por escrito a la entidad correspondiente para la ejecución de la actividad, cuando se presenten modificaciones sustanciales de las condiciones bajo las cuales se aprobó el Estudio Ambiental y Plan de Manejo Ambiental, de tal manera que produzca variaciones en la información suministrada. La Autoridad Ambiental Competente emitirá el respectivo informe para determinar la acción que el regulado deberá efectuar, misma que deberá responder a los cambios ocurridos. Entre las acciones que el regulado deberá efectuar se citan las siguientes:

- a) Modificación del plan de monitoreo y seguimiento a los aspectos ambientales significativos de la actividad;
- b) Actualización del Plan de Manejo Ambiental
- c) Ejecución inmediata de una Auditoría Ambiental de Cumplimiento con la respectiva actualización del Plan de Manejo Ambiental.

Estas modificaciones estarán sujetas a aprobación por parte de la Autoridad Ambiental Competente.

En caso de que el promotor de un proyecto, obra o actividad, requiera generar nuevas actividades que sean complementarias a la autorizada, que impliquen impacto y riesgo ambiental que no fue contemplado en los estudios ambientales aprobados, deberán acogerse a lo establecido en el presente Libro.

Se recomienda usar los Anexos del Libro VI para tener referencia a límites máximos permisibles de contaminación, factores indicativos de contaminación, entre otros.

Medidas Generales de Control Ambiental del MTOP

CAPITULO 200

MEDIDAS GENERALES DE CONTROL AMBIENTAL SECCIÓN

201 CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE
CAMPAMENTOS, BODEGAS Y TALLERES DE OBRA

201-01. Descripción.- Son construcciones provisionales y obras conexas 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 amoblamiento 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 MOP-001-F - 2000.

201-02. Procedimiento de Trabajo.- En general, los campamentos deberán estar provistos de las instalaciones sanitarias necesarias, de acuerdo a los reglamentos de las entidades responsables de la salud pública y a las estipulaciones contractuales.

201-02.1. Ubicación.- El diseño y la ubicación de los campamentos y sus instalaciones, deberán ser tales que no ocasionen la contaminación de aguas superficiales ni de posibles fuentes

subterráneas para agua potable, y deben en todo caso ser aprobados previamente por el Fiscalizador.

En ningún caso deben localizarse dentro de áreas ecológicamente sensibles, en sitios con presencia de especies bióticas (flora y fauna) protegidas o en peligro de extinción, lugares con un alto nivel freático o con riesgo por inestabilidad de suelos.

No deben situarse tan cerca de los centros poblados como para permitir un tránsito peatonal permanente entre aquellos y éstos (mínimo 2000 m). Su localización deberá ser a no menos de 2 Km aguas arriba de los sitios de captación de las tomas de abastecimiento de agua de núcleos poblados, y a no menos de 2 Km de centros poblados en línea con la dirección predominante de los vientos, cuando se trate de plantas de producción de materiales.

La orientación respecto a la dirección predominante de los vientos, debe ser tal que minimice el efecto dañino de los contaminantes atmosféricos que en ellos se originen.

El Contratista presentará al Fiscalizador planos en planta de las instalaciones previstas y de las instalaciones para vertidos de desechos sólidos y líquidos, que se prevean sean necesarios, así como los permisos de las autoridades competentes para su aprobación y posterior instalación. Si no fuera parte de los

documentos contractuales, el Contratista debe presentar un plan de desmantelamiento de las instalaciones y uno de restauración ambiental, para conocimiento y aprobación del Fiscalizador.

201-02.2. Instalación.- Deberán evitarse al máximo los desmontes del terreno, rellenos y remoción de vegetación en el área determinada. Las edificaciones para campamentos podrán ser del tipo fijo, desmontable o móvil, a opción del Contratista, a menos que en las especificaciones particulares ambientales se señale un tipo determinado.

Las construcciones del tipo fijo serán perdurables y cuando en los documentos contractuales así se estipule, quedarán como propiedad del Contratante a la terminación de la obra; en tal caso, su localización y demás requisitos constarán en las bases de licitación.

Las instalaciones desmontables serán provisionales, de madera u otros materiales desarmables, que el Contratista desmantelará y removerá del proyecto antes de la recepción definitiva de las obras. Su ubicación deberá ser aprobada por el Fiscalizador. Las instalaciones móviles serán casas rodantes u otras unidades remolcables o deslizables, de fabricación comercial. Luego de la terminación de la obra, pero antes de la recepción definitiva, estas

unidades serán removidas por el Contratista, a no ser que en los documentos contractuales se estipule que deberán quedarse en la obra como propiedad del Contratante. En este último caso, sus características serán de acuerdo a lo estipulado en las especificaciones particulares ambientales.

En todos estos casos, las edificaciones deberán contar con las instalaciones de agua corriente, agua potable, servicios sanitarios, fuerza eléctrica y de ser así prescrito en las especificaciones particulares ambientales, calefacción o aire acondicionado en oficinas y viviendas de la fiscalización.

El área de campamentos, talleres o depósitos, debe disponer de las siguientes instalaciones conexas: i) servicios higiénicos de la obra o en su defecto pozos sépticos técnicamente diseñados (por ningún motivo se verterán aguas servidas en los cuerpos de agua); ii) trampas de grasas y aceites (para las viviendas y campamentos); iii) sistemas de recolección y disposición final de desechos sólidos (relleno sanitario) y iv) canales perimetrales al área utilizada con el fin de conducir las aguas lluvias, evitar la erosión y evitar contaminaciones al suelo y a cursos naturales de agua.

Cuando en los documentos contractuales se especifique la entrega al Contratante de campamentos, las edificaciones con todas sus

instalaciones deberán ser entregadas en buenas condiciones, evidenciando solamente el desgaste normalmente asociado al buen uso y conservación. La entrega se efectuará antes de la recepción definitiva de la obra.

El Contratante podrá requerir el suministro de equipo de laboratorio en beneficio de la fiscalización, en cuyo caso el listado de equipo será incluido en los documentos contractuales.

201-02.3. Operación.- Los campamentos deben satisfacer necesidades sanitarias, higiénicas, recreativas y de seguridad, y para esto deben contar con sistemas adecuados de provisión de agua, evacuación de desechos, alumbrado, equipos de extinción de incendios, servicio médico y/o enfermería (según su mayor o menor distancia a los centros poblados), biblioteca, áreas y medios de esparcimiento, señalización informativa y de precaución contra accidentes e incendios.

En grandes proyectos y/o en la construcción de carreteras de integración a través de o hacia regiones deshabitadas, los campamentos deberán disponer de centros de salud y medios de transporte, capaces de solventar situaciones de emergencia, como intervenciones quirúrgicas, epidemias o necesidades de aislamiento.

El personal del Contratista debe ser inmunizado y recibir tratamiento profiláctico, respecto a las condiciones epidemiológicas y enfermedades características del área y sus zonas aledañas, especialmente en el caso de enfermedades contagiosas.

201-02.4. Desmantelamiento y recuperación ambiental.- Cuando los campamentos sean levantados, las zonas que fueron ocupadas por ellos, así como los sistemas de drenaje naturales, deben ser restituidos de acuerdo a las condiciones del lugar previas a su instalación y ocupación.

El Contratista tiene la obligación de retirar todo vestigio de ocupación del lugar, tal como chatarra, escombros, alambradas, instalaciones eléctricas y sanitarias, estructuras y sus respectivas fundaciones, caminos peatonales e internos vehiculares, estacionamientos, etc. Deberá procederse al relleno de todo tipo de pozos y a la descompactación de los suelos, a fin de realizar la restauración de la cobertura vegetal.

201-03. Medición.- Los trabajos descritos en esta sección se medirán por unidad completa, o sea, los montos globales incluidos en el Contrato.

201-04. Pago.- El pago de la cantidad establecida en la forma indicada en el numeral anterior se pagará al precio que conste en el contrato, de acuerdo al rubro abajo designado.

No. del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

201-(1)	Campamentos	y	obras
	conexas.....Suma global		

SECCIÓN 202 CAMINOS DE ACCESO

202-01. Descripción.- Los caminos de acceso son caminos provisionales que se construyen para trasladar al personal a los sitios de trabajo, para el tránsito de vehículos y maquinaria del Contratista y de la Fiscalización, hacia los frentes de trabajo, fuentes de materiales e insumos u otros sitios dentro de la obra, buscando realizarlos con un presupuesto limitado y con restricciones en el desbroce, movimiento de tierras y afectación a cauces naturales.

202-02. Procedimiento de Trabajo.- Los caminos de acceso serán contruidos con equipo y materiales adecuados, previa autorización

del Fiscalizador, quien deberá aprobar los detalles generales de la construcción propuesta.

Deben tener las características de pendiente, trazado, drenaje y capa de rodadura adecuadas para el tránsito normal del equipo y vehículos de construcción. Su trazado debe ceñirse a los contornos naturales del terreno, de manera de minimizar los cortes y terraplenes. El ancho de los caminos de acceso será el mínimo necesario (4.5 m), al igual que los radios de curvatura (15 m), y con una gradiente longitudinal máxima de 15%, con el objeto de disponer de condiciones de seguridad e impactar lo menos posible en el entorno. El drenaje de estos accesos será un aspecto fundamental a tomar en cuenta en el trazado y construcción, pues de ello depende la estabilidad de la calzada; las entradas y salidas de las alcantarillas deberán estar debidamente protegidas conforme lo solicite el Fiscalizador.

Será el Contratista el único responsable de mantener en buen estado de transitabilidad y seguridad estos accesos durante el tiempo que dure la construcción de la obra vial. Deberá colocarse la respectiva señalización diurna y nocturna a fin de salvaguardar la seguridad del tránsito, poniendo énfasis en los desvíos y velocidad máxima de circulación (40Km/h).

El vadeo frecuente de cuerpos de agua con equipos de construcción no será permitido; por lo tanto se utilizarán puentes u otra clase de estructuras donde se prevea el paso frecuente de maquinaria o vehículos.

En el caso de apertura de accesos en terrenos de fuerte pendiente y donde se prevea erosión hídrica o arrasamiento e vegetación, se deberán colocar trincheras de madera para la retención de material procedente del corte de la vía.

Para prevenir el efecto de contaminación atmosférica por efecto de emisiones de polvo, especialmente en épocas de verano, se recomienda el humedecimiento periódico de dichos accesos.

Una vez que la obra vial ha sido construida, el Contratista procederá a restaurar las áreas sobre las cuales se construyeron los accesos, para lo cual pondrá en consideración del Fiscalizador el correspondiente plan de restauración para su aprobación y ejecución.

202-3. Medición.- Estos trabajos serán medidos, de acuerdo a las disposiciones para cada uno de los rubros utilizados, constantes en las Especificaciones MOP-001-F – 2000.

202-A.04. Pago.- Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios contractuales para los rubros utilizados y que consten en el contrato.

SECCIÓN 204. DESVÍO Y CONTROL DE FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

204-01. Descripción.- El desvío y control de fuentes de abastecimiento, será entendido como el conjunto de obras provisionales o definitivas que se realizan en el área de influencia del proyecto, tales como ataguías, canales, túneles, etc. para desviar y controlar los cursos de agua durante el período de construcción de la obra, con el fin de que no interfiera con los trabajos o para emplearla en labores propias de la construcción en las que se necesita agua, por ejemplo: operaciones de compactación, curado, etc. y que no se paga en forma directa.

204-02. Explotación de Fuentes de agua.- El Fiscalizador deberá aprobar o no la localización de cualquier fuente propuesta por el Contratista. Podrá obtenerse el agua de los ríos, esteros, lagos u otros cursos naturales, o de acequias, pozos, tanques, tuberías u otras fuentes existentes o explotadas por el Contratista, en las cercanías de la obra. La calidad del agua explotada deberá cumplir

las exigencias de los documentos contractuales para cualquier uso determinado.

El agua podrá ser conducida por canales, zanjas, tuberías o transportada en vehículos apropiados, a opción del Contratista.

204-03. Aplicación.- El agua empleada en la obra será aplicada en cantidades, lugares y períodos necesarios para lograr el objetivo perseguido, y de acuerdo a las instrucciones del Fiscalizador.

La aplicación del agua para compactación se hará mediante el empleo de un número adecuado de carros cisterna, equipados con barras o tuberías a presión, provistos de rociadores que aseguren la aplicación uniforme del agua en las cantidades requeridas. El equipo deberá contar con un cierre eficaz que evite el goteo. El Contratista tendrá la opción de aplicar agua a las zonas de excavación o préstamo antes de excavar el material, como medida alternativa o complementaria al humedecimiento del material en el camino.

Una vez terminada la construcción vial, las obras de desvío y control deberán ser removidas total o parcialmente según lo ordene el Fiscalizador.

204-04. Medición.- El trabajo de desvío, control y explotación de fuentes de agua y suministrar a la obra el agua requerida en los trabajos, se medirá por el monto global incluido en el contrato.

A menos que en las especificaciones particulares ambientales se disponga lo contrario, no se medirá para su pago las cantidades de agua aplicadas o utilizadas en la obra, con excepción del agua distribuida como paliativo para el polvo, considerando las recompensadas con los pagos efectuados para los varios rubros del contrato en que se emplee el agua.

204-05. Pago.- La suma global establecida en el contrato por abastecimiento de agua constituirá la compensación total por la localización, desvío, control, explotación, conducción, transporte y aplicación del agua, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección. Se exceptúa el riego de agua como paliativos contra el polvo.

No. del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

204-(1) Abastecimiento de Agua.....	Suma global
-------------------------------------	-------------

SECCIÓN 205 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.

205-02. Procedimientos de Trabajo.- En caso de usar el agua como paliativo para el polvo, ésta será distribuida de modo uniforme por carros cisternas equipados con un sistema de rociadores a presión. El equipo empleado deberá contar con la aprobación del Fiscalizador. La rata de aplicación será entre los 0,90 y los 3,5 litros por metro cuadrado, conforme indique el Fiscalizador, así como su frecuencia de aplicación.

Al efectuar el control de polvo con carros cisternas, la velocidad máxima de aplicación será de 5 Km/h.

205-03. Medición.- Las cantidades que han de pagarse por estos trabajos serán los miles de litros de agua de aplicación verificada por el Fiscalizador.

205-04. Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios que consten en el contrato, para los rubros abajo designados.

No se efectuará ningún pago adicional al Contratista por la aplicación de paliativos contra el polvo en horas fuera de la jornada de trabajo normal o en los días no laborables. Tampoco se ajustará el precio unitario en caso de que la cantidad realmente utilizada sea mayor o menor que la cantidad estimada en el presupuesto del contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por la distribución de agua, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

No. del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

205- (1) Agua para control de polvo.....Miles de
litros

SECCIÓN 206 PROTECCIÓN DE LA VÍA

206.1.01. Generalidades. - Este trabajo comprenderá la realización de todas las obras que fueren necesarias para, en forma preventiva, proteger la vía recientemente construida, así como para conservar y mejorar el paisaje dentro de la zona lateral del camino.

206.1.02. Prevención de la erosión

206.1.02.1 Descripción. - Este trabajo consistirá en la preparación de los taludes y otras áreas a sembrarse, la incorporación de tierra vegetal y la siembra o plantación en las zonas indicadas en los planos o designadas por el Fiscalizador, con el objeto de prevenir la erosión en partes de la plataforma y en los taludes, complementados con el uso de Mantas Geosintéticas para control de erosión.

El material para el recubrimiento deberá estar fabricado de fibras de coco, fibra de paja, cocidos con hilo de poliéster en medio de un entrelazado de polipropileno negro, estabilizado contra rayos ultravioletas. Las especificaciones y características que debe cumplir las mantas para control de erosión se indican en la Tabla 206.1.1.

Las clases de semillas (área sembrada) o plántulas (área plantada) por emplearse se estipularán en las especificaciones particulares

ambientales y deberán ser de rápido crecimiento y fácil regeneración, para minimizar los procesos de erosión.

206.1.02.2. Procedimiento de trabajo

206.1.02.2.1. Preparación de las áreas a protegerse. - Los trabajos para prevenir la erosión deberán hacerse cuando se haya terminado el acabado de la obra básica en el tramo respectivo.

PROPIEDAD	METODO DE LAB.	UNIDADES	VALOR PARA TALUD < 45°	VALOR PARA TALUD > 45°
Cobertura del Suelo	Análisis de Imagen	%	93	93
Espesor	ASTM D1777	pulg	.251	.63-
Peso	ASTM D3776	oz/yd ² lbs/yd ²	8.0	.92
Resistencia a la Tensión	ASTM D4632 ASTM D4632 ASTM D5035 ASTM D4595 ASTM D5035	lbs lbs lbs/pies lbs/pies lbs/pies	25.0 28.9 220	>528 >837
Elongación en sentido Longitudinal	ASTM D4632 ASTM D4632 ASTM D5035	% % %	24.9 26.8	28
Elongación en sentido Transversal	ASTM D4595 ASTM D5035	%	28.4	12
Flexibilidad	ASTM D1388-64	mg-cm	8,200	
Resistencia al Fuego sin llama	FTMS CCC-5-191B			

Figura 6.1 Características y Especificaciones Técnicas de las Mantas Geosintéticas para Control de Erosión utilizadas para Protección de la Vía.

Fuente: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes (MTO 2002).

206-01.1. Área sembrada.- Este trabajo consiste en la siembra mediante semilla de los sitios susceptibles de erosión y de

recuperación ambiental, tales como taludes laterales de la vía, botaderos, áreas que fueron ocupadas para campamentos, talleres, bodegas, plantas de producción de materiales y otras en las cuales el suelo queda desnudo y es necesario protegerlo con una capa vegetal antes de la colocación de las mantas geosintéticas.

206-01.1.1. Procedimiento de trabajo

206-01. 1. 1. 1. Análisis y preparación de las áreas a tratarse.-

Los trabajos para prevenir la erosión y recuperar los sitios desbrozados, deberán hacerse una vez que se hayan terminado el acabado de la obra básica en el tramo vial respectivo.

El Contratista deberá tener en cuenta los siguientes trabajos de preparación del terreno, previo a la siembra: i) proporcionar un buen drenaje, ii) descompactar el medio donde se instaurará la vegetación para permitir un correcto desarrollo del enraizamiento, iii) eliminación de elementos tóxicos, iv) aumentar el suministro de nutrientes esenciales para el crecimiento (fertilización) y v) integrar la morfología del terreno en el paisaje circundante.

El Contratista puede descompactar el suelo, mediante escarificado, subsolado y ripiado. Si lo hace mediante escarificado la profundidad de tratamiento estará comprendida entre 10 y 35 cm; mientras que para el ripiado y subsolado entre 35 y 75 cm.

Todas las áreas destinadas a la siembra, luego de la descompactación, deberán proporcionar un lecho razonablemente firme pero desmenuzable de una profundidad mínima de 15 cm en terreno llano y de 10 cm en ladera. Deberán además, estar exentas de malezas, piedras mayores de 5 cm de diámetro, desechos y escombros.

206-01. 1. 1. 2. Fertilización.- La fertilización o enmiendas edáficas son de gran importancia para la preparación del suelo y se lo puede hacer a través de aportes de materia orgánica, fertilización orgánica (tierra vegetal preparada, humus, residuos de los hongos, residuos domésticos y abonos) o mediante fertilizantes inorgánicos (complejos minerales tales como nitrato amónico, urea, sulfato de amonio y ácido fosfórico o fosfato de amonio).

En áreas que presentan inestabilidad y riesgo de erosión se sugiere suministrar productos orgánicos, distribuidos uniformemente, de acuerdo con los requisitos de los planos y las instrucciones del Fiscalizador.

Los fertilizantes orgánicos e inorgánicos deberán esparcirse uniformemente sobre el área de siembra, con una densidad entre 6 y 8 Kg por hectárea, empleando equipo mecánico adecuado o

procedimientos manuales de conformidad con la propuesta del Contratista y aprobación del Fiscalizador.

206-01. 1. 1. 3. Siembra.- El Contratista procederá conforme lo estipulen las especificaciones ambientales particulares o en su caso, dependiendo de la pendiente del terreno propondrá al Fiscalizador la siembra mediante los siguientes métodos: a) en hileras (< 15°); b) al voleo (< 20°); c) hidrosiembra; d) aérea; u otros.

206-01.2. Área plantada.- Este trabajo deberá consistir en proveer, entregar y plantar árboles, arbustos, enredaderas y plantas de recubrimiento del terreno, del tipo y tamaño indicado en los planos o en las especificaciones ambientales particulares. Los sitios de plantación serán los identificados en los planos, especificaciones ambientales particulares o de acuerdo a las disposiciones del Fiscalizador. La ubicación de los árboles y arbustos que fueren requeridos se indicará en los planos o será señalada por el Fiscalizador.

206-01.2.1. Procedimiento de trabajo.- Este trabajo lo hará el Contratista durante las temporadas que se indican en las especificaciones ambientales particulares o según disponga el

Fiscalizador. De ninguna manera deberá realizarse este trabajo en terrenos helados o con un alto grado de saturación.

El Contratista notificará al Fiscalizador, por escrito y con no menos de 15 días de anticipación, respecto de la entrega de las plantas de los viveros o de la fuente recolectora. Todos los materiales vegetales deberán estar disponibles para su inspección en los viveros o fuente de abastecimiento antes que las plantas estén listas para su plantación. El transporte, almacenamiento provisional y mantenimiento correrá a cuenta del Contratista, hasta la plantación definitiva.

Con anterioridad a la excavación de los hoyos, el terreno deber estar libre de grama, malezas, raíces y materia objetable como inadecuada para el relleno.

La colocación de las plantas deberá ser aproximadamente a plomo y al mismo nivel o un poco más debajo de aquel en que fueron cultivadas en los viveros; el relleno del hoyo con la planta se lo hará con una mezcla de tierra vegetal de capa superior, tierra negra o humus de turba.

La fertilización se la hará conforme se indique en las especificaciones ambientales particulares o usando los fertilizantes orgánicos expuestos en el numeral relativo al área sembrada. Se

recomienda el uso de abono vegetal (virutas de madera, aserrín o musgo de pantano) y la medida de aplicación será de 5 Kg/m³; éste deberá ser colocado dentro de las 24 horas siguientes a la plantación.

Las plantas que han muerto o insatisfactorias deberán ser quitadas de la obra y sustituidas por otras de buena calidad, sanidad y tamaño, las cuales deben ponerse a consideración y aprobación del Fiscalizador.

206-01.3. Encespado o enchambado.- Este trabajo consiste en la preparación del lecho para recibir la chamba, cortar, acarrear y colocar la chamba de hierbas perennes, en los sitios mostrados en los planos o que fuesen determinados por el Fiscalizador.

206-01.3.1. Procedimiento de trabajo.- Las operaciones de encespado se lo hará en las épocas adecuadas, de conformidad con lo expuesto en las especificaciones ambientales particulares o cuando el Fiscalizador lo autorice por escrito.

El Contratista avisará al Fiscalizador con tres días de anticipación, antes de comenzar a cortar los cuadros de 30 cm por 30 cm de césped, con el fin de evitar el deterioro de la base de prendimiento. El área de donde se extraerá los cuadros de chamba deberá ser

aprobada por el Fiscalizador, antes de iniciar la señalización y corte de los cuadros.

Antes de la entrega de los cuadros de chamba, las áreas de encespado deben estar alineadas y niveladas; el suelo debe ser removido mediante escarificación con discos o rastra, de tal forma de aflojar la tierra a la profundidad señalada en las especificaciones ambientales particulares o indicadas por el Fiscalizador. Una vez escarificado el suelo, deberá aplicarse el fertilizante, piedra caliza u otro material que aumente los nutrientes del sustento.

Los cuadros de césped deberán ser colocados sobre el terreno preparado, durante las 24 horas siguientes a su corte, excepto cuando los cuadros de chamba se necesiten almacenar en montones o pilas (humedecidas), con las superficies del césped una contra otra y las superficies de raíces igualmente encontradas, durante un tiempo que no exceda los 5 días.

Previo a la colocación manual de los cuadros macizos las áreas de lechos deberán estar limpias de escombros, basuras, etc. y totalmente humidificadas. En áreas planas, la implantación se hará colocando borde contra borde, con las juntas salteadas; Cuando el área a encespar tenga un declive de 2:1 o de mayor pendiente, las unidades de césped deberán ser estaquilladas después de haber

sido apisonadas manualmente, debiendo quedar las estaquillas a ras con la superficie de asiento del césped.

Las áreas encespadas deberán ser humedecidas durante su colocación y el Contratista tendrá que conservarlas húmedas hasta comprobar su prendimiento y la aceptación final del trabajo por parte del Fiscalizador. La poda la realizará el Contratista a su costo hasta la recepción definitiva de la obra.

206-02. Riego.- El Contratista protegerá y cuidará a su costo las áreas sembradas, plantadas y encespadas, las mantendrá húmedas, arreglando o reponiendo por su cuenta las áreas que no presenten un crecimiento satisfactorio, hasta la recepción definitiva de la obra.

El riego deberá hacerse mediante camiones cisterna u otro equipo aprobado que permita regar a presión con mangueras o rociadores. El agua se distribuirá uniformemente y sin que cause erosión; será aplicada con la frecuencia y en la cantidad aprobada por el Fiscalizador.

206-03. Medición.- Los trabajos realizados de acuerdo con las exigencias de esta sección se medirán de la siguiente forma:

Las áreas efectivamente sembradas y encespadas, de acuerdo a las estipulaciones de los documentos contractuales, se medirán en metros cuadrados de superficie. Para el área plantada, la medición y correspondiente pago será por el número de árboles, arbustos y enredaderas, de los tamaños y variedades especificados, plantados y entregados de conformidad con las especificaciones ambientales particulares o el informe del Fiscalizador. Únicamente serán aceptables las áreas de siembra, encespado y plantas vivas y saludables al momento de la inspección final. El pago efectuado en base a esta medición incluirá paja o heno que se requiera como retenedora de humedad.

La tierra vegetal y abono orgánico que fueren requeridos se medirán en metros cúbicos. El pago efectuado en base a esta medición para la tierra vegetal, incluirá cualquier almacenamiento temporal y otro manipuleo del material que fuere necesario.

Los fertilizantes químicos; caliza y semillas empleadas de acuerdo a los requisitos contractuales, se medirán en kilogramos.

El agua empleada en regar las áreas tratadas con cubierta vegetal, además de los árboles y arbustos, no se medirá para su pago. El costo de suministrar el agua se sufragará mediante el rubro 204-A

(1) y el costo de distribución será compensado por los pagos efectuados por los varios rubros de prevención de la erosión.

206-04. Pago.- Las cantidades y unidades determinadas en el numeral anterior se pagarán a los precios contractuales para los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pago constituirán la compensación total por los trabajos de prevención de la erosión incluyendo el suministro de materiales, la mano de obra, herramientas, equipo y operaciones conexas, necesarias para la ejecución de los trabajos descritos así como por el mantenimiento de los árboles, arbustos, enredaderas, áreas sembrada y encespada hasta su recepción definitiva.

No. del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

206 (1) Área sembrada.....Metro cuadrado

206 (2) Área plantada (Árboles y arbustos).....Unidad

206 (3) Área encespada.....Metro cuadrado

206 (4) Mantas geosintéticas.....Metros
cuadrados

206 (5)
Hidrosiembras.....Metros
cuadrados

206 (6) Geomalla de refuerzo
vegetal.....Metros cuadrados

SECCION 207 EMBELLECIMIENTO DE LA VIA

207-1.01. Descripción.- Este trabajo consistirá en la plantación de árboles, arbustos, enredaderas y matas de flores dentro de la zona lateral del camino, islas, faja divisoras y cualquier otra área señalada en los planos, con el propósito de embellecer la vía e integrarla en la naturaleza cercana.

207-1.02. Procedimientos de Trabajo.

207-1.02.1.Preparación de las áreas por plantarse.- Las áreas por sembrarse con árboles y otras plantas de adorno serán delimitadas en los planos, igual que el espaciamiento o ubicación de las plantas individuales.

Antes del trasplante los hoyos deberán excavarse a la profundidad especificada; luego se colocará en el fondo una capa de tierra vegetal de aproximadamente 15 cm de espesor, salvo que las características del suelo sean tales que el Fiscalizador considere que será satisfactorio desmenuzar el suelo existente para formar el lecho de la planta. La tierra vegetal u otro suelo del lecho, y el suelo con que se rellena el hoyo se mezclarán con el abono orgánico o fertilizante químico del tipo y en la cantidad especificados en los documentos contractuales. Los hoyos tendrán las dimensiones adecuadas para las plantas que van a alojar, de modo que las raíces queden a una distancia mínima de 15 cm de los dos lados y del fondo.

Las áreas de plantación deberán limpiarse de cualquier maleza que hubiera crecido durante el intervalo entre la ejecución del desbroce y limpieza y el transporte de los árboles, arbustos o matas de flores.

207-1.02.2. Trasplante.- El trasplante de árboles y arbustos deberá hacerse al finalizar los trabajos de acabado de la obra básica en un tramo determinado, o como ordene el Fiscalizador.

La plantación deberá hacerse preferentemente con la tierra húmeda y en tiempo de lluvias. Cuando esto no sea factible, se deberá

humedecer la tierra antes de hacer el trasplante, conforme instruya el Fiscalizador.

Al menos dos semanas antes del trasplante, el Contratista notificará al Fiscalizador para que inspeccione el vivero de donde se extraerán las plantas y emita su aprobación a la clase y calidad de ellas. Según las variedades de plantas de que se trate, se sacarán con pan de tierra envuelto en cartón o a raíz desnuda protegida con musgo o paja; en ambos casos las raíces se mantendrán hasta sembrar la planta.

Antes de transportar las plantas, estas deberá podarse y recortarse para disminuir los daños debido al estropeo de la movilización y la pérdida de agua por evaporación. Se tomarán las precauciones para evitar todo daño físico, durante el transporte. No se llevarán al área más plantas que las que puedan sembrarse en un día. Durante el trasplante o inmediatamente después, se regarán las plantas y se mantendrá la humedad adecuada en los días sucesivos mediante riego, cuando sea necesario a juicio del Fiscalizador.

207-1.02.3.Riego.- Una vez que las plantas hayan arraigado, generalmente no hace falta más que un riego semanal, aun en zonas templadas y áridas; de acuerdo con las condiciones locales de clima, suelo y pluviosidad, el Fiscalizador recomendará la

frecuencia y cantidad de agua a aplicarse con el objeto de mantener húmedo el suelo en la zona de sistema radicular de las plantas, hasta la recepción definitiva.

La aplicación del riego se hará en forma cuidadosa para evitar la erosión del suelo y no causar daño a la plataforma, pero que permita al mismo tiempo la saturación completa de la tierra junto a las plantas.

207-1.02.4.Cuidado de las Plantas.- Es obligatorio para el Contratista cuidar y mantener en un estado de desarrollo satisfactorio las áreas plantadas, incluyendo árboles, arbustos y plantas en forma individual, proporcionándoles riego, podas y cultivos necesarios.

Todas las plantas que por cualquier causa tengan un desarrollo deficiente o que no hayan prendido de un modo satisfactorio, deberán ser reemplazadas por cuenta del Contratista con plantas vivas y sanas, colocadas de acuerdo con las especificaciones originales, conservando clase, cantidad y tamaño.

207-1.03. Medición.- Se medirá para el pago el número de plantas vivas y de desarrollo normal que han sido plantadas de acuerdo con las estipulaciones del contrato.

El agua empleada para el riego no se medirá para su pago pues se considera éste un trabajo subsidiario de los trabajos pagados por el rubro 207 (1). El suministro de agua será pagado mediante el rubro 204 (1).

207-1.04. Pago.- El número de plantas determinado según lo dispuesto en el numeral anterior se pagarán al precio contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato.

Este precio y pago constituirá la compensación total por los trabajos de embellecimiento de la vía, incluyendo toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y operaciones conexas, en la ejecución de los trabajos descritos en esta subsección, así como por el mantenimiento y cuidado de las plantas hasta la recepción definitiva de la obra.

Nº	del	Rubro	de	Pago	y	Designación
Unidad de Medición						

207 (1)	Plantas de Adorno.....	Cada una.				
---------	------------------------	-----------	--	--	--	--

SECCIÓN 208 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 implantarán 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.

208-02. Procedimiento de Trabajo.- El retiro y acopio de la capa vegetal se realizará en todas las áreas a ser excavadas o rellenadas, principalmente en los frentes de trabajo, tales como campamentos, plataforma de la vía, botaderos, patios de operación y mantenimiento de maquinaria, etc.

En las zonas a recuperarse, tanto el acarreo y movilización de suelos orgánicos foráneos como la utilización de abonos, deberán ser autorizados por la Fiscalización.

El acopio se podrá realizar con tractores con hoja topadora, cargadora frontal, y volquetes, movilizand las coberturas orgánicas

(espesor de suelo entre 15 a 30 cm). Este material mezclado de vegetación y suelo se acopiará en las zonas indicadas en las especificaciones ambientales particulares o autorizadas por el Fiscalizador, formando rumas independientes de alturas no mayores a los dos metros.

Los tiempos en los cuales se mantendrá el material orgánico en las rumas de acopio, en lo posible, no deberá ser mayor a dos meses a fin de evitar la descomposición misma de la materia. Este tiempo podrá ser modificado previa aprobación de la Fiscalización, para lo cual el Contratista le solicitará por escrito esta autorización, expresando los motivos de orden constructivo, ambiental y técnico por los cuales debería hacerse esta salvedad.

Una vez retirados y reutilizados los acopios, se procederá a recuperar el sitio sobre el cual se localizaron las rumas de depósito, mediante el arado o rastrillado del suelo, de acuerdo con las instrucciones que imparta el Fiscalizador, a fin de permitir su oxigenación inicial, facilitar la sucesión y recuperación naturales.

El Contratista podrá solicitar al Fiscalizador el no cumplimiento de esta disposición cuando las zonas de excavación o bote tengan superficies originales con capas orgánicas de suelo menores a 10 cm, en lugares accidentados como taludes con pendientes fuertes,

en sitios donde existan afloramientos rocosos, y en general en lugares donde las características del sitio impidan las labores de acopio o donde no exista material a acopiarse.

208-03. Medición.- La medición de volúmenes de materiales excavados para efectuar el retiro de la capa vegetal se hará tomando como unidad el metro cúbico.

208-04. Pago.- Los trabajos de recuperación y acopio de la capa vegetal no tienen pago directo, pues se encuentran incluidos en los correspondientes de desbroce, desbosque y limpieza (Numeral 302-1.01 de la Especificaciones MOP-001-F -2000).

SECCIÓN 209 PATIO DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS Y MAQUINARIA

209-01. Descripción.- El patio de mantenimiento de equipos y maquinaria necesario para la ejecución de labores del Contratista debe disponer de ciertas condiciones mínimas de prevención y control de contaminantes, pues en esa área se trabaja con aceite, grasas, gasolinas, etc. que podrían afectar directamente a la salud, suelo y aguas superficiales y subterráneas.

209-02. Procedimiento de Trabajo.- En los patios de mantenimiento de maquinaria donde se estacionen o movilicen maquinaria o vehículos, el Contratista deberá instalar sistemas de manejo y disposición de grasas y aceites (trampas de grasas) a fin de que todos los derrames y posteriores escurrimientos de grasas y combustibles que eventualmente ocurran en estas áreas, no contaminen los cuerpos receptores. Estos sistemas serán los constantes en las especificaciones ambientales particulares o de acuerdo a la disposición del Fiscalizador.

Los residuos de aceites y lubricantes deberán retenerse en recipientes herméticos y disponerse en sitios adecuados de almacenamiento con miras su posterior desalojo y eliminación.

El abastecimiento de combustible, mantenimiento de maquinaria y equipo pesado, así como el lavado de vehículos, se efectuará en forma tal que se eviten derrames de hidrocarburos u otras sustancias contaminantes a ríos, quebradas, arroyos o al suelo directamente. El lugar de lavado de maquinaria debe estar alejado de los cursos de agua superficiales y subterráneos.

Después que la obra haya terminado, los patios de mantenimiento de maquinaria deberán ser desmantelados, removidos y eliminados los suelos contaminados, limpiada el área y los suelos

reacondicionados y restaurados, a fin de proceder con la recuperación vegetal, de acuerdo con las especificaciones ambientales particulares o según el criterio del Fiscalizador.

209-03. Medición y Pago.- Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se considerarán en los rubros del contrato.

SECCIÓN 210 INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS DE TRITURACIÓN Y HORMIGÓN

210-01. Descripción.- Esta actividad da origen a impactos que afectan al medio ambiente y a la salud humana, tales como ruido y emisión de partículas finas provenientes de fuentes fijas (trituradoras, tamizadora, bandas) y emisión de gases de fuentes móviles (cargadores, transferencias, vehículos, etc.).

210-02. Procedimiento de Trabajo.- Para evitar los impactos negativos sobre el ambiente, el Contratista deberá considerar lo siguiente:

210-02.1. Localización.- La ubicación de las plantas de hormigón y trituración (chancado), deberán responder a criterios ambientales,

previamente establecidos en las especificaciones ambientales particulares o de acuerdo al criterio del Fiscalizador, escogiéndose preferentemente los lugares planos, desprovistos de cubierta vegetal y alejados lo más posible de áreas pobladas.

El Contratista por ningún concepto ubicará las plantas de trituración y de hormigones en los siguientes sitios: áreas ecológicamente sensibles, sitios con presencia de especies bióticas (flora y fauna) protegidas o en peligro de extinción, lugares con un alto nivel freático o con riesgo por inestabilidad de suelos.

210-02.2. Instalación y Operación.- Con 15 días de anticipación a la instalación el Contratista deberá notificar al Fiscalizador, por escrito, sobre los métodos de control de emisiones atmosféricas y de ruido que se utilizarán.

Se debe evitar al máximo los desbroces del terreno, rellenos y remoción de cobertura vegetal durante la construcción de las instalaciones. Las plantas de producción de materiales deberán estar rodeadas de una barrera visual y acústica.

Todas las instalaciones deberán contar con dispositivos especialmente diseñados para evitar la contaminación del ambiente, como por ejemplo producción de desechos sólidos

(relleno sanitario), derrames de materias tóxicas o peligrosas, emisiones de gases, ruidos y partículas transportables por el viento.

El Contratista deberá construir piscinas de decantación para los residuos de lavado de: camiones de transporte de hormigón, sistemas de abatimiento de gases y polvo por medio de agua, a fin de evitar la contaminación de las aguas superficiales o subterráneas.

Alrededor de las zonas de almacenamiento de combustible y/o asfalto, se construirán diques de contención con la finalidad de evitar derrames y contaminaciones.

El Contratista deberá reducir al mínimo, durante el período de ejecución de la obra, la contaminación por ruido, residuos, gases, humo y partículas en suspensión y sedimentables generados por las plantas de producción. Para tal efecto, las emisiones se registrarán por los umbrales establecidos en el Código de la Salud y en la Ley de Prevención y Control de la Contaminación y sus reglamentos relativos al aire y ruido.

El horario de trabajo, especialmente durante la noche, deberá ser limitado, para no alterar la tranquilidad de la zona; las áreas ocupadas por las plantas deberán estar implementadas de una adecuada señalización de ordenamiento operacional y tránsito

vehicular y disponer de letreros prohibiendo desalojar desperdicios sólidos o vertidos de las plantas de producción de materiales a los cauces de agua.

210-02.3. Recuperación ambiental y abandono del área.- Será responsabilidad del Contratista la restitución de las áreas utilizadas para las plantas de trituración y de hormigones; procederá conforme lo estipule las especificaciones ambientales particulares o en su caso de acuerdo a las órdenes del Fiscalizador.

Deberá retirarse chatarra, escombros, alambrados, instalaciones eléctricas y sanitarias, construcciones y estructuras conexas y sus respectivas fundaciones, pisos de acopio, caminos internos y estacionamientos. Se rellenarán los pozos de manera que no representen un peligro potencial.

Una vez levantadas todas las instalaciones, se procederá a la descompactación de los suelos, restauración de la vegetación y reconfiguración paisajística en general.

210-03. Medición y Pago.- Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se considerarán en los rubros del contrato.

SECCIÓN 211- INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS DE ASFALTO

211-01. Descripción.- La actividad indicada genera una serie de severas afectaciones a la salud humana y al ambiente que la rodea, pues a través del ruido y emisión de partículas y gases provenientes del horno de mezcla del material pétreo con el asfalto, los efectos ambientales pueden impactar negativamente en los trabajadores de la propia obra y en los pobladores de las localidades cercanas.

211-02. Procedimiento de Trabajo.

211-02.1. Ubicación.- El Contratista tomará en cuenta para la ubicación de la planta de asfalto, los mismos criterios de selección detallados para las de trituración y hormigones. Si las especificaciones ambientales particulares no indican nada al respecto, será el Fiscalizador quien ordene el sitio más adecuada para tales faenas. De cualquier forma, se tratará en lo posible que el sitio de instalación de la planta de asfalto sea el mismo que el de la planta de trituración.

211-02.2. Instalación y Operación.- De igual manera los criterios de instalación deberán ser iguales que para la Sección 210-A.

Durante la operación de las plantas de asfalto, el Contratista prestará especial atención al mantenimiento de los equipos de control de los gases del horno, los que pueden ser: lavadores de gases, ciclones o filtros de mangas con medios filtrantes para temperatura.

Deberá vigilarse el sistema de combustión; éste constituye un factor importante en el control de misiones en el horno. El Contratista no debe descuidar de revisar las características mínimas de control de calidad del combustible.

Para las plantas que funcionan con lavadores húmedos como sistemas de control, el Contratista deberá construir piscinas de sedimentación a las cuales se conduzcan los residuos líquidos con contenido de sedimentos provenientes de los finos que salen de las chimeneas de las calderas. A esta piscina deberá incorporarse una trampa de retención de hidrocarburos y aceites, para que el complejo de control sea efectivo.

211-02.3. Recuperación ambiental y abandono del área.- El Contratista procederá de acuerdo a lo estipulado en el numeral 210-A.02.3.

211-03. Medición y Pago.- Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se considerarán en los rubros del contrato.

SECCIÓN 213 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.

213-02. Procedimiento de Trabajo.- El Contratista tendrá la obligación de adoptar las medidas de seguridad industrial necesarias en los frentes de trabajo, y de mantener programas que tiendan a lograr una adecuada salud física y mental de todo su personal, de acuerdo a la normativa que tiene el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), sobre el tema.

Como requerimientos mínimos para el cumplimiento de lo dicho, deberá considerarse la ejecución de lo siguiente:

- Previo al ingreso del Contratista a la obra, sus técnicos y trabajadores deberán someterse a un examen médico, el cual incluirá exámenes de laboratorio, con la finalidad de prevenir epidemias.
- Se implementará una campaña educativa inicial por medio de charlas y afiches informativos sobre las normas elementales de higiene y comportamiento ocupacional.
- El personal técnico y obrero deberá estar provisto con indumentaria y protección contra el frío y la lluvia.
- El Contratista deberá implementar en sus campamentos las facilidades necesarias que garanticen un sano esparcimiento del personal cuando se encuentre en los campamentos, y asegure, al mismo tiempo, las condiciones mínimas de confort.
- La alimentación deberá contener los nutrientes básicos (calorías y proteínas), de acuerdo con las condiciones de trabajo.
- El área de primeros auxilios, deberá incluir por lo menos un médico y un auxiliar, además de los implementos básicos para cubrir atenciones emergentes.
- Para un mayor control ambiental de las zonas aledañas, se deberá reglamentar el uso de las diferentes áreas de los

campamentos, así como los horarios de comidas y fundamentalmente el consumo de bebidas alcohólicas. No se podrá consumir bebidas alcohólicas durante la jornada normal de trabajo.

- Para minimizar los riesgos de trabajo, el Contratista deberá proveer a su personal la vestimenta básica como cascos protectores, ropa impermeable, botas de goma con punta de acero, mascarillas de polvo y demás implementos recomendados por las leyes de seguridad industrial vigentes en el país.
- De requerirse, el Contratista deberá construir polvorines con las seguridades pertinentes, localizados cerca de los sitios donde se requieran los explosivos, y provistos, cada uno, con una caseta de vigilancia y un botiquín de primeros auxilios.
- El contratista contará con un responsable de la seguridad industrial en la obra y de llevar periódicamente brigadas de salud ocupacional.

213-03. Medición y Pago.- Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se considerarán en los rubros del contrato.

SECCIÓN 214 PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO

214-01. 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.- 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.
- Prevenir y evitar derrames de hidrocarburos, aceites y grasas y otras sustancias contaminantes, construyendo diques de contención alrededor de los depósitos.
- 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.
- Las áreas mínimas sujetas a descompactación serán:
 - Áreas de campamentos, talleres, depósitos temporales de materiales, caminos de servicio y estacionamientos.

- Áreas de las plantas de trituración, hormigones y asfalto y sus respectivos caminos de servicio.
- Desvíos de tránsito para dar facilidades a la obra.
- Áreas de acopio de materiales.

214-03. Medición y Pago.- Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se considerarán en los rubros del contrato.

SECCIÓN 215 PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA

215-01. Descripción.- El agua es uno de los recursos naturales más abundante y constituye el medio básico de todos los procesos de vida. Por ello, debe considerarse todo tipo de medidas a fin de prevenir y controlar cualquier tipo de contaminación hacia aguas superficiales y subterráneas.

215-02. Procedimiento de Trabajo.- Los sistemas de aguas superficiales y subterráneos, y las masas de agua, necesitan ser protegidos de derrames accidentales, desalojo de desechos, basuras, etc., por lo que, el Contratista, durante la ejecución de la

obra, tomará todas las medidas necesarias para evitar su contaminación.

En el caso de que el Contratista vierta, descargue o riegue accidentalmente cualquier tipo de desechos que pudiera alcanzar drenajes naturales o los cuerpos de agua en mención, éste deberá notificar inmediatamente al Fiscalizador sobre el particular, y deberá tomar las acciones pertinentes para contrarrestar la contaminación producida.

Las instalaciones de tratamiento para disposición de desechos líquidos deberán ser construidas previamente a la instalación o construcción de cualquier facilidad. La construcción de tanques sépticos, campos de infiltración, sitios de confinamiento para basuras y letrinas puede ser realizada únicamente de acuerdo a lo prescrito en las especificaciones ambientales particulares o previa aprobación del Fiscalizador.

Las aguas de lavado procedentes de las plantas de trituración y hormigonado, deberán ser recolectadas y tratadas antes de que sean descargadas a los cuerpos receptores finales. Para este efecto será necesario disponer, al menos de sedimentadores y desarenadores aguas abajo de las fuentes de producción de las aguas de lavado. Los procedimientos para el control de fluidos

superficiales contaminantes (aguas de lavado, aceites, gasolinas, etc.) pueden incluir entre otros, el uso de represamientos de chequeo para el control de la erosión por drenaje, la recolección de fluidos de desecho en trampas de grasa u otros instrumentos de retención, y la instalación de equipos para evitar derrames.

Se prohíbe terminantemente la descarga de fango o lodos en los cuerpos de agua; éstos, con aprobación expresa del Fiscalizador, se depositarán en áreas secas, con el fin de proteger a las especies que viven en los ecosistemas húmedos.

El equipo pesado que trabajará en suelos pantanosos o saturados deberá circular sobre suelos estabilizados. El proceso de estabilización, cuyo diseño deberá ser propuesto por el Contratista y aprobado por el Fiscalizador, podrá incluir la utilización de capas de material pétreo, palizadas, geotextiles. Las construcciones temporales sobre lechos de suelos aluviales serán efectuadas con materiales no erosionables.

A menos de contar con la aprobación por escrito del Fiscalizador, las operaciones de construcción en ríos o corrientes, serán restringidas a los sitios que estén marcados en los planos. Adicionalmente, y a fin de evitar procesos erosivos y producción de sedimentos, el uso de equipo y maquinaria en cauces naturales

para construir o reparar bases estructurales, construir canales o derivaciones, u otras operaciones similares, será también restringido, y su utilización deberá ser aprobada por el Fiscalizador.

El uso del agua para las plantas de trituración, de asfalto, para lavado y enfriamiento de equipos, y para el rociado para control de polvo, debe ser controlado, pues su mala utilización puede producir deslizamientos del terreno por exceso de humedad o producir flujos con velocidades suficientemente altas como para arrastrar sedimentos y causar erosión.

El uso de detergentes y varios químicos de uso común para lavado de ropa, implementos y maquinaria en campamentos y patios de operación de maquinaria, será restringido por constituirse éstos contaminantes potenciales.

Con el fin de evitar interrupciones de drenajes naturales, el Contratista colocará alcantarillas y cajas recolectoras simultáneamente con la nivelación de la vía y la construcción de los terraplenes; durante el período de construcción debe limpiarse estos pasos a fin de evitar obstrucciones. Cuando las cunetas laterales de la vía confluyen directamente a un río o quebrada, deberá construirse obras civiles que permitan la decantación de sedimentos previo al desfogue.

El Contratista deberá considerar todas las medidas necesarias para garantizar que residuos de cemento, limos, arcillas u hormigón fresco no tengan como receptor final lechos de cursos de agua.

En el caso de existir la necesidad de desviar un curso natural de agua o se haya construido un paso de agua y éste ya no se requiera posteriormente, el curso abandonado o el paso de agua deberá ser restaurado a sus condiciones originales por cuenta y a costo del Contratista.

Se protegerá los taludes inferiores de la vía, en donde existan desfuegos de alcantarillas, mediante la construcción de obras civiles de protección mecánica para evitar erosiones regresivas (por ejemplo: estructuras de disipación de energía a la salida del terreno).

215-03. Medición y Pago.- Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se considerarán en los rubros del contrato.

SECCIÓN 216 PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA
CONTAMINACIÓN DEL AIRE

216-01. 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.

216-02. Procedimiento de Trabajo.- El Contratista deberá ejecutar los trabajos viales con equipos y procedimientos constructivos que minimicen la emisión de contaminantes hacia la atmósfera, por lo que será de su responsabilidad el control de la calidad de emisiones, olores, humos, polvo, quemas incontroladas y uso de productos químicos tóxicos y volátiles.

El Contratista, mediante un adecuado mantenimiento de sus equipos y maquinaria propulsados por motores de combustión interna con uso de combustibles fósiles, controlará las emisiones de humos y gases.

El Fiscalizador impedirá la utilización de equipos, materiales o maquinaria que produzcan emisiones objetables de gases, olores o humos a la atmósfera.

El personal técnico y obrero de la obra vial, los habitantes cercanos, y la fauna y flora nativas, deberán ser protegidos contra los riesgos

producidos por altas concentraciones de polvo en el aire, que se producirá en las diversas actividades de la construcción.

A fin de evitar la generación de polvo, en los frentes de trabajo, y otras instalaciones, el Contratista deberá regar agua sobre los suelos superficiales expuestos al tránsito vehicular, mediante la utilización de carros cisternas que humedecerán el material en las áreas de trabajo. Para los sitios de acopio de materiales, éstos deben cubrirse con lonas u otro material que atenúe el efecto de los vientos.

El uso de paliativos químicos para controlar el polvo está restringido, salvo disposición expresa del Fiscalizador de obra.

La quema a cielo abierto, sea para eliminación de desperdicios, llantas, cauchos, plásticos, de arbustos o maleza, en áreas desbrozadas, o de otros residuos, o simplemente para abrigar a los empleados durante tiempos fríos, serán aspectos conocidos y sancionados por el Fiscalizador por atentar contra el ambiente. Para evitar lo antes dicho, el Contratista emplazará rótulos con frases preventivas y alusivas al tema en todos los frentes de trabajo, para información y conocimiento de todo el personal que labora en la obra.

Si las especificaciones ambientales particulares así lo prescriben o si se dispone de la aprobación del Fiscalizador, se puede incinerar desperdicios pero sólo mediante sistemas destructores de cortina de aire, los cuales producen poco humo.

Si por causas accidentales se generare un incendio en cualquier zona a causa de las actividades de construcción, el Contratista tendrá la obligación de extinguirlo y de tomar las medidas necesarias que permitan restaurar a corto plazo y a su costo, los daños provocados a los afectados y a la vegetación.

En épocas secas, los camiones y maquinaria pesada que circulen por caminos de tierra, disminuirán su velocidad con el fin de evitar generar una excesiva contaminación del aire con polvo y particulado.

216-03. Medición y Pago.- Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se considerarán en los rubros del contrato.

SECCIÓN 217 PREVENCIÓN Y CONTROL DE RUIDOS Y VIBRACIONES

217-01. Descripción.- El ruido es todo sonido indeseable percibido por el receptor y que al igual que las vibraciones, si no se implementan las medidas de prevención y control adecuadas, pueden generar importantes repercusiones negativas en la salud de los obreros y operarios de las fuentes generadoras de éste.

217-02. Procedimiento de Trabajo.- Los niveles de ruido y vibraciones generados en los diversos frentes de trabajo deberán ser controlados a fin de evitar perturbar a las poblaciones humanas y faunísticas de la zona de la obra.

La maquinaria y equipos cuyo funcionamiento genera excesivos niveles de ruido deberán (sobre los 75 dB) ser movilizados desde los sitios de obra a los talleres para ser reparados, y retornarán al trabajo una vez que éstos cumplan con los niveles admisibles y se haya asegurado que las tareas de construcción que realizarán se efectuarán dentro de los rangos de ruido estipulados en la Ley de Prevención y Control de la Contaminación – Reglamento referente al ruido-.

Si el Fiscalizador comprobara la generación de ruido y/o vibraciones en ciertas áreas de la obra, notificará al Contratista a fin de que se tomen los correctivos necesarios y de esta manera evitar molestias y conflictos.

El control y corrección del ruido y/o vibraciones puede requerir del Contratista la ejecución de alguna de las siguientes acciones:

- Reducir la causa, mediante la utilización de silenciadores de escape, para el caso de vehículos, maquinaria o equipo pesado y de amortiguadores para mitigar las vibraciones.
- Aislamiento de la fuente emisora mediante la instalación de locales cerrados y de talleres de mantenimiento de maquinaria revestidos con material absorbente de sonido.
- Control y eliminación de señales audibles innecesarias tales como sirenas y pitos.
- Absorción o atenuación del ruido entre la fuente emisora y el receptor mediante barreras o pantallas.

217-03. Medición y Pago.- Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, no serán medidos ni pagados, pues es responsabilidad del Contratista el mantenimiento de sus equipos y maquinarias en buen estado de funcionamiento.

SECCIÓN 218 CONSERVACIÓN DE LA FLORA Y FAUNA NATIVAS

218-01. 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

218-02. Procedimiento de Trabajo.- Los trabajos de desbroce, desbosque y limpieza se limitarán al área física indispensable para los trabajos de construcción y deberá realizarse en forma tal que causen el mínimo daño posible en las zonas aledañas.

Para rozar no se utilizará “quemados o incendios” y el uso de agroquímicos, especialmente herbicidas y pesticidas.

En ecosistemas frágiles, poner a consideración del Fiscalizador un sistema de vigilancia del estado de conservación de la flora, para detectar cualquier deterioro de la vegetación. Si por cualquier motivo durante la construcción se encontraran áreas o ecosistemas sensibles, el Fiscalizador suspenderá de inmediato y temporalmente los trabajos, hasta poner en conocimiento del Director General de Obras Públicas del MOP, para que informe a las autoridades competentes.

El Contratista deberá cumplir con las siguientes actividades tendientes a un manejo controlado de la flora y fauna:

- Se evitará en todo caso causar la pérdida de la vegetación en flancos de ríos, quebradas o lagunas.
- Cuando se tenga que realizar cortes de vegetación, se lo hará con sierras de mano y no con bulldózer, para evitar daños en los suelos y deterioro de zonas adyacentes.
- Para los encofrados de obras de arte (alcantarillas, pasos de agua, puentes, etc.), el Constructor utilizará solamente madera talada durante el desbroce y desbosque; debiendo incentivarse el reciclaje de la madera en lo posible, y si es el caso, comprar madera ya aserrada, fuera del área de influencia de la obra.
- En áreas boscosas, el corte de los árboles debe ser orientado para que caigan sobre la vía, evitando así que en su caída deterioren otros que no se vayan a talar. Además, se mantendrá en lo posible sitios de contacto del dosel forestal, con el fin de mantener los corredores biológicos, especialmente de la avifauna y primates.
- Los residuos de la tala, desbroce y destronque no deben llegar a las corrientes de agua. Éstos deben ser apilados de tal forma que no causen desequilibrio en el área de trabajo hasta ser desalojados a sitios determinados previamente por la Fiscalización; de ninguna manera estos residuos pueden ser quemados.

- Las actividades de caza están prohibidas en las áreas aledañas a la zona de construcción, así como la compra de animales silvestres (vivos, embalsamados o pieles) a los lugareños.
- Cuando la obra vial se ubique en zonas silvestres, se controlará la presencia de animales domésticos tales como perros, gatos, cerdos, etc.
- La pesca por parte de los obreros en ríos, quebradas, lagunas o cualquier cuerpo de agua, por medio de dinamita o barbasco queda terminantemente prohibido.
- Contar con brigadas contra incendios, equipadas con los medios adecuados para poder cumplir su función. Establecer zonas de cortafuego (mediante la extracción de material combustible), para prevenir el deterioro tanto de la vegetación como de la maquinaria, depósitos de combustibles, etc.
- Cuando se produzcan daños importantes que afecten la flora nativa, el Contratista procederá a la restauración de la cubierta vegetal, creando condiciones óptimas que posibiliten en el corto plazo, la implantación de especies herbáceas y en el largo plazo la colonización de vegetación similar a la natural.

218-03. Medición y Pago.- Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán

en forma directa, sino que se considerarán en los rubros del contrato.

SECCIÓN 219 CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL Y ARQUEOLÓGICO

219-01. Descripción.- Comprende un conjunto de actividades tendientes a la conservación del patrimonio cultural, arqueológico o científico localizados en el área de influencia directa de la obra vial.

219-02. Procedimiento de Trabajo.- En el caso que la evaluación de impactos ambientales del proyecto y las especificaciones ambientales particulares no mencionen nada al respecto, será el Contratista quien contactará con la antelación debida con la autoridad competente, en este caso el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC), a fin de comunicarle la fecha de inicio de la obra y solicitarle información respecto a sí en la zona existe o hay posibilidad de hallar restos arqueológicos.

Si durante el proceso de ejecución de trabajos, se encontraran ruinas, reliquias, fósiles o restos arqueológicos de valor histórico-cultural, el Contratista suspenderá inmediatamente el trabajo en el sitio del descubrimiento y notificará al Fiscalizador, quien a su vez, pondrá este particular en conocimiento del Director General de Obras Públicas del MOP para que se ponga en contacto con las

autoridades pertinentes; durante esta paralización temporal el Contratista por pedido de Fiscalización asistirá en la protección de lo encontrado a fin de evitar saqueos.

La remoción de los hallazgos queda absolutamente prohibida sin el consentimiento del INPC, de conformidad con lo estipulado en la Ley de Patrimonio Cultural.

219-03. Medición y Pago.- Las acciones y técnicas de rescate arqueológico correrán por parte del INPC. En caso que el Contratista, por pedido del Fiscalizador y el INPC, asista en el rescate arqueológico, este será pagado de acuerdo con lo señalado en el numeral 103-1.05 de las Especificaciones MOP-001-F -2000.

SECCIÓN 220 EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN 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.

220-02. Procedimiento de Trabajo.- Si en las especificaciones ambientales particulares no se mencionan nada al respecto, el Fiscalizador exigirá al Contratista el cumplimiento de esta sección, quien planificará y pondrá a consideración del Fiscalizador los contenidos, cronograma y metodologías de ejecución para su aprobación.

Las tareas mínimas que tiene que realizar el Contratista deben ser:

220-02.1. Charlas de concientización.- Las charlas de concientización estarán dirigidas a los habitantes de las poblaciones aledañas y polos de la vía, que directa o indirectamente están relacionados con el objeto de la obra vial.

Estas charlas desarrollarán temas relativos al proyecto y su vinculación con el ambiente, tales como:

- El entorno que rodea a la obra y su íntima interrelación con sus habitantes;

- Los principales impactos ambientales de la obra y sus correspondientes medidas de mitigación;
- Beneficios sociales y ambientales que traerá la construcción / rehabilitación viales;
- Cómo cuidar la obra una vez que ha terminado los trabajos de construcción;
- Otros.

La temática será diseñada y ejecutada por profesionales con suficiente experiencia en manejo de recursos naturales, desarrollo comunitario y comunicación social. La duración de estas charlas será de un mínimo de 60 minutos y se las dará en los principales centros poblados aledaños a la obra vial.

Como soporte de estas charlas el Contratista implementará una serie de “comunicados radiales”, afiches e instructivos, que sustentarán principalmente el tema de la obra y el medio ambiente, los cuales, antes de ejecutarse deberán ser propuestos al Fiscalizador, para su conocimiento y aprobación.

Los comunicados radiales serán de 1 a 2 minutos de duración y su temática será informativa respecto de las obras a realizar como parte de la obra vial a ejecutarse. Se utilizará el medio radial que tenga influencia en las poblaciones meta.

Los afiches serán de cartulina duplex de dimensiones mínimas 0.40 por 0.60 metros e impresos a color, con los diseños alusivos a la conservación del medio ambiente propuestos por el Contratista y aprobados por el Fiscalizador Ambiental y fijados en los sitios que éste establezca.

Los instructivos o trípticos serán realizados a colores en papel bond de 90 gramos, formato A4 y cuyo contenido textual y gráfico sea alusivo a la defensa de los valores ambientales presentes en el área de la obra, tales como: paisaje, ríos, vegetación y especies animales en peligro de extinción, saneamiento ambiental, etc.

220-02.2. Charlas de educación ambiental.- Las charlas de educación ambiental, tienen por objetivo capacitar al personal de la Cía. Constructora y al de la Fiscalización sobre como ejecutar las labores propias de la construcción o mantenimiento vial considerando los aspectos de conservación de la salud, seguridad y medio ambiente.

Estas charlas tendrán una duración de 60 minutos y los temas a tratar deberán ser muy concretos, prácticos y de fácil comprensión, los cuales deberán previamente ser puestos a consideración del Fiscalizador para conocimiento y aprobación. Las charlas deben ser diseñadas por profesionales vinculado al área ambiental.

De igual forma estas charlas se sustentarán en afiches e instructivos propuestos por el Contratista y aprobados por el Fiscalizador, de acuerdo a lo expresado en el numeral anterior.

220-03. Medición.- El Fiscalizador verificará la ejecución en cantidad y tiempos de las actividades antes indicadas, estableciendo de forma cierta su cumplimiento

220-04. Pago.- Las cantidades medidas se pagarán a los precios contractuales para los rubros designados a continuación y que consten en el contrato.

Estos pagos constituirán la compensación total por la planificación, elaboración, transporte y realización de las actividades descritas; así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas para la ejecución de los trabajos indicados anteriormente.

No. del Rubro de Pago y Designación de Medición	Unidad
220- (1) Charlas de concientización.....	Cada una
220- (2) Charlas de adiestramiento.....	Cada una

220- (3) Afiches.....Cada
uno

220- (4) Instructivos o Trípticos.....Cada
uno

220- (5) Comunicados radiales.....Cada
uno

SECCIÓN 221 CRUCE POR ÁREAS SENSIBLES Y PROTEGIDAS

221-01. Descripción.- Áreas sensibles y/o protegidas son aquellas que por sus características de biodiversidad, cultura y valor científico particulares en el medio, son muy susceptibles de sufrir importantes impactos ambientales significativos; esta sección contiene una serie de acciones que deberán tomarse en cuenta para minimizar esos impactos y evitar que sean irreversibles.

Dentro de la descripción realizada los ecosistemas frágiles o únicos son: estuarios, humedales, las áreas de parques nacionales, reservas ecológicas, refugios de vida silvestre, reservas biológicas, áreas nacionales de recreación, reservas de producción de

faunística, áreas de protección forestal y áreas de asentamientos indígenas.

221-02. Procedimiento de Trabajo.- Si la obra vial cruza o intercepta en algún punto a los sitios antes mencionados, el Director General de Obras Públicas del MOP entregará copia del plan de manejo ambiental del proyecto, a las autoridades responsables de dicha área protegida, de tal forma de establecer los mecanismos de información y coordinación pertinentes.

El Contratista por su parte, deberá:

- Conocer los impactos ambientales esperados que pueden afectar a los ecosistemas sensibles y las medidas de mitigación previstas en la evaluación ambiental de la obra.
- Tomar contacto con las organizaciones indígenas o comunidades nativas afectadas, para informarles del alcance de los trabajos y los posibles impactos que se presentarán, con la finalidad de reafirmar su consentimiento y colaboración.
- Seguir estrictamente las recomendaciones y medidas preparadas en la EIA específica que requiere la obra.
- Tomar todas las precauciones para no exponer a los nativos a influencias extrañas a su cultura.

- Señalizar dichas zonas haciendo relación a la existencia del área protegida, la protección de especies de flora y fauna, la prohibición de arrojar basura, actividades de caza, pesca y corte de especies vegetales, y la limitación de velocidad de los vehículos que transiten por la zona. (El límite debe ser aún menor en horas de la noche, por el peligro que existe de atropellamiento de fauna).

En el caso particular de cruce por humedales o pantanos, el Contratista debe:

Construir el cruce sobre elevado, cuya base estará constituida por una capa de material granular, de espesor y características a ser determinadas para cada caso por el Fiscalizador.

A fin de mantener el flujo natural del humedal y, a juicio del Fiscalizador, cada 20 m serán dispuestos perpendicularmente al eje del acceso, tubería de 20 cm de diámetro, con uniones campana sin mortero, que interconecten las masas de agua a uno y otro lado del humedal cruzado.

No se permitirá excavar zanjas para drenar los pantanos o humedales.

Si las condiciones de estabilidad del suelo son malas e implican un excesivo uso de material granular, el Contratista podrá solicitar el empleo de geotextiles o empalizadas de eucalipto u otra madera no

silvestre, cuyo diseño será presentado al Fiscalizador para su aprobación.

221-03. Medición y Pago.- Todas las cantidades se medirán y pagarán de acuerdo a los rubros constantes en el contrato.

SECCIÓN 223 INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA

223-01. Descripción.- El acondicionamiento paisajístico cumple las funciones de elemento integrador entre la obra vial y el ambiente atravesado.

Este elemento ambiental, influye en la visión global que tienen los usuarios de la vía y su integración total a un entorno que ha sido mínimamente disturbado.

223-02. Procedimiento de Trabajo.- Es en la etapa de construcción propiamente dicha, donde se deben aplicar las medidas más adecuadas por parte del Contratista para ejecutar tareas tendientes a la rehabilitación ambiental y su integración paisajística.

Simultáneamente con las obras viales se deben ejecutar las paisajísticas, garantizando así un abaratamiento de los costos mediante empleo de los mismos operarios y la misma maquinaria.

Excepto que en las especificaciones ambientales particulares no se mencione nada al respecto, y con el fin de lograr lo indicado, el Contratista pondrá a consideración del Fiscalizador un programa de integración paisajístico que contará como mínimo con la ejecución de las siguientes tareas:

- Realización de movimientos de tierras adaptados al terreno natural.
- Formación y estabilización de taludes con pendientes adecuadas para su posterior tratamiento de revegetación. Redondeamiento de los filos de los taludes de corte y relleno.
- Formación de rellenos y terraplenes respetando las formas naturales del terreno.
- Respeto al sistema natural de drenaje, evitando desalojar material en los cursos naturales de agua.
- Control en la acumulación de residuos de materiales en sitios no previstos.
- Mantenimiento y limpieza constantes de áreas con gran producción de escombros y residuos de la construcción.

Los sitios a considerar y que requieren mayor atención paisajística y visual serán las áreas de explotación de materiales, taludes de la vía, áreas ocupadas por instalaciones temporales y zonas de depósito de materiales sobrantes de la construcción.

223-03. Medición y Pago.- Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se considerarán en los rubros del contrato.

SECCIÓN 224 TRANSPORTE DE MATERIALES Y MOVIMIENTO DE MAQUINARIAS

224-01. Descripción.- Comprende todas las precauciones y medidas que el Contratista deberá tomar con el fin de causar el mínimo malestar a la salud humana al ambiente que rodea a la obra.

224-02. Procedimiento de Trabajo.- Durante la construcción, rehabilitación o concesión viales, y particularmente con motivo de los movimientos de tierra que se tengan que ejecutar para cumplir las condiciones de diseño de la obra, en las etapas de extracción, carga, transporte o de colocación de materiales, se deberá evitar que estas tareas produzcan contaminación atmosférica por acción de las partículas de polvo, debiendo el Contratista tomar todas las precauciones necesarias para tal efecto, por ejemplo, regar el área afectada.

El Contratista tomará todas las precauciones necesarias para evitar el vertido de material durante el transporte, como por ejemplo, contar con lonas de recubrimiento, envases herméticos u otros. El Fiscalizador podrá ordenar el retiro de los camiones que no cumplan con esta disposición.

Los trabajos de transporte de materiales para la obra, sean o no propiedad del Contratista, deberán programarse y adecuarse de manera de evitar todo daño a caminos públicos y privados, a las construcciones, a los cultivos y a otros bienes públicos o privados. Tal programación deberá ser puesta a consideración del Fiscalizador para su conocimiento y aprobación.

Cuando para realizar los transportes se deban utilizar sectores de calles o caminos públicos, el Contratista deberá asegurarse que los vehículos no excedan los pesos por eje máximos autorizados.

El Contratista deberá evitar la compactación de suelos debido al tránsito innecesario de maquinaria, sobre todo en aquellas áreas que no formen parte de la infraestructura básica de la obra vial. El Fiscalizador podrá ordenar la recuperación de aquellas áreas que hayan sido innecesariamente transitadas, por cuenta y cargo del Contratista.

Todo material que sea encontrado fuera de lugar, a causa de descuido en el transporte, como restos de hormigón, rocas, restos de vegetación, etc., será retirado por el Contratista y sin derecho a pago. En caso de no hacerlo, la Fiscalización podrá ordenar el retiro del material a terceros, a costo del Contratista.

224-03. Medición y Pago.- Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se considerarán en los rubros del contrato.

SECCIÓN 225 MANTENIMIENTO DEL TRÁNSITO

225-01. Descripción.- Este trabajo comprenderá todas las operaciones de mantenimiento requeridas para garantizar comodidad y seguridad del tránsito público que atraviese el proyecto, de conformidad con las estipulaciones de los numerales 103-1.07 y 102-3.09 de las especificaciones MOP-001-F-2000, con excepción de la conservación de desvíos, cuya construcción y mantenimiento esté previsto en la Sección 203.

El esquema de señalamiento de la vía será indicado en los planos o en las especificaciones especiales.

225-02. Procedimientos de Trabajo.- El Contratista empleará todos los medios necesarios durante todo el tiempo que dure el contrato para asegurar que el tránsito público pueda pasar por la obra con un mínimo de demoras, inconvenientes y peligros.

225-03. Medición.- Los trabajos de mantenimiento del tránsito se medirán por unidad completa, o sea, una suma global.

225-04. Pago.- La cantidad establecida en la forma indicada en el numeral anterior se pagará al precio que conste en el contrato, de acuerdo el rubro abajo designado. De no estar incluido en el contrato dicho rubro, deberá considerarse que todo el trabajo necesario para el mantenimiento del tránsito público será recompensado por los pagos efectuados para los varios rubros del contrato.

Este precio y pago constituirá la compensación total por el mantenimiento del tránsito, incluyendo toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

No.	del	Rubro	de	Pago	y	Designación
Unidad de Medición						

225-(1) Mantenimiento del Tránsito.....Suma
Global.

SECCION 227- PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE

227.1 Impermeabilización y revestimiento de suelos con la aplicación de geomembranas de fibras sintéticas.

227.1.01 Descripción Este trabajo consistirá en la colocación de una geomembrana de fibra sintética (PVC, polietileno), sobre suelo natural utilizada en la construcción de carreteras, reservorios, lagunas de oxidación, piscinas de recolección de lodos, lagunas de tratamiento de crudos, construcciones de túneles, canales y/o rellenos sanitarios. Se utilizará para la protección e impermeabilización de los suelos debido a su baja permeabilidad.

Para la función correcta de la geomembrana, es necesario la colocación de un geotextil, que actúa como refuerzo y como disipador de gases; en reservorios, embalses y lagunas de oxidación. En casos de rellenos sanitarios se usarán otros materiales geosintéticos, que serán utilizados de acuerdo al diseño.

227.2.02 Materiales Las geomembranas deberán satisfacer los requerimientos especificados en el contrato. Las geomembranas

son elementos elaborados con resinas vírgenes y selectas de polímeros (PVC o polietileno), las cuales son química y biológicamente inertes, muy resistentes a procesos degenerativos de los suelos.

El material que sirve de refuerzo y de disipador de gases, debe ser un geotextil de tipo no tejido, el mismo que ayuda de refuerzo a la geomembrana en el punzonamiento y la disipación de gases.

227.2.03.1 Ensayos y tolerancias La calidad de los materiales geosintéticos, geomembranas y geotextiles, deberán cumplir las características y especificaciones técnicas mínimas, indicadas en la Tabla 402.8.1 y Tabla 511.1.1.

227.2.04. Procedimiento de trabajo Las uniones longitudinales y transversales de la geomembrana, deberán ser pegadas y/o termoselladas con un traslapo entre 3 y 7 cm., de acuerdo a la naturaleza del polímero con que esté fabricado la geomembrana (PVC o polietileno) y a las recomendaciones del fabricante. Este traslapo deberá también mantenerse en el caso de que sea necesario efectuar reparaciones con parches o remiendos.

Una vez realizada la excavación y compactación del suelo natural y los taludes, se procederá a la colocación de la geomembrana, la cual debe estar debidamente termosellada y soldada en las uniones

de traslapo. Previamente a lo anterior se debe colocar el geotextil que servirá como refuerzo y disipador de gases.

El fiscalizador deberá comprobar que se cumplan los requerimientos y especificaciones establecidas en el contrato.

227.2.05 Mediciones La cantidad a pagarse por la colocación de la geomembra y el geotextil, de acuerdo a los documentos contractuales y las indicaciones del Fiscalizador, serán los de la superficie colocada de los materiales geosintéticos, medidos en metros cuadrados.

Se pagará además el volumen de material de excavación efectivamente empleado, de acuerdo con los volúmenes y dimensiones especificadas en los planos y medido en metros cúbicos, en los rubros correspondientes del contrato.

227.2.06 Pago Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para los rubros consignados a continuación.

Estos precios y pagos constituirán el valor total por el suministro, transporte y colocación de los materiales geosintéticos (geomembrana y geotextil); el suministro, transporte y excavación del material del suelo natural, así como por toda la mano de obra,

equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta subsección.

No. de Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
227-2 (1) Geomembrana.....	Metro cuadrado (m2)
227-2 (2) Geotextil.....	Metro cuadrado (m2)

SECCION 228 MOVILIZACIÓN

228-1.01. Descripción.- Esta operación consistirá en llevar al sitio de la obra al personal y equipo necesario para la ejecución de la misma, además se incluirá la provisión de equipo de laboratorio para el uso de la Fiscalización en el control de los trabajos, si así se estipula en las especificaciones especiales.

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.

El Contratante podrá requerir el suministro de equipo de laboratorio en beneficio de la fiscalización, en cuyo caso el listado de equipo será incluido en los documentos contractuales. También podrá incluirse el requerimiento de que el Contratista suministre vehículos para el uso del personal de la fiscalización.

228-1.03. Movilización de equipo.- El Contratista deberá hacer todos los arreglos necesarios con miras al oportuno embarque y transporte de sus plantas, maquinarias, vehículos y demás bienes que constituyen su equipo de construcción aprobado, a fin de que las varias unidades lleguen al lugar de la obra con suficiente anticipación y asegurar el avance normal de los trabajos, de acuerdo al programa de trabajo aprobado.

Cualquier unidad de equipo cuya capacidad y rendimiento no sean adecuados, deberá ser reemplazada por otra que demuestre ser satisfactoria.

228-1.04. Medición.- Los trabajos descritos en esta sección se medirán por unidad completa, o sea, los montos globales incluidos en el Contrato.

228-1.05. Pago.- La suma global que consta en el contrato como pago por concepto de movilización será desembolsada en forma escalonada, de acuerdo a lo estipulado en el numeral 103-5.05 de estas especificaciones. Las sumas globales establecidas en el contrato para la provisión vehículos y equipo de laboratorio, cuando estos rubros estén incluidos en el contrato, serán pagadas una vez terminados los trabajos (y entregados los equipos, vehículos e instrumentos especificados) a satisfacción del Fiscalizador, salvo que en los documentos contractuales se estipule otra forma de pago.

Las sumas globales que consten en el contrato para los rubros abajo designados constituirán la compensación total por toda la mano de obra, materiales, herramientas, equipo y operaciones conexas, en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

En caso de haber una rescisión del contrato, una parte del valor pagado al Contratista por movilización será reembolsada al Contratante. En estas circunstancias, el Contratista tendrá derecho a retener solamente la proporción de la suma global de este rubro, que corresponde a la relación entre el monto pagado por los rubros trabajados y el monto total del presupuesto del contrato.

Nº del Rubro de Pago y Designación de Medición	Unidad
228-1 (1) Movilización.....	Suma global
228-1 (2) Equipos para laboratorios de suelos.....	Suma global
228-1 (3) Suministro de vehículos para fiscalización.....	Suma global

228-1.06.- El plazo de entrega de los laboratorios y vehículos, no será mayor a la décima parte del plazo contractual para la ejecución de la obra, salvo que en el contrato se estipule otro plazo.

Ley de Gestión Ambiental

CAPITULO II

DE LA EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL Y DEL CONTROL AMBIENTAL

Art. 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 los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio.

Art. 20.- Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo.

Art. 21.- Los sistemas de manejo ambiental incluirán estudios de línea base; evaluación del impacto ambiental; evaluación de riesgos; planes de manejo; planes de manejo de riesgo; sistemas de monitoreo; planes de contingencia y mitigación; auditorías ambientales y planes de abandono. Una vez cumplidos estos requisitos y de conformidad con la calificación de los mismos, el Ministerio del ramo podrá otorgar o negar la licencia correspondiente.

Art. 23.- La evaluación del impacto ambiental comprenderá:

- a) La estimación de los efectos causados a la población humana, la biodiversidad, el suelo, el aire, el agua, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas presentes en el área previsiblemente afectada;
- b) Las condiciones de tranquilidad públicas, tales como: ruido, vibraciones, olores, emisiones luminosas, cambios térmicos y cualquier otro perjuicio ambiental derivado de su ejecución; y,

c) La incidencia que el proyecto, obra o actividad tendrá en los elementos que componen el patrimonio histórico, escénico y cultural.

Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Transito y Seguridad Vial

CAPITULO IV - DEL AMBIENTE

SECCION 1 - DE LA CONTAMINACION POR FUENTES MOVILES

Art. 211.- 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 permisibles de emisión de gases y ruidos contaminantes establecidos en el Reglamento.

6.5 Línea Base Ambiental

La línea de base ambiental implica una vista preliminar del estado inicial de los componentes ambientales (físicos, biológicos y socio-económico) de la zona del proyecto.

El componente físico implica el análisis de información de las características geológica, morfológicas, precipitaciones, clima entre otros.

Toda esta información se tomará de diferentes fuentes bibliográficas.

El componente biológico se realizó exploración in situ para reconocer flora y fauna, y para el apartado socio económico se utilizó información del INEC.

6.5.1 Caracterización del Medio Físico

Temperatura

Los valores de la temperatura oscilan entre los 24 y 26 grados centígrados, con una temperatura media anual de 24.3 grados centígrados, la zona es considerada de tipo Tropical Megatérmico Árido a Semiárido. Presentándose por lo general Soleado.

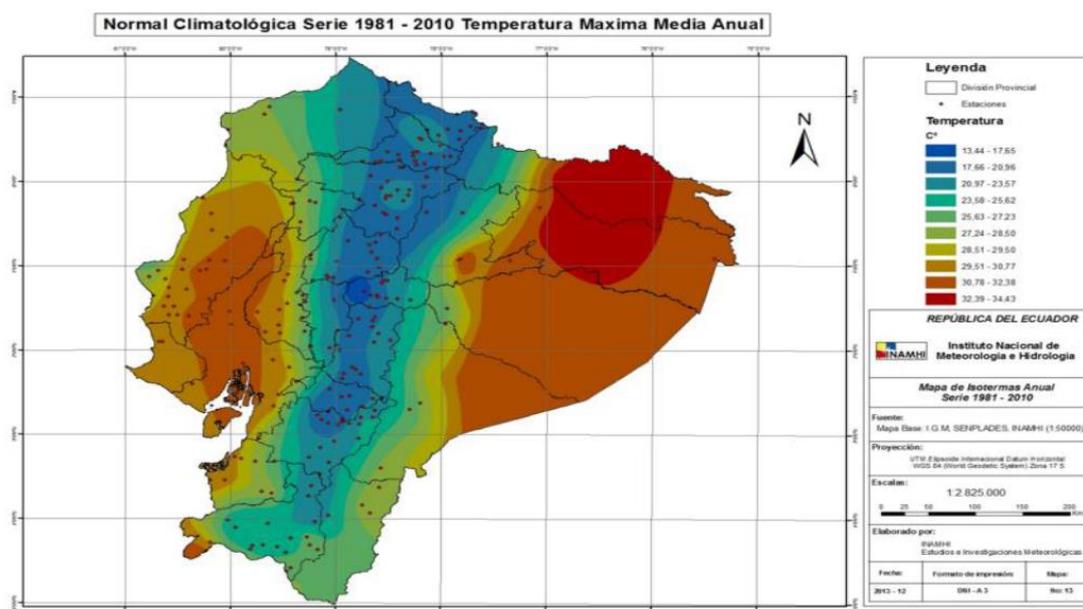


Figura 6.2 Temperatura Máxima Media Anual.
Fuente: INAMHI, 2014.

Precipitación

Por lo general las precipitaciones anuales son inferiores a 500 mm/m² concentrándose en los meses de enero a abril con una sola época de lluvia, esto variara por el efecto del fenómeno del niño (ENOS), la estación meteorológica más cercana es la M-173 que se situada en Villamil Playas.

Hidrografía

Dentro del proyecto se presentan varios cauces de ríos, perennes como efímeros que son:

- Río Ñacruz
- Río Tierra Colorada
- Río La Chillona
- Río Moñones
- Río La Rompida
- Estero Agua Blanca
- Río Tambiche
- Río Engunga

Nubosidad

Se consideran como la cantidad de nubes visibles y su valor medio a nivel mensual es de aproximadamente de 4% estos datos son tomados por el INOCAR.



Figura 6.3 Nubosidad.
Fuente: INOCAR, 2012.

Geología

El terreno se encuentra formado por varias combinaciones de Arcillas Limos gravas y arenas ya que se encuentra entre cerros como Las Animas y Engunga y del otro lado el mar por lo cual el material de la zona es producto de la erosión.

6.5.2 Caracterización del Medio Biológico

Flora

Presencia de cactus y varios arbustos con maleza es lo que más se verá afectado en la etapa de desbroce y limpieza, se listarán algunas especies de flora que se observaron en la zona:

- *Ipomoea pescaprae*
- *Heliotropum indicum*
- *Batis marítima*
- *Sesuvium portulacastrum*

Fauna

Las especies son diversas encontrando desde reptiles, aves, mamíferos, los cuales se verán afectados en su hábitat.

6.5.3 Caracterización del Medio Socio Económico

Mientras se ejecute las diferentes etapas del proyecto la movilidad se verá obstaculizada o demorada, en este caso la población de Engunga de aproximadamente 4500 habitantes que corresponde al 3.12 % de la población del Cantón Santa Elena según el censo del 2010 que en total tiene una población de 144,076 habitantes.

Gracias al INEC – (CAS-ESPOL) que en el 2013 realizo un estudio donde tenemos una división representativa entre la población urbana y rural del cantón Santa Elena.

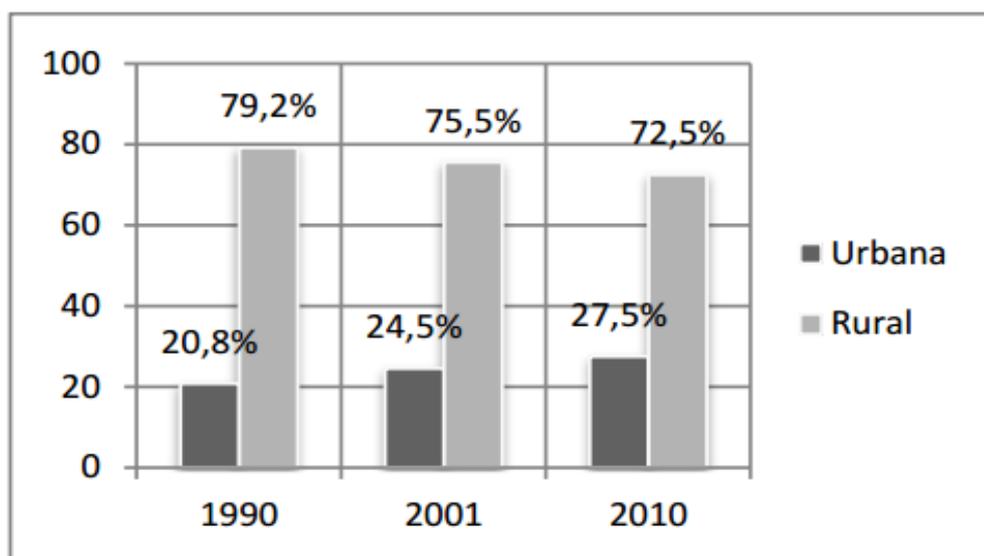


Figura 6.4 Porcentajes de Población Rural y Urbana del Cantón Santa Elena.

Fuente: INEC – (CAS – ESPOL, 2013).

El impacto será de carácter negativo pero temporal a corto plazo y reversible.

Pero al término de la obra se verá un beneficio que mejorará en un futuro cercano a la comunidad no solo en turismo sino en comercio.

6.6 Determinación de las áreas de influencia del proyecto

6.6.1 Área de Influencia Directa

Con información de las cartas topográficas de la provincia de Santa Elena y Guayas obtenidas del IGM y el levantamiento topográfico de los estudios realizados por la empresa Asociación ACM, se dispone que el área de influencia tenga una distancia de 60 metros contados desde el eje de la vía hacia ambos lados y en todo su trayecto, este valor corresponde para una carretera tipo II.

6.6.2 Área de Influencia Indirecta

A diferencia del área de influencia directa se establecen 100 m para este parámetro tomando las mismas consideraciones, desde el eje de la vía hacia ambos lados y en toda su trayectoria, considerando dentro de esta área especies vegetales, hábitat de animales, haciendas y viviendas.

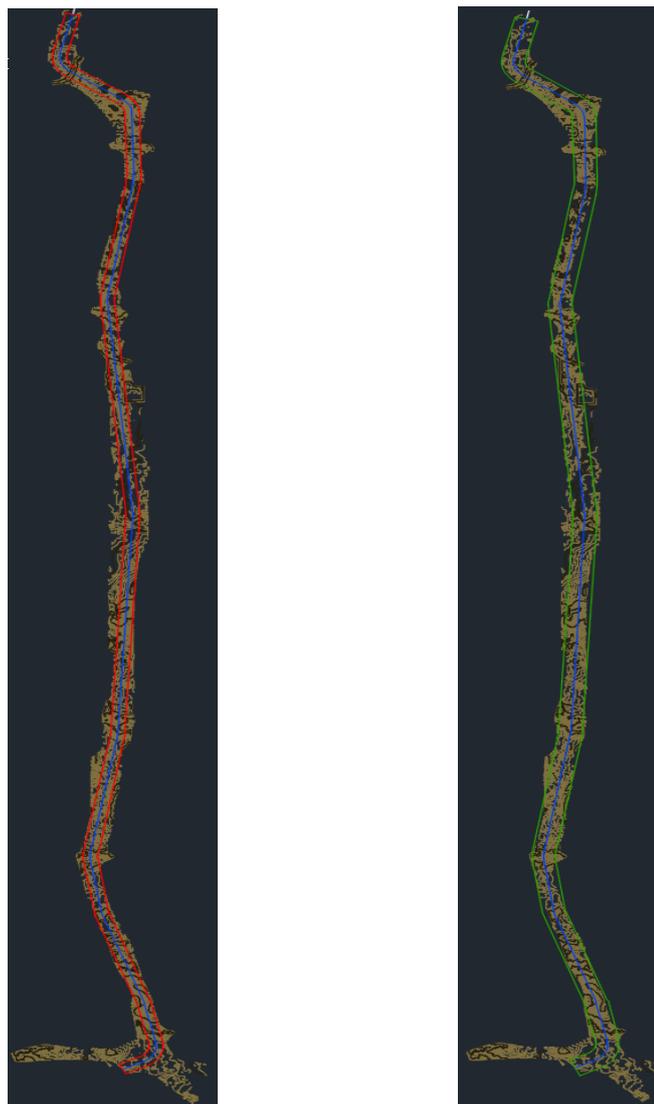


Figura 6.5 Áreas de Influencia Directa e Indirecta.
Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017

6.7 Impactos Ambientales

6.7.1 Impactos Ambientales Positivos

- Apertura como lugar turístico.

- Crecimiento social y económico debido a la nueva carretera, que brindara una mejor movilidad y conexión a las comunas cercanas.
- Disminución de daños y perjuicios en épocas invernales.
- Aumento en fuentes de empleo.
- Facilidad de movilización y acceso a servicios como centros educativos y centros de salud.

6.7.2 Impactos Ambientales Negativos

- Alteración en la cobertura vegetal y de la fauna del sector.
- Obstrucción en el paso vehicular y peatonal durante la fase de construcción.
- Contaminación del aire por presencia de material particulado, expulsión de humo y emisión de ruido de maquinarias.
- Contaminación de afluentes de agua subterránea y superficial, por la generación de desechos en la fase de construcción.
- Presencia de enfermedades en el personal de obra y comuneros que habitan en zonas cercanas a la construcción, por la emisión de polvo y contaminantes.

6.8 Valorización y Evaluación de los Impactos Ambientales

Dependiendo de cada etapa se darán diferentes actividades que generarán impactos negativos y positivos, en la siguiente tabla se listara que tipo de impacto genera cada actividad.

Mediante el método del Banco Interamericano de Desarrollo, hallamos la matriz VIA, la cual considera las actividades prioritarias y los medios que se ven afectados, calificándolos según su nivel de perjuicio para las diferentes etapas de construcción y operación de la vía.

Tabla XLVI. Actividades y Medios Afectados.

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		SOCIOECONOMICOS	
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA			X	X	X	X		X		X	X	
	INSTALACION DE CAMPAMENTO	X	X	X	X	X			X		X	X	
	MOVIMIENTO DE TIERRA (CORTE Y RELLENO)			X	X	X	X		X		X	X	
	RELLENO			X	X	X	X					X	
	COMPACTACIÓN			X	X		X					X	
	FORMACIÓN DE TERRAPLÉN DE RELLENO				X	X	X					X	
	RIEGO DE MATERIAL DE RELLENO	X			X		X					X	
	COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO			X	X		X					X	
	COLOCACIÓN DE BASE			X	X	X	X					X	
	NIVELACIÓN Y REPLANTEO			X	X	X	X					X	
	RIEGO DE MATERIAL DE BASE	X			X	X	X					X	
	COMPACTACIÓN DE BASE			X	X		X					X	
	ENCOFRADO BORDILLO CUNETA											X	
	COLOCACIÓN DE CARPETA DE RODADURA	X		X	X	X	X					X	
FUNDICIÓN DE BORDILLOS Y ACERA			X		X	X					X		
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO VEHICULAR				X	X	X		X				
	SEÑALIZACIÓN											X	
	REPARACIÓN DE GRIETAS EN HORMIGÓN					X	X					X	X
	LIMPIEZA DE BORDILLO CUNETA					X						X	X
	LIMPIEZA DE ALCANTARILLADO				X		X					X	X
	CAMBIO DE TRAMO DE CARPETA DE RODADURA				X	X	X					X	X

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

Tabla XLVII. Matriz de Valoración de Impacto Ambiental – Fase Constructiva.

MATRIZ DE VALORACION DE IMPACTO AMBIENTAL													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		SOCIOECONOMICOS	
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0.0	0.0	6.2	5.2	5.7	5.7	0.0	7.1	0.0	6.2	3.3	0.0
	INSTALACION DE CAMPAMENTO	2.7	2.7	3.8	2.7	2.7	0.0	0.0	3.2	0.0	3.2	2.0	0.0
	MOVIMIENTO DE TIERRA (CORTE Y RELLENO)	0.0	0.0	4.6	4.0	4.0	4.0	0.0	3.5	0.0	3.0	2.5	0.0
	RELLENO	0.0	0.0	1.7	2.2	1.7	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0
	COMPACTACIÓN	0.0	0.0	3.0	2.4	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0
	FORMACIÓN DE TERRAPLÉN DE RELLENO	0.0	0.0	0.0	2.2	1.7	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0
	RIEGO DE MATERIAL DE RELLENO	1.7	0.0	0.0	2.2	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0
	COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	0.0	0.0	1.7	2.2	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0
	COLOCACIÓN DE BASE	0.0	0.0	1.7	2.2	2.2	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0
	NIVELACIÓN Y REPLANTEO	0.0	0.0	2.4	3.0	2.4	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0
	RIEGO DE MATERIAL DE BASE	1.7	0.0	0.0	1.3	1.3	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0
	COMPACTACIÓN DE BASE	0.0	0.0	1.7	2.5	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0
	ENCOFRADO BORDILLO CUNETAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0
	COLOCACIÓN DE CARPETA DE RODADURA	1.7	0.0	1.7	2.2	1.7	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0
	FUNDICIÓN DE BORDILLOS Y ACERA	0.0	0.0	3.0	4.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

Tabla XLVIII. Matriz de Valoración de Impacto Ambiental – Fase Operación y Desmante.

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES		
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		SOCIOECONOMICO		
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO VEHICULAR	0.00	0.00	0.00	2.80	3.86	6.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	SEÑALIZACIÓN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.96	0.00
	REPARACIÓN DE GRIETAS EN HORMIGÓN	0.00	0.00	0.00	1.28	2.82	3.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.42	4.25
	LIMPIEZA DE BORDILLO CUNETA	0.00	0.00	0.00	0.00	4.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.71	4.25
	LIMPIEZA DE ALCANTARILLADO	0.00	0.00	0.00	3.89	0.00	3.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.42	4.25
	CAMBIO DE TRAMO DE CARPETA DE RODADURA	0.00	0.00	0.00	5.42	4.96	4.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.82	4.25

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

6.9 Plan de Manejo Ambiental

El Plan de Manejo Ambiental se basa en las matrices VIA y toma las actividades que generan el mayor impacto ambiental sobre la zona en las diferentes etapas del proyecto, Y de esta manera tomamos medidas ambientales para mitigar, rehabilitar, controlar y prevenir dichos impactos.

De esta manera se atenúa o corrige todo cambio que se de en el medio ambiente por las actividades más relevantes.

6.9.1 Medidas de Corrección o Mitigación

Toda acción que se toma para disminuir o anular impactos negativos durante las etapas del proyecto; minimiza y controla aquellos impactos que ocurren inevitablemente.

6.9.2 Medidas Compensatorias

Acciones que alivian o mejoran una situación entre los involucrados en la acción.

6.9.3 Medidas de Prevención

Acciones realizadas para prevenir y salvaguardar la integridad y salud de los miembros en una determinada obra.

6.9.4 Medidas de Contingencia

Acciones inmediatas ante situaciones de emergencia, que permiten evitar o mitigar impactos ya sean naturales o antrópicos.

Tabla XLIX. Plan de manejo ambiental fase de construcción.

IMPACTO	MEDIDAS	TIPOS DE MEDIDA	COSTO	RESPONSABLE
Contaminacion por ruido	Informar a los comuneros mediante charlas o afiches.	Preventiva	\$1,000.00	Fiscalizador y Constructor
	Control y monitoreo de ruido.	Correctiva	\$150.00	Constructor
Contaminacion por polvo	Riego de agua con tanquero, para evitar levantamiento de material particulado.	Correctiva	\$185.00	Constructor
	Control y monitoreo del aire	Correctiva	\$1,093.00	Constructor
Contaminacion por gas	Buen estado de maquinaria y realizar mantenimientos necesarios.	Correctiva	Sin Costo	Constructor
Afectacion de la calidad del suelo por diferentes actividades	Contar con letrinas, depositos de desechos para luego realizar el respectivo tratamiento o reciclaje.	Correctiva	Sin Costo	Constructor
Seguridad del Trabajador	Botiquines de primeros auxilios.	Preventiva	\$725.00	Fiscalizador y Constructor
	Equipar de equipos de seguridad a los obreros.	Preventiva	\$340.70	Constructor
Afectación a la Poblacion	Adecuar caminos de acceso.	Preventiva	Sin Costo	Constructor

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

Tabla L. Plan de manejo ambiental fase de operación y Desmonte.

IMPACTO	MEDIDAS	TIPOS DE MEDIDA	COSTO	RESPONSABLE
Falta de senalización vial	Colocación y mantenimiento de la señalética vial.	Preventiva	Incluido en Presupuesto	Constructor
Maleza en parte lateral de la vía	Desbroce de la maleza.	De Control	Sin Costo	Autoridad Municipal
Mantenimiento de la obra	Mantenimiento rutinario para tener la vía en buen estado.	Preventiva	Sin Costo	Autoridad Municipal
Almacenamiento de Combustibles	Sitio para almacenar combustibles.	Preventiva	Incluido en Presupuesto	Constructor
Limpieza de cunetas y alcantarillas	Limpiar periódicamente cunetas y alcantarillas para evitar la acumulación de basura.	Preventiva	Sin Costo	Autoridad Municipal

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

6.10 Costos Ambientales

Los costos ambientales se presentan a continuación en la Tabla XLVII.

Tabla LI. Plan de manejo ambiental fase de operación y Desmante.

CODIGO	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
11.1	Control de polvo	m3	50	\$3.70	\$185.00
11.2	Monitoreo de calidad de aire	u	3	\$364.33	\$1,093.00
11.3	Volantes informativos	u	500	\$2.00	\$1,000.00
11.4	Botiquin primeros auxilios	u	5	\$145.00	\$725.00
11.5	Monitoreo de ruido	u	3	\$50.00	\$150.00
11.6	Control de residuos	u	5	\$252.40	\$1,262.02
11.7	Equipo protección personal	u	10	\$34.00	\$340.00
				Total	\$4,755.02

Elaborado por: Gaona, F., Moreno, G., 2017.

6.11 Conclusiones

Se tomaron medidas necesarias para minimizar el daño de los impactos negativos que se dieron en la ejecución del proyecto, como base el informar a la población de lo que se va a realizar en la zona fue determinante ya que no solo los pobladores estaban de acuerdo a la realización de este proyecto, sino que disminuyo las molestias en los mismos.

Se identificó las diferentes actividades que pueden causar perjuicios y cuál es el recurso que se ve afectado, y aunque son inevitables se pueden mitigar realizando una forma o plan de manejo teniendo la línea

base del proyecto, pero no todo fueron impactos negativos sino también positivos que traen desarrollo a la zona.

Con la valoración de impactos mediante matrices se determinó la o las actividades que traen mayor las fases de construcción, operación y desmonte de la obra.

Para llevar a cabo el plan de manejo y asegurar la viabilidad del proyecto, la preservación y el equilibrio ambiental es necesario que se invierta un saldo de \$4755.02 dólares.

6.12 Recomendaciones

Se recomienda el uso del Plan de Manejo Ambiental establecido en el proyecto, si se desea se puede complementar medidas adicionales que se crean necesarias con el fin de minimizar de mejor manera los impactos que se generen tras la ejecución del proyecto en las diferentes etapas de construcción, operación y desmonte.

Que los pobladores conozcan sobre el desarrollo del proyecto y el beneficio que conlleva, ayudará a que se pueda proceder de mejor manera y se mantendrá con mayor cuidado.

CAPÍTULO 7

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO DETALLADO PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO	CARRETERA PTO. ENGABAO - ENGUNGA 12+605.45			GUSTAVO MORENO FERNANDO GAONA	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SANTA ELENA - GUAYAS				
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
No.	Rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
A	PRELIMINARES - INALACIONES PROVISIONALES				378,732.78
	PRELIMINARES				378,732.78
1	LETRERO DE SEÑALIZACION E IDENTIFICACION DE OBRA (2,4X4,8 m)	m ²	6.00	403.55	2,421.30
2	LIMPIEZA DE TERRENO Y DESALOJO	m ²	315,136.25	1.18	371,860.78
3	CERRAMIENTO PROVISIONAL YUTE + DESMONTAJE	m	70.00	5.31	371.70
4	CERRAMIENTO PROVISIONAL	m ²	250.00	7.10	1,775.00
5	INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL	Glb.	12.00	78.00	936.00
6	INSTALACIÓN DE AA. PP. PROVISIONAL	Glb.	12.00	114.00	1,368.00
B	MOVIMIENTO DE TIERRAS				4,689,807.89
	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,179,926.19
7	TRAZADO, REPLANTEO Y NIVELACIÓN	m ²	12,605.45	0.29	3,655.58
8	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICACIÓN MANUAL (INC. DESALOJO).	m ³	-	-	0.00
9	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICACIÓN (INC. DESAL)	m ³	295,545.38	3.98	1,176,270.61
10	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR EN SUELO DURO SOBRE NF - CONGLOMERADO - NO ROCA - (INC. DESALOJO HASTA 500 m)	m ³	-	-	0.00
	MEJORAMIENTO DEL TERRENO				3,509,881.70
11	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO	m ³	230,540.14	8.03	1,851,237.29
12	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO	m ³	49,854.55	14.74	734,856.14
13	RELLENO CON MATERIAL DE SUB-BASE CLASE I	m ³	35,610.40	23.75	845,746.91
14	RELLENO CON MATERIAL DE BASE CLASE I	m ³	-	-	0.00
15	DESALOJO	m ³	15,150.69	5.15	78,041.36
C	PAVIMENTO				2,245,625.88
	CAPA DE RODADURA				2,245,625.88
16	CAPA/RODADURA/H.ASFALT.MEZC/PLANTA E=7.5CM (INC. IMPRIMACION.)	m ²	142,441.59	7.83	1,115,613.89
17	TRANSPORTE MEZCLA ASFÁLTICA	m ³ /Km	847.50	0.27	225.01
18	HORMIGÓN ESTRUCTURAL CEMENTO PORTLAND F'c= 280 kg/cm ² , INC. ENCOFRADO (CUNETAS)	m ²	36,013.77	30.83	1,110,143.57
19	MARCAS DE PAVIMENTO. LÍNEAS DE SEPARACIÓN DE CARRILES (COLOR AMARILLO)	Km	5.04	311.18	1,569.02
20	TACHAS REFLECTIVAS	U	1,050.00	6.36	6,681.13
21	SEÑALES PREVENTIVAS CURVA ABIERTA IZQ. O DER. 750 X 750 mm.	U	20.00	191.68	3,833.62
22	SEÑALES PREVENTIVAS VELOCIDAD MÁXIMA 750 X 750 mm.	U	34.00	191.68	6,517.15
23	SEÑALES INFORMATIVA DE CARRETERAS 1500 X 1000 mm.	U	3.00	347.50	1,042.49
24	SEÑALES PREVENTIVAS NO REBASAR 750 X 750 mm.	U	20.00	191.68	3,833.62
D	SEGURIDAD AMBIENTAL				4,755.06
25	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	m ³	50.00	3.70	185.02
26	MONITORIO CONTROL DE AIRE	m ³	3.00	364.34	1,093.02
27	VOLANTES INFORMATIVOS	U	500.00	2.00	1,000.00
28	BOTIQUIN PRIMEROS AUXILIOS	U	5.00	145.00	725.00
29	PUNTO MONITOREO DE RUIDO	U	3.00	50.00	150.00
30	CONTROL DE RESIDUOS	MES	5.00	252.40	1,262.00
31	PROTECCIÓN PARA TRABAJADORES	U	10.00	34.00	340.02
PRECIO TOTAL DE LA OFERTA (SIN IVA) USD:					7,318,921.61
IVA				14.00%	1,024,649.03
TOTAL					8,343,570.64

PRESUPUESTO DETALLADO PAVIMENTO RÍGIDO

PROYECTO	CARRETERA PTO. ENGABAO - ENGUNGA 12+605.45		GUSTAVO MORENO FERNANDO GAONA		
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SANTA ELENA - GUAYAS				
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
No.	Rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
A	PRELIMINARES - INALACIONES PROVISIONALES				378,732.78
	PRELIMINARES				378,732.78
1	LETrero DE SEÑALIZACION E IDENTIFICACION DE OBRA (2,4X4,8 m)	m ²	6.00	403.55	2,421.30
2	LIMPIEZA DE TERRENO Y DESALOJO	m ²	315,136.25	1.18	371,860.78
3	CERRAMIENTO PROVISIONAL YUTE + DESMONTAJE	m	70.00	5.31	371.70
4	CERRAMIENTO PROVISIONAL	m ²	250.00	7.10	1,775.00
5	INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL	Glb.	12.00	78.00	936.00
6	INSTALACIÓN DE AA. PP. PROVISIONAL	Glb.	12.00	114.00	1,368.00
B	MOVIMIENTO DE TIERRAS				4,520,658.51
	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,179,926.19
7	TRAZADO, REPLANTEO Y NIVELACIÓN	m ²	12,605.45	0.29	3,655.58
8	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICACIÓN MANUAL (INC. DESALOJO).	m ³	-	-	0.00
9	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICACIÓN (INC. DESAL)	m ³	295,545.38	3.98	1,176,270.61
10	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR EN SUELO DURO SOBRE NF - CONGLOMERADO - NO ROCA - (INC. DESALOJO HASTA 500 m)	m ³	-	-	0.00
	MEJORAMIENTO DEL TERRENO				3,340,732.32
11	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO	m ³	230,540.14	8.03	1,851,237.29
12	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO	m ³	49,854.55	14.74	734,856.14
13	RELLENO CON MATERIAL DE SUB-BASE CLASE I	m ³	28,488.32	23.75	676,597.53
14	RELLENO CON MATERIAL DE BASE CLASE I	m ³	-	-	0.00
15	DESALOJO	m ³	15,150.69	5.15	78,041.36
C	PAVIMENTO				7,060,921.30
	CAPA DE RODADURA				7,060,921.30
16	CAPA/RODADURA/HORMIGON F'c= 280 Kg/cm2/PLANTA E=20 CM	m ²	92,019.79	64.45	5,931,134.32
17	HORMIGÓN ESTRUCTURAL CEMENTO PORTLAND f _c = 280 kg/cm ² , INC. ENCOFRADO (CUNETAS)	m ²	36,013.77	30.83	1,110,143.57
18	MARCAS DE PAVIMENTO. LÍNEAS DE SEPARACIÓN DE CARRILES (COLOR AMARILLO)	Km	5.04	311.18	1,569.02
19	TACHAS REFLECTIVAS	U	1,050.00	6.36	6,681.13
20	SEÑALES PREVENTIVAS CURVA ABIERTA IZQ. O DER. 750 X 750 mm.	U	20.00	191.68	3,833.62
21	SEÑALES PREVENTIVAS VELOCIDAD MÁXIMA 750 X 750 mm.	U	34.00	191.68	6,517.15
22	SEÑALES INFORMATIVA DE CARRETERAS 1500 X 1000 mm.	U	3.00	347.50	1,042.49
23	SEÑALES PREVENTIVAS NO REBASAR 750 X 750 mm.	U	20.00	191.68	3,833.62
D	SEGURIDAD AMBIENTAL				4,755.06
24	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	m ³	50.00	3.70	185.02
25	MONITORIO CONTROL DE AIRE	m ³	3.00	364.34	1,093.02
26	VOLANTES INFORMATIVOS	U	500.00	2.00	1,000.00
27	BOTIQUIN PRIMEROS AUXILIOS	U	5.00	145.00	725.00
28	PUNTO MONITOREO DE RUIDO	U	3.00	50.00	150.00
29	CONTROL DE RESIDUOS	MES	5.00	252.40	1,262.00
30	PROTECCIÓN PARA TRABAJADORES	U	10.00	34.00	340.02
PRECIO TOTAL DE LA OFERTA (SIN IVA) USD:					11,965,067.65
IVA				14.00%	1,675,109.47
T O T A L					13,640,177.12

PRESUPUESTO DETALLADO PAVIMENTO SEMIRRÍGIDO

PROYECTO	CARRETERA PTO. ENGABAO - ENGUNGA 12+605.45				GUSTAVO MORENO FERNANDO GAONA	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SANTA ELENA - GUAYAS					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS						
No.	Rubro	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	
A	PRELIMINARES - INALACIONES PROVISIONALES					378,732.78
	PRELIMINARES					378,732.78
1	LETREDO DE SEÑALIZACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE OBRA (2,4X4,8 m)	m ²	6.00	403.55	2,421.30	
2	LIMPIEZA DE TERRENO Y DESALOJO	m ²	315,136.25	1.18	371,860.78	
3	CERRAMIENTO PROVISIONAL YUTE + DESMONTAJE	m	70.00	5.31	371.70	
4	CERRAMIENTO PROVISIONAL	m ²	250.00	7.10	1,775.00	
5	INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL	Glb.	12.00	78.00	936.00	
6	INSTALACIÓN DE AA. PP. PROVISIONAL	Glb.	12.00	114.00	1,368.00	
B	MOVIMIENTO DE TIERRAS					4,942,285.60
	MOVIMIENTO DE TIERRAS					1,179,926.19
7	TRAZADO, REPLANTEO Y NIVELACIÓN	m ²	12,605.45	0.29	3,655.58	
8	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICACIÓN MANUAL (INC. DESALOJO).	m ³	-	-	0.00	
9	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICACIÓN (INC. DESAL)	m ³	295,545.38	3.98	1,176,270.61	
10	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR EN SUELO DURO SOBRE NF - CONGLOMERADO - NO ROCA - (INC. DESALOJO HASTA 500 m)	m ³	-	-	0.00	
	MEJORAMIENTO DEL TERRENO					3,762,359.41
11	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DEL SITIO	m ³	230,540.14	8.03	1,851,237.29	
12	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO	m ³	49,854.55	14.74	734,856.14	
13	RELLENO CON MATERIAL DE SUB-BASE CLASE I	m ³	35,610.40	30.84	1,098,224.62	
14	RELLENO CON MATERIAL SUELO CEMENTO	m ³	-	-	0.00	
15	DESALOJO	m ³	15,150.69	5.15	78,041.36	
C	PAVIMENTO					2,234,224.85
	CAPA DE RODADURA					2,234,224.85
16	CAPA/RODADURA/H.ASFALT.MEZC/PLANTA E=5CM (INC. IMPRIMACION.)	m ²	142,441.59	7.75	1,104,212.86	
17	TRANSPORTE MEZCLA ASFÁLTICA	m ³ /Km	847.50	0.27	225.01	
18	HORMIGÓN ESTRUCTURAL CEMENTO PORTLAND f'c= 280 kg/cm ² , INC. ENCOFRADO (CUNETAS)	m ³	36,013.77	30.83	1,110,143.57	
19	MARCAS DE PAVIMENTO. LÍNEAS DE SEPARACIÓN DE CARRILES (COLOR AMARILLO)	Km	5.04	311.18	1,569.02	
20	TACHAS REFLECTIVAS	U	1,050.00	6.36	6,681.13	
21	SEÑALES PREVENTIVAS CURVA ABIERTA IZQ. O DER. 750 X 750 mm.	U	20.00	191.68	3,833.62	
22	SEÑALES PREVENTIVAS VELOCIDAD MÁXIMA 750 X 750 mm.	U	34.00	191.68	6,517.15	
23	SEÑALES INFORMATIVA DE CARRETERAS 1500 X 1000 mm.	U	3.00	347.50	1,042.49	
24	SEÑALES PREVENTIVAS NO REBASAR 750 X 750 mm.	U	20.00	191.68	3,833.62	
D	SEGURIDAD AMBIENTAL					4,755.06
25	AGUA PARA CONTROL DE POLVO	m ³	50.00	3.70	185.02	
26	MONITORIO CONTROL DE AIRE	m ³	3.00	364.34	1,093.02	
27	VOLANTES INFORMATIVOS	U	500.00	2.00	1,000.00	
28	BOTIQUIN PRIMEROS AUXILIOS	U	5.00	145.00	725.00	
29	PUNTO MONITOREO DE RUIDO	U	3.00	50.00	150.00	
30	CONTROL DE RESIDUOS	MES	5.00	252.40	1,262.00	
31	PROTECCIÓN PARA TRABAJADORES	U	10.00	34.00	340.02	
PRECIO TOTAL DE LA OFERTA (SIN IVA) USD:						7,559,998.29
IVA				14.00%		1,058,399.76
TOTAL						8,618,398.05

CAPÍTULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Para el estudio de suelos se realizaron calicatas aproximadamente cada 2 km para tomar muestras del suelo y se procedió a realizar ensayos de granulometría, límites de Atterberg, proctor y CBR. Se pudo clasificar el tipo de suelo en cada punto y así mismo determinar la resistencia de los mismos, concluyendo que el material no es apto para utilizarlo en el desarrollo del proyecto. Debido a que no se pudieron efectuar ensayos en el sitio y de acuerdo a la geología del lugar, se puede establecer que en esta ubicación existe material de buena calidad por debajo de la capa meteorizada.

Se realizó el diseño vial de la carretera Puerto Engabao – Engunga la cual está catalogada como clase 2 bajo las normas establecidas por el MTOP, considerando peraltes, radios mínimos, distancia de visibilidad de parada, velocidad de diseño, longitudes de curva, velocidad de circulación, etc.

Se establecieron tres alternativas para el pavimento de la vía Puerto Engabao – Engunga, desarrollando los diseños de las mismas para poder definir cuál es la opción más factible para la vía del proyecto. Luego de comparar con distintos criterios, se escogió el pavimento asfáltico como la opción más factible teniendo una capa de rodadura de 7.5 cm de espesor y una sub base con espesor de 25 cm.

Se elaboró el presupuesto referencial con el respectivo análisis de precios unitarios para establecer el costo del proyecto, considerando el diseño vial y la seguridad ambiental, obteniendo como opción más económica la alternativa de pavimento flexible.

RECOMENDACIONES

Se deben realizar calicatas cada 500 metros para poder tener mayor precisión con respecto a los datos del suelo a lo largo de la vía del proyecto.

Investigar sobre los materiales existentes en las canteras cercanas al sitio de la construcción de la vía.

Se deben realizar los diseños de algunas obras complementarias que no están contempladas en este proyecto y a su vez encarecerían el mismo.

Se recomienda colocar como mínimo 35 cm de material importado como mejoramiento para el terraplén ya que el diseño fue realizado con un CBR de 20%.

Se recomienda usar pendiente de relleno de 3H: 1V y para corte una pendiente de 2H: 1V para evitar derrumbes o fallas en los taludes, de igual manera se recomienda hacer un análisis de estabilidad de taludes para garantizar la seguridad de la vía.

ANEXOS

ANEXO A

TABLAS ALINEAMIENTOS

1. DETALLE DEL ALINEAMIENTO DE LAS CURVAS HORIZONTALES

PI1	
X	548082.16
Y	9726483.44
α	67° 07' 52''
PC	0+448.13
PT	0+694.18
R	210.00
T	139.34
E	42.02
CL	232.21
F	35.02
LC	246.05
CHI1	

CURVA HORIZONTAL SIMPLE					
Curva horizontal:			CHI1		
PI:		1	$\alpha/2$:	33° 33' 56"	
Abcisa	Dist. Parcial	Dist. Acum.	Ang. Horizontal	Ang. Repl.	A.R. Acum.
0+448.13	0.00	0.00		0	0° 00' 00"
0+460.00	11.8691	11.87	1.619164642	1.61916464	1° 37' 09"
0+480.00	20.0000	31.87	2.728369703	4.34753434	4° 20' 51"
0+500.00	20.0000	51.87	2.728369703	7.07590405	7° 04' 33"
0+520.00	20.0000	71.87	2.728369703	9.80427375	9° 48' 15"
0+540.00	20.0000	91.87	2.728369703	12.5326435	12° 31' 58"
0+560.00	20.0000	111.87	2.728369703	15.2610132	15° 15' 40"
0+580.00	20.0000	131.87	2.728369703	17.9893829	17° 59' 22"
0+600.00	20.0000	151.87	2.728369703	20.7177526	20° 43' 04"
0+620.00	20.0000	171.87	2.728369703	23.4461223	23° 26' 46"
0+640.00	20.0000	191.87	2.728369703	26.174492	26° 10' 28"
0+660.00	20.0000	211.87	2.728369703	28.9028617	28° 54' 10"
0+680.00	20.0000	231.87	2.728369703	31.6312314	31° 37' 52"
0+694.18	14.1793	246.05	1.934318626	33.56555	33° 33' 56"
Total :	246.05				

PI2	
X	548862.57
Y	9726473.86
α	52° 43' 19"
PC	1+231.24
PT	1+424.47
R	210.00
T	104.07
E	24.37
CL	186.49
F	21.84
LC	193.24
CHD1	

CURVA HORIZONTAL SIMPLE					
Curva horizontal:			CHD1		
PI:		2	$\alpha/2$:	26° 21' 40"	
Abcisa	Dist. Parcial	Dist. Acum.	Ang. Horizontal	Ang. Repl.	A.R. Acum.
1+231.24	0.00	0.00		0.00	0° 00' 00"
1+240.00	8.7631	8.76	1.195450533	1.20	1° 11' 44"
1+260.00	20.0000	28.76	2.728373595	3.92	3° 55' 26"
1+280.00	20.0000	48.76	2.728373595	6.65	6° 39' 08"
1+300.00	20.0000	68.76	2.728373595	9.38	9° 22' 50"
1+320.00	20.0000	88.76	2.728373595	12.11	12° 06' 32"
1+340.00	20.0000	108.76	2.728373595	14.84	14° 50' 14"
1+360.00	20.0000	128.76	2.728373595	17.57	17° 33' 56"
1+380.00	20.0000	148.76	2.728373595	20.29	20° 17' 39"
1+400.00	20.0000	168.76	2.728373595	23.02	23° 01' 21"
1+420.00	20.0000	188.76	2.728373595	25.75	25° 45' 03"
1+424.47	4.4729	193.24	0.610187113	26.36	26° 21' 40"
Total :	193.24				

PI3	
X	549386.14
Y	9725768.22
α	10° 31' 54"
PC	2+179.72
PT	2+218.32
R	210.00
T	19.35
E	0.89
CL	38.55
F	0.89
LC	38.60
CHD2	

CURVA HORIZONTAL SIMPLE					
Curva horizontal:			CHD2		
Pl:		3	$\alpha/2$:	5° 15' 57"	
Abcisa	Dist. Parcial	Dist. Acum.	Ang. Horizontal	Ang. Repl.	A.R. Acum.
2+179.72	0.00	0.00		0.00	0° 00' 00"
2+180.00	0.28	0.28	0.038619814	0.03861981	0° 02' 19"
2+200.00	20.00	20.28	2.728351373	2.76697119	2° 46' 01"
2+218.32	18.32	38.60	2.498828814	5.2658	5° 15' 57"
Total :	38.60				

PI4	
X	549982.91
Y	9724546.97
α	14° 29' 47"
PC	3+531.51
PT	3+584.64
R	210.00
T	26.71
E	1.69
CL	52.99
F	1.68
LC	53.13
CH12	

CURVA HORIZONTAL SIMPLE					
Curva horizontal:			CHI2		
PI:		4	$\alpha/2$:	7° 14' 53"	
Abcisa	Dist. Parcial	Dist. Acum.	Ang. Horizontal	Ang. Repl.	A.R. Acum.
3+531.51	0.00	0.00		0.00	0° 00' 00"
3+540.00	8.49	8.49	1.158132467	1.16	1° 09' 29"
3+560.00	20.00	28.49	2.728355793	3.89	3° 53' 11"
3+580.00	20.00	48.49	2.728355793	6.61	6° 36' 53"
3+584.64	4.64	53.13	0.633305947	7.25	7° 14' 53"
Total :	53.13				

PI5	
X	551580.51
Y	9722679.02
α	8° 18' 10"
PC	6+000.65
PT	6+031.08
R	210.00
T	15.24
E	0.55
CL	30.40
F	0.55
LC	30.43
CHD3	

CURVA HORIZONTAL SIMPLE					
Curva horizontal:			CHD3		
PI:		5	$\alpha/2$:	4° 09' 05"	
Abcisa	Dist. Parcial	Dist. Acum.	Ang. Horizontal	Ang. Repl.	A.R. Acum.
6+000.65	0.00	0.00		0	0° 00' 00"
6+020.00	19.3465	19.35	2.639225406	2.63922541	2° 38' 21"
6+031.08	11.0848	30.43	1.512174594	4.1514	4° 09' 05"
Total :	30.43				

PI6	
X	552831.41
Y	9720695.43
α	4° 48' 05"
PC	8+352.11
PT	8+369.71
R	210.00
T	8.80
E	0.18
CL	17.59
F	0.18
LC	17.60
CHD4	

CURVA HORIZONTAL SIMPLE					
Curva horizontal:			CHD4		
PI:		6	$\alpha/2 :$	2° 24' 03"	
Abcisa	Dist. Parcial	Dist. Acum.	Ang. Horizontal	Ang. Repl.	A.R. Acum.
8+352.11	0.00	0.00		0.00	0° 00' 00"
8+360.00	7.89	7.89	1.075804411	1.075804411	1° 04' 33"
8+369.71	9.71	17.60	1.324845589	2.40065	2° 24' 02"
Total :	17.60				

PI7	
X	553565.11
Y	9719282.11
α	15° 43' 08"
PC	9+924.33
PT	9+981.94
R	210.00
T	28.99
E	1.99
CL	57.43
F	1.97
LC	57.61
CHI3	

CURVA HORIZONTAL SIMPLE					
Curva horizontal:			CHI3		
PI:		7	$\alpha/2$:	7° 51' 34"	
Abcisa	Dist. Parcial	Dist. Acum.	Ang. Horizontal	Ang. Repl.	A.R. Acum.
9+924.33	0.00	0.00		0	0° 00' 00"
9+940.00	15.67	15.67	2.137694812	2.13769481	2° 08' 16"
9+960.00	20.00	35.67	2.728356769	4.86605158	4° 51' 58"
9+980.00	20.00	55.67	2.728356769	7.59440835	7° 35' 40"
9+981.94	1.94	57.61	0.264991651	7.8594	7° 51' 34"
Total :	57.61				

PI8	
X	554005.50
Y	9718812.39
α	11° 54' 50"
PC	10+574.92
PT	10+618.59
R	210.00
T	21.91
E	1.14
CL	43.59
F	1.13
LC	43.67
CHI4	

CURVA HORIZONTAL SIMPLE					
Curva horizontal:			CHI4		
PI:		8	$\alpha/2:$	5° 57' 25"	
Abcisa	Dist. Parcial	Dist. Acum.	Ang. Horizontal	Ang. Repl.	A.R. Acum.
10+574.92	0.00	0.00		0.00	0° 00' 00"
10+580.00	5.076	5.08	0.692447162	0.69	0° 41' 33"
10+600.00	20.00	25.08	2.728371963	3.42	3° 25' 15"
10+618.59	18.59	43.67	2.536130875	5.96	5° 57' 25"
Total :	43.67				

PI9	
X	554907.30
Y	9718182.53
α	7° 46' 00"
PC	11+682.40
PT	11+710.87
R	210.00
T	14.26
E	0.48
CL	28.44
F	0.48
LC	28.47
CHD5	

CURVA HORIZONTAL SIMPLE					
Curva horizontal:			CHD5		
PI:	9		$\alpha/2$:	3° 53' 00"	
Abcisa	Dist. Parcial	Dist. Acum.	Ang. Horizontal	Ang. Repl.	A.R. Acum.
11+682.40	0.00	0.00		0	0° 00' 00"
11+700.00	17.60	17.60	2.400606041	2.40060604	2° 24' 02"
11+710.87	10.87	28.47	1.482693959	3.8833	3° 53' 00"
Total :	28.47				

PI10	
X	555356.40
Y	9717768.14
α	75° 08' 58"
PC	12+146.12
PT	12+421.56
R	210.00
T	161.57
E	54.96
CL	256.11
F	43.56
LC	275.44
CHD6	

CURVA HORIZONTAL SIMPLE					
Curva horizontal:			CHD6		
PI:		10	$\alpha/2$:	37° 34' 29"	
Abcisa	Dist. Parcial	Dist. Acum.	Ang. Horizontal	Ang. Repl.	A.R. Acum.
12+146.12	0.00	0.00		0.00	0° 00' 00"
12+160.00	13.88	13.88	1.893613269	1.89	1° 53' 37"
12+180.00	20.00	33.88	2.728372467	4.62	4° 37' 19"
12+200.00	20.00	53.88	2.728372467	7.35	7° 21' 01"
12+220.00	20.00	73.88	2.728372467	10.08	10° 04' 43"
12+240.00	20.00	93.88	2.728372467	12.81	12° 48' 26"
12+260.00	20.00	113.88	2.728372467	15.54	15° 32' 08"
12+280.00	20.00	133.88	2.728372467	18.26	18° 15' 50"
12+300.00	20.00	153.88	2.728372467	20.99	20° 59' 32"
12+320.00	20.00	173.88	2.728372467	23.72	23° 43' 14"
12+340.00	20.00	193.88	2.728372467	26.45	26° 26' 56"
12+360.00	20.00	213.88	2.728372467	29.18	29° 10' 38"
12+380.00	20.00	233.88	2.728372467	31.91	31° 54' 21"
12+400.00	20.00	253.88	2.728372467	34.63	34° 38' 03"
12+420.00	20.00	273.88	2.728372467	37.36	37° 21' 45"
12+421.56	1.56	275.44	0.212294662	37.57	37° 34' 29"
Total :	275.44				

2. DETALLE DEL ALINEAMIENTO DE LAS CURVAS VERTICALES

CURVA VERTICAL N° 1				dvp m: 135.00	
PIV1 0+335.94		Cota PIV1	8.80	Tipo : Convexa	
Vd km/h: 80		m1% : -0.10%		Lcv m: 150.00	
f: 0.32		m2% : -0.30%		A: 0.20	
Abscisa	G	Cota sobre tg	y	Cota sobre la	
PCV1	0+260.94	-0.10%	8.87	0.00	8.87
	0+275.94	-0.10%	8.86	0.00	8.86
	0+295.94	-0.10%	8.84	-0.01	8.83
	0+315.94	-0.10%	8.82	-0.02	8.80
PIV1	0+335.94	-0.10%	8.80	-0.04	8.76
		-0.30%			
	0+355.94	-0.30%	8.74	-0.02	8.72
	0+375.94	-0.30%	8.68	-0.01	8.67
	0+395.94	-0.30%	8.62	0.00	8.62
PTV1	0+410.94	-0.30%	8.57	0.00	8.57

CURVA VERTICAL N° 2				dvp m: 136.00	
PIV2 0+984.35		Cota PIV2 6.85		Tipo : Cóncavo	
Vd km/h: 80		m1% : -0.30%		Lcv m: 150.00	
f: 0.32		m2 %: 0.50%		A: 0.8	
Abscisa		G	Cota sobre tg	y	Cota sobre la
PCV2	0+909.35	-0.30%	7.08	0.00	7.08
	0+924.35	-0.30%	7.03	-0.01	7.03
	0+944.35	-0.30%	6.97	-0.03	6.94
	0+964.35	-0.30%	6.91	-0.08	6.83
PIV2	0+984.35	-0.30%	6.85	-0.15	6.70
		0.50%			
	1+004.35	0.50%	6.95	-0.08	6.87
	1+024.35	0.50%	7.05	-0.03	7.02
	1+044.35	0.50%	7.15	-0.01	7.15
PTV2	1+059.35	0.50%	7.23	0.00	7.23

CURVA VERTICAL N° 3				dvp m: 137.00	
PIV3 1+821.52		Cota PIV3 11.04		Tipo : Cóncavo	
Vd km/h: 80		m1% : 0.50%		Lcv m: 150.00	
f: 0.32		m2 %: 0.70%		A: 0.2	
Abscisa		G	Cota sobre tg	y	Cota bajo la
PCV3	1+746.52	0.50%	10.66	0.00	10.66
	1+761.52	0.50%	10.74	0.00	10.74
	1+781.52	0.50%	10.84	-0.01	10.83
	1+801.52	0.50%	10.94	-0.02	10.92
PIV3	1+821.52	0.50%	11.04	-0.04	11.00
		0.70%			
	1+841.52	0.70%	11.18	-0.02	11.16
	1+861.52	0.70%	11.32	-0.01	11.31
	1+881.52	0.70%	11.46	0.00	11.46
PTV3	1+896.52	0.70%	11.56	0.00	11.56

CURVA VERTICAL N° 4				dvp m: 137.00	
PIV4 2+541.29		Cota PIV4	16.08	Tipo : Convexa	
Vd km/h: 80		m1% : 0.70%		Lcv m: 150.00	
f: 0.32		m2 %: -0.40%		A: 1.1	
Abscisa		G	Cota sobre tg	y	Cota bajo la
PCV4	2+466.29	0.70%	15.55	0.00	15.55
	2+481.29	0.70%	15.66	0.01	15.67
	2+501.29	0.70%	15.80	0.04	15.84
	2+521.29	0.70%	15.94	0.11	16.05
PIV4	2+541.29	0.70%	16.08	0.21	16.28
		-0.40%			
	2+561.29	-0.40%	16.00	0.11	16.11
	2+581.29	-0.40%	15.92	0.04	15.96
	2+601.29	-0.40%	15.84	0.01	15.85
PTV4	2+616.29	-0.40%	15.78	0.00	15.78

CURVA VERTICAL N° 5				dvp m: 135.00	
PIV5 3+779.36		Cota PIV5	11.13	Tipo : Cóncavo	
Vd km/h: 80		m1% : -0.40%		Lcv m: 150.00	
f: 0.32		m2 %: 0.20%		A: 0.6	
Abscisa		G	Cota sobre tg	y	Cota bajo la
PCV5	3+704.36	-0.40%	11.43	0.00	11.43
	3+719.36	-0.40%	11.37	0.00	11.37
	3+739.36	-0.40%	11.29	0.01	11.29
	3+759.36	-0.40%	11.21	0.02	11.23
PIV5	3+779.36	-0.40%	11.13	0.04	11.16
		0.20%			
	3+799.36	0.20%	11.17	0.02	11.19
	3+819.36	0.20%	11.21	0.01	11.21
	3+839.36	0.20%	11.25	0.00	11.25
PTV5	3+854.36	0.20%	11.28	0.00	11.28

CURVA VERTICAL N° 6				dvp m: 136.00	
PIV6 5+060.97		Cota PIV5 13.69		Tipo : Cóncavo	
Vd km/h: 80		m1% : 0.20%		Lcv m: 150.00	
f: 0.32		m2 %: 0.30%		A: 0.10	
Abscisa	G	Cota sobre tg	y	Cota bajo la	
PCV6	4+985.97	0.20%	13.54	0.00	13.54
	5+000.97	0.20%	13.57	0.00	13.57
	5+020.97	0.20%	13.61	0.00	13.60
	5+040.97	0.20%	13.65	-0.01	13.64
PIV6	5+060.97	0.20%	13.69	-0.02	13.67
		0.30%			
	5+080.97	0.30%	13.75	-0.01	13.74
	5+100.97	0.30%	13.81	0.00	13.80
	5+120.97	0.30%	13.87	0.00	13.87
PTV6	5+135.97	0.30%	13.91	0.00	13.91

CURVA VERTICAL N° 7				dvp m: 136.00	
PIV7 6+474.64		Cota PIV5 17.93		Tipo : Cóncavo	
Vd km/h: 80		m1% : 0.30%		Lcv m: 150.00	
f: 0.32		m2 %: 0.60%		A: 0.30	
Abscisa	G	Cota sobre tg	y	Cota bajo la	
PCV7	6+399.64	0.30%	17.71	0.00	17.71
	6+414.64	0.30%	17.75	0.00	17.75
	6+434.64	0.30%	17.81	-0.01	17.80
	6+454.64	0.30%	17.87	-0.03	17.84
PIV7	6+474.64	0.30%	17.93	-0.06	17.87
		0.60%			
	6+494.64	0.60%	18.05	-0.03	18.02
	6+514.64	0.60%	18.17	-0.01	18.16
	6+534.64	0.60%	18.29	0.00	18.29
PTV7	6+549.64	0.60%	18.38	0.00	18.38

CURVA VERTICAL N° 8				dvp m: 136.00	
PIV8	7+114.22	Cota PIV5	21.77	Tipo : Convexa	
Vd km/h:	80	m1% :	0.60%	Lcv m: 150.00	
f:	0.32	m2 %:	-0.30%	A: 0.90	
Abscisa	G	Cota sobre tg	y	Cota bajo la	
PCV8	7+039.22	0.60%	21.32	0.00	21.32
	7+054.22	0.60%	21.41	-0.01	21.40
	7+074.22	0.60%	21.53	-0.04	21.49
	7+094.22	0.60%	21.65	-0.09	21.56
PIV8	7+114.22	0.60%	21.77	-0.17	21.60
		-0.30%			
	7+134.22	-0.30%	21.71	-0.09	21.62
	7+154.22	-0.30%	21.65	-0.04	21.61
	7+174.22	-0.30%	21.59	-0.01	21.58
PTV8	7+189.22	-0.30%	21.54	0.00	21.54

CURVA VERTICAL N° 9				dvp m: 135.00	
PIV9	8+904.48	Cota PIV5	16.40	Tipo : Cóncavo	
Vd km/h:	80	m1% :	-0.30%	Lcv m: 150.00	
f:	0.32	m2 %:	0.20%	A: 0.50	
Abscisa	G	Cota sobre tg	y	Cota bajo la	
PCV9	8+829.48	-0.30%	16.62	0.00	16.62
	8+844.48	-0.30%	16.58	0.00	16.57
	8+864.48	-0.30%	16.52	-0.02	16.50
	8+884.48	-0.30%	16.46	-0.05	16.41
PIV9	8+904.48	-0.30%	16.40	-0.09	16.30
		0.20%			
	8+924.48	0.20%	16.44	-0.05	16.39
	8+944.48	0.20%	16.48	-0.02	16.46
	8+964.48	0.20%	16.52	0.00	16.51
PTV9	8+979.48	0.20%	16.55	0.00	16.55

CURVA VERTICAL N° 10				dvp m: 135.00	
PIV10 10+469.11		Cota PIV5	19.53	Tipo : Convexa	
Vd km/h: 80		m1% :	0.20%	Lcv m: 150.00	
f: 0.32		m2 %:	-0.50%	A: 0.70	
Abscisa		G	Cota sobre tg	y	Cota bajo la
PCV10	10+394.11	0.20%	19.38	0.00	19.38
	10+409.11	0.20%	19.41	0.01	19.41
	10+429.11	0.20%	19.45	0.03	19.47
	10+449.11	0.20%	19.49	0.07	19.56
	10+469.11	0.20%	19.53	0.13	19.66
PIV10	10+469.11	-0.50%	19.53	0.13	19.66
	10+489.11	-0.50%	19.43	0.07	19.50
	10+509.11	-0.50%	19.33	0.03	19.35
	10+529.11	-0.50%	19.23	0.01	19.23
PTV10	10+544.11	-0.50%	19.15	0.00	19.15

CURVA VERTICAL N° 11				dvp m: 136.00	
PIV11 11+518.90		Cota PIV5	14.28	Tipo : Cóncavo	
Vd km/h: 80		m1% :	-0.50%	Lcv m: 150.00	
f: 0.32		m2 %:	0.60%	A: 1.10	
Abscisa		G	Cota sobre tg	y	Cota bajo la
PCV11	11+443.90	-0.50%	14.65	0.00	14.65
	11+458.90	-0.50%	14.58	-0.01	14.57
	11+478.90	-0.50%	14.48	-0.04	14.43
	11+498.90	-0.50%	14.38	-0.11	14.27
	11+518.90	-0.50%	14.28	-0.21	14.07
PIV11	11+518.90	0.60%	14.28	-0.21	14.07
	11+538.90	0.60%	14.40	-0.11	14.29
	11+558.90	0.60%	14.52	-0.04	14.47
	11+578.90	0.60%	14.64	-0.01	14.63
PTV11	11+593.90	0.60%	14.73	0.00	14.73

CURVA VERTICAL N° 12				dvp m: 136.00	
PIV11 12+310.01		Cota PIV5	19.02	Tipo : Convexa	
Vd km/h: 80		m1% :	0.60%	Lcv m: 150.00	
f: 0.32		m2% :	-0.90%	A: 1.50	
Abscisa		G	Cota sobre tg	y	Cota bajo la
PCV12	12+235.01	0.60%	18.57	0.00	18.57
	12+250.01	0.60%	18.66	0.01	18.67
	12+270.01	0.60%	18.78	0.06	18.84
	12+290.01	0.60%	18.90	0.15	19.05
	12+310.01	0.60%	19.02	0.28	19.30
PIV12	12+310.01	-0.90%	19.02	0.28	19.30
	12+330.01	-0.90%			
	12+350.01	-0.90%	18.84	0.15	18.99
	12+370.01	-0.90%	18.66	0.06	18.72
	12+385.01	-0.90%	18.48	0.01	18.49
PTV12	12+385.01	-0.90%	18.35	0.00	18.35

3. DETALLE PERALTES

Curva Horizpntal N° 1	
CHI1	
Vd (km/h)	80.00
R (m)	210.00
Lc (m)	246.05
e (%)	10.00%
a (m)	7.30
i (%)	0.50%
Lp (m)	73.00
x (m)	14.60
b (%)	2%
Ancho (m)	3.65

Curva Vertical N° 1	
Convexa	
m1%	-0.10%
m2%	-0.30%
A	0.20
Lcv m	150.00
PCV 1	0+260.94
PIV 1	0+335.94
PTV 1	0+410.94

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	0+384.86	8.58	8.65	8.58
B	0+399.46	8.61	8.61	8.61
	0+400.00	8.62	8.60	8.59
C	0+414.06	8.64	8.56	8.49
	0+420.00	8.65	8.54	8.43
	0+440.00	8.67	8.48	8.30
PC	0+448.13	8.72	8.46	8.20
	0+460.00	8.75	8.42	8.10
D	0+472.46	8.75	8.39	8.02
	0+480.00	8.73	8.36	8.00
	0+500.00	8.67	8.30	7.94
	0+520.00	8.61	8.24	7.88
	0+540.00	8.55	8.18	7.82
	0+560.00	8.49	8.12	7.76
	0+580.00	8.43	8.06	7.70
	0+600.00	8.37	8.00	7.64
	0+620.00	8.31	7.94	7.58
	0+640.00	8.25	7.88	7.52
	0+660.00	8.19	7.82	7.46
D'	0+669.85	8.16	7.79	7.43
	0+680.00	8.09	7.76	7.42
PT	0+694.18	7.98	7.72	7.46
	0+700.00	7.89	7.70	7.52
	0+720.00	7.75	7.64	7.59
C'	0+728.25	7.69	7.62	7.54
	0+740.00	7.64	7.58	7.53
B'	0+742.85	7.57	7.57	7.57
A'	0+757.45	7.46	7.53	7.46

Curva Horizontal N° 2	
CHD1	
Vd (km/h)	80.00
R (m)	210.00
Lc (m)	193.24
e (%)	10.00%
a (m)	7.30
i (%)	0.50%
Lp (m)	73.00
x (m)	14.60
b (%)	2%
Ancho (m)	3.65

Curva Vertical N° 2	
Cóncavo	
m1%	-0.30%
m2%	0.50%
A	0.80
Lcv m	150.00
PCV 2	0+909.35
PIV 2	0+984.35
PTV 2	1+059.35

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	1+167.97	7.70	7.77	7.70
	1+180.00	7.76	7.83	7.76
B	1+182.57	7.85	7.85	7.77
C	1+197.17	7.99	7.92	7.81
	1+200.00	8.12	7.93	7.82
	1+220.00	8.29	8.03	7.83
	1+231.24	8.38	8.09	7.84
PC	1+240.00	8.46	8.13	7.84
D	1+255.57	8.58	8.21	7.85
	1+260.00	8.60	8.23	7.87
	1+280.00	8.70	8.33	7.97
	1+300.00	8.80	8.43	8.07
	1+320.00	8.90	8.53	8.17
	1+340.00	9.00	8.63	8.27
	1+360.00	9.10	8.73	8.37
	1+380.00	9.20	8.83	8.47
D'	1+400.14	9.30	8.93	8.57
	1+420.00	9.31	9.03	8.74
PT	1+424.47	9.29	9.05	8.83
	1+440.00	9.29	9.13	8.98
C'	1+458.54	9.29	9.22	9.15
	1+460.00	9.29	9.23	9.15
B'	1+473.14	9.29	9.29	9.29
	1+480.00	9.29	9.33	9.29
A'	1+487.74	9.29	9.37	9.29

Curva Horizontal N° 3	
CHD2	
Vd (km/h)	80.00
R (m)	210.00
Lc (m)	38.60
e (%)	10.00%
a (m)	7.30
i (%)	0.50%
Lp (m)	73.00
x (m)	14.60
b (%)	2%
Ancho (m)	3.65

Curva Vertical N° 3	
Cóncavo	
m1%	0.50%
m2%	0.70%
A	0.20
Lcv m	150.00
PCV 3	1+746.52
PIV 3	1+821.52
PTV 3	1+896.52

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	2+116.45	13.03	13.11	13.03
	2+120.00	13.06	13.13	13.06
B	2+131.05	13.21	13.21	13.21
	2+140.00	13.34	13.27	13.22
C	2+145.65	13.38	13.31	13.24
	2+160.00	13.52	13.41	13.27
PC	2+179.72	13.73	13.55	13.29
	2+180.00	13.81	13.55	13.30
	2+200.00	14.02	13.69	13.40
D	2+204.05	14.09	13.72	13.36
PT	2+218.32	14.19	13.82	13.49
	2+220.00	14.20	13.83	13.58
	2+240.00	14.15	13.97	13.92
C'	2+252.39	14.13	14.06	13.99
	2+260.00	14.15	14.11	14.04
B'	2+266.99	14.16	14.16	14.09
	2+280.00	14.18	14.25	14.18
A'	2+281.59	14.19	14.26	14.19

Curva Horizontal N° 4	
CHI2	
Vd (km/h)	80.00
R (m)	210.00
Lc (m)	53.13
e (%)	10.00%
a (m)	7.30
i (%)	0.50%
Lp (m)	73.00
x (m)	14.60
b (%)	2%
Ancho (m)	3.65

Curva Vertical N° 4	
Convexa	
m1%	0.70%
m2%	-0.40%
A	1.10
Lcv m	150.00
PCV 4	2+466.29
PIV 4	2+541.29
PTV 4	2+616.29

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	3+468.24	12.30	12.37	12.30
	3+480.00	12.31	12.33	12.31
B	3+482.84	12.31	12.31	12.31
	3+497.44	12.33	12.26	12.20
	3+500.00	12.36	12.25	12.14
	3+520.00	12.37	12.17	11.98
	PC	3+531.51	12.38	12.12	11.86
	3+540.00	12.40	12.09	11.78
	D	3+555.84	12.39	12.02	11.66
	3+560.00	12.37	12.01	11.64
	D'	3+560.31	12.37	12.00	11.64
	3+580.00	12.25	11.93	11.60
	PT	3+584.64	12.16	11.90	11.57
	3+600.00	12.02	11.84	11.53
	C'	3+618.71	11.84	11.76	11.47
	3+620.00	11.83	11.76	11.70
	B'	3+633.31	11.71	11.71	11.71
	3+640.00	11.61	11.68	11.61
	A'	3+647.91	11.57	11.65	11.57

Curva Horizontal N° 5	
CHD3	
Vd (km/h)	80.00
R (m)	210.00
Lc (m)	30.43
e (%)	10.00%
a (m)	7.30
i (%)	0.50%
Lp (m)	73.00
x (m)	14.60
b (%)	2%
Ancho (m)	3.65

Curva Vertical N° 5	
Cóncavo	
m1%	-0.40%
m2%	0.20%
A	0.60
Lcv m	150.00
PCV 5	3+704.36
PIV 5	3+779.36
PTV 5	3+854.36

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	5+937.38	16.25	16.32	16.25
	5+940.00	16.26	16.33	16.26
B	5+951.98	16.36	16.36	16.36
	5+960.00	16.46	16.39	16.35
C	5+966.58	16.48	16.41	16.33
	5+980.00	16.56	16.45	16.36
	6+000.00	16.69	16.51	16.36
PC	6+000.65	16.77	16.51	16.35
	6+020.00	16.90	16.57	16.31
D	6+024.99	16.95	16.58	16.22
PT	6+031.08	16.93	16.60	16.27
	6+040.00	16.88	16.63	16.37
	6+060.00	16.87	16.69	16.50
C'	6+065.15	16.78	16.70	16.63
B'	6+079.75	16.75	16.75	16.75
	6+080.00	16.73	16.75	16.73
A'	6+094.35	16.72	16.79	16.72

Curva Horizontal N° 6	
CHD4	
Vd (km/h)	80.00
R (m)	210.00
Lc (m)	17.60
e (%)	10.00%
a (m)	7.30
i (%)	0.50%
Lp (m)	73.00
x (m)	14.60
b (%)	2%
Ancho (m)	3.65

Curva Vertical N° 6	
Cóncavo	
m1%	0.20%
m2%	0.30%
A	0.10
Lcv m	150.00
PCV 6	4+985.97
PIV 6	5+060.97
PTV 6	5+135.97

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	8+288.84	18.17	18.24	18.17
	8+300.00	18.17	18.21	18.17
B	8+303.44	18.20	18.20	18.20
	8+318.04	18.23	18.15	18.08
C	8+320.00	18.22	18.15	18.07
	8+340.00	18.21	18.09	17.96
	8+352.11	18.23	18.05	17.87
PC	8+360.00	18.28	18.03	17.77
	8+369.71	18.33	18.00	17.67
D	8+376.45	18.34	17.98	17.61
	8+380.00	18.15	17.97	17.79
	8+400.00	18.02	17.91	17.80
C'	8+403.78	17.97	17.90	17.82
	8+418.38	17.85	17.85	17.85
B'	8+420.00	17.78	17.85	17.78
	8+432.98	17.74	17.81	17.74

Curva Horizontal N° 7	
CHI3	
Vd (km/h)	80.00
R (m)	210.00
Lc (m)	57.61
e (%)	10.00%
a (m)	7.30
i (%)	0.50%
Lp (m)	24.33
x (m)	14.60
b (%)	2%
Ancho (m)	3.65

Curva Vertical N° 7	
Cóncavo	
m1%	0.30%
m2%	0.60%
A	0.30
Lcv m	150.00
PCV 7	6+399.64
PIV 7	6+474.64
PTV 7	6+549.64

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	9+861.06	18.24	18.31	18.24
B	9+875.66	18.34	18.34	18.34
	9+880.00	18.42	18.35	18.30
C	9+890.26	18.44	18.37	18.30
	9+900.00	18.50	18.39	18.28
	9+920.00	18.61	18.43	18.25
PC	9+924.33	18.64	18.44	18.18
	9+940.00	18.80	18.47	18.14
D	9+948.66	18.85	18.49	18.12
D'	9+957.61	18.87	18.51	18.14
	9+960.00	18.84	18.51	18.18
	9+980.00	18.81	18.55	18.30
PT	9+981.94	18.79	18.55	18.37
	10+000.00	18.77	18.59	18.48
C'	10+016.01	18.69	18.62	18.55
	10+020.00	18.67	18.63	18.57
B'	10+030.61	18.65	18.65	18.65
	10+040.00	18.61	18.67	18.61
A'	10+045.21	18.60	18.68	18.60

Curva Horizontal N° 8	
CHI4	
Vd (km/h)	80.00
R (m)	210.00
Lc (m)	43.67
e (%)	10.00%
a (m)	7.30
i (%)	0.50%
Lp (m)	73.00
x (m)	14.60
b (%)	2%
Ancho (m)	3.65

Curva Vertical N° 8	
Convexa	
m1%	0.60%
m2%	-0.30%
A	0.90
Lcv m	150.00
PCV 8	7+039.22
PIV 8	7+114.22
PTV 8	7+189.22

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	10+511.65	19.24	19.32	19.24
	10+520.00	19.24	19.27	19.24
B	10+526.25	19.24	19.24	19.24
	10+540.00	19.25	19.17	19.10
C	10+540.85	19.24	19.17	19.10
	10+560.00	19.22	19.07	18.93
PC	10+574.92	19.22	19.00	18.78
	10+580.00	19.27	18.97	18.68
D	10+599.26	19.24	18.88	18.51
	10+600.00	19.20	18.87	18.55
PT	10+618.59	19.04	18.78	18.52
	10+620.00	18.96	18.77	18.59
	10+640.00	18.78	18.67	18.56
C'	10+652.66	18.68	18.61	18.54
	10+660.00	18.63	18.57	18.54
B'	10+667.26	18.54	18.54	18.54
	10+680.00	18.40	18.47	18.40
A'	10+681.86	18.39	18.46	18.39

Curva Horizontal N° 9	
CHD5	
Vd (km/h)	80.00
R (m)	210.00
Lc (m)	28.47
e (%)	10.00%
a (m)	7.30
i (%)	0.50%
Lp (m)	73.00
x (m)	14.60
b (%)	2%
Ancho (m)	3.65

Curva Vertical N° 9	
Cóncavo	
m1%	-0.30%
m2%	0.20%
A	0.50
Lcv m	150.00
PCV 9	8+829.48
PIV 9	8+904.48
PTV 9	8+979.48

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	11+619.13	14.81	14.88	14.81
	11+620.00	14.83	14.89	14.83
B	11+633.73	14.97	14.97	14.97
	11+640.00	15.06	15.01	15.04
C	11+648.33	15.13	15.06	14.98
	11+660.00	15.24	15.13	14.98
	11+680.00	15.43	15.25	14.94
PC	11+682.40	15.52	15.26	14.97
	11+700.00	15.69	15.37	14.87
D	11+706.74	15.77	15.41	15.04
PT	11+710.87	15.76	15.43	15.10
	11+720.00	15.74	15.48	15.17
	11+740.00	15.75	15.60	15.25
C'	11+744.94	15.71	15.63	15.63
B'	11+759.54	15.72	15.72	15.72
	11+760.00	15.69	15.72	15.69
A'	11+774.14	15.74	15.81	15.74

Curva Horizontal N° 10	
CHD6	
Vd (km/h)	80.00
R (m)	210.00
Lc (m)	275.44
e (%)	10.00%
a (m)	7.30
i (%)	0.50%
Lp (m)	73.00
x (m)	14.60
b (%)	2%
Ancho (m)	3.65

Curva Vertical N° 10	
Convexa	
m1%	0.20%
m2%	-0.50%
A	0.70
Lcv m	150.00
PCV 10	10+394.11
PIV 10	10+469.11
PTV 10	10+544.11

ABSCISA		COTA		
		BORDE EXTERNO	EJE	BORDE INTERNO
A	12+082.85	17.59	17.66	17.59
B	12+097.45	17.75	17.75	17.75
	12+100.00	17.82	17.76	17.75
C	12+112.05	17.91	17.84	17.76
	12+120.00	17.99	17.88	17.77
	12+140.00	18.19	18.00	17.82
PC	12+146.12	18.30	18.04	17.82
	12+160.00	18.45	18.12	17.82
D	12+170.45	18.55	18.19	17.82
	12+180.00	18.61	18.24	17.88
	12+200.00	18.73	18.36	18.00
	12+220.00	18.85	18.48	18.12
PCV12	12+235.01	18.94	18.57	18.21
	12+240.00	18.97	18.60	18.24
	12+260.00	19.09	18.72	18.36
	12+280.00	19.21	18.84	18.48
	12+300.00	19.33	18.96	18.60
PIV12	12+310.01	19.39	19.02	18.66
	12+320.00	19.30	18.93	18.57
	12+340.00	19.12	18.75	18.39
	12+360.00	18.94	18.57	18.21
	12+380.00	18.76	18.39	18.03
PTV12	12+385.01	18.71	18.35	17.98
D'	12+397.22	18.60	18.24	17.87
	12+400.00	18.54	18.21	17.85
	12+420.00	18.29	18.03	17.77
PT	12+421.56	18.20	18.02	17.76
	12+440.00	17.96	17.85	17.74
C'	12+455.63	17.79	17.71	17.71
	12+460.00	17.75	17.67	17.60
B'	12+470.23	17.58	17.58	17.58
	12+480.00	17.44	17.49	17.44
A'	12+484.83	17.38	17.45	17.38

4. VOLUMEN DE CORTE Y RELLENO

ABSCISAS	AREAS (m2)		VOLUMEN (M3)		VOLUMEN ACUMULADO (M3)		ORDENADA
	CORTE	RELLENO	CORTE (+)	RELLENO (-)	CORTE (+)	RELLENO (-)	
0+000.000	3.32	0	0	0	0.00	0.00	0.00
0+100.000	8.34	0	582.65	0	582.65	0.00	582.65
0+200.000	8.36	0	834.72	0	1417.37	0.00	1417.37
0+300.000	12.58	0	1046.69	0	2464.06	0.00	2464.06
0+400.000	4.73	0.42	865.11	23.19	3329.17	23.19	3305.98
0+500.000	0	13.15	235.24	746.98	3564.41	770.17	2794.24
0+600.000	0	8.83	0	1209.98	3564.41	1980.15	1584.26
0+700.000	0	62.64	0	3925.6	3564.41	5905.75	-2341.34
0+800.000	2.33	0	116.71	3445.45	3681.12	9351.20	-5670.08
0+900.000	25.32	0	1382.6	0.01	5063.72	9351.21	-4287.49
1+000.000	72.49	0	4890.22	0	9953.94	9351.21	602.73
1+100.000	42.73	0	5761.08	0	15715.02	9351.21	6363.81
1+200.000	56.41	0	4957.24	0	20672.26	9351.21	11321.05
1+300.000	8.96	0	3266.18	0	23938.44	9351.21	14587.23
1+400.000	0	36.13	443.98	1992.25	24382.42	11343.46	13038.96
1+500.000	0	18.68	0	3010.21	24382.42	14353.67	10028.75
1+600.000	0	33.82	0	2887.51	24382.42	17241.18	7141.24
1+700.000	0	7.27	0	2259.61	24382.42	19500.79	4881.63
1+800.000	0	98.5	0	5817.2	24382.42	25317.99	-935.57
1+900.000	50.92	0	2546	5417.57	26928.42	30735.56	-3807.14
2+000.000	21.64	0	3627.84	0	30556.26	30735.56	-179.30
2+100.000	1.97	0	1180.15	0	31736.41	30735.56	1000.85
2+200.000	37.18	0	1957.59	0	33694.00	30735.56	2958.44
2+300.000	27.95	0	3257.57	0	36951.57	30735.56	6216.01
2+400.000	21.44	0	2469.48	0	39421.05	30735.56	8685.49
2+500.000	6.78	0	1411.19	0	40832.24	30735.56	10096.68
2+600.000	1.6	1.92	419.2	105.39	41251.44	30840.95	10410.49
2+700.000	3.8	0	270.28	105.39	41521.72	30946.34	10575.38
2+800.000	12.14	0	797.1	0	42318.82	30946.34	11372.48
2+900.000	27.02	0	1957.81	0	44276.63	30946.34	13330.29
3+000.000	48.76	0	3789	0	48065.63	30946.34	17119.29
3+100.000	56.18	0	5246.85	0	53312.48	30946.34	22366.14
3+200.000	70.46	0	6331.93	0	59644.41	30946.34	28698.07
3+300.000	34.56	0	5251.17	0	64895.58	30946.34	33949.24
3+400.000	41.18	0	3786.91	0	68682.49	30946.34	37736.15
3+500.000	11.65	0	2641.55	0	71324.04	30946.34	40377.70
3+600.000	15.92	0	1373.04	0	72697.08	30946.34	41750.74
3+700.000	0	18.46	796.22	1015.5	73493.30	31961.84	41531.46
3+800.000	0	77.98	0	5304.38	73493.30	37266.22	36227.08
3+900.000	41.45	0	2072.52	4288.88	75565.82	41555.10	34010.72
4+000.000	32.4	0	3692.43	0	79258.25	41555.10	37703.15
4+100.000	3.73	25.89	1806.41	1424.1	81064.66	42979.20	38085.46
4+200.000	0	32.12	186.5	3190.69	81251.16	46169.89	35081.27
4+300.000	18.28	0	914.15	1766.59	82165.31	47936.48	34228.83
4+400.000	9.2	0	1374.02	0	83539.33	47936.48	35602.85
4+500.000	17.56	0	1337.66	0	84876.99	47936.48	36940.51
4+600.000	23.94	0	2075	0	86951.99	47936.48	39015.51
4+700.000	26.11	0	2502.92	0	89454.91	47936.48	41518.43
4+800.000	7.73	1.64	1692.2	90.33	91147.11	48026.81	43120.30
4+900.000	5.28	5.93	650.53	416.72	91797.64	48443.53	43354.11
5+000.000	5.42	16.24	535.23	1219.58	92332.87	49663.11	42669.76
5+100.000	6.73	0	607.65	893.19	92940.52	50556.30	42384.22
5+200.000	4.09	7.72	540.92	424.7	93481.44	50981.00	42500.44
5+300.000	1.41	2.09	274.95	539.82	93756.39	51520.82	42235.57
5+400.000	2.55	5.44	198.09	414.44	93954.48	51935.26	42019.22
5+500.000	8.79	0	567.06	299.32	94521.54	52234.58	42286.96
5+600.000	12.41	0	1059.97	0	95581.51	52234.58	43346.93
5+700.000	2.96	0	768.35	0	96349.86	52234.58	44115.28
5+800.000	1.98	0	246.85	0	96596.71	52234.58	44362.13
5+900.000	0	4.26	99.01	234.34	96695.72	52468.92	44226.80
6+000.000	0	7.85	0	666.22	96695.72	53135.14	43560.58
6+100.000	0	42.76	0	2782.68	96695.72	55917.82	40777.90
6+200.000	0	34.35	0	4241.42	96695.72	60159.24	36536.48
6+300.000	0	38.28	0	3994.73	96695.72	64153.97	32541.75
6+400.000	0	18.3	0	3111.81	96695.72	67265.78	29429.94
6+500.000	0	6.63	0	1371.13	96695.72	68636.91	28058.81
6+600.000	0	21.87	0	1567.28	96695.72	70204.19	26491.53
6+700.000	0	24.81	0	2567.27	96695.72	72771.46	23924.26
6+800.000	0	9.88	0	1907.88	96695.72	74679.34	22016.38

6+900.000	0	15.28	0	1383.98	96695.72	76063.32	20632.40
7+000.000	0	2.55	0	980.94	96695.72	77044.26	19651.46
7+100.000	104.14	0	5206.9	140.32	101902.62	77184.58	24718.04
7+200.000	15.9	0	6001.68	0	107904.30	77184.58	30719.72
7+300.000	0	35.43	794.78	1948.44	108699.08	79133.02	29566.06
7+400.000	0	108.13	0	7895.35	108699.08	87028.37	21670.71
7+500.000	0	124.78	0	12810.06	108699.08	99838.43	8860.65
7+600.000	0	72.23	0	10835.9	108699.08	110674.33	-1975.25
7+700.000	0	126.05	0	10905.27	108699.08	121579.60	-12880.52
7+800.000	0	75.08	0	11061.74	108699.08	132641.34	-23942.26
7+900.000	0	32.77	0	5931.78	108699.08	138573.12	-29874.04
8+000.000	0	9.87	0	2345.45	108699.08	140918.57	-32219.49
8+100.000	0	13.65	0	1293.43	108699.08	142212.00	-33512.92
8+200.000	0	46.07	0	3284.46	108699.08	145496.46	-36797.38
8+300.000	0	172.42	0	12016.87	108699.08	157513.33	-48814.25
8+400.000	0	130.65	0	16640.51	108699.08	174153.84	-65454.76
8+500.000	3.66	15.61	182.89	8044.05	108881.97	182197.89	-73315.92
8+600.000	27.49	0	1557.31	858.43	110439.28	183056.32	-72617.04
8+700.000	29.67	0	2857.71	0	113296.99	183056.32	-69759.33
8+800.000	32.53	0	3109.9	0	116406.89	183056.32	-66649.43
8+900.000	42.24	0	3738.45	0	120145.34	183056.32	-62910.98
9+000.000	33.62	0	3793.02	0	123938.36	183056.32	-59117.96
9+100.000	31.85	0	3273.43	0	127211.79	183056.32	-55844.53
9+200.000	10.28	0	2106	0	129317.79	183056.32	-53738.53
9+300.000	0	2.94	513.75	161.63	129831.54	183217.95	-53386.41
9+400.000	0	16.8	0	1085.48	129831.54	184303.43	-54471.89
9+500.000	3.22	0.09	160.85	929.03	129992.39	185232.46	-55240.07
9+600.000	0.89	0.1	205.33	10.83	130197.72	185243.29	-55045.57
9+700.000	0	30.07	44.47	1659.54	130242.19	186902.83	-56660.64
9+800.000	0	24.3	0	2990.36	130242.19	189893.19	-59651.00
9+900.000	0	198.79	0	12269.69	130242.19	202162.88	-71920.69
10+000.000	0	105.18	0	16734.56	130242.19	218897.44	-88655.25
10+100.000	0	65.11	0	9366.22	130242.19	228263.66	-98021.47
10+200.000	0	32.07	0	5344.8	130242.19	233608.46	-103366.27
10+300.000	0	33.98	0	3632.87	130242.19	237241.33	-106999.14
10+400.000	0	51.81	0	4718.49	130242.19	241959.82	-111717.63
10+500.000	0	39.04	0	4996.84	130242.19	246956.66	-116714.47
10+600.000	0	123.6	0	8966.64	130242.19	255923.30	-125681.11
10+700.000	0	51.55	0	9642.62	130242.19	265565.92	-135323.73
10+800.000	0	19.54	0	3909.93	130242.19	269475.85	-139233.66
10+900.000	0	23.45	0	2364.48	130242.19	271840.33	-141598.14
11+000.000	0	14.43	0	2083.39	130242.19	273923.72	-143681.53
11+100.000	8.73	0	436.3	793.65	130678.49	274717.37	-144038.88
11+200.000	0	37.63	436.3	2069.4	131114.79	276786.77	-145671.98
11+300.000	31.3	0	1564.95	2069.4	132679.74	278856.17	-146176.43
11+400.000	253.8	0	14254.94	0	146934.68	278856.17	-131921.49
11+500.000	445.3	0	34955.19	0	181889.87	278856.17	-96966.30
11+600.000	232.61	0	33895.6	0	215785.47	278856.17	-63070.70
11+700.000	185.23	0	20929.57	0	236715.04	278856.17	-42141.13
11+800.000	303.97	0	24480.49	0	261195.53	278856.17	-17660.64
11+900.000	100.42	0	20219.16	0	281414.69	278856.17	2558.52
12+000.000	47.02	0	7372.07	0	288786.76	278856.17	9930.59
12+100.000	21.06	0	3404.49	0	292191.25	278856.17	13335.08
12+200.000	12.56	0	1679.06	0	293870.31	278856.17	15014.14
12+300.000	0	8	629.31	439.57	294499.62	279295.74	15203.88
12+400.000	0	4	0	659.43	294499.62	279955.17	14544.45
12+600.000	10.46	0	1045.76	439.52	295545.38	280394.69	15150.69

ANEXO B

ESTUDIO DE SUELOS

1. GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE ATTERBERG



Facultad de Ingeniería
en Ciencias de la Tierra

Proyecto:

Localización: Puerto Engabao - Engunga

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

Perforación: CAL-1

Profundidad: 0.50 m - 1.50 m

Material: Arcilla de baja plasticidad con arena

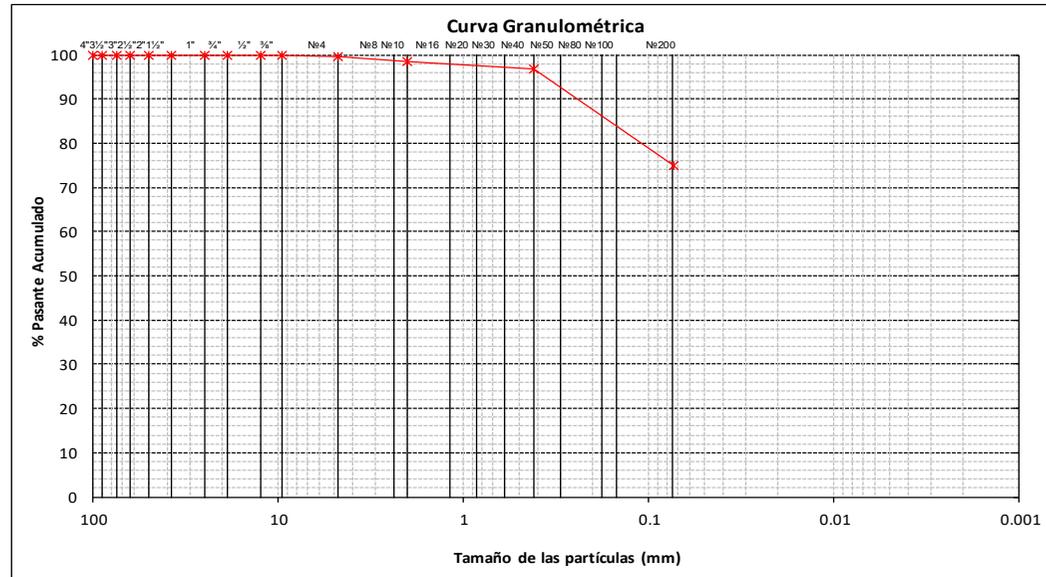
Coordenadas: 547860 E - 9727030N

Muestra: 1

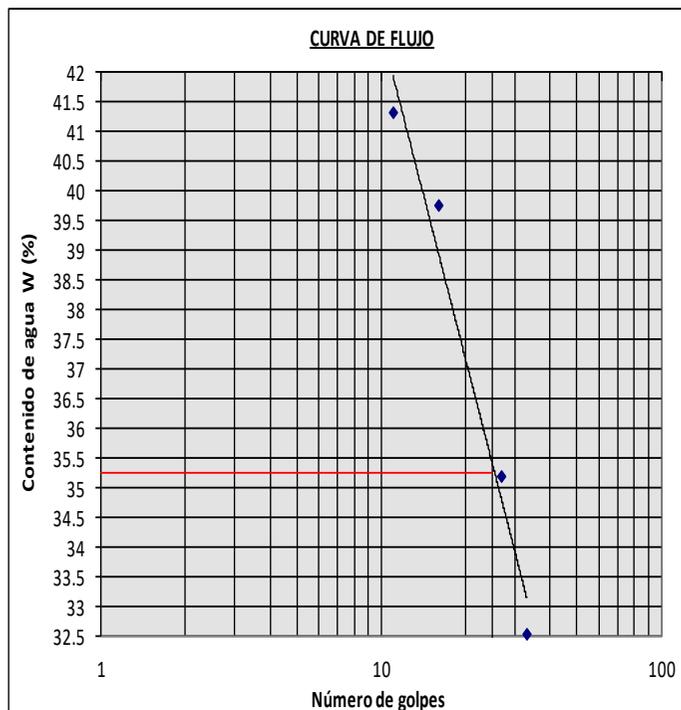
Fecha: 05/12/2016

GRANULOMETRÍA

TAMIZ	PESO	PESO	%	%	%
A.S.T.M. mm	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO
4"	100.0	0.00	0.00	0.00	100.00
3½"	90.0	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	75.0	0.00	0.00	0.00	100.00
2½"	63.0	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.0	0.00	0.00	0.00	100.00
1½"	37.5	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.5	0.00	0.00	0.00	100.00
⅓"	9.5	0.00	0.00	0.00	100.00
No.4	4.75	1.12	1.12	0.49	99.51
Pasa el No.4					
No.8	2.36				
No.10	2	2.54	3.66	1.11	98.39
No.16	1.18				
No.20	0.84	2.10	5.76	0.92	97.47
No.30	0.6				
No.40	0.42	1.69	7.45	0.74	96.73
No.50	0.3				
No.80	0.18				
No.100	0.15	18.76	26.21	8.23	88.50
No.200	0.074	31.04	57.25	13.62	74.88
Pasa el No.200		170.65	227.90	74.88	100.00
Total		227.90		100.00	



Grava = 0.49 %	Arena = 24.63 %	Finos = 74.88
----------------	-----------------	---------------



LIMITES DE ATTERBERG

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONTENIDO DE HUMEDAD	
	1	2	3	4	1	2	3	1	2
ENSAYO No									
CAPSULA No	49	45	52	53	48	21	92	93	
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	12.00	11.90	12.23	14.15	7.04	7.35	7.63	0.00	
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	10.33	10.23	10.66	12.15	6.94	7.19	7.39	0.00	
PESO AGUA gr.	1.67	1.67	1.57	2.00	0.10	0.16	0.24	0.0	
PESO DE LA CAPSULA gr.	6.29	6.03	6.20	6.00	6.34	6.19	6.08	23.90	
PESO SUELO SECO gr.	4.04	4.20	4.46	6.15	0.60	1.00	1.31	-23.9	
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	41.34	39.76	35.20	32.52	16.67	16.00	18.32	0.00	
NUMERO DE GOLPES	11	16	27	33					

RESULTADOS DE ENSAYOS			Observaciones:
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	0.00 %		
LIMITE LIQUIDO	35.25 %	CLASIFICACION	
LIMITE PLASTICO	16.33 %	SUCS CL	
INDICE DE PLASTICIDAD ..	18.92 %	AASHTO A-6(11)	



Facultad de Ingeniería
en Ciencias de la Tierra

Proyecto:

Localización: Puerto Engabao - Enguina

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

Perforación: CAL-2

Profundidad: 0.50 m - 1.50 m

Material: Limo de baja plasticidad arenoso

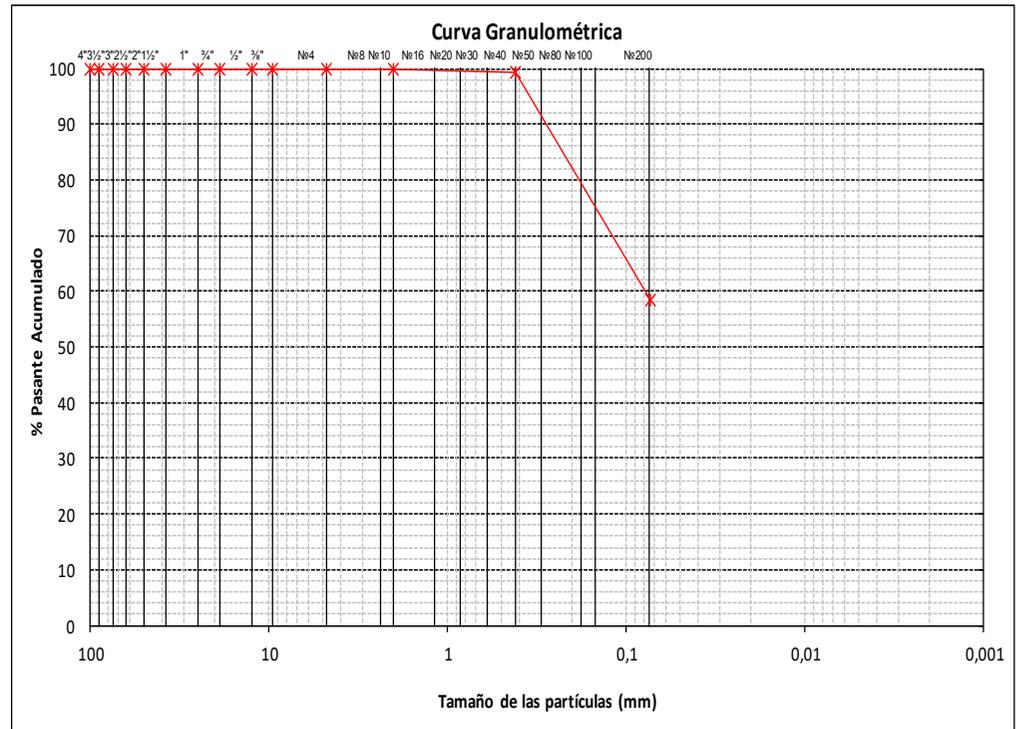
Coordenadas: 549268 E - 9725933 N

Muestra: 1

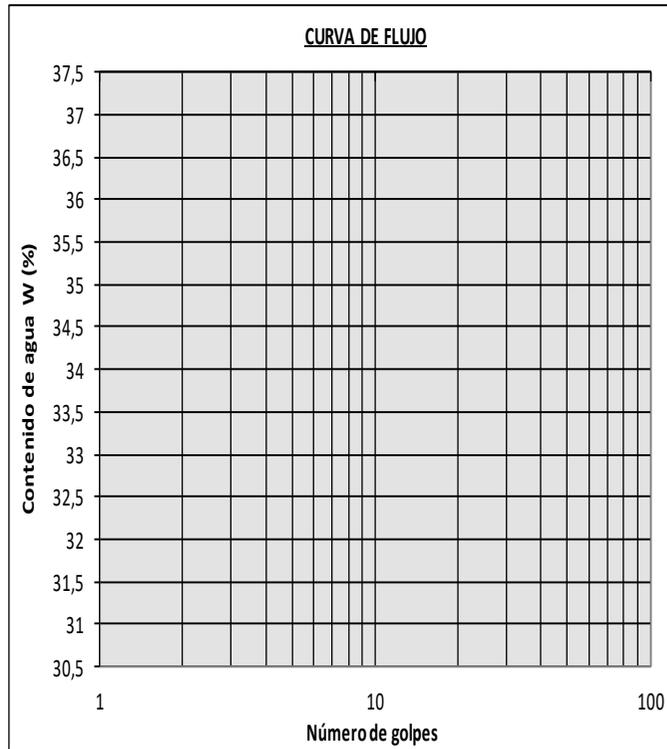
Fecha: 05/12/2016

GRANULOMETRIA

TAMIZ	PESO	PESO	%	%	%	
A.S.T.M. mm	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO	
4"	100,0	0,00	0,00	0,00	100,00	
3½"	90,0	0,00	0,00	0,00	100,00	
3"	75,0	0,00	0,00	0,00	100,00	
2½"	63,0	0,00	0,00	0,00	100,00	
2"	50,0	0,00	0,00	0,00	100,00	
1½"	37,5	0,00	0,00	0,00	100,00	
1"	25	0,00	0,00	0,00	100,00	
¾"	19	0,00	0,00	0,00	100,00	
½"	12,5	0,00	0,00	0,00	100,00	
⅜"	9,5	0,00	0,00	0,00	100,00	
No.4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00	
Pasa el No.4						
No.8	2,36					
No.10	2	0,46	0,46	0,22	99,78	
No.16	1,18					
No.20	0,84	0,36	0,82	0,17	99,60	
No.30	0,6					
No.40	0,42	0,71	1,53	0,34	99,26	
No.50	0,3					
No.80	0,18					
No.100	0,15	27,51	29,04	13,29	14,03	85,97
No.200	0,074	57,08	86,12	27,58	41,62	58,38
Pasa el No.200		120,82	206,94	58,38	100,00	0,00
Total		206,94		100,00		



Grava = 0,00 % Arena = 41,62 % Finos = 58,38



LIMITES DE ATTERBERG

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONTENIDO DE HUMEDAD	
	1	2	3	4	1	2	3	1	2
ENSAYO No	-	-	-	-	-	-	-	109	
CAPSULA No	-	-	-	-	-	-	-	0,00	
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	-	-	-	-	-	-	-	0,00	
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	-	-	-	-	-	-	-	0,0	
PESO AGUA gr.	-	-	-	-	-	-	-	24,60	
PESO DE LA CAPSULA gr.	-	-	-	-	-	-	-	-24,6	
PESO SUELO SECO gr.	-	-	-	-	-	-	-	0,00	
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	-	-	-	-	-	-	-		
NUMERO DE GOLPES	10	18	30	38					

RESULTADOS DE ENSAYOS					Observaciones:	
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL		0,00 %		Normas de Referencia: ASTM D424 ASTM D1140 ASTM D421 ASTM D4318		
LIMITE LIQUIDO	NP	%	CLASIFICACION			
LIMITE PLASTICO	NP	%	SUCS			ML
INDICE DE PLASTICIDAD ..	NP	%	AASHTO			A-4(0)



Facultad de Ingeniería
en Ciencias de la Tierra

Proyecto:

Localización: Puerto Engabao - Engunga

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

Perforación: CAL-3

Profundidad: 0.50 m - 1.50 m

Material: Arcilla de baja plasticidad arenosa

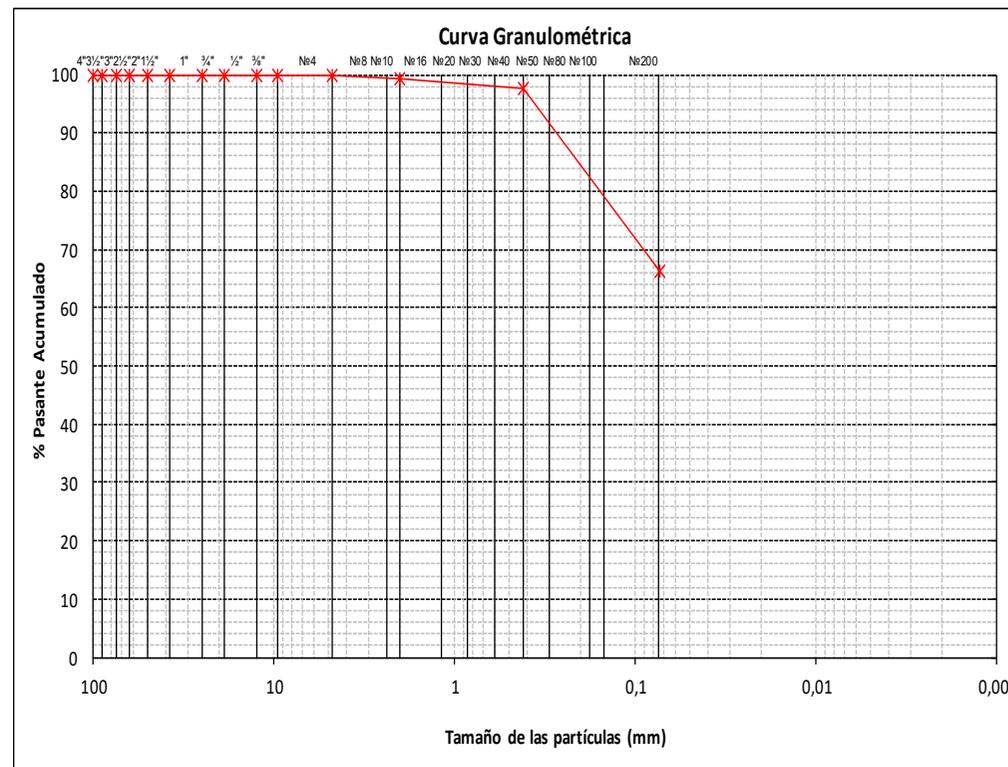
Coordenadas: 550271 E - 9724213 N

Muestra: 1

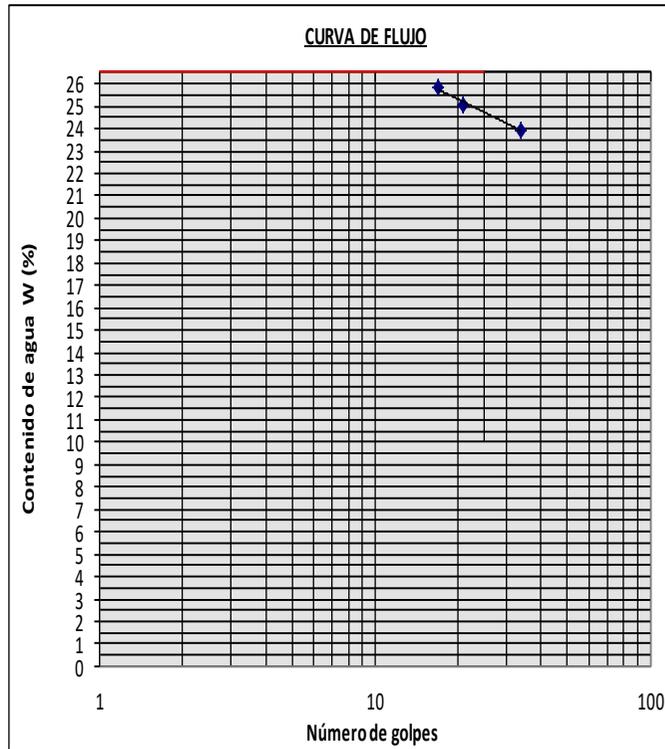
Fecha: 05/12/2016

GRANULOMETRIA

TAMIZ	PESO	PESO	%	%	%	
A.S.T.M. mm	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO	
4"	100,0	0,00	0,00	0,00	100,00	
3 1/2"	90,0	0,00	0,00	0,00	100,00	
3"	75,0	0,00	0,00	0,00	100,00	
2 1/2"	63,0	0,00	0,00	0,00	100,00	
2"	50,0	0,00	0,00	0,00	100,00	
1 1/2"	37,5	0,00	0,00	0,00	100,00	
1"	25	0,00	0,00	0,00	100,00	
3/4"	19	0,00	0,00	0,00	100,00	
1/2"	12,5	0,00	0,00	0,00	100,00	
3/8"	9,5	0,00	0,00	0,00	100,00	
No.4	4,75	0,47	0,26	0,26	99,74	
Pasa el No.4						
No.8	2,36					
No.10	2	0,60	1,07	0,33	99,42	
No.16	1,18					
No.20	0,84	0,56	1,63	0,31	99,11	
No.30	0,6					
No.40	0,42	2,48	4,11	1,35	97,76	
No.50	0,3					
No.80	0,18					
No.100	0,15	29,72	33,83	16,21	18,46	81,54
No.200	0,074	27,82	61,65	15,18	33,63	66,37
Pasa el No.200		121,65	183,30	66,37	100,00	0,00
Total		183,30		100,00		



Grava = 0,26 % Arena = 33,38 % Finos = 66,37



LIMITES DE ATTERBERG

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO			CONTENIDO DE HUMEDAD	
	1	2	3	1	2	3	1	2
ENSAYO No	1	2	3					
CAPSULA No	59	15	52	4	78	65	30	
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	17,10	16,40	14,75	7,74	7,64	9,20	0,00	
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	14,85	14,34	13,10	7,49	7,41	8,76	0,00	
PESO AGUA gr.	2,25	2,06	1,65	0,25	0,23	0,44	0,0	
PESO DE LA CAPSULA gr.	6,14	6,12	6,21	6,03	6,00	6,32	24,10	
PESO SUELO SECO gr.	8,71	8,22	6,89	1,46	1,41	2,44	-24,1	
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	25,83	25,06	23,95	17,12	16,31	18,03	0,00	
NUMERO DE GOLPES	17	21	34					

RESULTADOS DE ENSAYOS				Observaciones:
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	0,00 %	CLASIFICACION		
LIMITE LIQUIDO	26,56 %	SUCS		
LIMITE PLASTICO	17,58 %	SUCS	CL	
INDICE DE PLASTICIDAD ..	8,98 %	AASHTO	A-4(4)	



Facultad de Ingeniería
en Ciencias de la Tierra

Proyecto:

Localización: Puerto Engabao - Engunga

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

Perforación: CAL-4

Profundidad: 0.50 m - 1.50 m

Material: Arcilla de baja plasticidad arenosa

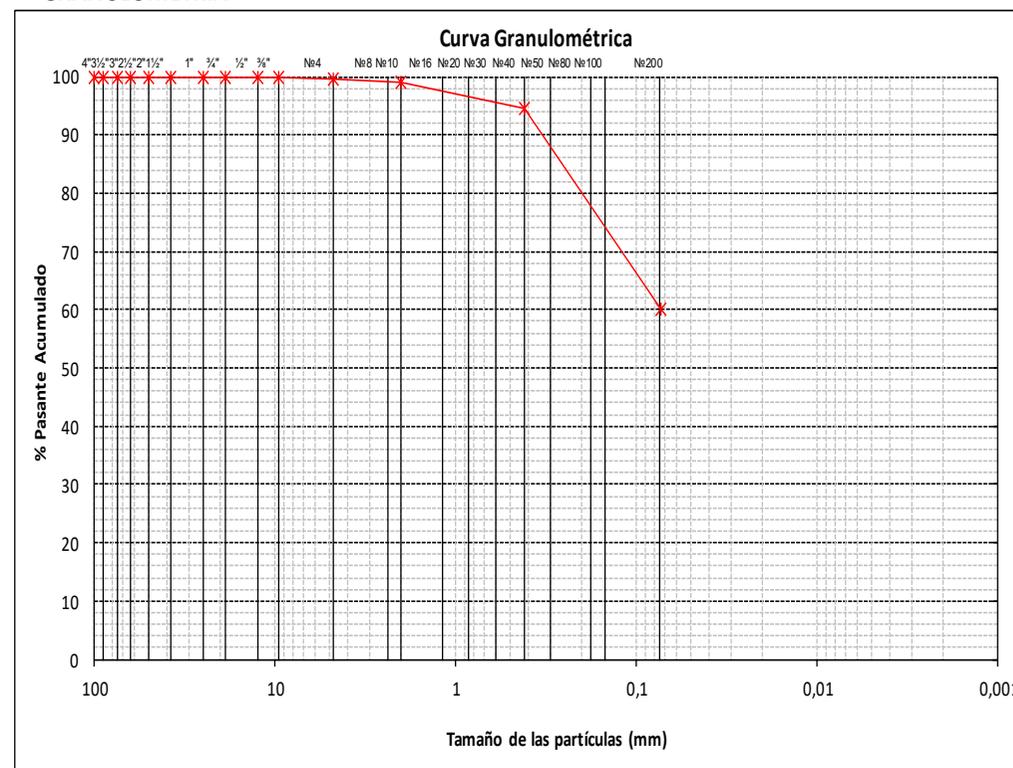
Coordenadas: 551498 E - 9722618 N

Muestra: 1

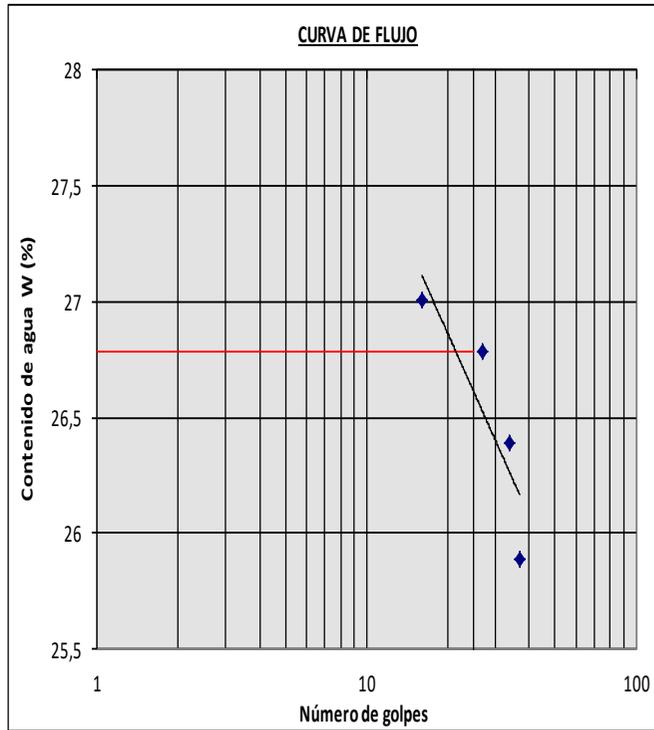
Fecha: 05/12/2016

GRANULOMETRIA

TAMIZ		PESO	PESO	%	%	%
A.S.T.M.	mm	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASANTE
		PARCIAL	ACUMULADO	PARCIAL	ACUMULADO	ACUMULADO
4"	100,0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3 1/2"	90,0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3"	75,0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,0	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	37,5	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12,5	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,5	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
No.4	4,75	0,71	0,71	0,38	0,38	99,62
Pasa el No.4						
No.8	2,36					
No.10	2	1,17	1,88	0,62	0,99	99,01
No.16	1,18					
No.20	0,84	1,87	3,75	0,99	1,98	98,02
No.30	0,6					
No.40	0,42	6,46	10,21	3,42	5,40	94,60
No.50	0,3					
No.80	0,18					
No.100	0,15	35,80	46,01	18,93	24,33	75,67
No.200	0,074	29,51	75,52	15,61	39,94	60,06
Pasa el No.200		113,58	189,10	60,06	100,00	0,00
Total		189,10		100,00		



Grava = 0,38 % Arena = 39,56 % Finos = 60,06



LIMITES DE ATTERBERG

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONTENIDO DE HUMEDAD	
	1	2	3	4	1	2	3	1	2
ENSAYO No									
CAPSULA No	30	10	56	38	92	45	21	150	
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	15,16	11,84	14,89	13,36	8,12	7,34	7,74	0,00	
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	13,24	10,60	13,08	11,90	7,83	7,15	7,52	0,00	
PESO AGUA gr.	1,92	1,24	1,81	1,46	0,29	0,19	0,22	0,0	
PESO DE LA CAPSULA gr.	6,13	5,97	6,22	6,26	6,09	5,94	6,18	23,30	
PESO SUELO SECO gr.	7,11	4,63	6,86	5,64	1,74	1,21	1,34	-23,3	
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	27,00	26,78	26,38	25,89	16,67	15,70	16,42	0,00	
NUMERO DE GOLPES	16	27	34	37					

RESULTADOS DE ENSAYOS				
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	0,00 %	CLASIFICACION		Observaciones: Normas de Referencia: ASTM D424 ASTM D1140 ASTM D421 ASTM D4318
LIMITE LIQUIDO	26,78 %			
LIMITE PLASTICO	16,54 %	SUCS	CL	
INDICE DE PLASTICIDAD ..	10,24 %	AASHTO	A-6(3)	



Facultad de Ingeniería
en Ciencias de la Tierra

Proyecto:

Localización: Puerto Engabao - Engunga

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

Perforación: CAL-5

Profundidad: 0.50 m - 1.50 m

Muestra: 1
Material: Arcilla limosa de baja plasticidad arenosa

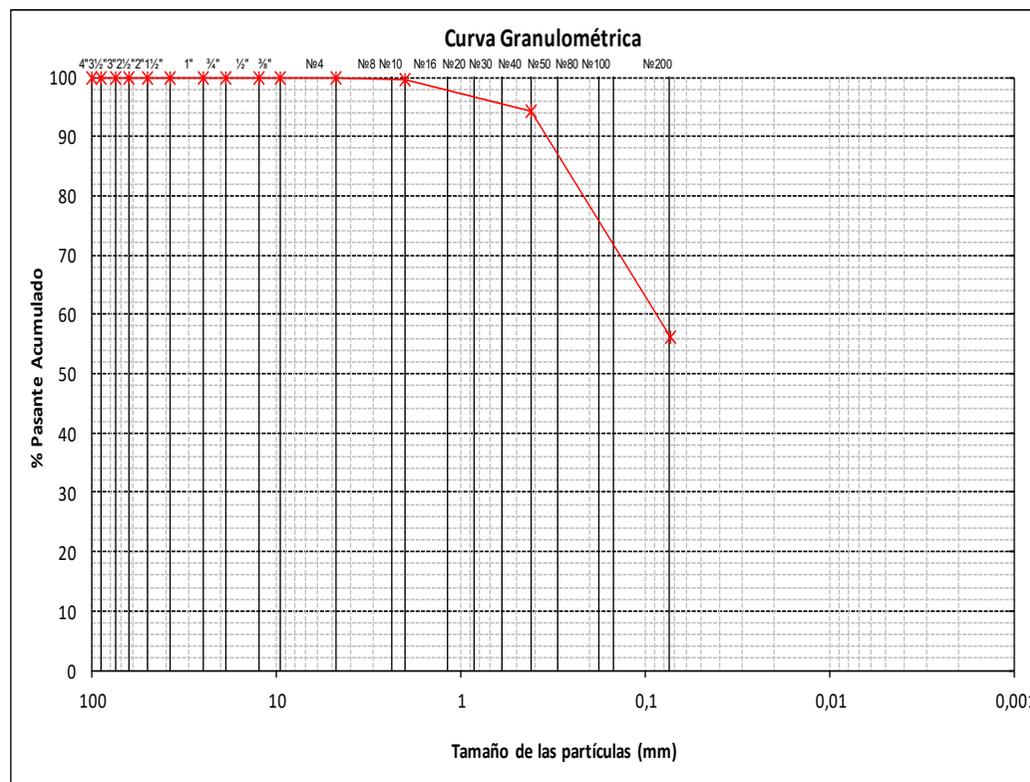
Coordenadas: 552653 E - 9721009 N

Muestra: 1

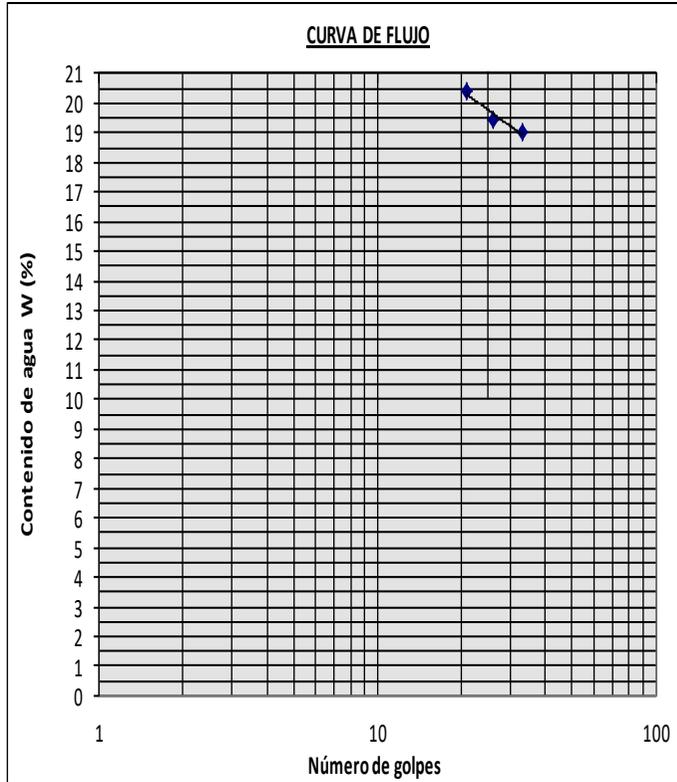
Fecha: 05/12/2016

GRANULOMETRIA

TAMIZ	PESO	PESO	%	%	%
A.S.T.M. mm	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO
4"	100,0	0,00	0,00	0,00	100,00
3½"	90,0	0,00	0,00	0,00	100,00
3"	75,0	0,00	0,00	0,00	100,00
2½"	63,0	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,0	0,00	0,00	0,00	100,00
1½"	37,5	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25	0,00	0,00	0,00	100,00
¾"	19	0,00	0,00	0,00	100,00
½"	12,5	0,00	0,00	0,00	100,00
⅜"	9,5	0,00	0,00	0,00	100,00
No.4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
Pasa el No.4					
No.8	2,36				
No.10	2	0,70	0,70	0,38	99,62
No.16	1,18				
No.20	0,84	1,59	2,29	0,85	98,77
No.30	0,6				
No.40	0,42	8,41	10,70	4,51	94,26
No.50	0,3				
No.80	0,18				
No.100	0,15	40,40	51,10	21,66	72,60
No.200	0,074	30,81	81,91	16,52	43,92
Pasa el No.200		104,57	186,48	56,08	100,00
Total		186,48		100,00	



Grava = 0,00 % Arena = 43,92 % Finos = 56,08



LIMITES DE ATTERBERG

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO			CONTENIDO DE HUMEDAD	
	1	2	3	1	2	3	1	2
ENSAYO No	1	2	3					
CAPSULA No	48	68	90	18	53	54	117	
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	18,90	18,04	15,40	9,12	9,28	9,44	0,00	
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	16,77	16,06	13,90	8,70	8,81	8,99	0,00	
PESO AGUA gr.	2,13	1,98	1,50	0,42	0,47	0,45	0,0	
PESO DE LA CAPSULA gr.	6,33	5,88	6,02	6,17	6,00	6,30	31,70	
PESO SUELO SECO gr.	10,44	10,18	7,88	2,53	2,81	2,69	-31,7	
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	20,40	19,45	19,04	16,60	16,73	16,73	0,00	
NUMERO DE GOLPES	21	26	33					

RESULTADOS DE ENSAYOS				
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	0,00 %	CLASIFICACION		Observaciones: Normas de Referencia: ASTM D424 ASTM D1140 ASTM D421 ASTM D4318
LIMITE LIQUIDO	22,56 %			
LIMITE PLASTICO	16,73 %	SUCS	CL-ML	
INDICE DE PLASTICIDAD ..	5,83 %	AASHTO	A-4(1)	



Facultad de Ingeniería
en Ciencias de la Tierra

Proyecto:

Localización: Puerto Engabao - Enguaga

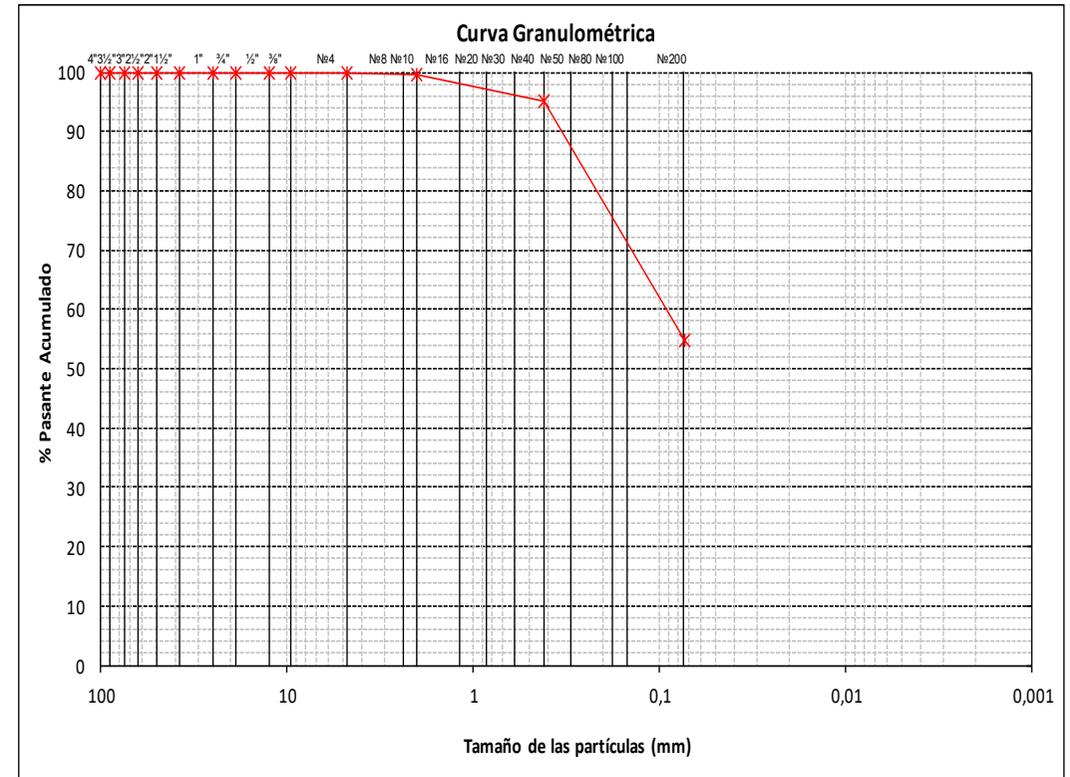
ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

Perforación: CAL-6
Profundidad: 0.50 m - 1.50 m
Material: Arcilla de baja plasticidad arenosa
Coordenadas: 553544 E - 9719248 N

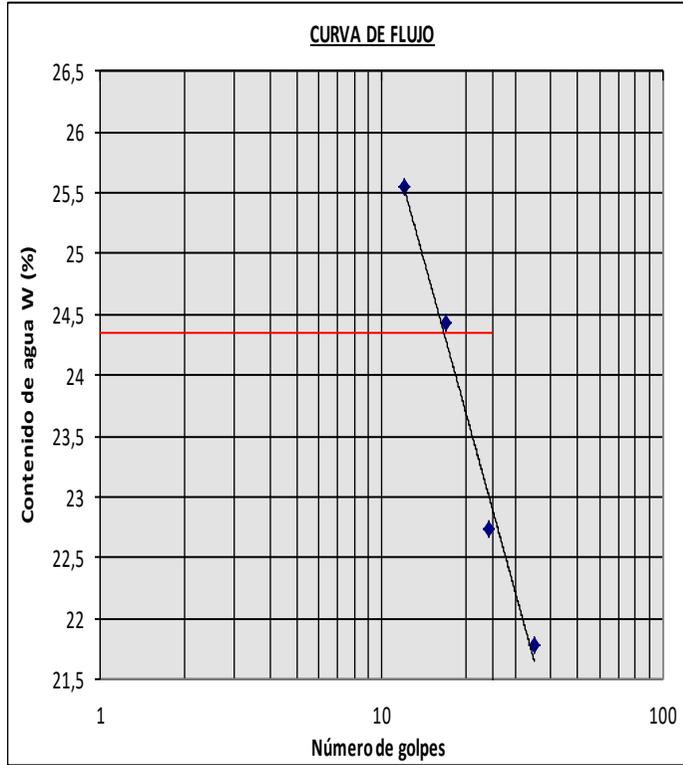
Muestra: 1
Fecha: 05/12/2016

GRANULOMETRIA

TAMIZ	PESO	PESO	%	%	%
A.S.T.M. mm	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO
4"	100,0	0,00	0,00	0,00	100,00
3½"	90,0	0,00	0,00	0,00	100,00
3"	75,0	0,00	0,00	0,00	100,00
2½"	63,0	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,0	0,00	0,00	0,00	100,00
1½"	37,5	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25	0,00	0,00	0,00	100,00
¾"	19	0,00	0,00	0,00	100,00
½"	12,5	0,00	0,00	0,00	100,00
⅜"	9,5	0,00	0,00	0,00	100,00
No.4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00
Pasa el No.4					
No.8	2,36				
No.10	2	0,82	0,82	0,46	99,54
No.16	1,18				
No.20	0,84	1,76	2,58	0,98	98,57
No.30	0,6				
No.40	0,42	6,45	9,03	3,58	94,98
No.50	0,3				
No.80	0,18				
No.100	0,15	40,46	49,49	22,48	72,51
No.200	0,074	31,96	81,45	17,76	45,25
Pasa el No.200		98,55	180,00	54,75	100,00
Total		180,00		100,00	



Grava = 0,00 % Arena = 45,25 % Finos = 54,75



LIMITES DE ATTERBERG

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONTENIDO DE HUMEDAD	
	1	2	3	4	1	2	3	1	2
ENSAYO No									
CAPSULA No	10	30	15	2	13	56	64	84	
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	16,78	16,93	18,48	18,35	7,99	7,66	7,69	0,00	
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	14,58	14,81	16,19	16,22	7,76	7,47	7,48	0,00	
PESO AGUA gr.	2,20	2,12	2,29	2,13	0,23	0,19	0,21	0,0	
PESO DE LA CAPSULA gr.	5,97	6,13	6,12	6,44	6,18	6,21	6,08	23,70	
PESO SUELO SECO gr.	8,61	8,68	10,07	9,78	1,58	1,26	1,40	-23,7	
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	25,55	24,42	22,74	21,78	14,56	15,08	15,00	0,00	
NUMERO DE GOLPES	12	17	24	35					

RESULTADOS DE ENSAYOS				Observaciones:
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	0,00 %		CLASIFICACION	
LIMITE LIQUIDO	24,34 %	SUCS		CL
LIMITE PLASTICO	14,78 %	AASHTO	A-4(2)	
INDICE DE PLASTICIDAD ..	9,56 %			



Facultad de Ingeniería
en Ciencias de la Tierra

Proyecto:

Localización: Puerto Engabao - Engunga

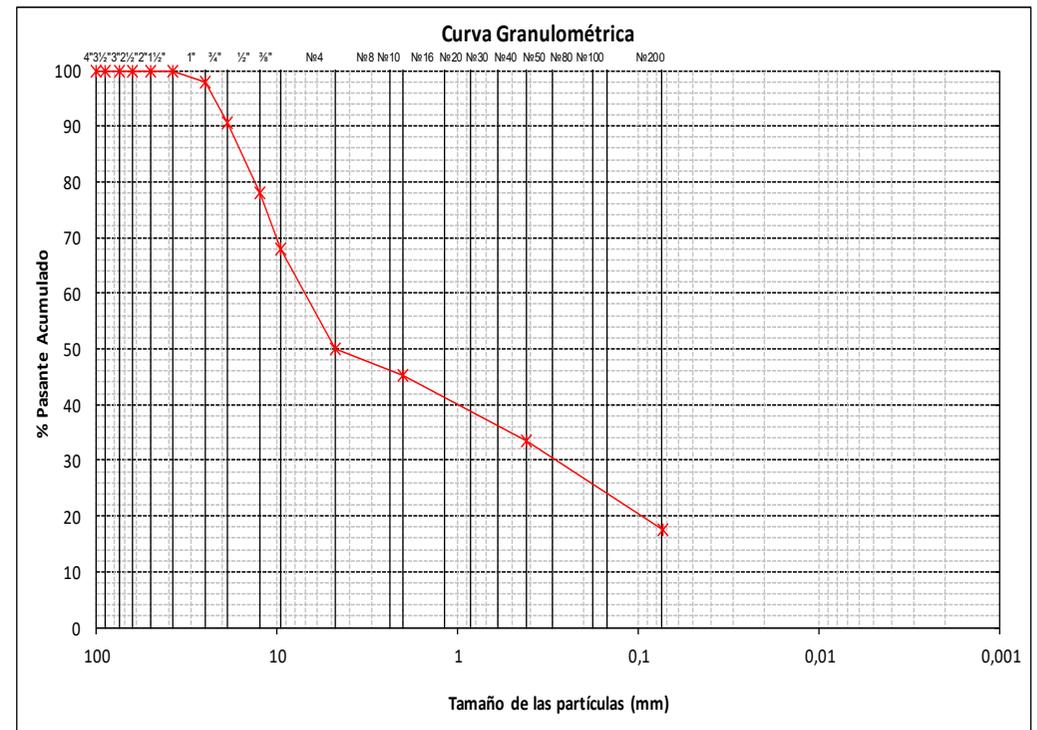
ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

Perforación: CAL-7
Profundidad: 0.50 m - 1.50 m
Material: Grava limosa con arena
Coordenadas: 555129 E - 9717982N

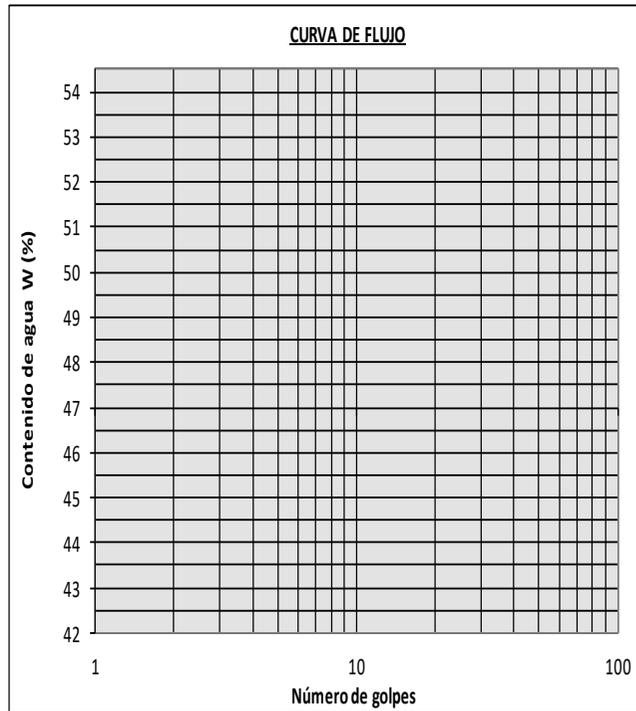
Muestra: 1
Fecha: 05/12/2016

GRANULOMETRIA

TAMIZ	PESO	PESO	%	%	%
A.S.T.M. mm	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	PASANTE ACUMULADO
4"	100,0	0,00	0,00	0,00	100,00
3½"	90,0	0,00	0,00	0,00	100,00
3"	75,0	0,00	0,00	0,00	100,00
2½"	63,0	0,00	0,00	0,00	100,00
2"	50,0	0,00	0,00	0,00	100,00
1½"	37,5	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25	18,94	18,94	2,04	97,96
¾"	19	69,15	88,09	7,44	94,7
½"	12,5	116,89	204,98	12,57	77,96
⅜"	9,5	92,06	297,04	9,90	31,94
No.4	4,75	167,43	464,47	18,00	49,94
Pasa el No.4					50,06
No.8	2,36				
No.10	2	45,84	510,31	4,93	54,87
No.16	1,18				45,13
No.20	0,84	41,66	551,97	4,48	59,35
No.30	0,6				40,65
No.40	0,42	67,57	619,54	7,27	66,62
No.50	0,3				33,38
No.80	0,18				
No.100	0,15	119,84	739,38	12,89	79,50
No.200	0,074	27,77	767,15	2,99	82,49
Pasa el No.200		162,85	930,00	17,51	100,00
Total		930,00		100,00	



Grava = 49,94 % Arena = 32,55 % Finos = 17,51



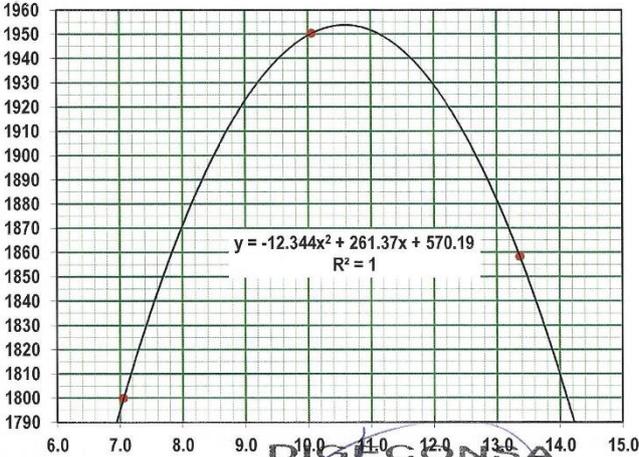
LIMITES DE ATTERBERG

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			CONTENIDO DE HUMEDAD	
	1	2	3	4	1	2	3	1	2
ENSAYO No									
CAPSULA No	-	-	-	-	-	-	-	209	
PESO DE CAPSULA + SUELO HUMEDO gr.	-	-	-	-	-	-	-	0,00	
PESO DE CAPSULA + SUELO SECO gr.	-	-	-	-	-	-	-	0,00	
PESO AGUA gr.	-	-	-	-	-	-	-	0,0	
PESO DE LA CAPSULA gr.	-	-	-	-	-	-	-	22,90	
PESO SUELO SECO gr.	-	-	-	-	-	-	-	-22,9	
CONTENIDO DE HUMEDAD. %	-	-	-	-	-	-	-	0,00	
NUMERO DE GOLPES	10	20	29	40					

RESULTADOS DE ENSAYOS				Observaciones:	
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	0,00 %		Normas de Referencia: ASTM D424 ASTM D1140 ASTM D421 ASTM D4318		
LIMITE LIQUIDO	NP	%			CLASIFICACION
LIMITE PLASTICO	NP	%	SUCS	GM	
INDICE DE PLASTICIDAD ..	NP	%	AASHTO	A-1-b(0)	

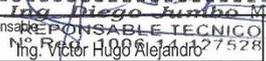
1. ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

	LABORATORIO DE SUELOS Y HORMIGON Ensayo de Compactación	CDLA. FERROVIARIA, AV. 4TA Y CALLE 8VA ESQUINA Telf. 2 209 095 e- mail: digeconsa@hotmail.com													
Obra : Diseño de la Vía Engunga - Puerto Engabao Ubicación: Abs. 0+000 Fecha: 25 de noviembre de 2016 Material : De sitio Solicitado : Ing. Gustavo Moreno															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>MASA DEL CILINDRO (P7)</td><td style="text-align: right;">3964</td></tr> <tr><td>VOLUMEN DEL CILINDRO (V)</td><td style="text-align: right;">929</td></tr> <tr><td>MASA DEL MARTILLO (lb.)</td><td style="text-align: right;">4,5</td></tr> <tr><td>ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)</td><td style="text-align: right;">45.72</td></tr> <tr><td>TIPO DEL ENSAYO</td><td style="text-align: right;">Modificado</td></tr> <tr><td># DE CAPAS</td><td style="text-align: right;">5</td></tr> <tr><td># DE GOLPES POR CAPA</td><td style="text-align: right;">25</td></tr> </table>	MASA DEL CILINDRO (P7)	3964	VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	929	MASA DEL MARTILLO (lb.)	4,5	ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45.72	TIPO DEL ENSAYO	Modificado	# DE CAPAS	5	# DE GOLPES POR CAPA	25	Observaciones: <i>Normas de Referencia</i> ASTM D 698-91 ASTM D 1557-91 AASHTO T 99-94 AASHTO T 180-93
MASA DEL CILINDRO (P7)	3964														
VOLUMEN DEL CILINDRO (V)	929														
MASA DEL MARTILLO (lb.)	4,5														
ALTURA DE CAÍDA DEL MARTILLO (cm.)	45.72														
TIPO DEL ENSAYO	Modificado														
# DE CAPAS	5														
# DE GOLPES POR CAPA	25														
DATOS DEL ENSAYO DE COMPACTACION															
	1	2	3	4	5	6									
RECIPiente #	x	t	a-10												
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA (P1)	43.02	45.50	45.36												
MASA DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA (P2)	41.23	42.80	42.00												
MASA DE AGUA (P3 = P1 - P2)	1.79	2.70	3.36												
MASA DE RECIPIENTE (P4)	15.86	15.95	16.87												
MASA DE MUESTRA SECA (P5 = P2 - P4)	25.37	26.85	25.13												
% DE HUMEDAD (W = P3 x 100 ÷ P5)	7.06	10.06	13.37												
% DE HUMEDAD PROMEDIO	7.06	10.06	13.37												
% DE HUMEDAD AÑADIDA AL SUELO	0	3	3												
MASA DE CILINDRO + SUELO HÚMEDO (P6)	5754	5958	5921												
MASA DE SUELO HÚMEDO (P8 = P6 - P7)	1790	1994	1957												
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (Dh = P8 ÷ V)	1927	2146	2107												
DENSIDAD SECA DEL SUELO (Ds = Dh ÷ (1 + W ÷ 100))	1800	1950	1858												



RESULTADOS

Densidad Seca Máxima 1954 Kg./m³
% de Humedad Óptima 10.59 %

Laboratorio  Enrique Guerra	Responsable TÉCNICO  Ing. Victor Hugo Alejandro	Fecha Toma Muestra 24 de noviembre de 2016	Fecha Ensayo 25 de noviembre de 2016
---	---	---	---

2. ENSAYO CBR



Facultad de Ingeniería
en Ciencias de la Tierra

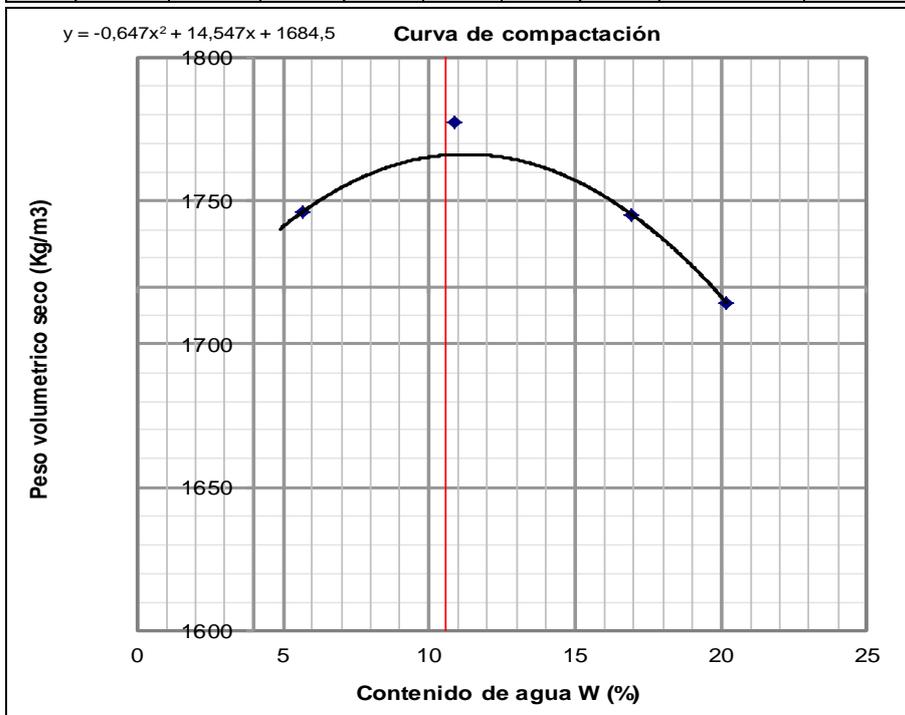
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga
Localización: Provincia de Santa Elena
Coordenadas: 547860 E - 9727030N
Abscisa : 0+000
Calicata Nº 1
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad con arena

FECHA: diciembre, 10 de 2016

ENSAYO PROCTOR:		MODIFICADO	
Peso del cilindro	=	2,726	Kg.
Volumen del cilindro	=	0,0021313	m ³
Peso del martillo	=	10	Lbs.
Altura de caída del martill	=	18	plgs.
Número de capas	=	5	
Número de golpes/capa	=	56	
Energía de compactación	=	55.808	lb-ft / ft ³

Punto	Cáp	Peso tierra húmeda + cáp.	Peso tierra seca + cáp.	Peso de cáp.	Peso de agua	Peso seco	Cont. de agua	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	$\frac{1}{1+W}$	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
Nº	Nº	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m ³
1	180	225,4	216,9	68,3	8,5	148,6	5,69	6,660	3,934	0,9461	3,722	1746
2	29	202,1	189,3	71,1	12,8	118,2	10,86	6,926	4,200	0,9021	3,789	1778
3	10	215,1	190,8	70,5	24,3	120,3	20,20	7,118	4,392	0,8320	3,654	1714
4	201	194,9	176,9	70,2	18,1	106,7	16,94	7,076	4,350	0,8551	3,720	1745
5												
6												
7												



RESULTADOS

Densidad Seca Máxima

1954 Kg/m³

95% Densidad Seca Máxima

1856 Kg/m³

Humedad Óptima

10,59 %

Observaciones :

Normas de Referencia:

ASTM D 1557-91

AASHTO T 180-93



Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

C.B.R.
REGISTRO

PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga **FECHA:** diciembre, 10 de 2016
Localización: Provincia de Santa Elena
Coordenadas: 547860 E - 9727030N
Abscisa : 0+000
Calicata № 1
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad con arena

Molde de C.B.R		Martillo de compactación y número de capas	
Diámetro =	0,1524 m = 6,00 plgs.	Peso del martillo =	10 Lbs.
Altura =	0,1164 m = 4,5827 plgs.	Altura caída martillo =	18 plgs.
Volumen =	0,00212331 m ³ = 0,0749839 ft ³	Número de capas =	5

Molde	№	5	6	7
Golpes	№	56	25	12
Energía de compactación	lb-ft / ft ³	56.012	25.005	12.003

ANTES DE INMERSIÓN

Peso suelo húmedo + molde	Kg	8,516	8,514	8,334
Peso de molde	Kg	4,212	4,230	4,084
Peso suelo húmedo	Kg	4,304	4,284	4,250
Peso suelo seco	Kg	3,627	3,652	3,578
Densidad húmeda	Kg/m ³	2027,03	2017,61	2001,59
Densidad Seca	Kg/m ³	1708,27	1720,06	1685,32

HUMEDAD	Recipiente	№	17	55	27
	Peso húmedo + recipiente	gr	184,3	221,7	245,6
	Peso seco + recipiente	gr	166,2	198,9	217,6
	Peso de agua	gr	18,1	22,8	28,0
	Peso de recipiente	gr	69,2	67,1	68,4
	Peso seco	gr	97,0	131,8	149,2
	Contenido de agua	%	18,66	17,30	18,77
	Promedio	%	18,6598	17,2989	18,7668

LECTURAS DE HINCHAMIENTO

Tiempo (Horas)	Fecha	plgs.	%	plgs.	%	plgs.	%
Inicial	diciembre, 10 de 2016	0,000	0,00	0,001	0,00	0,000	0,00
24	diciembre, 11 de 2016	0,000	0,00	0,013	0,26	0,020	0,44
48	diciembre, 12 de 2016	0,006	0,13	0,030	0,63	0,033	0,72
72	diciembre, 13 de 2016	0,010	0,22	0,032	0,68	0,035	0,76
96	diciembre, 14 de 2016	0,013	0,28	0,037	0,79	0,039	0,85

DESPUÉS DE INMERSIÓN

Peso suelo húmedo + molde	Kg	8,574	8,576	8,398
Peso de molde	Kg	4,212	4,230	4,084
Peso suelo húmedo	Kg	4,362	4,346	4,314
Peso suelo seco	Kg	3,585	3,546	3,538
Densidad húmeda	Kg/m ³	2054,34	2046,81	2031,74
Densidad Seca.	Kg/m ³	1688,22	1670,09	1666,18

HUMEDAD	Recipiente	№	55	17	40
	Peso húmedo + recipiente	gr	97,4	118,1	145,1
	Peso seco + recipiente	gr	92,0	109,1	131,3
	Peso de agua	gr	5,4	9,0	13,8
	Peso de recipiente	gr	67,1	69,2	68,4
	Peso seco	gr	24,9	39,9	62,9
	Contenido de agua	%	21,69	22,56	21,94
	Promedio	%	21,6867	22,5564	21,9396

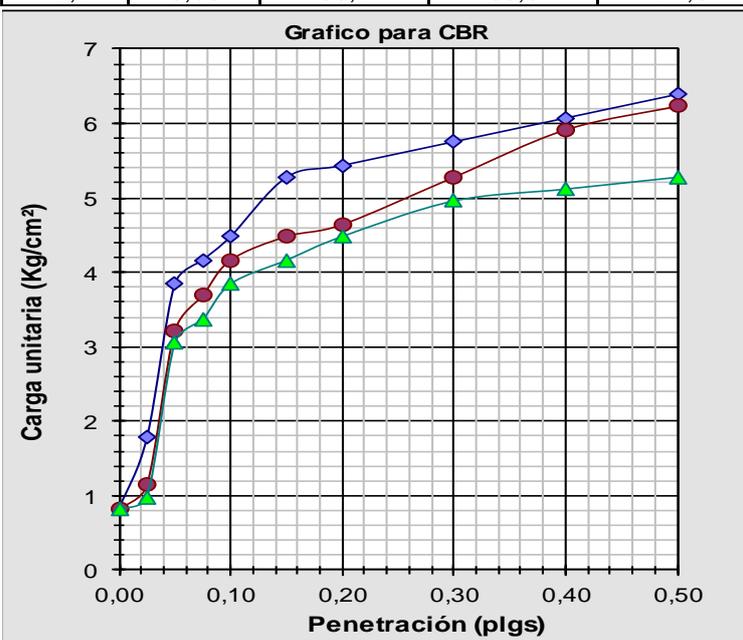


PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga
Localización: Provincia de Santa Elena
Coordenadas 547860 E - 9727030N
Abscisa : 0+000
Calicata Nº 1
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad con arena

FECHA: diciembre, 14 de 2016

Peso del martillo = 10 Lbs. Altura de caída del martillo = 18 plgs. Número de capas = 5
 Área del pistón = 3,00 plg² = 19,3548 cm²

Molde Nº	5	6	7	5	6	7	
Nº Golpes por capa	56	25	12	56	25	12	
Penetración		Carga de penetración en Lb.			Carga de penetración en Kg.		
(mm)	(plg)						
0,0	0,00	35,0	35,0	35,0	15,9	15,9	15,9
0,64	0,025	75,7	48,6	41,8	34,4	22,1	19,0
1,27	0,05	163,7	136,6	129,9	74,4	62,1	59,0
1,91	0,075	177,3	157,0	143,4	80,6	71,3	65,2
2,54	0,10	190,8	177,3	163,7	86,7	80,6	74,4
3,81	0,15	224,7	190,8	177,3	102,1	86,7	80,6
5,08	0,20	231,5	197,6	190,8	105,2	89,8	86,7
7,62	0,30	245,0	224,7	211,2	111,4	102,1	96,0
10,2	0,40	258,6	251,8	217,9	117,5	114,5	99,1
12,7	0,50	272,1	265,4	224,7	123,7	120,6	102,1
Penetración		Carga Unitaria en Lb/plg ²			Carga Unitaria en Kg/cm ²		
(mm)	(plg)						
0,0	0,00	11,7	11,7	11,7	0,8	0,8	0,8
0,64	0,025	25,2	16,2	13,9	1,8	1,1	1,0
1,27	0,05	54,6	45,5	43,3	3,8	3,2	3,0
1,91	0,075	59,1	52,3	47,8	4,2	3,7	3,4
2,54	0,10	63,6	59,1	54,6	4,5	4,2	3,8
3,81	0,15	74,9	63,6	59,1	5,3	4,5	4,2
5,08	0,20	77,2	65,9	63,6	5,4	4,6	4,5
7,62	0,30	81,7	74,9	70,4	5,8	5,3	5,0
10,2	0,40	86,2	83,9	72,6	6,1	5,9	5,1
12,7	0,50	90,7	88,5	74,9	6,4	6,2	5,3



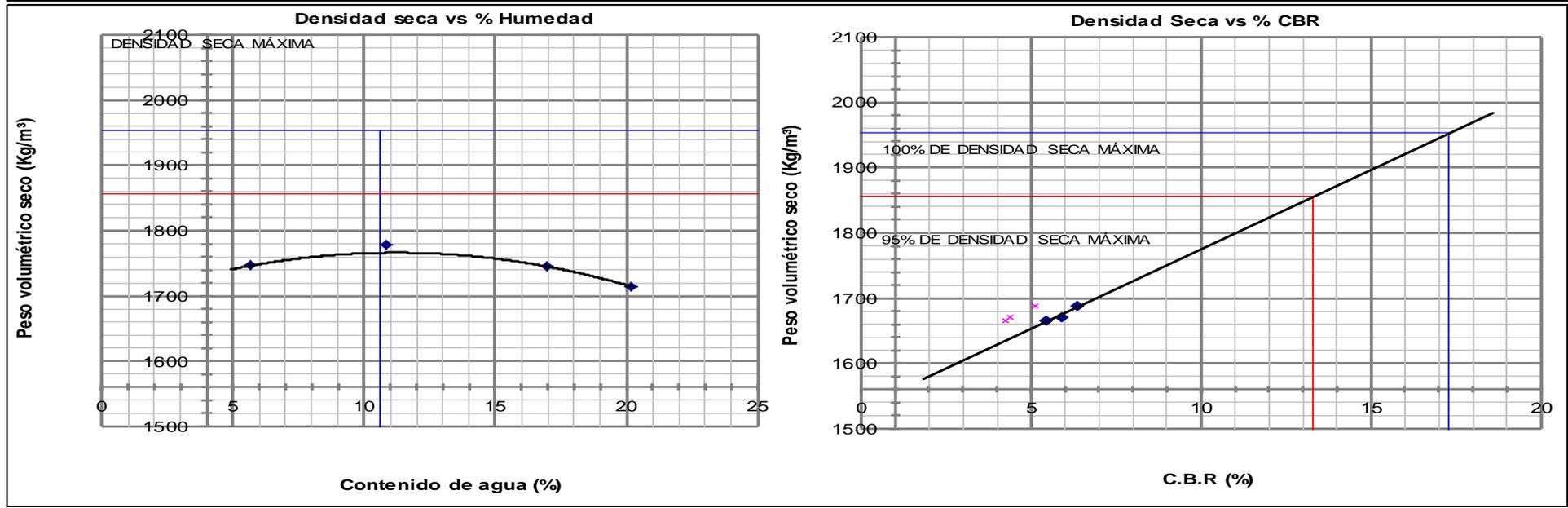
C.B.R. para 2,54mm	
Nº Golpes	56
Carga Unitaria (Kg/cm ²)	4,48
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm ²)	70,45
C.B.R. (%)	6,36
Nº Golpes	25
Carga Unitaria (Kg/cm ²)	4,16
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm ²)	70,45
C.B.R. (%)	5,91
Nº Golpes	12
Carga Unitaria (Kg/cm ²)	3,85
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm ²)	70,45
C.B.R. (%)	5,46
Observaciones:	
Normas de Referencia:	
ASTM D1883-94	
AASHTO T 193-93	



DETERMINACION DE C.B.R.

PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga
Localización: Provincia de Santa Elena
Coordenadas: 547860 E - 9727030N
Abscisa : 0+000
Calicata Nº 1
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad con arena

FECHA: diciembre, 15 de 2016



Nº Golpes	Densidad Kg/m3	Carga Unitaria Kg/cm2		Carga Unitaria Patrón Kg/cm2		C.B.R. %		Expansión %
		0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	
56	1688	4,48	5,44	70,45	105,68	6,36	5,14	0,28
25	1670	4,16	4,64	70,45	105,68	5,91	4,39	0,79
12	1666	3,85	4,48	70,45	105,68	5,46	4,24	0,85

RESULTADOS		
Densidad seca Máxima	=	1954 Kg/m3
95% de Densidad seca Máxima	=	1856 Kg/m3
Humedad óptima	=	10,59 %
CBR al 100% para 0,10"	=	17,30 %
CBR al 95% para 0,10"	=	13,30 %
Expansión	=	0,28 %



Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

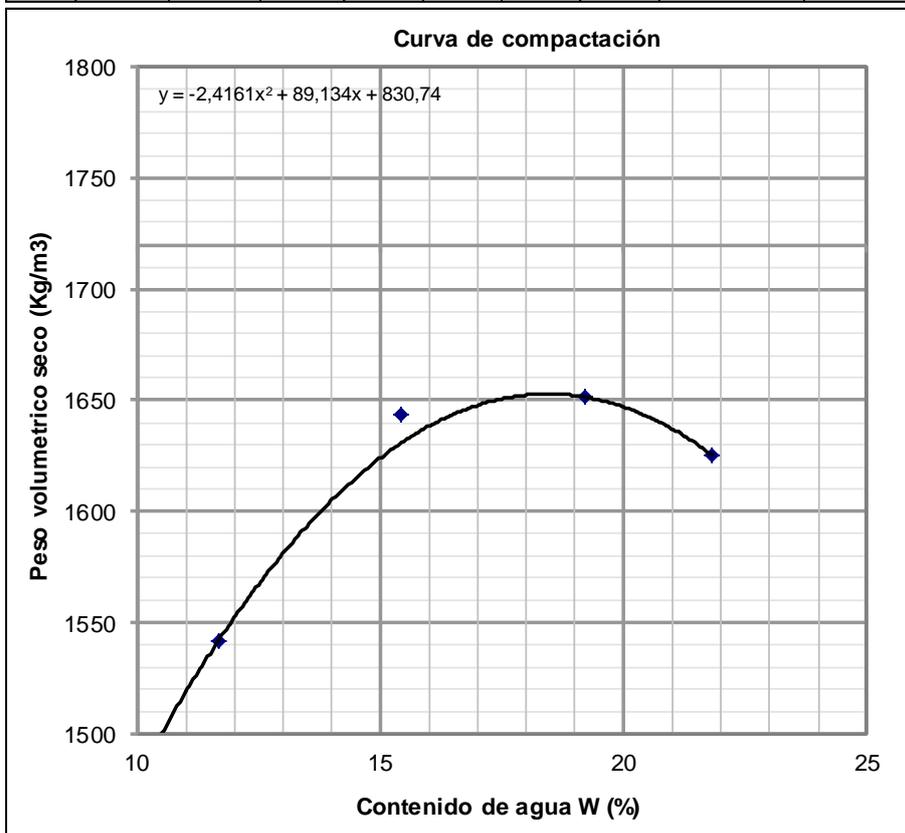
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga
Localización: Provincia de Santa Elena
Coordenadas: 549268 E - 9725933 N
Abscisa : 2+000.00
Calicata Nº 2
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Limo de baja plasticidad arenoso

FECHA: diciembre, 10 de 2016

ENSAYO PROCTOR:		MODIFICADO
Peso del cilindro	=	<u>2,726</u> Kg.
Volumen del cilindro	=	<u>0,0021313</u> m ³
Peso del martillo	=	<u>10</u> Lbs.
Altura de caída del martill	=	<u>18</u> plgs.
Número de capas	=	<u>5</u>
Número de golpes/capa	=	<u>56</u>
Energía de compactación	=	<u>55.808</u> lb-ft / ft ³

Punto	Cáp	Peso tierra húmeda + cáp.	Peso tierra seca + cáp.	Peso de cáp.	Peso de agua	Peso seco	Cont. de agua	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	$\frac{1}{1+W}$	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
Nº	Nº	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m ³
1	180	175,9	164,4	66,3	11,5	98,1	11,67	6,396	3,670	0,8955	3,286	1542
2	29	119,4	106,4	22,1	13,0	84,3	15,43	6,770	4,044	0,8663	3,503	1644
3	10	145,1	125,3	22,1	19,8	103,2	19,22	6,922	4,196	0,8388	3,520	1651
4	201	133,0	113,1	21,8	19,9	91,3	21,82	6,946	4,220	0,8209	3,464	1625
5												
6												
7												



RESULTADOS	
Densidad Seca Máxima	2080 Kg/m³
95% Densidad Seca Máxima	1976 Kg/m³
Humedad Optima	9,49 %

--

Observaciones : _____
Normas de Referencia: _____
 ASTM D 1557-91
 AASHTO T 180-93

Realizado por: CH.M
Calculado por : _____
Verificado por: Ing. J.C.P



PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga **FECHA:** diciembre, 10 de 2016
Localización: Provincia de Santa Elena
Coordenadas: 549268 E - 9725933 N
Abscisa : 2+000.00
Calicata Nº 2
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Limo de baja plasticidad arenoso

Molde de C.B.R		Martillo de compactación y número de capas	
Diámetro =	0,1524 m = 6,00 plgs.	Peso del martillo =	10 Lbs.
Altura =	0,1164 m = 4,5827 plgs.	Altura caída martillo =	18 plgs.
Volumen =	0,00212331 m3 = 0,0749839 ft3	Número de capas =	5

Molde	Nº	11	10	9
Golpes	Nº	56	25	12
Energía de compactación	lb-ft / ft3	56.012	25.005	12.003

ANTES DE INMERSIÓN					
Peso suelo húmedo + molde	Kg	8,614	8,356	8,722	
Peso de molde	Kg	4,210	3,806	4,196	
Peso suelo húmedo	Kg	4,404	4,550	4,526	
Peso suelo seco	Kg	3,916	4,015	3,975	
Densidad húmeda	Kg/m3	2074,12	2142,88	2131,58	
Densidad Seca	Kg/m3	1844,48	1890,96	1872,16	
HUMEDAD	Recipiente	Nº	40	46	53
	Peso húmedo + recipiente	gr	212,3	286,5	218,5
	Peso seco + recipiente	gr	196,7	261,2	200,5
	Peso de agua	gr	15,6	25,3	18,0
	Peso de recipiente	gr	71,4	71,3	70,6
	Peso seco	gr	125,3	189,9	129,9
	Contenido de agua	%	12,45	13,32	13,86
	Promedio	%	12,4501	13,3228	13,8568

LECTURAS DE HINCHAMIENTO							
Tiempo (Horas)	Fecha	plgs.	%	plgs.	%	plgs.	%
Inicial	diciembre, 10 de 2016	0,001	0,00	0,001	0,00	0,001	0,00
24	diciembre, 11 de 2016	0,003	0,04	0,004	0,07	0,005	0,09
48	diciembre, 12 de 2016	0,006	0,11	0,008	0,15	0,010	0,20
72	diciembre, 13 de 2016	0,010	0,20	0,010	0,20	0,012	0,24
96	diciembre, 14 de 2016	0,011	0,22	0,013	0,26	0,016	0,33

DESPUÉS DE INMERSIÓN					
Peso suelo húmedo + molde	Kg	8,764	8,424	8,714	
Peso de molde	Kg	4,210	3,806	4,196	
Peso suelo húmedo	Kg	4,554	4,618	4,518	
Peso suelo seco	Kg	4,061	3,962	3,986	
Densidad húmeda	Kg/m3	2144,77	2174,91	2127,81	
Densidad Seca.	Kg/m3	1912,81	1866,07	1877,08	
HUMEDAD	Recipiente	Nº	47	30	27
	Peso húmedo + recipiente	gr	134,3	120,5	131,2
	Peso seco + recipiente	gr	127,4	113,4	123,8
	Peso de agua	gr	6,9	7,1	7,4
	Peso de recipiente	gr	70,5	70,5	68,4
	Peso seco	gr	56,9	42,9	55,4
	Contenido de agua	%	12,13	16,55	13,36
	Promedio	%	12,1265	16,5501	13,3574

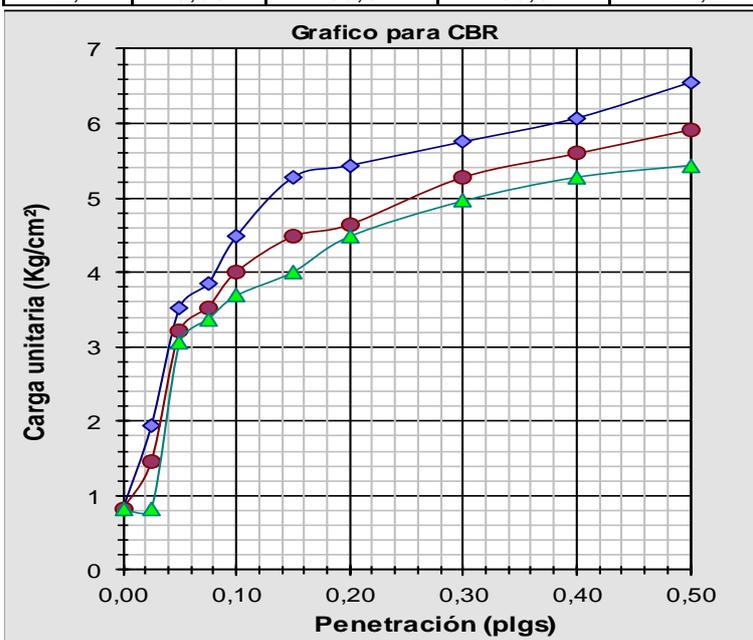


PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga
Localización: Provincia de Santa Elena
Coordenadas 549268 E - 9725933 N
Abscisa : 2+000.00
Calicata Nº 2
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Limo de baja plasticidad arenoso

FECHA: diciembre, 14 de 2016

Peso del martillo = 10 Lbs. Altura de caída del martillo = 18 plgs. Número de capas = 5
 Área del pistón = 3,00 plg² = 19,3548 cm²

Molde Nº	11	10	9	11	10	9	
Nº Golpes por capa	56	25	12	56	25	12	
Penetración		Carga de penetración en Lb.			Carga de penetración en Kg.		
(mm)	(plg)						
0,0	0,00	35,0	35,0	35,0	15,9	15,9	15,9
0,64	0,025	82,4	62,1	35,0	37,5	28,2	15,9
1,27	0,05	150,2	136,6	129,9	68,3	62,1	59,0
1,91	0,075	163,7	150,2	143,4	74,4	68,3	65,2
2,54	0,10	190,8	170,5	157,0	86,7	77,5	71,3
3,81	0,15	224,7	190,8	170,5	102,1	86,7	77,5
5,08	0,20	231,5	197,6	190,8	105,2	89,8	86,7
7,62	0,30	245,0	224,7	211,2	111,4	102,1	96,0
10,2	0,40	258,6	238,3	224,7	117,5	108,3	102,1
12,7	0,50	278,9	251,8	231,5	126,8	114,5	105,2
Penetración		Carga Unitaria en Lb/plg ²			Carga Unitaria en Kg/cm ²		
(mm)	(plg)						
0,0	0,00	11,7	11,7	11,7	0,8	0,8	0,8
0,64	0,025	27,5	20,7	11,7	1,9	1,5	0,8
1,27	0,05	50,1	45,5	43,3	3,5	3,2	3,0
1,91	0,075	54,6	50,1	47,8	3,8	3,5	3,4
2,54	0,10	63,6	56,8	52,3	4,5	4,0	3,7
3,81	0,15	74,9	63,6	56,8	5,3	4,5	4,0
5,08	0,20	77,2	65,9	63,6	5,4	4,6	4,5
7,62	0,30	81,7	74,9	70,4	5,8	5,3	5,0
10,2	0,40	86,2	79,4	74,9	6,1	5,6	5,3
12,7	0,50	93,0	83,9	77,2	6,5	5,9	5,4



C.B.R. para 2,54mm

Nº Golpes	56
Carga Unitaria (Kg/cm ²)	4,48
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm ²)	70,45
C.B.R. (%)	6,36
Nº Golpes	25
Carga Unitaria (Kg/cm ²)	4,00
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm ²)	70,45
C.B.R. (%)	5,68
Nº Golpes	12
Carga Unitaria (Kg/cm ²)	3,69
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm ²)	70,45
C.B.R. (%)	5,23

Observaciones:
 Normas de Referencia:
 ASTM D1883-94
 AASHTO T 193-93

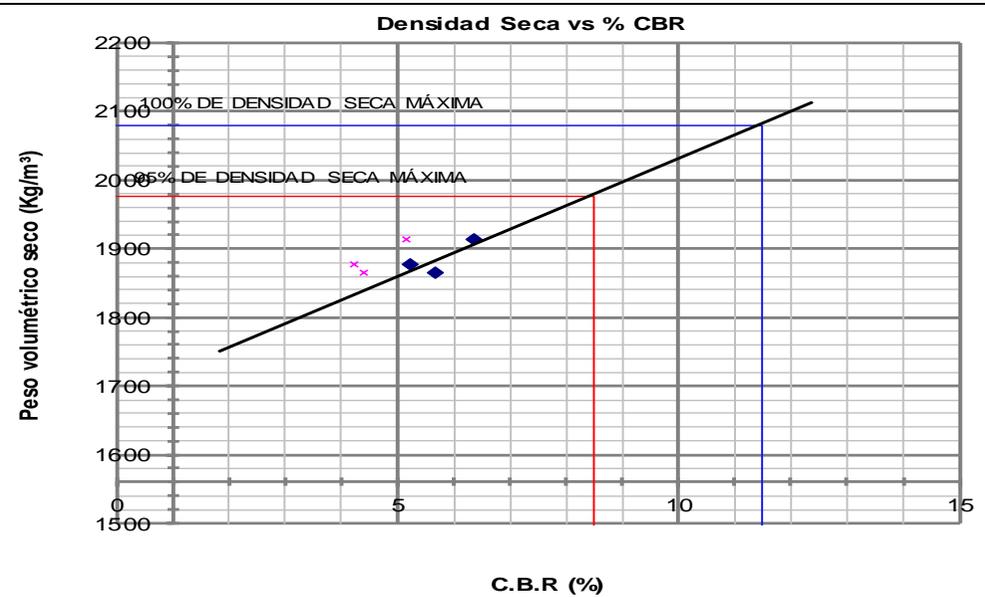
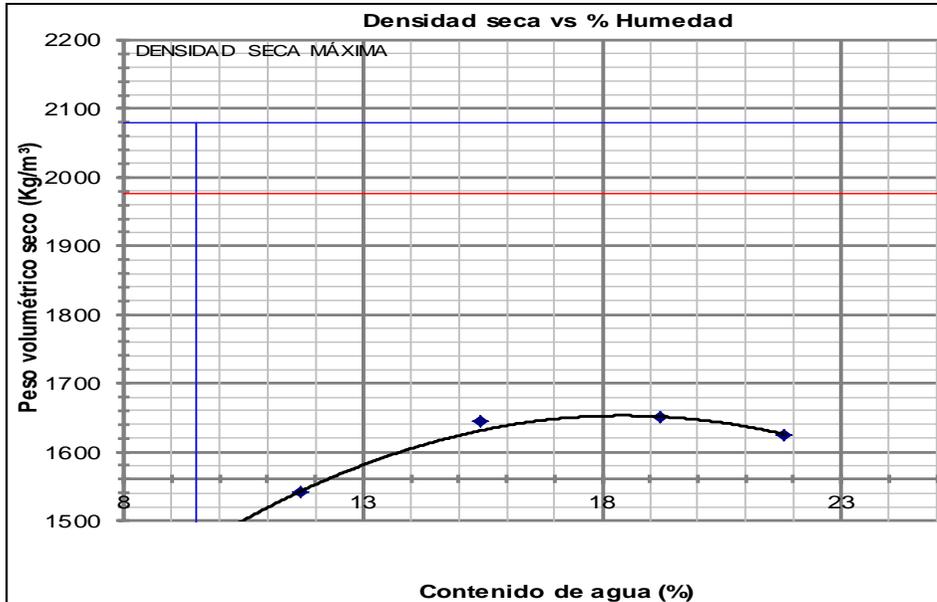
Laboratorista: G.S.M
Calculado por:
Verificado por: Ing. J.C.P



DETERMINACION DE C.B.R.

PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga
Localización: Provincia de Santa Elena
Coordenadas: 549268 E - 9725933 N
Abscisa : 2+000.00
Calicata № 2
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Limo de baja plasticidad arenoso

FECHA: diciembre, 15 de 2016



№ Golpes	Densidad Kg/m3	Carga Unitaria Kg/cm2		Carga Unitaria Patrón Kg/cm2		C.B.R. %		Expansión %
		0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	
56	1913	4,48	5,44	70,45	105,68	6,36	5,14	0,22
25	1866	4,00	4,64	70,45	105,68	5,68	4,39	0,26
12	1877	3,69	4,48	70,45	105,68	5,23	4,24	0,33

RESULTADOS		
Densidad seca Máxima	=	2080 Kg/m3
95% de Densidad seca Máxima	=	1976 Kg/m3
Humedad óptima	=	9,49 %
CBR al 100% para 0,10"	=	11,50 %
CBR al 95% para 0,10"	=	8,50 %
Expansión	=	0,22 %



Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

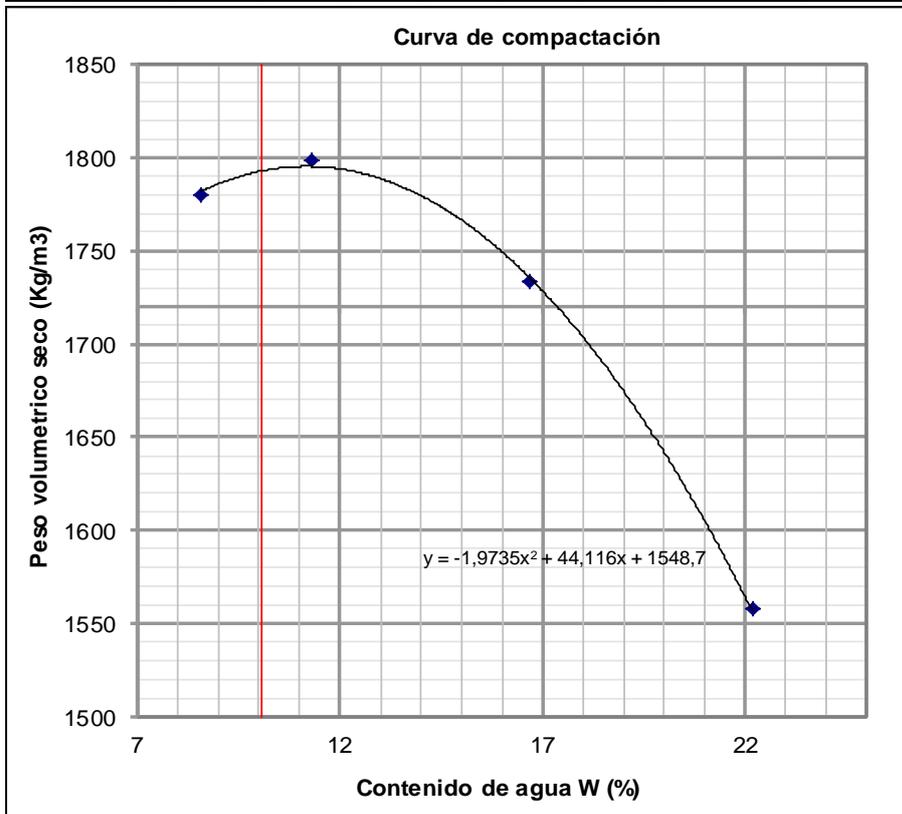
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga
Localización: Provincia de Guayas
Coordenadas: 550271 E - 9724213 N
Abscisa : 4+000.00
Calicata Nº 3
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad arenosa

FECHA: diciembre, 10 de 2016

ENSAYO PROCTOR:		MODIFICADO
Peso del cilindro	=	2,726 Kg.
Volumen del cilindro	=	0,0021313 m ³
Peso del martillo	=	10 Lbs.
Altura de caída del martill	=	18 plgs.
Número de capas	=	5
Número de golpes/capa	=	56
Energía de compactación	=	55.808 lb-ft / ft ³

Punto	Cáp	Peso tierra húmeda + cáp.	Peso tierra seca + cáp.	Peso de cáp.	Peso de agua	Peso seco	Cont. de agua	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	$\frac{1}{1+W}$	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
Nº	Nº	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m ³
1	180	199,8	189,1	64,2	10,7	125,0	8,56	6,844	4,118	0,9212	3,793	1780
2	29	180,3	169,0	69,3	11,3	99,8	11,30	6,993	4,267	0,8985	3,834	1799
3	10	245,6	213,7	70,0	31,9	143,8	22,16	6,782	4,056	0,8186	3,320	1558
4	18	171,0	156,6	70,6	14,4	86,0	16,68	7,036	4,310	0,8570	3,694	1733
5												
6												
7												



RESULTADOS	
Densidad Seca Máxima	2010 Kg/m ³
95% Densidad Seca Máxima	1910 Kg/m ³
Humedad Óptima	10,05 %

--

Observaciones : _____
 Normas de Referencia:
 ASTM D 1557-91
 AASHTO T 180-93

Realizado por: CH.M
Calculado por : _____
Verificado por: Ing. J.C.P



PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga **FECHA:** diciembre, 10 de 2016
Localización: Provincia de Guayas
Coordenadas: 550271 E - 9724213 N
Abscisa : 4+000.00
Calicata Nº 3
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad arenosa

Molde de C.B.R		Martillo de compactación y número de capas	
Diámetro =	0,1524 m = 6,00 plgs.	Peso del martillo =	10 Lbs.
Altura =	0,1164 m = 4,5827 plgs.	Altura caída martillo =	18 plgs.
Volumen =	0,00212331 m ³ = 0,0749839 ft ³	Número de capas =	5

Molde	Nº	4	5	6
Golpes	Nº	56	25	12
Energía de compactación	lb-ft / ft ³	56.012	25.005	12.003

ANTES DE INMERSIÓN					
Peso suelo húmedo + molde	Kg	8,968	8,990	8,820	
Peso de molde	Kg	4,100	4,200	4,250	
Peso suelo húmedo	Kg	4,868	4,790	4,570	
Peso suelo seco	Kg	4,020	4,179	3,930	
Densidad húmeda	Kg/m ³	2292,65	2255,91	2152,30	
Densidad Seca	Kg/m ³	1893,38	1968,11	1850,88	
HUMEDAD	Recipiente	Nº	7	19	44
	Peso húmedo + recipiente	gr	216,0	226,7	293,7
	Peso seco + recipiente	gr	190,8	206,3	262,4
	Peso de agua	gr	25,2	20,4	31,3
	Peso de recipiente	gr	71,3	66,8	70,2
	Peso seco	gr	119,5	139,5	192,2
	Contenido de agua	%	21,09	14,62	16,29
	Promedio	%	21,0879	14,6237	16,2851

LECTURAS DE HINCHAMIENTO							
Tiempo (Horas)	Fecha	plgs.	%	plgs.	%	plgs.	%
Inicial	diciembre, 10 de 2016	0,001	0,00	0,001	0,00	0,001	0,00
24	diciembre, 11 de 2016	0,016	0,33	0,020	0,41	0,020	0,41
48	diciembre, 12 de 2016	0,021	0,44	0,030	0,63	0,036	0,76
72	diciembre, 13 de 2016	0,024	0,50	0,038	0,81	0,054	1,16
96	diciembre, 14 de 2016	0,028	0,59	0,041	0,87	0,061	1,31

DESPUÉS DE INMERSIÓN					
Peso suelo húmedo + molde	Kg	9,054	9,056	8,990	
Peso de molde	Kg	4,100	4,200	4,250	
Peso suelo húmedo	Kg	4,954	4,856	4,740	
Peso suelo seco	Kg	4,161	4,118	3,961	
Densidad húmeda	Kg/m ³	2333,15	2287,00	2232,37	
Densidad Seca.	Kg/m ³	1959,51	1939,40	1865,37	
HUMEDAD	Recipiente	Nº	13	4	33
	Peso húmedo + recipiente	gr	150,6	141,0	168,4
	Peso seco + recipiente	gr	137,5	130,3	151,5
	Peso de agua	gr	13,1	10,7	16,9
	Peso de recipiente	gr	68,8	70,6	65,6
	Peso seco	gr	68,7	59,7	85,9
	Contenido de agua	%	19,07	17,92	19,67
	Promedio	%	19,0684	17,9229	19,6740



PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga

FECHA: diciembre, 10 de 2016

Localización: Provincia de Guayas

Coordenadas 550271 E - 9724213 N

Abscisa : 4+000.00

Calicata Nº 3

Muestra Nº 1

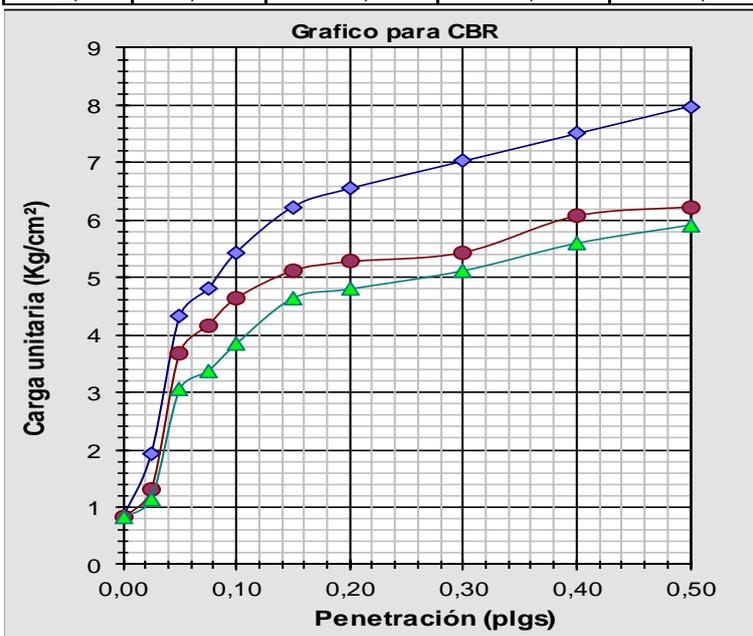
Profundidad: 1.50m

Material: Suelo existente

Descripción: Arcilla de baja plasticidad arenosa

Peso del martillo = 10 Lbs. Altura de caída del martillo = 18 plgs. Número de capas = 5
Área del pistón = 3,00 plg² = 19,3548 cm²

Molde Nº	4	5	6	4	5	6	
Nº Golpes por capa	56	25	12	56	25	12	
Penetración (mm)		Carga de penetración en Lb.			Carga de penetración en Kg.		
0,0	0,00	35,0	35,0	35,0	15,9	15,9	15,9
0,64	0,025	82,4	55,3	48,6	37,5	25,1	22,1
1,27	0,05	184,1	157,0	129,9	83,7	71,3	59,0
1,91	0,075	204,4	177,3	143,4	92,9	80,6	65,2
2,54	0,10	231,5	197,6	163,7	105,2	89,8	74,4
3,81	0,15	265,4	217,9	197,6	120,6	99,1	89,8
5,08	0,20	278,9	224,7	204,4	126,8	102,1	92,9
7,62	0,30	299,2	231,5	217,9	136,0	105,2	99,1
10,2	0,40	319,6	258,6	238,3	145,3	117,5	108,3
12,7	0,50	339,9	265,4	251,8	154,5	120,6	114,5
Penetración (mm)		Carga Unitaria en Lb/plg ²			Carga Unitaria en Kg/cm ²		
0,0	0,00	11,7	11,7	11,7	0,8	0,8	0,8
0,64	0,025	27,5	18,4	16,2	1,9	1,3	1,1
1,27	0,05	61,4	52,3	43,3	4,3	3,7	3,0
1,91	0,075	68,1	59,1	47,8	4,8	4,2	3,4
2,54	0,10	77,2	65,9	54,6	5,4	4,6	3,8
3,81	0,15	88,5	72,6	65,9	6,2	5,1	4,6
5,08	0,20	93,0	74,9	68,1	6,5	5,3	4,8
7,62	0,30	99,7	77,2	72,6	7,0	5,4	5,1
10,2	0,40	106,5	86,2	79,4	7,5	6,1	5,6
12,7	0,50	113,3	88,5	83,9	8,0	6,2	5,9

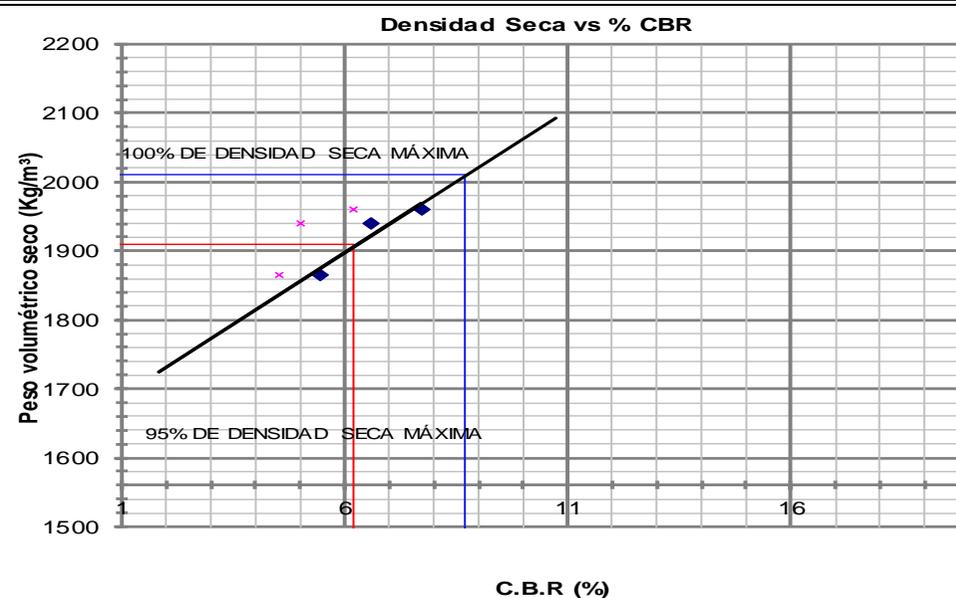
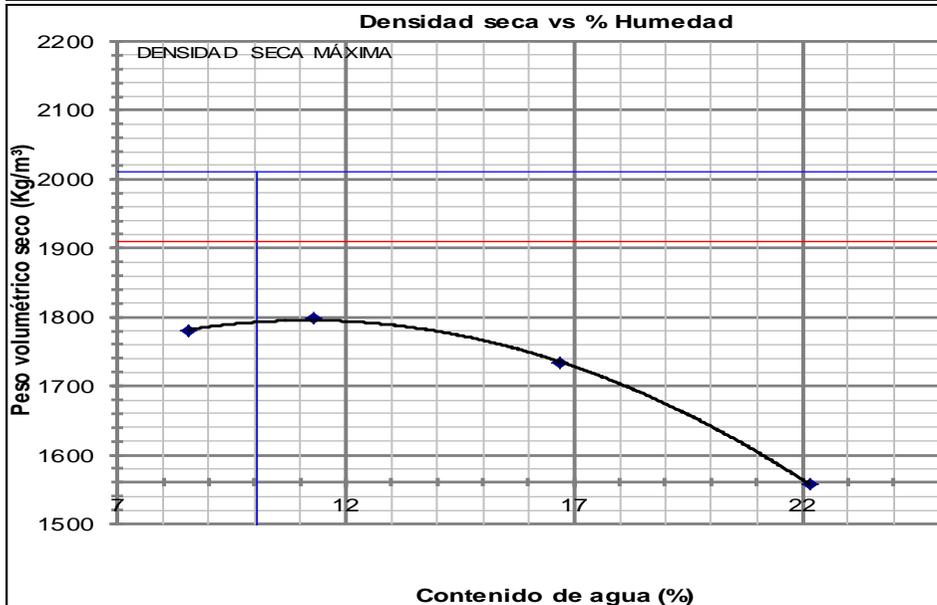


C.B.R. para 2,54mm	
Nº Golpes	56
Carga Unitaria (Kg/cm ²)	5,44
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm ²)	70,45
C.B.R. (%)	7,72
Nº Golpes	25
Carga Unitaria (Kg/cm ²)	4,64
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm ²)	70,45
C.B.R. (%)	6,59
Nº Golpes	12
Carga Unitaria (Kg/cm ²)	3,85
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm ²)	70,45
C.B.R. (%)	5,46
Observaciones:	
Normas de Referencia:	
ASTM D1883-94	
AASHTO T 193-93	
Laboratorista: G.S.M	
Calculado por :	
Verificado por: Ing. J.C.P	



PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga
Localización: Provincia de Guayas
Coordenadas: 550271 E - 9724213 N
Abscisa : 4+000.00
Calicata № 3
Muestra № 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad arenosa

FECHA: diciembre, 10 de 2016



№ Golpes	Densidad Kg/m3	Carga Unitaria Kg/cm2		Carga Unitaria Patrón Kg/cm2		C.B.R. %		Expansión %
		0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	
56	1960	5,44	6,55	70,45	105,68	7,72	6,20	0,59
25	1939	4,64	5,28	70,45	105,68	6,59	4,99	0,87
12	1865	3,85	4,80	70,45	105,68	5,46	4,54	1,31

RESULTADOS		
Densidad seca Máxima	=	2010 Kg/m3
95% de Densidad seca Máxima	=	1910 Kg/m3
Humedad óptima	=	10,05 %
CBR al 100% para 0,10"	=	8,70 %
CBR al 95% para 0,10"	=	6,20 %
Expansión	=	0,59 %



Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga

FECHA: diciembre, 10 de 2016

Localización: Provincia de Guayas

Coordenadas: 551498 E - 9722618 N

Abscisa : 6+000.00

Calicata Nº 4

Muestra Nº 1

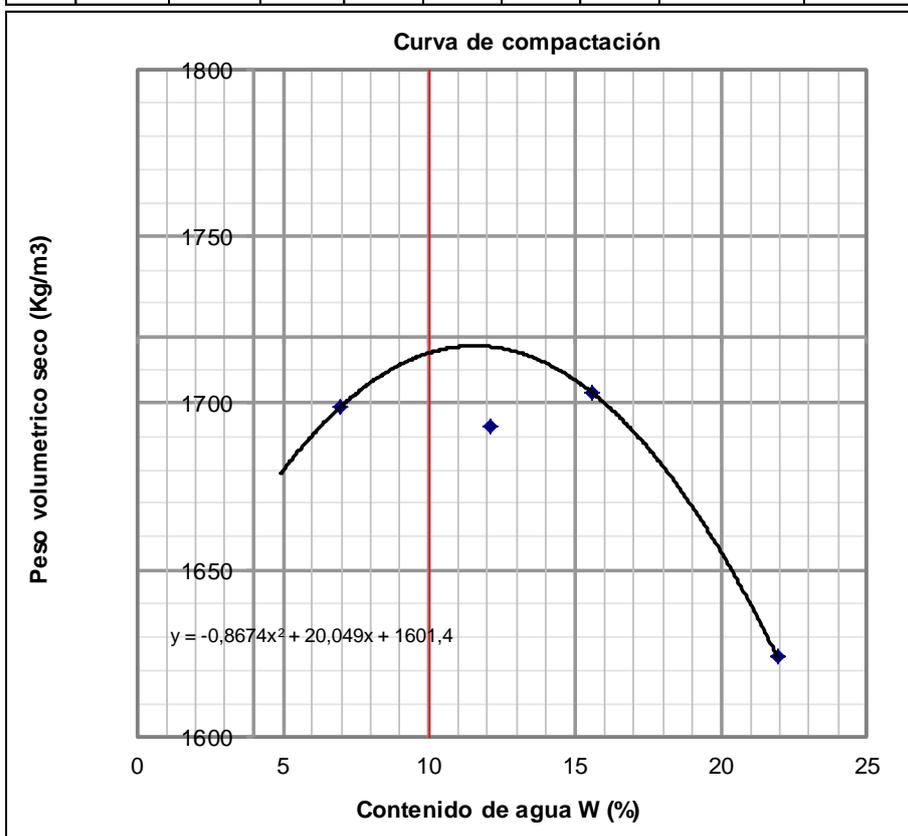
Profundidad: 1.50m

Material: Suelo existente

Descripción: Arcilla de baja plasticidad arenosa

ENSAYO PROCTOR:		MODIFICADO	
Peso del cilindro	=	2,726	Kg.
Volumen del cilindro	=	0,0021313	m ³
Peso del martillo	=	10	Lbs.
Altura de caída del martill	=	18	plgs.
Número de capas	=	5	
Número de golpes/capa	=	56	
Energía de compactación	=	55.808	lb-ft / ft ³

Punto	Cáp	Peso tierra húmeda + cáp.	Peso tierra seca + cáp.	Peso de cáp.	Peso de agua	Peso seco	Cont. de agua	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	$\frac{1}{1+W}$	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
Nº	Nº	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m ³
1	180	171,6	164,9	68,4	6,7	96,5	6,94	6,598	3,872	0,9351	3,621	1699
2	29	182,2	170,1	70,1	12,1	100,0	12,07	6,770	4,044	0,8923	3,608	1693
3	10	219,9	199,4	68,2	20,5	131,2	15,60	6,922	4,196	0,8650	3,630	1703
4	201	212,2	186,8	71,0	25,4	115,8	21,93	6,946	4,220	0,8201	3,461	1624
5												
6												
7												



RESULTADOS

Densidad Seca Máxima

1883 **Kg/m³**

95% Densidad Seca Máxima

1884 **Kg/m³**

Humedad Óptima

10,00 **%**

Observaciones : _____

Normas de Referencia: _____

ASTM D 1557-91

AASHTO T 180-93

Realizado por: CH.M

Calculado por : _____

Verificado por: Ing. J.C.P



PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga
Localización: Provincia de Guayas
Coordenadas: 551498 E - 9722618 N
Abscisa : 6+000.00
Calicata Nº 4
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad arenosa

FECHA: diciembre, 10 de 2016

Molde de C.B.R		Martillo de compactación y número de capas	
Diámetro =	0,1524 m = 6,00 plgs.	Peso del martillo =	10 Lbs.
Altura =	0,1264 m = 4,9764 plgs.	Altura caída martillo =	18 plgs.
Volumen =	0,00230572 m ³ = 0,0814258 ft ³	Número de capas =	5

Molde	Nº	1	2	3
Golpes	Nº	56	25	12
Energía de compactación	lb-ft / ft ³	51.581	23.027	11.053

ANTES DE INMERSIÓN					
Peso suelo húmedo + molde	Kg	9,002	8,926	8,844	
Peso de molde	Kg	4,200	4,250	4,200	
Peso suelo húmedo	Kg	4,802	4,676	4,644	
Peso suelo seco	Kg	4,135	4,068	3,903	
Densidad húmeda	Kg/m ³	2082,65	2028,00	2014,12	
Densidad Seca	Kg/m ³	1793,44	1764,27	1692,67	
HUMEDAD	Recipiente	Nº	28	3	5
	Peso húmedo + recipiente	gr	241,2	210,0	280,5
	Peso seco + recipiente	gr	217,6	191,3	247,0
	Peso de agua	gr	23,6	18,7	33,5
	Peso de recipiente	gr	71,5	66,2	70,6
	Peso seco	gr	146,1	125,1	176,4
	Contenido de agua	%	16,13	14,95	18,99
	Promedio	%	16,1259	14,9480	18,9909

LECTURAS DE HINCHAMIENTO							
Tiempo (Horas)	Fecha	plgs.	%	plgs.	%	plgs.	%
Inicial	diciembre, 10 de 2016	0,001	0,00	0,001	0,00	0,001	0,00
24	diciembre, 11 de 2016	0,006	0,10	0,008	0,14	0,016	0,30
48	diciembre, 12 de 2016	0,009	0,16	0,013	0,24	0,020	0,38
72	diciembre, 13 de 2016	0,011	0,20	0,017	0,32	0,026	0,50
96	diciembre, 14 de 2016	0,012	0,22	0,020	0,38	0,028	0,54

DESPUÉS DE INMERSIÓN					
Peso suelo húmedo + molde	Kg	9,080	9,012	8,964	
Peso de molde	Kg	4,200	4,250	4,200	
Peso suelo húmedo	Kg	4,880	4,762	4,764	
Peso suelo seco	Kg	4,102	3,963	3,936	
Densidad húmeda	Kg/m ³	2116,47	2065,30	2066,16	
Densidad Seca.	Kg/m ³	1778,87	1718,77	1707,21	
HUMEDAD	Recipiente	Nº	7	5	44
	Peso húmedo + recipiente	gr	194,8	160,0	141,0
	Peso seco + recipiente	gr	175,1	145,0	128,7
	Peso de agua	gr	19,7	15,0	12,3
	Peso de recipiente	gr	71,3	70,6	70,2
	Peso seco	gr	103,8	74,4	58,5
	Contenido de agua	%	18,98	20,16	21,03
	Promedio	%	18,9788	20,1613	21,0256

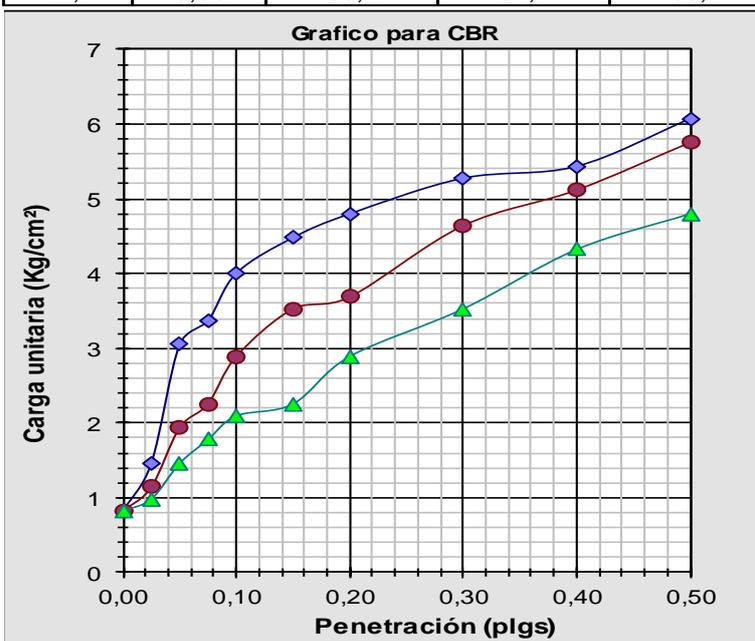


PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga
Localización: Provincia de Guayas
Coordenadas 551498 E - 9722618 N
Abscisa : 6+000.00
Calicata Nº 4
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad arenosa

FECHA: diciembre, 10 de 2016

Peso del martillo = 10 Lbs. Altura de caída del martillo = 18 plgs. Número de capas = 5
 Área del pistón = 3,00 plg² = 19,3548 cm²

Molde Nº	1	2	3	1	2	3	
Nº Golpes por capa	56	25	12	56	25	12	
Penetración		Carga de penetración en Lb.			Carga de penetración en Kg.		
(mm)	(plg)						
0,0	0,00	35,0	35,0	35,0	15,9	15,9	15,9
0,64	0,025	62,1	48,6	41,8	28,2	22,1	19,0
1,27	0,05	129,9	82,4	62,1	59,0	37,5	28,2
1,91	0,075	143,4	96,0	75,7	65,2	43,6	34,4
2,54	0,10	170,5	123,1	89,2	77,5	55,9	40,5
3,81	0,15	190,8	150,2	96,0	86,7	68,3	43,6
5,08	0,20	204,4	157,0	123,1	92,9	71,3	55,9
7,62	0,30	224,7	197,6	150,2	102,1	89,8	68,3
10,2	0,40	231,5	217,9	184,1	105,2	99,1	83,7
12,7	0,50	258,6	245,0	204,4	117,5	111,4	92,9
Penetración		Carga Unitaria en Lb/plg ²			Carga Unitaria en Kg/cm ²		
(mm)	(plg)						
0,0	0,00	11,7	11,7	11,7	0,8	0,8	0,8
0,64	0,025	20,7	16,2	13,9	1,5	1,1	1,0
1,27	0,05	43,3	27,5	20,7	3,0	1,9	1,5
1,91	0,075	47,8	32,0	25,2	3,4	2,3	1,8
2,54	0,10	56,8	41,0	29,7	4,0	2,9	2,1
3,81	0,15	63,6	50,1	32,0	4,5	3,5	2,3
5,08	0,20	68,1	52,3	41,0	4,8	3,7	2,9
7,62	0,30	74,9	65,9	50,1	5,3	4,6	3,5
10,2	0,40	77,2	72,6	61,4	5,4	5,1	4,3
12,7	0,50	86,2	81,7	68,1	6,1	5,8	4,8



C.B.R. para 2,54mm

Nº Golpes	56
Carga Unitaria (Kg/cm ²)	4,00
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm ²)	70,45
C.B.R. (%)	5,68
Nº Golpes	25
Carga Unitaria (Kg/cm ²)	2,89
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm ²)	70,45
C.B.R. (%)	4,10
Nº Golpes	12
Carga Unitaria (Kg/cm ²)	2,09
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm ²)	70,45
C.B.R. (%)	2,97

Observaciones:
 Normas de Referencia:
 ASTM D1883-94
 AASHTO T 193-93

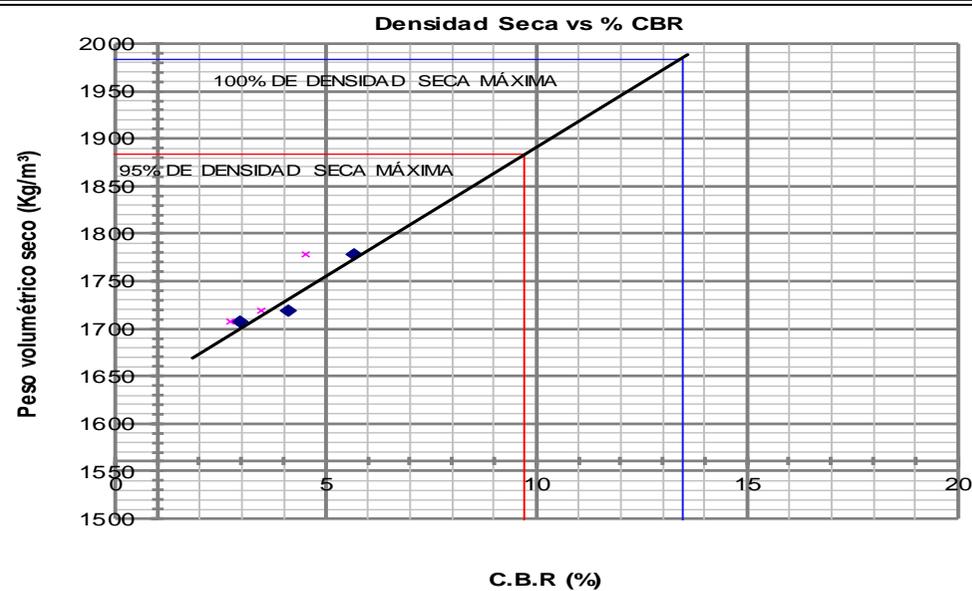
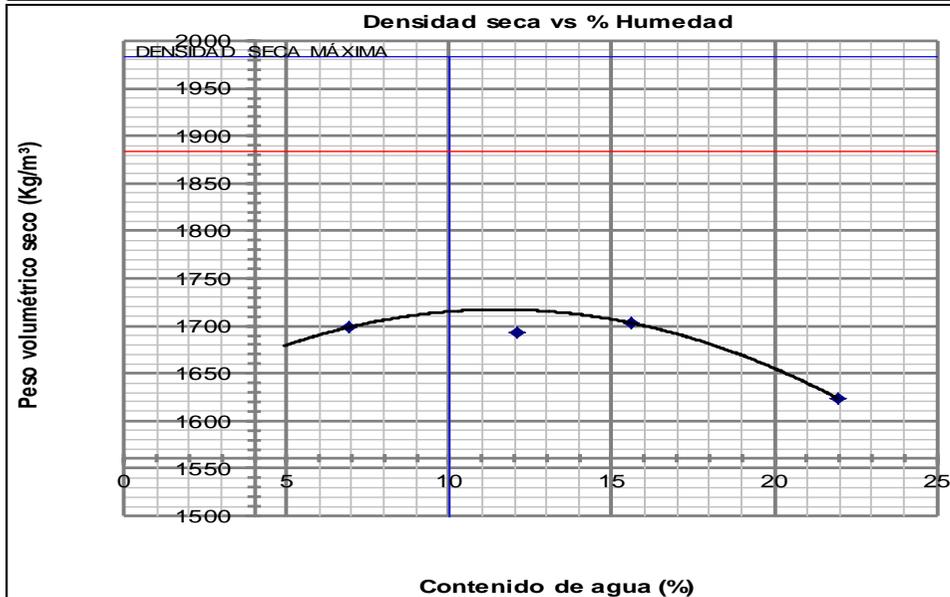
Laborarista: G.S.M
Calculado por :
Verificado por: Ing. J.C.P



DETERMINACION DE C.B.R.

PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga
Localización: Provincia de Guayas
Coordenadas: 551498 E - 9722618 N
Abscisa : 6+000.00
Calicata Nº 4
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad arenosa

FECHA: diciembre, 10 de 2016
Contratante: 0
Contratista: 0
Contrato: 0



Nº Golpes	Densidad Kg/m3	Carga Unitaria Kg/cm2		Carga Unitaria Patrón Kg/cm2		C.B.R. %		Expansión %
		0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	
56	1779	4,00	4,80	70,45	105,68	5,68	4,54	0,22
25	1719	2,89	3,69	70,45	105,68	4,10	3,49	0,38
12	1707	2,09	2,89	70,45	105,68	2,97	2,74	0,54

RESULTADOS		
Densidad seca Máxima	=	1983 Kg/m3
95% de Densidad seca Máxima	=	1884 Kg/m3
Humedad óptima	=	10,00 %
CBR al 100% para 0,10"	=	13,50 %
CBR al 95% para 0,10"	=	9,70 %
Expansión	=	0,22 %



Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga

FECHA: diciembre, 10 de 2016

Localización: Provincia de Guayas

Coordenadas: 552653 E - 9721009 N

Abscisa : 8+000.00

Calicata № 5

Muestra № 1

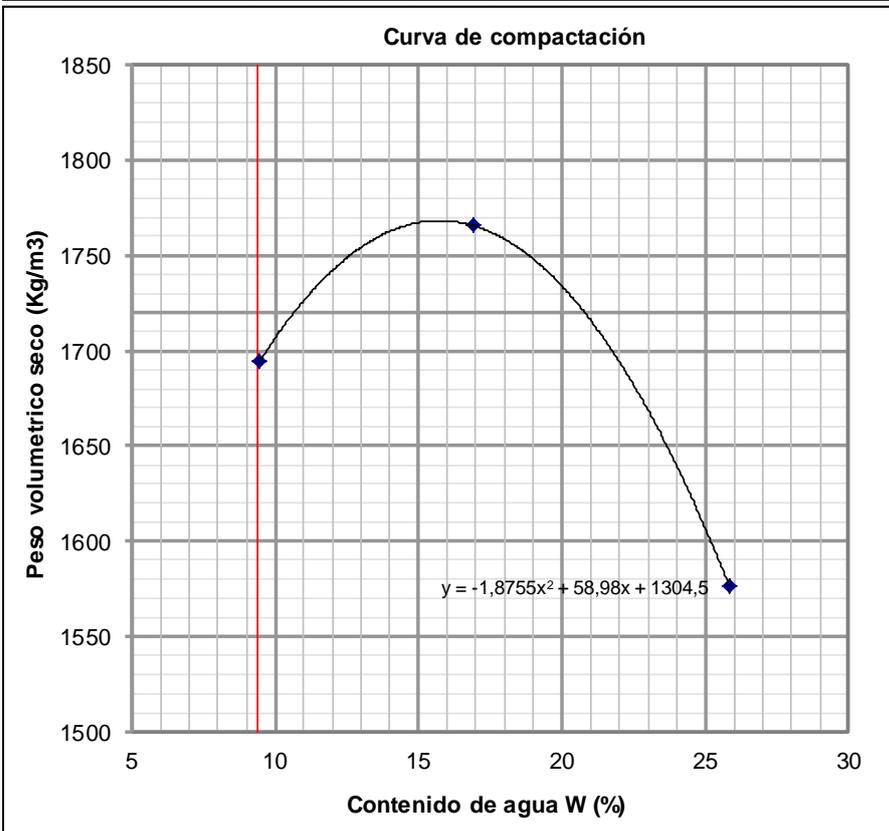
Profundidad: 1.50m

Material: Suelo existente

Descripción: Arcilla limosa de baja plasticidad arenosa

ENSAYO PROCTOR:		MODIFICADO
Peso del cilindro	=	2,726 Kg.
Volumen del cilindro	=	0,0021313 m ³
Peso del martillo	=	10 Lbs.
Altura de caída del martillo	=	18 plgs.
Número de capas	=	5
Número de golpes/capa	=	56
Energía de compactación	=	55.808 lb-ft / ft ³

Punto	Cáp	Peso tierra húmeda + cáp.	Peso tierra seca + cáp.	Peso de cáp.	Peso de agua	Peso seco	Cont. de agua	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	1 / 1 + W	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
№	№	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m ³
1	180	144,1	133,5	21,6	10,6	111,9	9,47	6,680	3,954	0,9135	3,612	1695
2	29	174,0	152,0	21,8	22,0	130,2	16,90	7,125	4,399	0,8554	3,763	1766
3	10	183,1	150,5	24,2	32,6	126,3	25,84	6,954	4,228	0,7947	3,360	1576
4												
5												
6												
7												



RESULTADOS	
Densidad Seca Máxima	2037 Kg/m ³
95% Densidad Seca Máxima	1935 Kg/m ³
Humedad Óptima	9,36 %

--

Observaciones : _____
Normas de Referencia:
 ASTM D 1557-91
 AASHTO T 180-93

--



PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga	FECHA: diciembre, 10 de 2016
Localización: Provincia de Guayas	Contratante: 0
Coordenadas: 552653 E - 9721009 N	Contratista: 0
Abscisa : 8+000.00	Contrato: 0
Calicata Nº 5	
Muestra Nº 1	
Profundidad: 1.50m	
Material: Suelo existente	
Descripción: Arcilla limosa de baja plasticidad arenosa	

Molde de C.B.R		Martillo de compactación y número de capas	
Diámetro =	0,1524 m = 6,00 plgs.	Peso del martillo =	10 Lbs.
Altura =	0,1269 m = 4,9961 plgs.	Altura caída martillo =	18 plgs.
Volumen =	0,00231484 m ³ = 0,0817479 ft ³	Número de capas =	5

Molde	Nº	7	8	9
Golpes	Nº	56	25	12
Energía de compactación	lb-ft / ft ³	51.377	22.936	11.009

ANTES DE INMERSIÓN					
Peso suelo húmedo + molde	Kg	9,072	9,088	9,018	
Peso de molde	Kg	4,100	4,200	4,200	
Peso suelo húmedo	Kg	4,972	4,888	4,818	
Peso suelo seco	Kg	4,351	4,283	4,229	
Densidad húmeda	Kg/m ³	2147,88	2111,59	2081,35	
Densidad Seca	Kg/m ³	1879,39	1850,31	1827,12	
HUMEDAD	Recipiente	Nº	38	20	37
	Peso húmedo + recipiente	gr	184,0	229,0	217,1
	Peso seco + recipiente	gr	169,7	209,4	198,9
	Peso de agua	gr	14,3	19,6	18,2
	Peso de recipiente	gr	69,6	70,6	68,1
	Peso seco	gr	100,1	138,8	130,8
	Contenido de agua	%	14,29	14,12	13,91
	Promedio	%	14,2857	14,1210	13,9144

LECTURAS DE HINCHAMIENTO							
Tiempo (Horas)	Fecha	plgs.	%	plgs.	%	plgs.	%
Inicial	diciembre, 10 de 2016	0,001	0,00	0,001	0,00	0,001	0,00
24	diciembre, 11 de 2016	0,007	0,12	0,010	0,18	0,014	0,26
48	diciembre, 12 de 2016	0,011	0,20	0,014	0,26	0,019	0,36
72	diciembre, 13 de 2016	0,013	0,24	0,018	0,34	0,021	0,40
96	diciembre, 14 de 2016	0,013	0,24	0,019	0,36	0,025	0,48

DESPUÉS DE INMERSIÓN					
Peso suelo húmedo + molde	Kg	9,116	9,136	9,086	
Peso de molde	Kg	4,100	4,200	4,200	
Peso suelo húmedo	Kg	5,016	4,936	4,886	
Peso suelo seco	Kg	4,380	4,293	4,218	
Densidad húmeda	Kg/m ³	2166,89	2132,33	2110,73	
Densidad Seca.	Kg/m ³	1892,05	1854,63	1822,10	
HUMEDAD	Recipiente	Nº	16	19	20
	Peso húmedo + recipiente	gr	143,0	152,8	154,6
	Peso seco + recipiente	gr	133,5	141,6	143,1
	Peso de agua	gr	9,5	11,2	11,5
	Peso de recipiente	gr	68,1	66,8	70,5
	Peso seco	gr	65,4	74,8	72,6
	Contenido de agua	%	14,53	14,97	15,84
	Promedio	%	14,5260	14,9733	15,8402

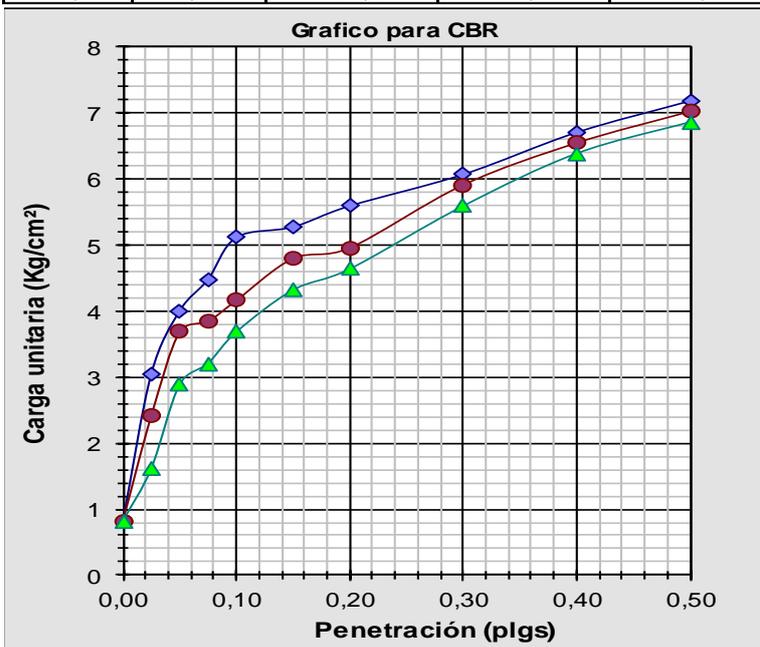


PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga
Localización: Provincia de Guayas
Coordenadas: 552653 E - 9721009 N
Abscisa : 8+000.00
Calicata Nº 5
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla limosa de baja plasticidad arenosa

FECHA: diciembre, 10 de 2016
Contratante: 0
Contratista: 0
Contrato: 0

Peso del martillo = 10 Lbs. Altura de caída del martillo = 18 plgs. Número de capas = 5
 Área del pistón = 3,00 plg² = 19,3548 cm²

Molde Nº		7	8	9	7	8	9
Nº Golpes por capa		56	25	12	56	25	12
Penetración		Carga de penetración en Lb.			Carga de penetración en Kg.		
(mm)	(plg)						
0,0	0,00	35,0	35,0	35,0	15,9	15,9	15,9
0,64	0,025	129,9	102,8	68,9	59,0	46,7	31,3
1,27	0,05	170,5	157,0	123,1	77,5	71,3	55,9
1,91	0,075	190,8	163,7	136,6	86,7	74,4	62,1
2,54	0,10	217,9	177,3	157,0	99,1	80,6	71,3
3,81	0,15	224,7	204,4	184,1	102,1	92,9	83,7
5,08	0,20	238,3	211,2	197,6	108,3	96,0	89,8
7,62	0,30	258,6	251,8	238,3	117,5	114,5	108,3
10,2	0,40	285,7	278,9	272,1	129,9	126,8	123,7
12,7	0,50	306,0	299,2	292,5	139,1	136,0	132,9
Penetración		Carga Unitaria en Lb/plg ²			Carga Unitaria en Kg/cm ²		
(mm)	(plg)						
0,0	0,00	11,7	11,7	11,7	0,8	0,8	0,8
0,64	0,025	43,3	34,3	23,0	3,0	2,4	1,6
1,27	0,05	56,8	52,3	41,0	4,0	3,7	2,9
1,91	0,075	63,6	54,6	45,5	4,5	3,8	3,2
2,54	0,10	72,6	59,1	52,3	5,1	4,2	3,7
3,81	0,15	74,9	68,1	61,4	5,3	4,8	4,3
5,08	0,20	79,4	70,4	65,9	5,6	5,0	4,6
7,62	0,30	86,2	83,9	79,4	6,1	5,9	5,6
10,2	0,40	95,2	93,0	90,7	6,7	6,5	6,4
12,7	0,50	102,0	99,7	97,5	7,2	7,0	6,9



C.B.R. para 2,54mm	
Nº Golpes	56
Carga Unitaria (Kg/cm ²)	5,12
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm ²)	70,45
C.B.R. (%)	7,26
Nº Golpes	25
Carga Unitaria (Kg/cm ²)	4,16
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm ²)	70,45
C.B.R. (%)	5,91
Nº Golpes	12
Carga Unitaria (Kg/cm ²)	3,69
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm ²)	70,45
C.B.R. (%)	5,23

Observaciones:
 Normas de Referencia:
 ASTM D1883-94
 AASHTO T 193-93

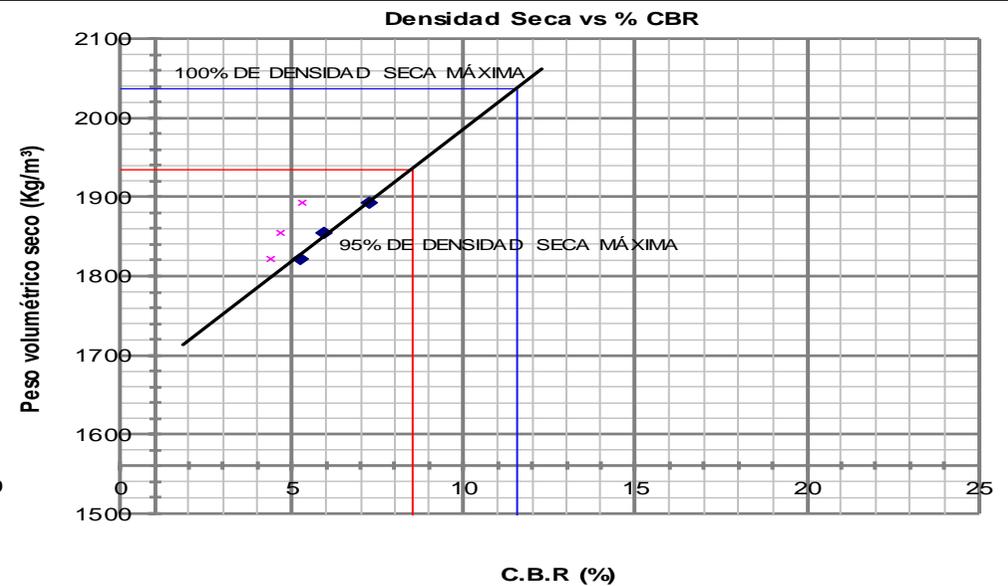
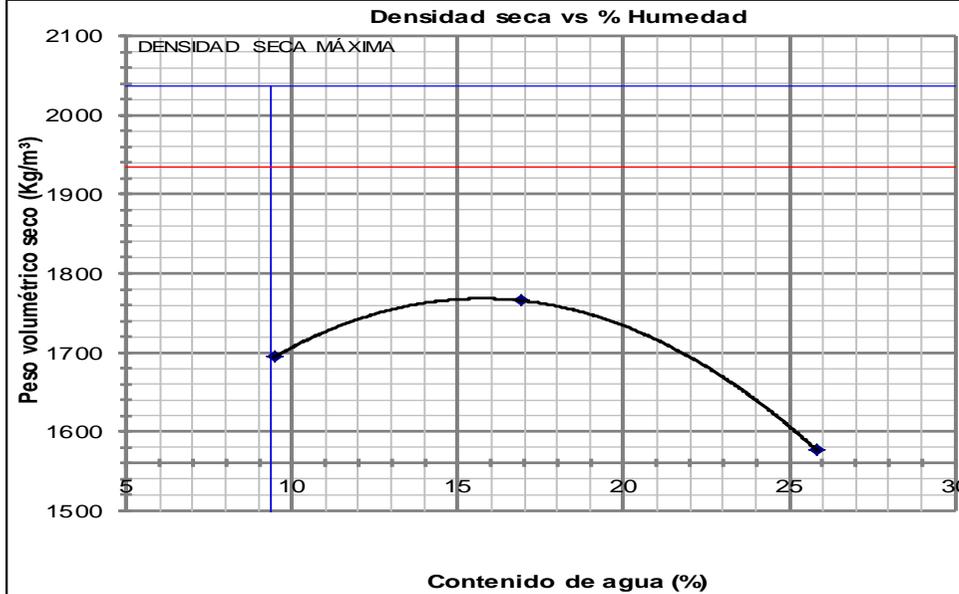
.....



DETERMINACION DE C.B.R.

PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga
Localización: Provincia de Guayas
Coordenadas: 552653 E - 9721009 N
Abscisa : 8+000.00
Calicata Nº 5
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla limosa de baja plasticidad arenosa

FECHA: diciembre, 10 de 2016
Contratante: 0
Contratista: 0
Contrato: 0



Ne Golpes	Densidad Kg/m3	Carga Unitaria Kg/cm2		Carga Unitaria Patrón Kg/cm2		C.B.R. %		Expansión %
		0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	
56	1892	5,12	5,60	70,45	105,68	7,26	5,29	0,24
25	1855	4,16	4,96	70,45	105,68	5,91	4,69	0,36
12	1822	3,69	4,64	70,45	105,68	5,23	4,39	0,48

RESULTADOS		
Densidad seca Máxima	=	2037 Kg/m3
95% de Densidad seca Máxima	=	1935 Kg/m3
Humedad óptima	=	9,36 %
CBR al 100% para 0,10"	=	11,55 %
CBR al 95% para 0,10"	=	8,50 %
Expansión	=	0,24 %



Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

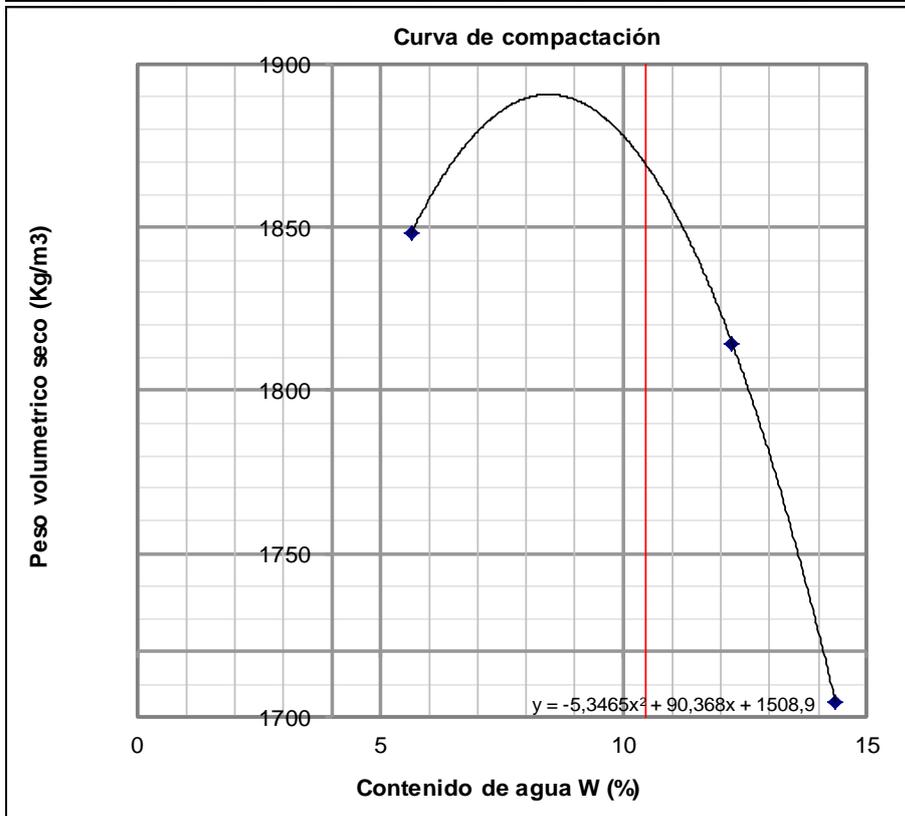
RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga
Localización: Provincia de Guayas
Coordenadas: 553544 E - 9719248 N
Abscisa : 10+000.00
Calicata Nº 6
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad arenosa

FECHA: diciembre, 10 de 2016

ENSAYO PROCTOR:		MODIFICADO
Peso del cilindro	=	2,726 Kg.
Volumen del cilindro	=	0,0021313 m ³
Peso del martillo	=	10 Lbs.
Altura de caída del martillo	=	18 plgs.
Número de capas	=	5
Número de golpes/capa	=	56
Energía de compactación	=	55.808 lb-ft / ft ³

Punto	Cáp	Peso tierra húmeda + cáp.	Peso tierra seca + cáp.	Peso de cáp.	Peso de agua	Peso seco	Cont. de agua	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	$\frac{1}{1+W}$	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
Nº	Nº	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m ³
1	180	151,0	146,7	71,0	4,3	75,7	5,64	6,888	4,162	0,9466	3,940	1849
2	29	169,4	158,4	68,1	11,0	90,3	12,23	7,066	4,340	0,8910	3,867	1814
3	10	186,9	172,3	70,8	14,6	101,5	14,36	6,880	4,154	0,8745	3,633	1704
4												
5												
6												
7												



RESULTADOS	
Densidad Seca Máxima	2025 Kg/m ³
95% Densidad Seca Máxima	1924 Kg/m ³
Humedad Óptima	10,46 %

--

Observaciones : _____
 Normas de Referencia:
 ASTM D 1557-91
 AASHTO T 180-93

--



PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga **FECHA:** diciembre, 10 de 2016
Localización: Provincia de Guayas
Coordenadas: 553544 E - 9719248 N
Abscisa : 10+000.00
Calicata Nº 6
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad arenosa

Molde de C.B.R		Martillo de compactación y número de capas	
Diámetro =	0,1524 m = 6,00 plgs.	Peso del martillo =	10 Lbs.
Altura =	0,1267 m = 4,9882 plgs.	Altura caída martillo =	18 plgs.
Volumen =	0,00231119 m3 = 0,0816191 ft3	Número de capas =	5

Molde	Nº	10	11	12
Golpes	Nº	56	25	12
Energía de compactación	lb-ft / ft3	51.459	22.973	11.027

ANTES DE INMERSIÓN

Peso suelo húmedo + molde	Kg	8,686	9,054	8,524	
Peso de molde	Kg	3,800	4,200	3,800	
Peso suelo húmedo	Kg	4,886	4,854	4,724	
Peso suelo seco	Kg	4,273	4,253	4,117	
Densidad húmeda	Kg/m3	2114,06	2100,21	2043,97	
Densidad Seca	Kg/m3	1848,75	1839,96	1781,17	
HUMEDAD	Recipiente	Nº	12	41	30
	Peso húmedo + recipiente	gr	220,6	255,1	292,6
	Peso seco + recipiente	gr	201,7	232,2	263,8
	Peso de agua	gr	18,9	22,9	28,8
	Peso de recipiente	gr	70,0	70,3	68,6
	Peso seco	gr	131,7	161,9	195,2
	Contenido de agua	%	14,35	14,14	14,75
	Promedio	%	14,3508	14,1445	14,7541

LECTURAS DE HINCHAMIENTO

Tiempo (Horas)	Fecha	plgs.	%	plgs.	%	plgs.	%
Inicial	diciembre, 10 de 2016	0,001	0,00	0,001	0,00	0,001	0,00
24	diciembre, 11 de 2016	0,003	0,04	0,005	0,08	0,016	0,30
48	diciembre, 12 de 2016	0,005	0,08	0,008	0,14	0,020	0,38
72	diciembre, 13 de 2016	0,008	0,14	0,011	0,20	0,025	0,48
96	diciembre, 14 de 2016	0,008	0,14	0,012	0,22	0,027	0,52

DESPUÉS DE INMERSIÓN

Peso suelo húmedo + molde	Kg	8,720	9,118	8,598	
Peso de molde	Kg	3,800	4,200	3,800	
Peso suelo húmedo	Kg	4,920	4,918	4,798	
Peso suelo seco	Kg	4,239	4,173	4,086	
Densidad húmeda	Kg/m3	2128,77	2127,90	2075,98	
Densidad Seca.	Kg/m3	1834,02	1805,73	1768,06	
HUMEDAD	Recipiente	Nº	57	43	12
	Peso húmedo + recipiente	gr	141,7	147,5	132,9
	Peso seco + recipiente	gr	131,8	135,1	123,6
	Peso de agua	gr	9,9	12,4	9,3
	Peso de recipiente	gr	70,2	65,6	70,2
	Peso seco	gr	61,6	69,5	53,4
	Contenido de agua	%	16,07	17,84	17,42
	Promedio	%	16,0714	17,8417	17,4157

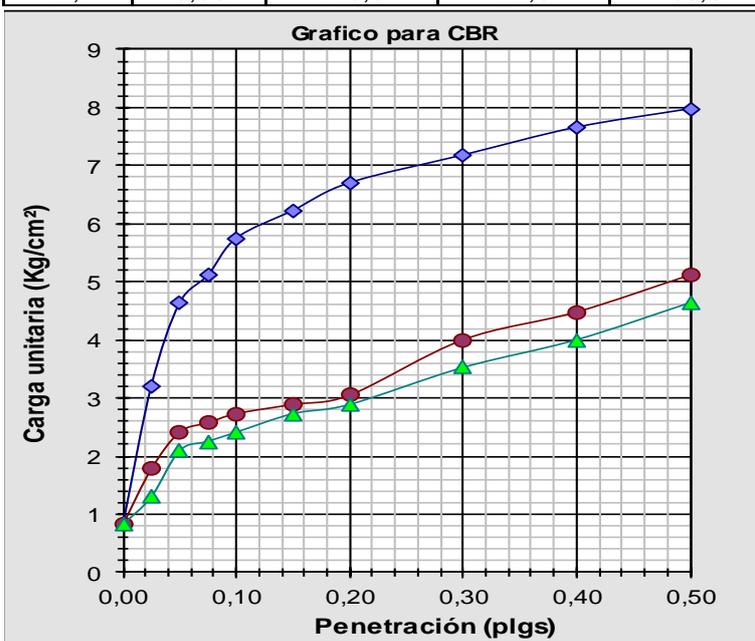


PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga
Localización: Provincia de Guayas
Coordenadas 553544 E - 9719248 N
Abscisa : 10+000.00
Calicata Nº 6
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad arenosa

FECHA: diciembre, 10 de 2016

Peso del martillo = 10 Lbs. Altura de caída del martillo = 18 plgs. Número de capas = 5
 Área del pistón = 3,00 plg² = 19,3548 cm²

Molde Nº	10	11	12	10	11	12	
Nº Golpes por capa	56	25	12	56	25	12	
Penetración		Carga de penetración en Lb.			Carga de penetración en Kg.		
(mm)	(plg)						
0,0	0,00	35,0	35,0	35,0	15,9	15,9	15,9
0,64	0,025	136,6	75,7	55,3	62,1	34,4	25,1
1,27	0,05	197,6	102,8	89,2	89,8	46,7	40,5
1,91	0,075	217,9	109,5	96,0	99,1	49,8	43,6
2,54	0,10	245,0	116,3	102,8	111,4	52,9	46,7
3,81	0,15	265,4	123,1	116,3	120,6	55,9	52,9
5,08	0,20	285,7	129,9	123,1	129,9	59,0	55,9
7,62	0,30	306,0	170,5	150,2	139,1	77,5	68,3
10,2	0,40	326,3	190,8	170,5	148,3	86,7	77,5
12,7	0,50	339,9	217,9	197,6	154,5	99,1	89,8
Penetración		Carga Unitaria en Lb/plg ²			Carga Unitaria en Kg/cm ²		
(mm)	(plg)						
0,0	0,00	11,7	11,7	11,7	0,8	0,8	0,8
0,64	0,025	45,5	25,2	18,4	3,2	1,8	1,3
1,27	0,05	65,9	34,3	29,7	4,6	2,4	2,1
1,91	0,075	72,6	36,5	32,0	5,1	2,6	2,3
2,54	0,10	81,7	38,8	34,3	5,8	2,7	2,4
3,81	0,15	88,5	41,0	38,8	6,2	2,9	2,7
5,08	0,20	95,2	43,3	41,0	6,7	3,0	2,9
7,62	0,30	102,0	56,8	50,1	7,2	4,0	3,5
10,2	0,40	108,8	63,6	56,8	7,7	4,5	4,0
12,7	0,50	113,3	72,6	65,9	8,0	5,1	4,6

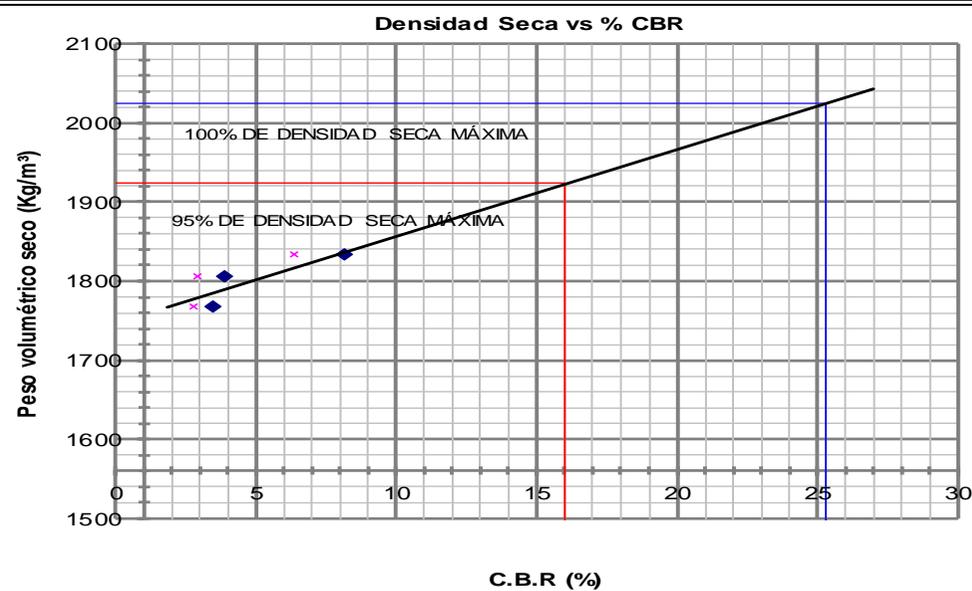
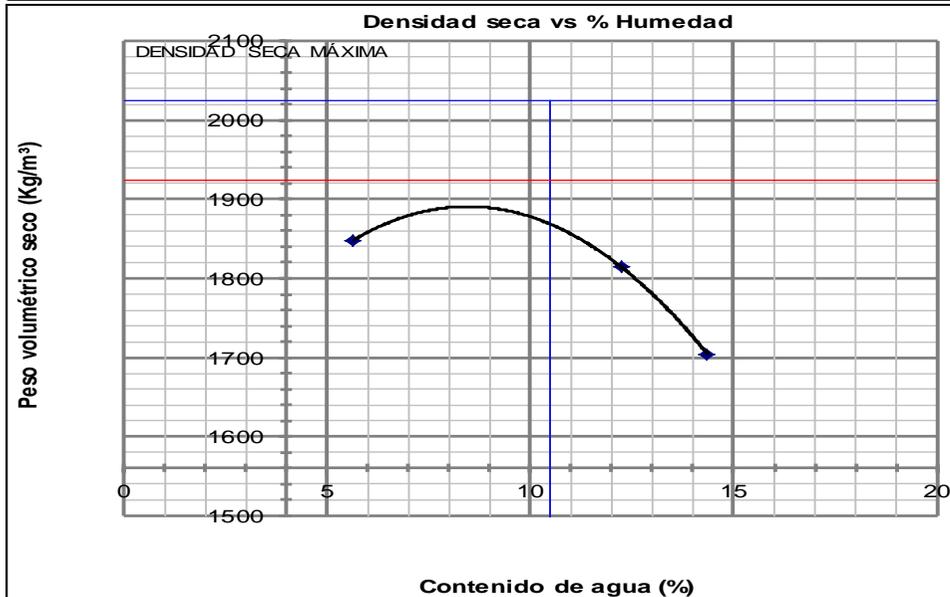


C.B.R. para 2,54mm	
Nº Golpes	56
Carga Unitaria (Kg/cm ²)	5,75
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm ²)	70,45
C.B.R. (%)	8,17
Nº Golpes	25
Carga Unitaria (Kg/cm ²)	2,73
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm ²)	70,45
C.B.R. (%)	3,88
Nº Golpes	12
Carga Unitaria (Kg/cm ²)	2,41
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm ²)	70,45
C.B.R. (%)	3,43
Observaciones:	
Normas de Referencia:	
ASTM D1883-94	
AASHTO T 193-93	



PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga
Localización: Provincia de Guayas
Coordenadas: 553544 E - 9719248 N
Abscisa : 10+000.00
Calicata Nº 6
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Arcilla de baja plasticidad arenosa

FECHA: diciembre, 10 de 2016



Nº Golpes	Densidad Kg/m ³	Carga Unitaria Kg/cm ²		Carga Unitaria Patrón Kg/cm ²		C.B.R. %		Expansión %
		0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	
56	1834	5,75	6,71	70,45	105,68	8,17	6,35	0,14
25	1806	2,73	3,05	70,45	105,68	3,88	2,89	0,22
12	1768	2,41	2,89	70,45	105,68	3,43	2,74	0,52

RESULTADOS		
Densidad seca Máxima	=	2025 Kg/m ³
95% de Densidad seca Máxima	=	1924 Kg/m ³
Humedad óptima	=	10,46 %
CBR al 100% para 0,10"	=	25,30 %
CBR al 95% para 0,10"	=	16,00 %
Expansión	=	0,14 %



Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD

PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga

FECHA: diciembre, 10 de 2016

Localización: Provincia de Guayas

Coordenadas: 555129 E - 9717982N

Abscisa : 12+000.00

Calicata Nº 7

Muestra Nº 1

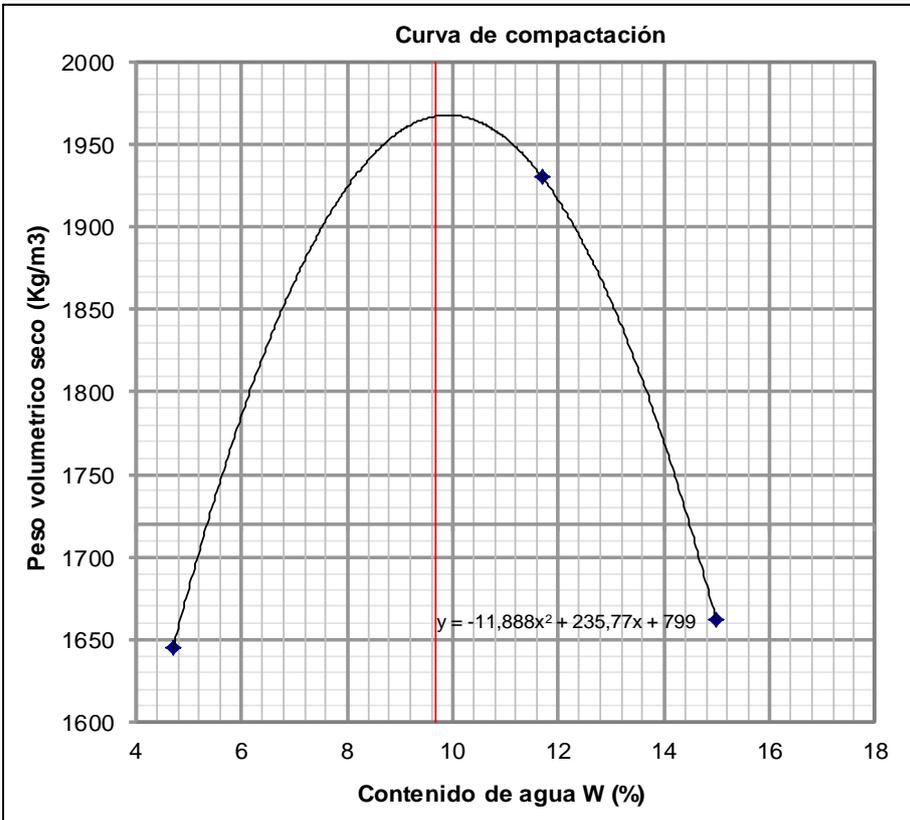
Profundidad: 1.50m

Material: Suelo existente

Descripción: Grava limosa con arena

ENSAYO PROCTOR:		MODIFICADO	
Peso del cilindro	=	2,726	Kg.
Volumen del cilindro	=	0,0021313	m ³
Peso del martillo	=	10	Lbs.
Altura de caída del martill	=	18	plgs.
Número de capas	=	5	
Número de golpes/capa	=	56	
Energía de compactación	=	55.808	lb-ft / ft ³

Punto	Cáp	Peso tierra húmeda + cáp.	Peso tierra seca + cáp.	Peso de cáp.	Peso de agua	Peso seco	Cont. de agua	Peso tierra húmeda + cilindro	Peso tierra húmeda	$\frac{1}{1+W}$	Peso tierra seca	Peso volumétrico seco
Nº	Nº	gr.	gr.	gr.	gr.	gr.	%	Kg.	Kg.		Kg.	Kg/m ³
1	180	211,6	205,3	70,4	6,3	134,9	4,70	6,396	3,670	0,9551	3,505	1645
2	29	182,1	170,1	67,2	12,0	102,9	11,70	7,321	4,595	0,8952	4,114	1930
3	10	216,9	197,6	68,6	19,3	129,0	14,99	6,799	4,073	0,8696	3,542	1662
4												
5												
6												
7												



RESULTADOS	
Densidad Seca Máxima	2047 Kg/m ³
95% Densidad Seca Máxima	1945 Kg/m ³
Humedad Óptima	9,68 %

--

Observaciones : _____
 Normas de Referencia:
 ASTM D 1557-91
 AASHTO T 180-93

--



PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga

FECHA: diciembre, 10 de 2016

Localización: Provincia de Guayas

Coordenadas: 555129 E - 9717982N

Abscisa : 12+000.00

Calicata Nº 7

Muestra Nº 1

Profundidad: 1.50m

Material: Suelo existente

Descripción: Grava limosa con arena

Molde de C.B.R			Martillo de compactación y número de capas		
Diámetro =	0,1524 m	= 6,00 plgs.	Peso del martillo =	10 Lbs.	
Altura =	0,1267 m	= 4,9882 plgs.	Altura caída martillo =	18 plgs.	
Volumen =	0,00231119 m ³	= 0,0816191 ft ³	Número de capas =	5	

Molde	Nº	13	14	15
Golpes	Nº	56	25	12
Energía de compactación	lb-ft / ft ³	51.459	22.973	11.027

ANTES DE INMERSIÓN

Peso suelo húmedo + molde	Kg	9,206	9,168	9,102
Peso de molde	Kg	4,218	4,222	4,204
Peso suelo húmedo	Kg	4,988	4,946	4,898
Peso suelo seco	Kg	4,381	4,307	4,302
Densidad húmeda	Kg/m ³	2158,19	2140,02	2119,25
Densidad Seca	Kg/m ³	1895,67	1863,39	1861,40

HUMEDAD	Recipiente	Nº	10	23	25
	Peso húmedo + recipiente	gr	288,3	307,2	234,3
	Peso seco + recipiente	gr	261,6	276,5	214,2
	Peso de agua	gr	26,7	30,7	20,1
	Peso de recipiente	gr	68,8	69,7	69,1
	Peso seco	gr	192,8	206,8	145,1
	Contenido de agua	%	13,85	14,85	13,85
	Promedio	%	13,8485	14,8453	13,8525

LECTURAS DE HINCHAMIENTO

Tiempo (Horas)	Fecha	plgs.	%	plgs.	%	plgs.	%
Inicial	diciembre, 10 de 2016	0,001	0,00	0,001	0,00	0,001	0,00
24	diciembre, 11 de 2016	0,011	0,20	0,011	0,20	0,015	0,28
48	diciembre, 12 de 2016	0,013	0,24	0,014	0,26	0,016	0,30
72	diciembre, 13 de 2016	0,015	0,28	0,015	0,28	0,017	0,32
96	diciembre, 14 de 2016	0,015	0,28	0,015	0,28	0,017	0,32

DESPUÉS DE INMERSIÓN

Peso suelo húmedo + molde	Kg	9,260	9,243	9,174
Peso de molde	Kg	4,218	4,222	4,204
Peso suelo húmedo	Kg	5,042	5,021	4,970
Peso suelo seco	Kg	4,384	4,365	4,337
Densidad húmeda	Kg/m ³	2181,56	2172,47	2150,40
Densidad Seca.	Kg/m ³	1896,89	1888,45	1876,30

HUMEDAD	Recipiente	Nº	23	25	20
	Peso húmedo + recipiente	gr	154,0	141,0	142,2
	Peso seco + recipiente	gr	143,0	131,6	132,5
	Peso de agua	gr	11,0	9,4	9,7
	Peso de recipiente	gr	69,7	69,1	66,1
	Peso seco	gr	73,3	62,5	66,4
	Contenido de agua	%	15,01	15,04	14,61
	Promedio	%	15,0068	15,0400	14,6084



PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga

FECHA: diciembre, 10 de 2016

Localización: Provincia de Guayas

Coordenadas 555129 E - 9717982N

Abscisa : 12+000.00

Calicata Nº 7

Muestra Nº 1

Profundidad: 1.50m

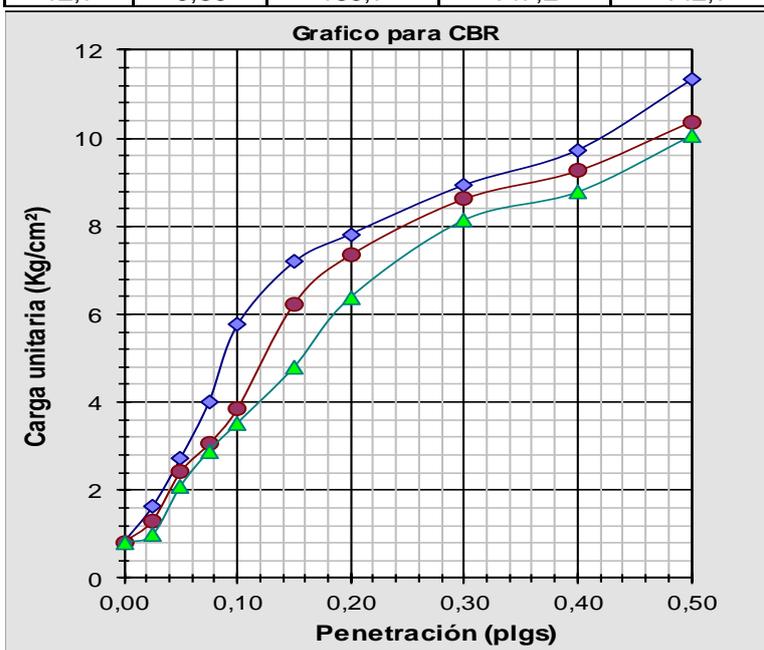
Material: Suelo existente

Descripción: Grava limosa con arena

Peso del martillo = 10 Lbs. Altura de caída del martillo = 18 plgs. Número de capas = 5

Área del pistón = 3,00 plg² = 19,3548 cm²

Molde Nº	13	14	15	13	14	15	
Nº Golpes por capa	56	25	12	56	25	12	
Penetración (mm)		Carga de penetración en Lb.			Carga de penetración en Kg.		
Penetración (plg)							
0,0	0,00	35,0	35,0	35,0	15,9	15,9	15,9
0,64	0,025	68,9	55,3	41,8	31,3	25,1	19,0
1,27	0,05	116,3	102,8	89,2	52,9	46,7	40,5
1,91	0,075	170,5	129,9	123,1	77,5	59,0	55,9
2,54	0,10	245,0	163,7	150,2	111,4	74,4	68,3
3,81	0,15	306,0	265,4	204,4	139,1	120,6	92,9
5,08	0,20	333,1	312,8	272,1	151,4	142,2	123,7
7,62	0,30	380,5	367,0	346,7	173,0	166,8	157,6
10,2	0,40	414,4	394,1	373,8	188,4	179,1	169,9
12,7	0,50	482,2	441,5	428,0	219,2	200,7	194,5
Penetración (mm)		Carga Unitaria en Lb/plg ²			Carga Unitaria en Kg/cm ²		
Penetración (plg)							
0,0	0,00	11,7	11,7	11,7	0,8	0,8	0,8
0,64	0,025	23,0	18,4	13,9	1,6	1,3	1,0
1,27	0,05	38,8	34,3	29,7	2,7	2,4	2,1
1,91	0,075	56,8	43,3	41,0	4,0	3,0	2,9
2,54	0,10	81,7	54,6	50,1	5,8	3,8	3,5
3,81	0,15	102,0	88,5	68,1	7,2	6,2	4,8
5,08	0,20	111,0	104,3	90,7	7,8	7,3	6,4
7,62	0,30	126,8	122,3	115,6	8,9	8,6	8,1
10,2	0,40	138,1	131,4	124,6	9,7	9,3	8,8
12,7	0,50	160,7	147,2	142,7	11,3	10,4	10,1



C.B.R. para 2,54mm	
Nº Golpes	56
Carga Unitaria (Kg/cm ²)	5,75
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm ²)	70,45
C.B.R. (%)	8,17
Nº Golpes	25
Carga Unitaria (Kg/cm ²)	3,85
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm ²)	70,45
C.B.R. (%)	5,46
Nº Golpes	12
Carga Unitaria (Kg/cm ²)	3,53
Carga Unitaria Patrón (Kg/cm ²)	70,45
C.B.R. (%)	5,01

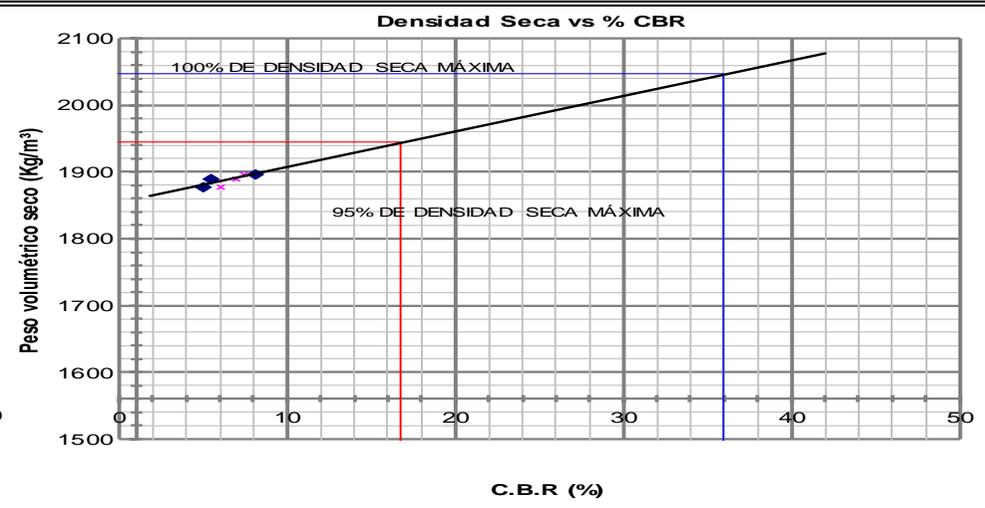
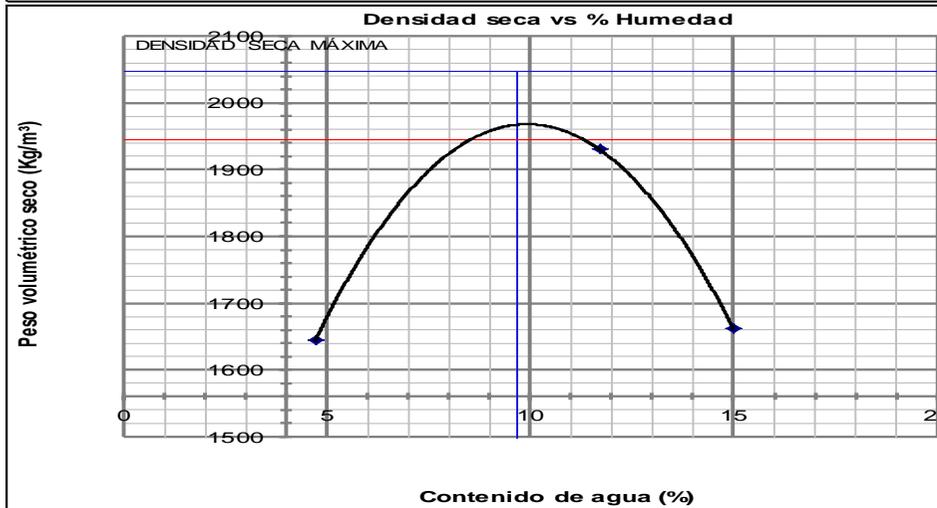
Observaciones:
 Normas de Referencia:
 ASTM D1883-94
 AASHTO T 193-93

.....



PROYECTO: Vía Puerto Engabao - Engunga
Localización: Provincia de Guayas
Coordenadas: 555129 E - 9717982N
Abscisa : 12+000.00
Calicata Nº 7
Muestra Nº 1
Profundidad: 1.50m
Material: Suelo existente
Descripción: Grava limosa con arena

FECHA: diciembre, 10 de 2016



Nº Golpes	Densidad Kg/m3	Carga Unitaria Kg/cm2		Carga Unitaria Patrón Kg/cm2		C.B.R. %		Expansión %
		0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	0.10"	0.20"	
56	1897	5,75	7,82	70,45	105,68	8,17	7,40	0,28
25	1888	3,85	7,35	70,45	105,68	5,46	6,95	0,28
12	1876	3,53	6,39	70,45	105,68	5,01	6,05	0,32

RESULTADOS		
Densidad seca Máxima	=	2047 Kg/m3
95% de Densidad seca Máxima	=	1945 Kg/m3
Humedad óptima	=	9,68 %
CBR al 100% para 0,10"	=	36,00 %
CBR al 95% para 0,10"	=	16,70 %
Expansión	=	0,28 %

ANEXO C

IMPACTO AMBIENTAL

MATRIZ INTENSIDAD													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		SOCIOECONOMICOS	
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	8	6	7	7	0	10	0	8	6	0
	INSTALACION DE CAMPAMENTO	3	3	5	3	3	0	0	4	0	4	3	0
	MOVIMIENTO DE TIERRA (CORTE Y RELLENO)	0	0	5	5	5	5	0	4	0	3	4	0
	RELLENO	0	0	2	3	2	4	0	0	0	0	3	0
	COMPACTACIÓN	0	0	3	2	0	3	0	0	0	0	4	0
	FORMACIÓN DE TERRAPLÉN DE RELLENO	0	0	0	3	2	4	0	0	0	0	5	0
	RIEGO DE MATERIAL DE RELLENO	2	0	0	3	0	3	0	0	0	0	3	0
	COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	2	3	0	3	0	0	0	0	3	0
	COLOCACIÓN DE BASE	0	0	2	3	3	3	0	0	0	0	4	0
	NIVELACIÓN Y REPLANTEO	0	0	2	3	2	3	0	0	0	0	3	0
	RIEGO DE MATERIAL DE BASE	2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	3	0
	COMPACTACIÓN DE BASE	0	0	2	4	0	4	0	0	0	0	4	0
	ENCOFRADO BORDILLO CUNETAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
	COLOCACIÓN DE CARPETA DE RODADURA	2	0	2	3	2	3	0	0	0	0	5	0
FUNDICIÓN DE BORDILLOS Y ACERA	0	0	3	5	0	5	0	0	0	0	4	0	

MATRIZ DE EXTENSIÓN

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE		
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	5	5	5	5	0	5	0	5	5	0
	INSTALACION DE CAMPAMENTO	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
	MOVIMIENTO DE TIERRA (CORTE Y RELLENO)	0	0	5	5	5	5	0	5	0	5	5	0
	RELLENO	0	0	5	5	5	5	0	0	0	0	5	0
	COMPACTACIÓN	0	0	5	5	0	5	0	0	0	0	5	0
	FORMACIÓN DE TERRAPLÉN DE RELLENO	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	5	0
	RIEGO DE MATERIAL DE RELLENO	5	0	0	5	0	5	0	0	0	0	5	0
	COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	5	5	0	5	0	0	0	0	5	0
	COLOCACIÓN DE BASE	0	0	5	5	5	5	0	0	0	0	5	0
	NIVELACIÓN Y REPLANTEO	0	0	5	5	5	5	0	0	0	0	5	0
	RIEGO DE MATERIAL DE BASE	5	0	0	5	5	5	0	0	0	0	5	0
	COMPACTACIÓN DE BASE	0	0	5	5	0	5	0	0	0	0	5	0
	ENCOFRADO BORDILLO CUNETAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
COLOCACIÓN DE CARPETA DE RODADURA	5	0	5	5	5	5	0	0	0	0	5	0	
FUNDICIÓN DE BORDILLOS Y ACERA	0	0	5	5	0	5	0	0	0	0	5	0	

MATRIZ DE DURACIÓN

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		SOCIOECONOMICOS	
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0
	INSTALACION DE CAMPAMENTO	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
	MOVIMIENTO DE TIERRA (CORTE Y RELLENO)	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0
	RELLENO	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	FORMACIÓN DE TERRAPLÉN DE RELLENO	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	RIEGO DE MATERIAL DE RELLENO	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	COLOCACIÓN DE BASE	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	NIVELACIÓN Y REPLANTEO	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	RIEGO DE MATERIAL DE BASE	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN DE BASE	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	ENCOFRADO BORDILLO CUNETAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	COLOCACIÓN DE CARPETA DE RODADURA	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
FUNDICIÓN DE BORDILLOS Y ACERA	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	

MATRIZ SIGNO

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE		
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	-1	-1	-1	-1	0	-1	0	-1	1	0
	INSTALACION DE CAMPAMENTO	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	0	-1	1	0
	MOVIMIENTO DE TIERRA (CORTE Y RELLENO)	0	0	-1	-1	-1	-1	0	-1	0	-1	1	0
	RELLENO	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN	0	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	1	0
	FORMACIÓN DE TERRAPLÉN DE RELLENO	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	0
	RIEGO DE MATERIAL DE RELLENO	-1	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	1	0
	COLOCACIÓN DE BASE	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	0
	NIVELACIÓN Y REPLANTEO	0	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	0
	RIEGO DE MATERIAL DE BASE	-1	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN DE BASE	0	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	1	0
	ENCOFRADO BORDILLO CUNETAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	COLOCACIÓN DE CARPETA DE RODADURA	-1	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	0
FUNDICIÓN DE BORDILLOS Y ACERA	0	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	1	0	

MATRIZ DE MAGNITUD DE IMPACTO

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		SOCIOECONOMICOS	
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	-7	-5.4	-6.2	-6.2	0	-8.6	0	-7	5.4	0
	INSTALACION DE CAMPAMENTO	-2.6	-2.6	-4.2	-2.6	-2.6	0	0	-3.4	0	-3.4	2.6	0
	MOVIMIENTO DE TIERRA (CORTE Y RELLENO)	0	0	-4.6	-4.6	-4.6	-4.6	0	-3.8	0	-3	3.8	0
	RELLENO	0	0	-2.2	-3	-2.2	-3.8	0	0	0	0	3	0
	COMPACTACIÓN	0	0	-3	-2.2	0	-3	0	0	0	0	3.8	0
	FORMACIÓN DE TERRAPLÉN DE RELLENO	0	0	0	-3	-2.2	-3.8	0	0	0	0	4.6	0
	RIEGO DE MATERIAL DE RELLENO	-2.2	0	0	-3	0	-3	0	0	0	0	3	0
	COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	-2.2	-3	0	-3	0	0	0	0	3	0
	COLOCACIÓN DE BASE	0	0	-2.2	-3	-3	-3	0	0	0	0	3.8	0
	NIVELACIÓN Y REPLANTEO	0	0	-2.2	-3	-2.2	-3	0	0	0	0	3	0
	RIEGO DE MATERIAL DE BASE	-2.2	0	0	-1.4	-1.4	-1.4	0	0	0	0	3	0
	COMPACTACIÓN DE BASE	0	0	-2.2	-3.8	0	-3.8	0	0	0	0	3.8	0
	ENCOFRADO BORDILLO CUNETÁ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.8	0
COLOCACIÓN DE CARPETA DE RODADURA	-2.2	0	-2.2	-3	-2.2	-3	0	0	0	0	4.6	0	
FUNDICIÓN DE BORDILLOS Y ACERA	0	0	-3	-4.6	0	-4.6	0	0	0	0	3.8	0	

MATRIZ REVERSABILIDAD

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		SOCIOECONOMICOS	
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0
	INSTALACION DE CAMPAMENTO	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0
	MOVIMIENTO DE TIERRA (CORTE Y RELLENO)	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0
	RELLENO	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	FORMACIÓN DE TERRAPLÉN DE RELLENO	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	RIEGO DE MATERIAL DE RELLENO	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	COLOCACIÓN DE BASE	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	NIVELACIÓN Y REPLANTEO	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	RIEGO DE MATERIAL DE BASE	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN DE BASE	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	ENCOFRADO BORDILLO CUNETAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	COLOCACIÓN DE CARPETA DE RODADURA	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
FUNDICIÓN DE BORDILLOS Y ACERA	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	

MATRIZ RIESGOS

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE		
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	10	10	10	10	0	10	0	10	1	0
	INSTALACION DE CAMPAMENTO	5	5	5	5	5	0	0	5	0	5	1	0
	MOVIMIENTO DE TIERRA (CORTE Y RELLENO)	0	0	10	5	5	5	0	5	0	5	1	0
	RELLENO	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN	0	0	5	5	0	5	0	0	0	0	1	0
	FORMACIÓN DE TERRAPLÉN DE RELLENO	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	RIEGO DE MATERIAL DE RELLENO	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	COLOCACIÓN DE BASE	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	NIVELACIÓN Y REPLANTEO	0	0	5	5	5	5	0	0	0	0	1	0
	RIEGO DE MATERIAL DE BASE	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN DE BASE	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	ENCOFRADO BORDILLO CUNETAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	COLOCACIÓN DE CARPETA DE RODADURA	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
FUNDICIÓN DE BORDILLOS Y ACERA	0	0	5	5	0	5	0	0	0	0	1	0	

MATRIZ RIESGOS

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		SOCIOECONOMICOS	
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE		
CONSTRUCCIÓN	DESBROCE Y LIMPIEZA	0	0	10	10	10	10	0	10	0	10	1	0
	INSTALACION DE CAMPAMENTO	5	5	5	5	5	0	0	5	0	5	1	0
	MOVIMIENTO DE TIERRA (CORTE Y RELLENO)	0	0	10	5	5	5	0	5	0	5	1	0
	RELLENO	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN	0	0	5	5	0	5	0	0	0	0	1	0
	FORMACIÓN DE TERRAPLÉN DE RELLENO	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	RIEGO DE MATERIAL DE RELLENO	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	COLOCACIÓN DE BASE	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	NIVELACIÓN Y REPLANTEO	0	0	5	5	5	5	0	0	0	0	1	0
	RIEGO DE MATERIAL DE BASE	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
	COMPACTACIÓN DE BASE	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0
	ENCOFRADO BORDILLO CUNETAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
COLOCACIÓN DE CARPETA DE RODADURA	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	
FUNDICIÓN DE BORDILLOS Y ACERA	0	0	5	5	0	5	0	0	0	0	1	0	

MATRIZ INTENSIDAD													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE		
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO VEHICULAR	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0	0
	SEÑALIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
	REPARACIÓN DE GRIETAS EN HORMIGÓN	0	0	0	0	5	4	0	0	0	0	7	10
	LIMPIEZA DE BORDILLO CUNETA	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	8	10
	LIMPIEZA DE ALCANTARILLADO	0	0	0	5	0	4	0	0	0	0	7	10
	CAMBIO DE TRAMO DE CARPETA DE RODADURA	0	0	0	7	6	5	0	0	0	0	5	10

MATRIZ DE EXTENSION													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE		
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO VEHICULAR	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	0	0
	SEÑALIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
	REPARACIÓN DE GRIETAS EN HORMIGÓN	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	5	5
	LIMPIEZA DE BORDILLO CUNETA	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	5
	LIMPIEZA DE ALCANTARILLADO	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	5	5
	CAMBIO DE TRAMO DE CARPETA DE RODADURA	0	0	0	5	5	5	0	0	0	0	5	5

MATRIZ DE DURACION

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE		
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO VEHICULAR	0	0	0	10	10	10	0	0	0	0	0	0
	SEÑALIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
	REPARACIÓN DE GRIETAS EN HORMIGÓN	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1
	LIMPIEZA DE BORDILLO CUNETA	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	1	1
	LIMPIEZA DE ALCANTARILLADO	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1
	CAMBIO DE TRAMO DE CARPETA DE RODADURA	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1

MATRIZ SIGNO

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE		
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO VEHICULAR	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0
	SEÑALIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	REPARACIÓN DE GRIETAS EN HORMIGÓN	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	1
	LIMPIEZA DE BORDILLO CUNETA	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1	1
	LIMPIEZA DE ALCANTARILLADO	0	0	0	-1	0	-1	0	0	0	0	1	1
	CAMBIO DE TRAMO DE CARPETA DE RODADURA	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	1

MATRIZ DE MAGNITUD DE IMPACTO

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES SOCIOECONOMICOS	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		EMPLEO	BENEFICIO
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE		
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO VEHICULAR	0	0	0	-2.25	-4.35	-7.15	0	0	0	0	0	0
	SEÑALIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.15	0
	REPARACIÓN DE GRIETAS EN HORMIGÓN	0	0	0	-0.9	-4.4	-3.7	0	0	0	0	5.8	7.9
	LIMPIEZA DE BORDILLO CUNETA	0	0	0	0	-5.75	0	0	0	0	0	6.5	7.9
	LIMPIEZA DE ALCANTARILLADO	0	0	0	-4.4	0	-3.7	0	0	0	0	5.8	7.9
	CAMBIO DE TRAMO DE CARPETA DE RODADURA	0	0	0	-5.8	-5.1	-4.4	0	0	0	0	4.4	7.9

MATRIZ DE REVERSABILIDAD													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		SOCIOECONOMICOS	
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO VEHICULAR	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	SEÑALIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	REPARACIÓN DE GRIETAS EN HORMIGÓN	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1
	LIMPIEZA DE BORDILLO CUNETA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
	LIMPIEZA DE ALCANTARILLADO	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1
	CAMBIO DE TRAMO DE CARPETA DE RODADURA	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1

MATRIZ RIESGO													
FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES	
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		SOCIOECONOMICOS	
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO VEHICULAR	0	0	0	10	5	10	0	0	0	0	0	0
	SEÑALIZACIÓN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	REPARACIÓN DE GRIETAS EN HORMIGÓN	0	0	0	5	1	10	0	0	0	0	1	1
	LIMPIEZA DE BORDILLO CUNETA	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	1	1
	LIMPIEZA DE ALCANTARILLADO	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	1	1
	CAMBIO DE TRAMO DE CARPETA DE RODADURA	0	0	0	10	10	10	0	0	0	0	1	1

VALORACIÓN DE IMPACTO

FASE	ACTIVIDADES	MEDIOS ABIOTICOS						MEDIO BIOTICO				FACTORES		
		AGUA		SUELO	AIRE			FAUNA		FLORA		SOCIOECONOMICOS		
		SUPERFICIAL	SUBTERRÁNEA		RUIDO	POLVO	GAS	ACUATICA	TERRESTRE	ACUATICA	TERRESTRE	EMPLEO	BENEFICIO	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	FLUJO VEHICULAR	N	N	N	B	B	M	N	N	N	N	N	N	
	SEÑALIZACIÓN	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	B	N
	REPARACIÓN DE GRIETAS EN HORMIGÓN	N	N	N	B	B	B	N	N	N	N	N	B	M
	LIMPIEZA DE BORDILLO CUNETA	N	N	N	N	M	N	N	N	N	N	N	B	M
	LIMPIEZA DE ALCANTARILLADO	N	N	N	B	N	B	N	N	N	N	N	B	M
	CAMBIO DE TRAMO DE CARPETA DE RODADURA	N	N	N	M	M	M	N	N	N	N	N	B	M

NOMBRE DEL OFERENTE:

GUSTAVO MORENO FERNANDO
GAONA

PROYECTO:

CARRETERA PTO. ENGABAO - ENGUNGA 12+605.45

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 3 DE 31

RUBRO:

3

UNIDAD

m

DETALLE

CERRAMIENTO PROVISIONAL YUTE + DESMONTAJE

EQUIPOS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
SUBTOTAL M:					0.00000

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/hr B	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
EO - C1 (MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES)	0.15000	3.82000	0.57300	0.16667	0.09550
EO - D2 (CARPINTERO)	1.00000	3.45000	3.45000	0.16667	0.57500
EO - E2 (PEÓN)	2.00000	3.41000	6.82000	0.16667	1.13667
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
SUBTOTAL N:					1.80717

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unitario B	Costo C=A*B
TELA DE YUTE	m ²	2.00000	0.55714	1.11428
CLAVOS DE 2"	kg	0.00200	1.88533	0.00377
TIRAS DE 2*3**4m	u	1.50000	1.00000	1.50000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
SUBTOTAL O:				2.61805

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B
		0.00000		
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
SUBTOTAL P:				0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

1,285.00000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		4.42522
INDIRECTOS Y UTILIDAD %	20.00%	0.88504
OTROS INDIRECTOS %	0.00%	0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		5.31026
VALOR OFERTADO		5.31026

NOMBRE DEL OFERENTE:

GUSTAVO MORENO FERNANDO
GAONA

PROYECTO:

CARRETERA PTO. ENGABAO - ENGUNGA 12+605.45

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 5 DE 31

RUBRO:

5

UNIDAD

Gib.

DETALLE

INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL

EQUIPOS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
SUBTOTAL M:					0.00000

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/hr B	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
SUBTOTAL N:					0.00000

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unitario B	Costo C=A*B
CONSUMO ELÉCTRICO	mes	1.00000	65.00000	65.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
SUBTOTAL O:				65.00000

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B
		0.00000		
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
SUBTOTAL P:				0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN
IVA.

577.00000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		65.00000
INDIRECTOS Y UTILIDAD %	20.00%	13.00000
OTROS INDIRECTOS %	0.00%	0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		78.00000
VALOR OFERTADO		78.00000

NOMBRE DEL OFERENTE:

GUSTAVO MORENO FERNANDO
GAONA

PROYECTO:

CARRETERA PTO. ENGABAO - ENGUNGA 12+605.45

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 6 DE 31

RUBRO: 6 UNIDAD Glb.
DETALLE: INSTALACIÓN DE AA. PP. PROVISIONAL

EQUIPOS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
SUBTOTAL M:					0.00000

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/hr B	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
SUBTOTAL N:					0.00000

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unitario B	Costo C=A*B
CONSUMO DE AGUA POTABLE	mes	1.00000	95.00000	95.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
SUBTOTAL O:				95.00000

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B
		0.00000		
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
SUBTOTAL P:				0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

576.00000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		95.00000
INDIRECTOS Y UTILIDAD %	20.00%	19.00000
OTROS INDIRECTOS %	0.00%	0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		114.00000
VALOR OFERTADO		114.00000

NOMBRE DEL OFERENTE:		GUSTAVO MORENO FERNANDO GAONA			
PROYECTO:		CARRETERA PTO. ENGABAO - ENGUNGA 12+605.45			
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
		HOJA:	10 DE 31		
RUBRO:	10	UNIDAD	m³		
DETALLE	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR EN SUELO DURO SOBRE NF - CONGLOMERADO - NO ROCA - (INC. DESALOJO HASTA 500 m)				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% M/O)	1.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
SUBTOTAL M:					0.00000
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/hr B	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
SUBTOTAL N:					0.00000
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unitario B	Costo C=A*B	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
SUBTOTAL O:				0.00000	
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	
		0.00000			
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
SUBTOTAL P:				0.00000	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		1,796.00000	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		0.00000
			INDIRECTOS Y UTILIDAD %	20.00%	0.00000
			OTROS INDIRECTOS %	0.00%	0.00000
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		0.00000
			VALOR OFERTADO		0.00000

NOMBRE DEL OFERENTE:		GUSTAVO MORENO		FERNANDO	
		GAONA			
PROYECTO:		CARRETERA PTO. ENGABAO - ENGUNGA 12+605.45			
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
				HOJA:	21 DE 31
RUBRO:	21	UNIDAD		U	
DETALLE	SEÑALES PREVENTIVAS CURVA ABIERTA IZQ. O DER. 750 X 750 mm.				
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% M/O)	1.00000	0.00000	0.00000	3.33333	1.83900
CORTADORA /DOBLADORA (5 HP)	0.50000	1.40000	0.70000	3.33333	2.33333
SOLDADORA ELÉCTRICA 240 A	0.50000	2.50000	1.25000	3.33333	4.16667
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
SUBTOTAL M:					8.33900
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad A	Jornal/hr B	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
EO - C1 (MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES)	0.20000	3.82000	0.76400	3.33333	2.54667
EO - D2 (HOJALATERO)	1.00000	3.45000	3.45000	3.33333	11.50000
EO - E2 (PEÓN)	2.00000	3.41000	6.82000	3.33333	22.73333
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
SUBTOTAL N:					36.78000
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unitario B	Costo C=A*B	
PLANCHA ALUMINIO e=2 mm	m ²	0.62000	28.75000	17.82500	
ACERO ESTRUCTURAL	Kg	25.00000	1.65000	41.25000	
PELICULA REFLECTIVA PARA SEÑALES	m ²	0.62000	24.00000	14.88000	
PELICULA TRASLUCIDA PARA SEÑALES	m ²	0.62000	30.50000	18.91000	
PERNOS DE SUJECIÓN 5/8" X 4"	U	5.00000	0.95000	4.75000	
PINTURA ESMALTE COLOR	gal	0.50000	14.00000	7.00000	
PINTURA ANTICORROSIVA	gal	0.50000	20.00000	10.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
SUBTOTAL O:					114.61500
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B	
		0.00000			
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
		0.00000	0.00000	0.00000	
SUBTOTAL P:					0.00000
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.		3,901.00000			
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				159.73400	
INDIRECTOS Y UTILIDAD %				20.00%	31.94680
OTROS INDIRECTOS %				0.00%	0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO				191.68080	
VALOR OFERTADO				191.68080	

NOMBRE DEL OFERENTE:

GUSTAVO MORENO FERNANDO
GAONA

PROYECTO:

CARRETERA PTO. ENGABAO - ENGUNGA 12+605.45

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 22 DE 31

RUBRO:

22

UNIDAD

U

DETALLE

SEÑALES PREVENTIVAS VELOCIDAD MÁXIMA 750 X 750 mm.

EQUIPOS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% M/O)	1.00000	0.00000	0.00000	3.33333	1.83900
CORTADORA /DOBLADORA (5 HP)	0.50000	1.40000	0.70000	3.33333	2.33333
SOLDADORA ELÉCTRICA 240 A	0.50000	2.50000	1.25000	3.33333	4.16667
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

SUBTOTAL M:

8.33900

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/hr B	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
EO - C1 (MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES)	0.20000	3.82000	0.76400	3.33333	2.54667
EO - D2 (HOJALATERO)	1.00000	3.45000	3.45000	3.33333	11.50000
EO - E2 (PEÓN)	2.00000	3.41000	6.82000	3.33333	22.73333
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

SUBTOTAL N:

36.78000

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unitario B	Costo C=A*B
PLANCHA ALUMINIO e=2 mm	m ²	0.62000	28.75000	17.82500
ACERO ESTRUCTURAL	Kg	25.00000	1.65000	41.25000
PELICULA REFLECTIVA PARA SEÑALES	m ²	0.62000	24.00000	14.88000
PELICULA TRASLUCIDA PARA SEÑALES	m ²	0.62000	30.50000	18.91000
PERNOS DE SUJECCIÓN 5/8" X 4"	U	5.00000	0.95000	4.75000
PINTURA ESMALTE COLOR	gal	0.50000	14.00000	7.00000
PINTURA ANTICORROSIVA	gal	0.50000	20.00000	10.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000

SUBTOTAL O:

114.61500

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B
		0.00000		
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000

SUBTOTAL P:

0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

3,896.00000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		159.73400
INDIRECTOS Y UTILIDAD %	20.00%	31.94680
OTROS INDIRECTOS %	0.00%	0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		191.68080
VALOR OFERTADO		191.68080

NOMBRE DEL OFERENTE:

GUSTAVO MORENO FERNANDO
GAONA

PROYECTO:

CARRETERA PTO. ENGABAO - ENGUNGA 12+605.45

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA: 24 DE 31

RUBRO: 24

UNIDAD U

DETALLE

SEÑALES PREVENTIVAS NO REBASAR 750 X 750 mm.

EQUIPOS

Descripción	Cantidad A	Tarifa B	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% M/O)	1.00000	0.00000	0.00000	3.33333	1.83900
CORTADORA / DOBLADORA (5 HP)	0.50000	1.40000	0.70000	3.33333	2.33333
SOLDADORA ELÉCTRICA 240 A	0.50000	2.50000	1.25000	3.33333	4.16667
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
SUBTOTAL M:					8.33900

MANO DE OBRA

Descripción	Cantidad A	Jornal/hr B	Costo hora C=A*B	Rendimiento R	Costo D=C*R
EO - C1 (MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES)	0.20000	3.82000	0.76400	3.33333	2.54667
EO - D2 (HOJALATERO)	1.00000	3.45000	3.45000	3.33333	11.50000
EO - E2 (PEÓN)	2.00000	3.41000	6.82000	3.33333	22.73333
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
SUBTOTAL N:					36.78000

MATERIALES

Descripción	Unidad	Cantidad A	Precio unitario B	Costo C=A*B
PLANCHA ALUMINIO e=2 mm	m ²	0.62000	28.75000	17.82500
ACERO ESTRUCTURAL	Kg	25.00000	1.65000	41.25000
PELICULA REFLECTIVA PARA SEÑALES	m ²	0.62000	24.00000	14.88000
PELICULA TRASLUCIDA PARA SEÑALES	m ²	0.62000	30.50000	18.91000
PERNOS DE SUECIÓN 5/8" X 4"	U	5.00000	0.95000	4.75000
PINTURA ESMALTE COLOR	gal	0.50000	14.00000	7.00000
PINTURA ANTICORROSIVA	gal	0.50000	20.00000	10.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
SUBTOTAL O:				114.61500

TRANSPORTE

Descripción	Unidad	Cantidad A	Tarifa B	Costo C=A*B
		0.00000		
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
		0.00000	0.00000	0.00000
SUBTOTAL P:				0.00000

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

3,899.00000

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		159.73400
INDIRECTOS Y UTILIDAD %	20.00%	31.94680
OTROS INDIRECTOS %	0.00%	0.00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO		191.68080
VALOR OFERTADO		191.68080

BIBLIOGRAFÍA

AASHTO. (1994). A policy on geometric design of highways and streets

A.A.S.H.T.O – A policy on geometric design of rural highways – 1975

CHOW V. T. (1994) Hidráulica de canales abiertos, 667 pp., McGraw-Hill Interamericana

Congreso Nacional – La comisión de legislación y codificación. (2004, Septiembre 10). Ley de gestión ambiental, codificación. Ecuador.

Constitución de la república del Ecuador 2008. (2011, Julio 13). Ecuador.

Elena, G. A. (n.d.). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial – Cantón Santa Elena 2014-2019.

Espinoza G. (2007) Fundamentos de evaluación de impacto ambiental, Banco Interamericano de Desarrollo, Centro de estudios para el desarrollo. Santiago, Chile.

INEN. (1982). Mecánica de suelos - Determinación del límite plástico. Norma técnica ecuatoriana.

INEN. (1982). Mecánica de suelos – Determinación del límite líquido – Método de casa grande.

INEN. (n.d.). Tamices de ensayo - Dimensiones nominales de las aberturas.

La junta militar de gobierno. (1998, Agosto 19). Ley de caminos.

Ley orgánica de transporte terrestre tránsito y seguridad vial. (2014, Diciembre 31).

Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles y para vibraciones. (n.d.). Libro VI – Anexo 5.

Ministerio de obras públicas y comunicaciones. (2002). Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes. MOP - 001 - F 2002. Quito, Ecuador.

Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador. (2013). Volumen 1 – Procedimientos de proyectos viales – Norma ecuatoriana vial - NEVI-12 - MTOP. Quito, Pichincha, Ecuador.

Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador. (2013). Volumen N°2 – Libro a norma para estudios de diseños viales. Quito, Pichincha, Ecuador.

Ministerio de transporte y obras públicas del Ecuador. (2013). Volumen N°3 Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes. Quito, Pichincha, Ecuador.

Ministerio de transporte y obras públicas. (2003). Normas de diseño geométrico de carreteras. Quito.

Ministerio del ambiente. (2015, Mayo 4). Reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria. Quito, Ecuador.

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua. (n.d.). Libro VI - Anexo 1.

Norma de emisiones al aire desde fuentes fijas de combustión. (n.d.). Libro VI - Anexo 3.

Normalización, I. E. (2011). Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical. Reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 004-2:2011. Quito, Pichincha, Ecuador.

Normalización, I. E. (2011). Señalización Vial. Parte 2. Señalización Horizontal. Reglamento técnico ecuatoriano RTE INEN 004-2:2011. Quito, Pichincha, Ecuador.